



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCION**

**IMPERMEABILIZACION**

1.-MATERIALES IMPERMEABILIZANTES

Estos materiales tienen por definición, la cualidad principal de impedir el paso del agua y través de las películas que forman. Sin embargo, esta no debe ser su única característica, pues existen otras que son también de mucha importancia. Por ejemplo, deben ser dúctiles, tener cierta elasticidad y plasticidad, ser resistentes al envejecimiento o a la intemperie y tal vez al tránsito, no deben sufrir a temperaturas ambientales máximas y su instalación debe ser fácil, además de tener una buena adherencia sobre los substratos y tener precio razonable, por mencionar algunas más. Todos estos son características que deben reunir estos materiales para que su uso se justifique en las construcciones.

Existen normas de calidad hechas por la American Society For Testing and Material (A S T M) para todos estos materiales. Estas y otras normas, han sido establecidas para definir con toda claridad la calidad de un impermeabilizante determinado, con las cuales el constructor puede establecer requerimientos y comparaciones, y así, seleccionar a proveedores o contratistas, materiales que cubran las normas de calidad correspondientes. Por lo tanto, al seleccionar impermeabilizantes que cubran especificaciones determinadas, ya se está dando el primer paso para obtener mejores impermeabilizaciones, pues al menos no habrá fallos motivados por la mala calidad del material.

El estudio de los materiales impermeabilizantes se ha dividido en dos grandes grupos los bituminosos y los no bituminosos. Los bituminosos están fabricados a partir de asfaltos de petróleo o bien de alquitran de hulla. En el caso concreto de México, el asfalto es especialmente abundante y el alquitran de hulla bastante escaso, por lo cual prácticamente solo se emplea el asfalto para la fabricación de impermeabilizantes.

Los bituminosos se pueden subdividir por su forma de aplicación, ya que esto se puede efectuar en caliente, en frío, en forma prefabricada o en combinación de ellas tres.

A continuación se explica el uso de cada material y se describen las principales características que ellos deben presentar.

1a.- LOS CEMENTOS PLÁSTICOS ("BITUPLÁSTIC")

Ellos son morteros asfálticos que se emplean en el colado de juntas y zonas críticas.

Las características que deben reunir estos materiales son las siguientes.

Funcionan como vehículo, solvente en pequeñas cantidades, para que no se produzcan resquebrajamiento ni contracciones fuertes.

Su consistencia es la de una pasta espesa no escurrible, aplicable a espátula.

Ellos deben tener una alta ductilidad, pues deben soportar movimientos en juntas y juntas.

Su resistencia al intemperismo debe ser muy buena, más algunas veces quedan expuestas a la intemperie, como por ejemplo, cuando se usa para sellar juntas en techos de lámina o para trabajos de mantenimiento, y de hecho, se puede decir que estos materiales nunca deben de perder su ductilidad.

2a.- LA BASE IMPRIMADORA.

a) - BASE IMPRIMADORA EN SOLVENTES ("IMPRIMPRIM SOLVENTE")

Ellos son líquidos de color negro que se emplean como base "capa porosa" en las superficies por impermeabilizar y sirven también para asegurar la adherencia de las capas subsiguientes.

Deben tener como características necesarias una viscosidad muy baja, pues deben penetrar lo más posible en la porosidad de la superficie.

Su secado debe ser rápido para que no se interrumpen demasiado los trabajos de impermeabilización.

Debe lograrse una coherencia en húmedo buena, porque generalmente cuando se usa sobre las lavas de concreto, estas tienen un alto contenido de humedad.

Puesto que la mayoría de los solventes empleados no son compatibles con el agua, es necesario que la fórmula contenga aditivos que contrarresten este inconveniente.

b) - BASE IMPRIMADORA EN EMULSION ACUOSA ("IMPRIMPRIM S-I")

Es un líquido casi oscuro que tiene el mismo uso y características que la base imprimadora en solventes, pero con la ventaja de que se penetra más en el concreto húmedo, debido a que el vehículo adhesivo es agua, en lugar de solventes derivados del petróleo, con lo cual se logra también un manejo menos peligroso, si bien su secado es un poco más lento.

3 - REVESTIMIENTOS IMPERMEABLES.

a) - DE APLICACION EN CALIENTE ("OXIBIT 1412")

Desde mediados del siglo puede tomarse gran popularidad al uso de asfalto caliente y oxidado para la impermeabilización de techos, ya que para un mismo punto de reblandecimiento, se obtiene mayor ductilidad en estado oxidado que en los asfaltos endurecidos exclusivamente por destilación con pérdida de vapor, lo cual se traduce en mayor resistencia al agrietamiento motivado por los cambios de temperatura y por los movimientos de los techos.

Las características más notables y sencillas de medir de un asfalto son "el punto de reblandecimiento" y "la penetración".

El "punto de reblandecimiento", mide la temperatura a la que el asfalto escurre, condición muy importante para definir qué tipo de asfalto oxidado se requiere para determinadas inclinaciones de techos y temperaturas ambientales. Obviamente para mayor inclinación o temperatura, se requiere un mayor punto de reblandecimiento.

La "penetración" es una medida muy importante, porque está directamente relacionada con la ductilidad del material, es decir, con la propiedad de estrarse sin romper la continuidad de la película, lo cual produciría grietas en el sistema impermeable y permitiría el paso del agua. Generalmente un asfalto con mayor punto de reblandecimiento tiene menor penetración (menor ductilidad), por lo cual es conveniente emplear asfalto con la mayor penetración posible, procurando que no disminuya al punto de reblandecimiento, para evitar que la carpeta impermeable se escurre o inutilice la impermeabilización. Cuando se utilizan estos productos, es muy importante no sobrecalentar ni resquebrajar el material, ya que en ambos casos se eliminan ciertos plastificantes, provocándose un deterioramiento en las características y propiedades del asfalto, lo que origina un envejecimiento prematuro del material. Por ello es necesario disponer del equipo adecuado de calentamiento, como son los calderas especiales para este fin, que disponen de termómetros, aislamiento térmico, etc.

Los usos específicos de cada tipo de asfalto oxidado, dependen de la pendiente del techo; de las máximas temperaturas, del color, peso y tipo de acabado, etc. En términos generales, puede decirse que el tipo "A" sólo debe utilizarse en techos con poca pendiente y en climas extremadamente fríos, en un México. El tipo "B" en techos con poca pendiente y en climas fríos, aplicable a muy pocas regiones de México. El tipo "C" en techos con pendientes hasta de 50°, en climas templados o en techos con pendientes pequeños y en clima cálido. Finalmente, el tipo "D" en techos con pendientes fuertes y en clima cálido.

De lo anterior se desprende que para las condiciones de nuestro país, el tipo "C" debe ser el de uso general, y solamente en casos extremos se deberá emplear el tipo "D".

Los asfaltos oxidados de aplicación en caliente pueden mejorarse, dándole mayor ductilidad, mediante un proceso de oxidación catalítica, haciéndolos más elásticos mediante la incorporación de sales orgánicas, o convirtiéndolos mayor resistencia al intemperismo mediante la incorporación de ciertos cuerpos minerales. Sin embargo, se recomienda a los técnicos especialistas, que cualquier que estos aditivos se efectúen en fábricas debidamente instaladas y bajo control químico, porque cuando se hacen en forma empírica, generalmente degradan la calidad del revestimiento asfáltico.

Puede pensarse que la impermeabilización con asfalto oxidado de aplicación en caliente, seguirá siendo por muchos años la alternativa más económica para impermeabilizar y que, siguiendo los lineamientos de instalación correctos, haya un sistema impermeable fuerte y completo, resuelva con éxito la protección de muchos tipos de techos.



**b) — DE APLICACION EN FRIO.****b.1) — REVESTIMIENTOS EN FRIO CON BASE EMULSION ACUOSA ("IMPERCOAT 5-40", "ELASTICOAT", "FIBRACOAT").**

Estos revestimientos impermeables reúnen notables ventajas entre los que destacan los siguientes:

Se obtienen ya listos para usarse y no es necesario solventarlos previamente. Son flexibles a bajas temperaturas y no agrietan en las condiciones más extremas.

Se adhieren sobre todo tipo de superficies e materiales húmedos o secos.

Funcionan sobre pendientes con cualquier inclinación, aún verticales.

Su manejo es sencillo y exento de peligros.

Se pueden aplicar en forma manual o con equipo neumático.

Conservan sus propiedades por largo tiempo, aún en exposiciones directas al intemperismo.

Se pueden emplear solos o combinados con membranas de refuerzo, para obtener sistemas multi-capas.

Las limitaciones de estos productos son las siguientes:

No son recomendables para servicios de inmersión muy prolongada o continua.

Requiere de 4 a 8 horas de tiempo de secado por capa, y su costo es algo mayor que los revestimientos de aplicación en caliente, pero tienen ventajas que, en algunos casos, los justifican ampliamente.

**b.2) — REVESTIMIENTOS EN FRIO EN BASE DE SOLVENTES ORGANICOS ("ASFA SOL", "FLEXOL").**

Se clasifican dentro de este grupo a todos aquellos productos impermeabilizantes que se aplican directamente del envase y cuyo vehículo es un solvente; reciben también el nombre de impermeabilizantes rebajados. Estos impermeabilizantes son productos asfálticos mejorados con la adición de fibra de asbesto, elastómeros y cargas minerales, que alargan su vida y permiten que formen capas, con una gran resistencia al agrietamiento producido por los efectos de la intemperie.

Los impermeabilizantes rebajados forman películas flexibles y sumamente impermeables con características de gran adhesividad, lo que permite que se utilicen no sólo como impermeabilizantes en sistemas nuevos, sino también como productos para rejuvenecimiento en sistemas ya aplicados y que puedan tener cierto deterioro. Además, ellos cumplen otras funciones:

**4a. — MEMBRANAS DE REFUERZO ("FIELTROQUIM", "IMPERFEL", "VITROCOAT").**

Las membranas de refuerzo se aplican en sistemas impermeables generalmente en forma de "sandwich", entre dos capas de revestimiento impermeable, lográndose con esta impermeabilización más gruesas, resistentes e impermeables al paso del agua. Las membranas de refuerzo instaladas como componentes de un sistema, cubren las siguientes funciones:

- 1a. — Aumentan la impermeabilidad del sistema protector.
- 2a. — Permiten la aplicación de capas sucesivas de revestimientos impermeables.
- 3a. — Aseguran un espesor mínimo a la carpeta impermeable.
- 4a. — Aumentan la resistencia del sistema impermeable a las fuerzas mecánicas.
- 5a. — Retrasan el avance de las grietas superficiales hacia la leña.

Las diversas membranas de refuerzo que se obtienen en el mercado mexicano, cubren las funciones enumeradas y se aceptan que dichas membranas son elementos recomendables en un buen sistema de impermeabilización.

En el mercado nacional existen diferentes tipos de membranas, teniendo entre ellas las fieltros, elaborados a base de fibras de celulosa, madera, algodón o fibras sintéticas, con las que se forman fieltros laminados que se saturan con asfalto y se utilizan como elementos de refuerzo con impermeabilizantes de aplicación en caliente. Estas membranas son impermeables por sí mismas, por lo cual aumentan la efectividad del sistema, además del refuerzo que le confieren.

Existen también membranas de filamentos de fibra de vidrio que se saturan o no con asfalto y que se utilizan como refuerzo en impermeabilizaciones de aplicación en caliente o en frío. Estas membranas no son impermeables de por sí, por lo cual sólo actúan como refuerzo.

**5a. — MATERIALES PREFABRICADOS ("FIELTROQUIM MINERALIZADO").**

Los materiales prefabricados contienen tras de los elementos enunciados para un sistema impermeable, en un solo conjunto, ya que constan de un fieltro de celulosa o fibra de vidrio, recubierto con asfalten estabilizadas, terminando o no, con gravillas minerales opacas y decorativas.

De acuerdo con las necesidades del diseño, se pueden colocar como capas intermedias o de acabado.

**6a. — ACABADOS.**

Los acabados son un elemento fundamental en la impermeabilización y con mucho acierto se ha dicho que, la vida útil del acabado, es la vida del sistema impermeable.

Lo anterior es comprensible, si se considera que los techos de una construcción, son la parte que más severamente es atacada por el intemperismo y por los destructivos rayos ultravioleta de la luz solar. También debe considerarse que los materiales asfálticos, principalmente los de aplicación en caliente, son muy poco resistentes a la acción de la intemperie, por lo cual no es recomendable que queden directamente expuestos. Por ello, debe procurarse mantener siempre en condiciones, el acabado de cualquier impermeabilización.

Los acabados para impermeabilizaciones deben ser de colores claros, con el objeto de que los techos se calienten la menor posible, lográndose con esto que los interiores se mantengan más frescos y que la vida útil de la impermeabilización se sea incrementada.

Los acabados más frecuentes para terminar los sistemas de impermeabilización, son los siguientes:

- 1 — Las gravillas naturales o pigmentadas.
- 2 — Las pinturas bituminosas en color aluminio ("BITUCOLOR ALUMINIO").
- 3 — Las pinturas elastoméricas blancas o en colores ("FLEXODECOR").
- 4 — Las pastas reflejantes (fabricadas empleando "QUIMIWELD").
- 5 — El papel aluminio.
- 6 — En enladrillado u otra recubrimiento cerámico.
- 7 — Los pavimentos asfálticos, en frío o caliente ("FLEXOCRETO").
- 8 — Los recubrimientos elastoméricos con alta resistencia a la abrasión ("TIROPLASTIC").
- 9 — Los acabados prefabricados ("FIELTROQUIM MINERALIZADO").

Veamos ellos con más detalle:

**1. — LAS GRAVILLAS NATURALES O PIGMENTADAS,** son muy interesantes por su naturaleza inorgánica que les confiere alta resistencia al intemperismo, lográndose una amplia vida útil. Sin embargo, debe hacerse notar, que entre partícula y partícula hay intersticios en los cuales queda atrapada el asfalto al queque de los elementos, además de que estas gravillas, generalmente tienen algún contenido de humedad, por lo que, al aplicarse en asfalto caliente, hay un anclaje pobre, lo cual ocasiona que posteriormente las gravillas se desprendan y quede "calvo", por así decirlo, al recubrimiento impermeable. Para evitar estos problemas, se recomienda aplicar una capa de acabado adicional sobre la base de gravillas, con la cual se cubrirán los intersticios y se fijarán entre sí mismas, evitando que se desprendan.

**2. — LAS PINTURAS BITUMINOSAS ("BITUCOLOR ALUMINIO"),** de color aluminio, son un acabado muy fácil de instalar, por lo que son ideales para trabajos de mantenimiento continuo, tienen una vida útil del orden de 1 a 3 años, dependiendo de su calidad y debe ser renovadas frecuentemente. No se recomiendan para techos con tránsito y su reflectividad es de primera clase.

**3. — LOS RECUBRIMIENTOS ELASTOMERICOS ("FLEXODECOR"),** son muy decorativos y durables, pero deben de tener ciertas características para asegurar buenos resultados. Ellos no se deben aplicar directamente sobre asfalto de aplicación en caliente, sino sobre una base previa de gravilla o fibres enclavadas al asfalto y pueden ser aplicadas en forma directa, sobre algunos revestimientos de aplicación en frío. Deben formar películas con buena elasticidad y estar formadas por resinas exentas de plastificantes volátiles, para que no se rigidicen rápidamente con la exposición directa al sol. Un acabado que cumpla las anteriores consideraciones, aplicado con un rendimiento del orden de 1/2 litro por metro cuadrado, tendrá una duración adecuada y soportará bien el tránsito eventual.



## MATERIALES IMPERMEABILIZANTES

4.—LAS PASTAS REFLECTIVAS, se fabrican a partir de cal, cemento blanco y un ligante a base de resinas emulsificadas que les confiere cohesión y buena adherencia ("QUIMIWED"). Estas pastas son durables y económicas, por lo cual su uso se ha extendido bastante. Son resistentes al intemperismo y soportan bien el tránsito eventual. Por ser rígidas, pueden aparecer fisuras finas, pero ellas no rean follas de impermeabilidad.

5.—EL PAPEL DE ALUMINIO, se emplea algunas veces para recubrir impermeabilizaciones, ya que tiene muy buen poder reflectante y es resistente al intemperismo. Sin embargo, su uso se ha visto limitado por su pobre adherencia al soporte, que ocasiona rápidos desprendimientos y roturas que dejan al descubierto al soporte en un tiempo muy breve.

6.—EL ENLADRILLADO, es el revestimiento tradicional de azulejos en nuestro país, y es un magnífico elemento protector para impermeabilizaciones. Entre sus cualidades podemos enumerar que es un material decorativo, que da un buen aislamiento al calor, siendo resistente a la intemperie y al tránsito frecuente.

Cuando el ladrillo se coloca cuidadosamente sobre una impermeabilización, sin dañar a ésta, se puede asegurar que la impermeabilización tendrá una vida útil prolongada.

Sin embargo, en la práctica se observa que los enladrilladores destruyen la carpeta impermeable, casi en forma inevitable, con lo que las filtraciones se manifiestan en seguida. La vieja práctica constructiva de fijar los hilos de nivel con clavos, directamente sobre la superficie; su de pulsoar mezcla sobre la azotea, la de hacer pilas de ladrillos o de tránsito con carretillos sobre las impermeabilizaciones, producen daños que rompen la continuidad del sistema y se presentan posteriormente las humedades. Es muy importante llamar la atención sobre el punto anterior, para así poder lograr una mayor colaboración entre los revisores, albaniles e impermeabilizadores, que redunde en trabajos más seguros, mejor coordinados y ejecutados. Siempre el trabajo en equipo, dará mejores frutos.

7.—LOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS ("FLEXCRETO"), han ido adquiriendo en los últimos tiempos mayor importancia, como acabados para impermeabilización.

Ellos son verdaderos sustitutos del enladrillado, ya que soportan tránsito pesado, aún de vehículos, y su vida útil es muy prolongada. Estos acabados se aplican con espesores mínimos de 1 cm. y se hacen a base de emulsiones asfálticas, con agregados de granulometría controlada y cemento Portland, colocándose sobre el techo por medio de mastriles y amparajando con reglas de modo, en la misma forma en que se suela un piso de concreto, pudiéndose obtener tanto acabados lisos, como lispetos.

Como estos recubridos son colocados por el mismo instalador de la impermeabilización, se logra una garantía total sobre la impermeabilidad del techo, ya que se elimina la posibilidad de que durante el enladrillado se dañe la impermeabilización.

Creemos que este tipo de acabados se irá aplicando cada vez más por las ventajas que posee. Estos acabados son magníficos sustitutos del ladrillo, pero no deben emplearse como impermeabilización única. Con ellos se obtendrá un funcionamiento perfecto si se colocan siempre sobre un sistema de impermeabilización completo que contenga todos los elementos requeridos.

8.—RECUBRIMIENTOS ELASTOMÉRICOS CON ALTA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN ("TIKOLPASTIC"). En los últimos tiempos se han venido desarrollando algunos recubrimientos "tipo pintura", que llevan en su formulación agregados de muy alta resistencia a la abrasión, con lo cual se obtienen superficies que no se desgastan fácilmente con el tránsito de personas.

Estos revestimientos especiales superan a otro tipo de materiales semejantes, en cuanto a su resistencia al tránsito. Son de muy alta duración y se instalan fácilmente, teniendo también la característica de poderse colocar prácticamente en cualquier color.

9.—ACABADOS PREFABRICADOS ("FIELTROQUIM MINERALIZADO"). La característica de estos acabados es que son sumamente resistentes a la intemperie y de color uniforme, son fáciles de aplicar y dan buena impermeabilidad a los sistemas en los que se aplican.

Estos son, a grandes rasgos, los materiales impermeabilizantes más usados hoy en día. Claro está que habrían que mencionar otros tales como las lechuzas minerales, ya de resina o ploma, y otros materiales como tejas o pinturas que en sí no son materiales impermeabilizantes.

## II.—SISTEMAS IMPERMEABLES.

Ya se ha establecido que los sistemas impermeabilizantes deben contar con un mínimo de tres componentes principales que son:

- 1 — EL PRIMARIO O BASE ADHERENTE.
- 2 — LA CARPETA IMPERMEABLE.
- 3 — EL ACABADO.

El primario o base adherente tendrá por objeto sellar la porosidad y las partículas de polvo sueltas en la superficie. La carpeta impermeable, será la verdaderamente responsable de la impermeabilidad del sistema. Estos carpets pueden estar formados por capas alternadas de revestimientos y mantas de refuerzo. Se acepta generalmente que, a mayor número de capas, se obtiene más seguridad y mayor duración, lo cual es relativamente cierto cuando se comparan entre sí sistemas a base de los mismos materiales. Sin embargo, debe de considerarse también, que existen materiales de mejor funcionamiento con los que se obtienen óptimos resultados a espesores menores. Podemos establecer que un material más elástico, dúctil, impermeable y resistente al envejecimiento, dará un funcionamiento equivalente con menos espesor. Los acabados, como ya quedó dicho también, tienen por función proteger a la carpeta impermeable contra el ataque del intemperismo y del ataque físico por el uso inadecuado e imprevisto a que se somete esa carpeta.

Una vez establecidos ya los componentes de los sistemas de impermeabilización, se podrían clasificar en cuatro grupos:

- 1 — Los de aplicación en frío.
- 2 — Los de aplicación en caliente.
- 3 — Los de aplicación mixta.
- 4 — Los prefabricados.

Las características de cada uno de estos tipos de sistemas son las siguientes:

### 1 — LOS DE APLICACIÓN EN FRÍO.

Ellos se efectúan partiendo de materiales listos para usar, sin necesidad de calentarlos.

Los materiales de aplicación en frío se adhieren firmemente sobre todo tipo de superficies, en algunos casos aún estando húmedas, lo cual reduce la posibilidad de que se presenten las tan comunes burbujas y desprendimientos, aunque algunas veces aparecen cuando se trabaja con superficies con alto contenido de humedad.

Otro aspecto interesante es que los refuerzos que se emplean para aplicaciones en frío son generalmente dúctiles y flexibles, lográndose con ello trabajos mejor adaptados a las sinuosidades de las superficies.

Ventajas también muy importantes de estos sistemas de aplicación en frío, son que no se escorran, sea cual fuera la inclinación de las superficies a la temperatura de operación y que soportan se cristalizan.

Se debe mencionar que estos sistemas son muy resistentes al intemperismo y al envejecimiento natural, manteniéndose impermeables, flexibles y dúctiles durante muchos años.

Así pues, los impermeabilizantes en frío son sumamente ventajosos en la mayoría de los casos, ya que su instalación es rápida y sin molestias, además de que tienen una gran efectividad y larga duración.

Por otra parte, estos materiales son bastante indicados para trabajos de mantenimiento local, ya que por su facilidad de aplicación pueden ser instalados por personal que tenga poca entrenamiento.

### 2 — SISTEMAS DE APLICACIÓN EN CALIENTE.

Los sistemas de impermeabilización que se aplican en caliente, tienen la ventaja de ser económicos, formar carpets fuertes y resistentes a la penetración y resistir el tránsito y el uso rudo que suele existir en algunas obras en construcción. Por estas razones es recomendable su uso en techos que serán recubiertos con enladrillado, además de cualquier otro tipo de obra en las que se requiera una buena protección a baja costo. Ventaja adicional de estos materiales es la de que están exentos de solventes. Para que estos materiales se puedan aplicar en forma adecuada, deben de ser calentados hasta que se fundan. Sin embargo, la temperatura del calentamiento no debe ser superior de 220°C, porque se degradan. Tampoco debe calentarse el material durante más de 10 hs., porque se logra un efecto similar. Debemos señalar que estos materiales no se adhieren sobre superficies hú-

# MATERIALES IMPERMEABILIZANTES

medas. Se puede decir pues, que los procedimientos de impermeabilización a base de asfaltos oxidados aplicados en caliente, están llamados a perdurar en la industria de la construcción, mientras no se encuentren demeritos los derivados del petróleo requeridos para su obtención.

## 3 - SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACION DE APLICACION MIXTA

Estos sistemas consisten en la combinación de aplicaciones de sistemas de impermeabilización en caliente, terminados con una capa superior de impermeabilizante en frío, con la cual se logran conjugar las ventajas de ambos procedimientos, que son: obtener fuerza y resistencia al mal trato, que confiere la impermeabilización en caliente; protegerlo por un recubrimiento en frío, que soporta el intemperismo y el envejecimiento. Simultáneamente se fijan mejor las gravillas y se pueden terminar bien varias de ellas que son fundamentales para asegurar la eficacia de la impermeabilización, tales como: pretilas, bajados pluviales, tuberías, etc., lográndose además un cubierto superior, extremadamente resistente al agrietamiento.

Lo anterior aplica al parqué, con los sistemas mixtos, se obtienen superficies impermeables seguras y durables.

## 4 - SISTEMAS A BASE DE PREFABRICADOS.

Estos sistemas tienen la ventaja de poseer un espesor, uniforme controlado en fábrica, con lo cual se obtiene una protección adecuada en todos los puntos recubiertos.

Se han indicado para recubrir superficies desde bajas temperaturas, hasta de 60°C, sin riesgo de escurecimiento.

Además, debemos mencionar que su acabado granulada en caliente, se aplica en fábrica, lográndose con ello un aspecto decorativo de larga duración.

Este tipo de sistemas se puedan fijar sobre la superficie, bien por medios mecánicos o bien por medio de adhesivos útiles en frío o caliente, con bastante rapidez; es recomendable colocar membranas de refuerzo adicionales.

## IMPERMEABILIZANTES NO BITUMINOSOS.

Todo lo que se ha mencionado anteriormente se refiere a impermeabilizantes de índole asfáltica. Sin embargo, hay que indicar que existen otros impermeabilizantes de distinta base, los cuales se pueden dividir en:

### 1 - ELASTOMERICOS ("FLEXODECOR", "ALBERQUIM"), que pueden ser líquidos o ya en membranas prefabricadas.

LOS ELASTOMERICOS LIQUIDOS - Son los productos que se aplican por medio de brocha o equipo de aspersión, sobre las superficies.

Algunos de ellos sufren por evaporación del solvente y algunos otros por reacciones químicas, significando que son cien por ciento sólidos.

Estos materiales tienen magníficas propiedades generales. Por ejemplo: los hay que son a base de neopreno y los poliuretanos o hule elastico, y se emplean con éxito en el acabado de alfileres. Tienen alta resistencia al intemperismo y una gran elasticidad. Sin embargo, su uso en techos es bastante limitado, debido al muy alto precio del producto.

LOS ELASTOMERICOS SOLIDOS, que se presentan ya en forma de membranas prefabricadas, tales como las de hule butilo, P.V.C. o similares, tienen el inconveniente de que son sumamente difíciles de sellar en los traslapes entre membrana y membrana. Además, como las superficies no son siempre totalmente planas, sino que hay algunas irregularidades, se forman pequeñas alneas durante su colocación, que son prácticamente imposibles de pagar en forma eficiente. El resultado es que aunque a través de la membrana no logra pasar el agua, ella pasará por el traslape, ocasionando muy serios problemas. Por esta razón, la aplicación de estos materiales se debe encargar a compañías muy especializadas en este tipo de trabajos.

### 2 - MATERIALES VARIOS

Otro grupo sería el formado por los materiales rígidos, cerámicos, materiales rígidos llamados tales como los tejas, las láminas metálicas, que pueden ser de cobre, plomo, tierra o aluminio y un tercer grupo que estaría formado por los materiales de capilaridad negativa o hidrófuga, en los cuales podríamos señalar dos grupos: los sustos para impermeabilizaciones de superficies

verticales y el de los impermeabilizantes integrales, formados a base de jabones metálicos.

3 - MATERIALES CERAMICOS - En el grupo de los materiales rígidos, cerámicos, tenemos por ejemplo las tejas, que en algunas épocas se han usado como materiales únicos en los techos, pero que debido a que se rompen y descomponen fácilmente con el viento, se considera que su uso, hoy en día, debería de destinarse más bien a fines únicamente decorativos y de protección contra el intemperismo. Lo correcto sería colocar debajo de las tejas una impermeabilización formal, como sucede en otros países. Este material día a día va cayendo en desuso.

### 4 - LAMINAS METALICAS.

Podríamos citar las láminas metálicas de plomo o de cobre. Como ejemplo de la aplicación de ellas se pueden mencionar el Palacio de los Deportes o la misma Basílica de Nuestra Señora de Guadalupe en la Ciudad de México. Con su uso se pueden lograr efectos decorativos muy interesantes y de muy alta duración. Sin embargo, se debe señalar que su colocación significa una verdadera obra de artesanía, ya que deben de soldarse con toda cuidado los traslapes oblicuos. Además, en ellas deben de hacerse cortes muy finos y su costo es muy elevado, lográndose muy buenos resultados, aunque deben ser tomados en cuenta los inconvenientes ya mencionados.

En cambio, no es lo mismo cuando se usan láminas de hierro, aun cuando éste esté galvanizado, porque existen puntas, sobre toda donde se daña el galvanizado a lo largo del engargolado en los traslapes, que inevitablemente se oxidan, se corren y dan puntos de penetración al agua. Lo más grave de esto tipo de recubrimientos, es que posteriormente al agua se acumara debajo de ellos y "sigue lloviendo" muchos meses después de que para la temporada de lluvias. Así pues, se recomienda que estos acabados sean tratados con mucha cuidado, cuando decidan usarlos las láminas de hierro como impermeabilizantes.

5 - Un quinto grupo sería, como ya se mencionó, el de los MATERIALES DE CAPILARIDAD NEGATIVA. Estos materiales no forman verdaderas películas sobre los materiales que protegen, sino que su acción consiste en invertir la capilaridad de los porosidades, de tal manera que en vez de ser afines hacia el agua sean repelentes hacia ella, por lo cual habrá cierta rechazo al agua que está en contacto con esa superficie. Naturalmente que el agua es rechazada en tanto que la presión que la empuja hacia dentro, no supere a la fuerza de repulsión. Estos materiales de capilaridad negativa, hay que considerarlos a su vez, divididos en dos grupos, formados por:

a) - SILICONES REPELENTES ("AQUASIL "A" Y "S"), los cuales se emplean para proteger de la entrada de agua de la lluvia, superficies verticales. Debe hacerse hincapié en que estos repelentes a base de silicones, no son para impermeabilizar techos, puesto que ahí se acumulan tirantes de agua con presiones suficientes para vencer a la repulsión de los silicones. Deben emplearse exclusivamente en fachadas en las cuales su tengan acabados a base de materiales absorbentes, con la limitación de que los poros de dichos materiales deben de ser de tamaño capilar. Si son poros grandes, entonces la acción de los silicones se ve bastante disminuida y el agua será absorbida hacia el interior.

b) - El segundo grupo de estos materiales es el formado por los IMPERMEABILIZANTES INTEGRALES ("IMPERQUIM POLVO, LIQUIDO Y PASTA") que, generalmente, están formados a base de jabones metálicos, con lo cual se disminuye grandemente la absorción del agua. Debe decirse que estos materiales tampoco son una solución completa en lasas de concreto, ya que ahí el agua va entrar exclusivamente por la porosidad que queda en el concreto, sino que también penetrará a través de las fibras capilares y por todos los detalles constructivos que componen la losa, independientemente de que en ellos invariablemente se presentan agrietamientos posteriores al colado, por la hidratación natural del cemento, o bien, por los asentamientos de las construcciones. Así pues, los impermeabilizantes integrales son adecuados y se recomiendan más bien para disminuir en alta grado la absorción de agua a través de tintasaciones, en muros de concreto, cisternas, etc., pero con los serios reservas ya mencionadas. Una vez enumerados los diferentes materiales impermeabilizantes con que se cuenta, y aplicada la forma de combinarse para lograr la que se llama un sistema impermeable, se señalan algunos sistemas:

**MATERIALES IMPERMEABILIZANTES**

**SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACION**

TIPO DE SUPERFICIE	VIDA ÚTIL ESPERADA					
	3 AÑOS		5 AÑOS		10 AÑOS	
	FRIO	CALIENTE	FRIO	CALIENTE	FRIO	CALIENTE
SANOS HERRILLAS	100%	100%	100%	100%	100%	100%
SANOS SILLONAJES	100%	100%	100%	100%	100%	100%
AGUAFORNOS DE SANCTO	100%	100%	100%	100%	100%	100%
SANOS DE SPODES	100%	100%	100%	100%	100%	100%
REVERA CANTILLAS	100%	100%	100%	100%	100%	100%
BAÑERA	100%	100%	100%	100%	100%	100%
TENEDORIAS	100%	100%	100%	100%	100%	100%
CUARTEL DE PARRA	100%	100%	100%	100%	100%	100%
BAÑERAS DE HIGIENACION	100%	100%	100%	100%	100%	100%

**"IQF1"**

- Limpieza y preparación de la superficie, eliminando materiales sueltos o mal adheridos.
- Colafateo de zonas críticas, tales como grietas, juntas, choflones, bajadas, tuberías, etc., empleando "Diplomat".
- Aplicación de una mano de imprimador "Imperprim 5-40", para sellar la porosidad de la superficie a razón de 0.2 l/m<sup>2</sup>.
- Aplicación en frío de una capa de impermeabilizante "Impercoat 5-40" a razón de 1.5 l/m<sup>2</sup>.
- Colocación de una malla de fibra de vidrio "Vitracoat" con traslapes mínimos de 5 cm.
- Aplicación de una segunda capa de "Impercoat 5-40" a razón de 1.5 l/m<sup>2</sup>.
- Aplicación de gravilla o grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

**"IQF2"**

- Sígase los cuatro primeros pasos realizados para "IQF1".
- Colocación de una malla de fibra de vidrio "Vitracoat" con traslapes mínimos de 5 cm.
- Aplicación de una segunda capa de "Impercoat 5-40" a razón de 1.5 l/m<sup>2</sup>.
- Colocación de una segunda malla "Vitracoat".
- Aplicación de una tercera capa de "Impercoat 5-40".
- Aplicación de gravilla o grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

**"IQC1"**

- Sígase los tres primeros pasos realizados para "IQF1".
- Aplicación en caliente de una capa de impermeabilizante "Asfalquim 1512" a razón de 1.5 kg/m<sup>2</sup>.
- Colocación de una lámina de filtro impermeable "Filtroquim No. 15", con traslapes mínimos de 5 cm.
- Aplicación de una segunda capa de impermeabilizante "Asfalquim 1512".
- Aplicación de gravilla o grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

**"IQC2"**

- Sígase los cuatro primeros pasos realizados para "IQC1".
- Colocación de una lámina de filtro impermeable "Filtroquim No. 15", con traslapes mínimos de 5 cm.
- Aplicación de una segunda capa de impermeabilizante "Asfalquim 1512".
- Colocación de una segunda lámina de "Filtroquim No. 15".
- Aplicación de una tercera capa de "Asfalquim 1512".
- Aplicación de gravilla o grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

**"IQF4"**

- Sígase los ocho primeros pasos realizados para "IQF2".
- Colocación de una tercera malla de "Vitracoat".
- Aplicación de una cuarta capa de "Impercoat 5-40".
- Colocación de una cuarta malla de "Vitracoat".
- Aplicación de una quinta capa de "Impercoat 5-40".
- Aplicación de gravilla o grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

**"IQC4"**

- Sígase los ocho primeros pasos realizados para "IQC2".
- Colocación de una tercera lámina de "Filtroquim No. 15".
- Aplicación de una cuarta capa de "Asfalquim 1512".
- Colocación de una cuarta lámina de "Filtroquim No. 15".
- Aplicación de una quinta capa de "Asfalquim 1512".
- Aplicación de gravilla o grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

**NOTAS:**

"S": En los sistemas terminados en "S", úméntese la siguiente al punto segundo: sellado de juntas entre losa y losa, empleando "Gastobloc".

"M": En los sistemas terminados en "M", sustitúyase al punto tercero por lo siguiente: clavado sobre toda la superficie de una lámina de "Filtroquim No. 15", con traslapes mínimos de 20 cm.

**ACABADOS PARA IMPERMEABILIZACION**

MATERIAL	VIDA ÚTIL ESPERADA	REFERENCIA AL TRÁFICO	COLORE	NIVEL DE PRECIO	NIVEL DE MANTENIMIENTO
FLUOROCERA	3 AÑOS	INTERVAL	VERDE OSCURO	20%	3 AÑOS
PASTA EMERICAL	3 AÑOS	INTERVAL	BLANCO	20%	3 AÑOS
SILICATO ALUMINO	3 AÑOS	NO	ALUMINIO	20%	3 AÑOS
SILICATO DE COBRE	3 AÑOS	NO	ROJO OSCURO	20%	3 AÑOS
ALUMINATO	3 AÑOS	APERTENTE	VERDE OSCURO	20%	3 AÑOS
ENLUBRICADO	3 AÑOS	EXTERNO	ROJO	20%	3 AÑOS



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

RESIDENTS DE CONSTRUCCION.

MOVIMIENTO DE TIERRAS.

ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO.

1982.

MOVIMIENTO DE TIERRAS.

1).- ESTRUCTURAS DE TIERRA.

Terraplenes para caminos.

Presas de tierra.

Bordos

Rellenos.

2).- EL PROYECTO DE LA SUBRASANTE

Elementos que definen el proyecto de la subrasante.

3).- COSTO DE LAS TERRACERIAS.

La posición que debe guardar la subrasante para obtener la economía máxima en la construcción de las terracerias, depende de los siguientes conceptos:

1).- Costos unitarios:

Excavación en corte.

Excavación en préstamo.

Compactación en el terraplén del material de corte.

Compactación en el terraplén del material de préstamo.

Sobreacarreo del material de corte a terraplén..

Sobreacarreo del material de corte a desperdicio.

Sobreacarreo del material de préstamo a terraplén.

Costo del terreno afectado para préstamo, desmonte y despalme, dividido entre el volumen de terracerias extraído del mismo.

2).- Coefficientes de variabilidad volumétrica:

Del material de corte.

Del material de préstamo.

4).- LA CURVA MASA.

5).- LA COMPACTACION.

**CAPITULO X**

**PROYECTO DE LA SUBRASANTE Y CALCULO DE LOS MOVIMIENTOS DE TERRACERIAS**

**GENERALIDADES**

El costo de construcción, parte integrante de los costos en que se basa la evaluación de un camino, está gobernado por los movimientos de terracerías. Esto implica una serie de estudios que permitan tener la certeza de que los movimientos a realizar sean los más económicos, dentro de los requerimientos que el tipo de camino fija.

La subrasante a la que corresponden los movimientos de terracerías más económicas se le conoce como subrasante económica.

En este Capítulo se dan los lineamientos que el proyectista debe seguir para obtener la subrasante que corresponde a un proyecto económico.

**10.1 PROYECTO DE LA SUBRASANTE**

Al iniciarse el estudio de la subrasante en un tramo se deben analizar el alineamiento horizontal, el perfil longitudinal y las secciones transversales del terreno, los datos relativos a la calidad de los materiales y la elevación mínima que se requiere para dar cabida a las estructuras.

La subrasante económica es aquella que ocasiona el menor costo de la obra, entendiéndose por esto, la suma de las erogaciones ocasionadas durante la construcción y por la operación y conservación del camino una vez abierto al tránsito. No obstante, en lo que sigue se tratará la forma de encontrar la subrasante económica determinándola únicamente por el costo de construcción, por ser este concepto el que generalmente presenta variaciones sensibles. Bajo este aspecto, para el proyecto de la subrasante económica hay que tomar en cuenta que:

1. La subrasante debe cumplir con las Especificaciones de Proyecto Geométrico dadas.
2. En general, el alineamiento horizontal es definitivo, pues todos los problemas inherentes a él han sido previstos en la fase de anteproyecto. Sin embargo habrá casos en que se requiera modificarlo localmente.
3. La subrasante a proyectar debe permitir alojar las alcantarillas, puentes y pasos a desnivel y su elevación debe ser la necesaria para evitar humedades perjudiciales a las terracerías o al pavimento, causadas por zonas de inundación o humedad excesiva en el terreno natural.

**10.1.1 Elementos que definen el proyecto de la subrasante**

De acuerdo con lo anterior, se considera que los elementos que definen el proyecto de la subrasante económica, son los siguientes:

- A) Condiciones topográficas.
- B) Condiciones geotécnicas.
- C) Subrasante mínima.
- D) Costo de las terracerías.

A) Condiciones topográficas. De acuerdo con su configuración se consideran los siguientes tipos de terreno: plano, lomerío y montañoso.

Se estima que la definición de estos tres conceptos debe estar íntimamente ligada con las características que cada uno de ellos imprime al proyecto, tanto en los alineamientos horizontal y vertical como en el diseño de la sección de construcción.

Se considera terreno plano, aquel cuyo perfil acusa pendientes longitudinales uniformes y de corta magnitud, con pendiente transversal escasa o nula. Como lomerío, se considera al terreno cuyo perfil longitudinal presenta en sucesión, cimas y depresiones de cierta magnitud, con pendiente transversal no mayor de 25°. Como montañoso se considera al terreno que ofrece pendientes transversales mayores de 25°, caracterizado por accidentes topográficos notables y cuyo perfil obliga a fuertes movimientos de tierra.

En terreno plano el proyecto de la subrasante será generalmente en terraplen, sensiblemente paralelo al terreno, con la altura suficiente para quedar a salvo de la humedad propia del suelo y de los escurrimientos laminares en él, así como para dar cabida a las alcantarillas, puentes y pasos a desnivel. En este tipo de configuración, la compensación longitudinal o transversal de las terracerías se presenta excepcionalmente; como consecuencia, los terraplenes estarán formados con material producto de préstamo, ya sea lateral o de banco. El proyecto de tramos con visibilidad de rebase generalmente no presenta ninguna dificultad, tanto por lo que respecta al alineamiento horizontal como al vertical.

En un terreno considerado como lomerío, el proyectista estudiará la subrasante combinando las pendientes especificadas, obteniendo un alineamiento vertical ondulado, que en general permitirá aprovechar el material producto de los cortes, para formar los terraplenes contiguos. El proyecto de la subrasante a base de contrapendientes, la compensación longitudinal de las terracerías en tramos de longitud considerable, el hecho de no representar problema dejar el espacio vertical necesario para alojar las alcantarillas, los pasos a desnivel y puentes, son características de este tipo de terreno. Asimismo, cuando se requiere considerar la distancia de visibilidad de rebase en el proyecto del alineamiento vertical, se ocasiona un incremento en el volumen de tierras a mover.

En terreno montañoso, como consecuencia de la configuración topográfica, la formación de las terracerías se obtiene mediante la excavación de grandes volúmenes; el proyecto de la subrasante queda generalmente condicionado a la pendiente transversal del terreno y el análisis de las secciones transversales en zonas críticas o en talcon. Cuando a causa de la excesiva pendiente transversal del terreno haya necesidad de alojar en firme la corona del camino, la elevación de la subrasante debe estudiarse considerando la construcción de muros de contención o de viaductos, con el objeto de obtener el menor costo del tramo. En ocasiones, el proyecto de un túnel puede ser la solución conveniente.

Son características del terreno montañoso el empleo frecuente de las especificaciones máximas, tanto en el alineamiento horizontal como en el

vertical, la facilidad de disponer del espacio libre para dar cabida a alcantarillas y puentes, la presencia en el diagrama de masas de una serie de desperdicios interrumpidos por pequeños tramos compensados, la frecuencia de zonas críticas, los grandes volúmenes de tierras a mover, la necesidad de proyectar alcantarillas de alivio y el alto costo de construcción resultante, si se quiere considerar en el proyecto la distancia de visibilidad de rebase.

Daña la íntima liga que existe entre los alineamientos horizontal y vertical en todos los casos antes descritos, especialmente en el último, es necesario que al proyectar el alineamiento horizontal se tomen en cuenta los problemas que afectan el estudio económico de la subrasante.

B) Condiciones geotécnicas. La calidad de los materiales que se encuentran en la zona en donde se localiza el camino, es factor muy importante para lograr el proyecto de la subrasante económica, ya que además del empleo que tendrán en la formación de las terracerías, servirán de apoyo al camino. La elevación de la subrasante está limitada en ocasiones por la capacidad de carga del suelo que servirá de base al camino.

Por la dificultad que ofrecen a su ataque, las Especificaciones Generales de Construcción de la Secretaría de Obras Públicas, clasifican a los materiales de terracerías como A, B y C; por el tratamiento que van a tener en la formación de los terráplenes, los clasifican en materiales compactables y no compactables. (ver sobre terracerías arriba de 3")

Un suelo se clasifica como Material A, cuando puede ser atacado con facilidad mediante pico, pala de mano, escrope o pala mecánica de cualquier capacidad; además, se consideran como Material A, los suelos poco o nada cementados, con partículas hasta de 7.5 centímetros; como Material B, el que requiere ser atacado mediante arado o explosivos ligeros, considerándose además como Material B, las piedras sueltas mayores de 7.5 y menores de 75.0 centímetros. Finalmente, el Material C, es el que solamente puede ser atacado mediante explosivos, requiriendo para su remoción el uso de pala mecánica de gran capacidad.

Un material se considera compactable cuando es posible controlar su compactación por al, una de las pruebas de laboratorio usuales en la técnica S.O.P. En caso contrario se considera no compactable, aun cuando se reconozca que estos materiales puedan ser sujetos a un proceso de compactación en el campo. Al material llamado no compactable, generalmente producto de los cortes y excepcionalmente obtenido de los préstamos, se le aplica el tratamiento de bandeado al emplearse en la formación de los terráplenes, tratamiento que tiene por objeto lograr un mejor acomodo de los fragmentos, reduciendo los vacíos y oquedades mediante el empleo del equipo de construcción adecuado. Dentro de este grupo quedan incluidos los materiales clasificados como C, y aquellos cuya clasificación B es debida a la presencia de fragmentos medianos y grandes.

Para el proyecto de la subrasante se deben conocer principalmente las propiedades de los materiales que intervendrán en la formación de las terracerías, los datos relativos a su clasificación para fines de presupuesto y el tratamiento a darles.

C) Subrasante mínima. La elevación mínima correspondiente a puntos determinados del camino, a los que el estudio de la subrasante económica debe sujetarse, define en esos puntos el proyecto de la subrasante mínima. Los elementos que fijan estas elevaciones mínimas son:

si tiene menos 5% Valor Soporte y mas de 5% de expansion no debe usarse para subrasante y con muy pocas reservas por irregularidades.



1. Obras menores
2. Puentes
3. Zonas de inundación
4. Intersecciones.

1. Obras menores. Para lograr la economía deseada y no alterar el buen funcionamiento del drenaje, es necesario que el estudio de la subrasante respete la elevación mínima que requiere el proyecto de las alcantarillas. Esto es determinante en terrenos planos, pues en terrenos considerados como de lomerío y montañoso, solamente en casos aislados habrá que tomar en cuenta la elevación mínima, ya que el proyecto de la subrasante estará obligado por las condiciones que este tipo de configuración topográfica impone y generalmente habrá espacio vertical suficiente para dar cabida a las obras menores.

La metodología para encontrar la elevación a la cual debe sujetarse la subrasante, está en función de las características propias de la alcantarilla y de la sección de construcción, principalmente la elevación del desplante, la pendiente según el eje de la obra, el colchón mínimo, el ángulo de esviamiento, la altura de la obra hasta su coronamiento, el ancho de la semicorona, y las pendientes longitudinal y transversal de la obra.

2. Puentes. Aun cuando en los cruces de corrientes que hacen necesaria la construcción de puentes, la elevación definitiva de la subrasante no será conocida hasta que se proyecte la estructura, es necesario tomar en consideración los elementos que intervienen para definir la elevación mínima, con el objeto de que el proyecto del alineamiento vertical se aproxime lo más posible a la cota que se requiera.

Para lograr lo anterior se debe contar con los siguientes datos:

- a) Elevación del nivel de aguas máximas extraordinarias.
- b) Sobreelevación de las aguas ocasionada por el estrechamiento que origina el puente en el cauce.
- c) Espacio libre vertical necesario para dar paso a cuerpos flotantes.
- d) Peralte de la superestructura.

La suma de los valores de estos elementos determina la elevación mínima de rasante necesaria para alojar el puente, de la cual habrá que deducir el espesor de pavimento para obtener la elevación de la subrasante.

En caminos de poco tránsito localizados en zonas en donde las avenidas máximas extraordinarias se presentan con poca frecuencia y duración, el proyecto de vados suele suplir al de puentes. La elección del tipo de obra está supeditada al régimen de la corriente, así como al estudio comparativo de costos de las alternativas que se presenten.

3. Zonas de inundación. El paso de un camino por zonas de inundación obliga a guardar cierta elevación de la subrasante que se fija de acuerdo con el nivel de aguas máximas extraordinarias, con la sobreelevación de las aguas producida por el obstáculo que a su paso presentará el camino y con la necesidad de asegurar la estabilidad de las terracerías y del pavimento. En estos casos se recomienda que la elevación de la subrasante sea como

mínimo un metro arriba del nivel de aguas máximas extraordinarias, estando el dato preciso en función de las características de la zona inundable.

**4. Intersecciones.** Los cruces que un camino tiene con otras vías de comunicación terrestre, ya sean en proyecto o existentes, dan lugar a intersecciones que pueden ser a nivel o a desnivel. En este caso el proyecto de la subrasante deberá considerar la vía terrestre que se cruce.

En las intersecciones a desnivel, se hará un estudio económico para determinar si conviene sea inferior o superior el paso del camino que se está proyectando. Para fijar la elevación de la subrasante económica se sigue una metodología semejante a la ya explicada para el caso de obras menores, tomando en consideración además, para el caso de los entronques, que deberán estudiarse los enlaces con los caminos que originan el cruce.

**D) Costo de las terracerías.** La posición que debe guardar la subrasante para obtener la economía máxima en la construcción de las terracerías, depende de los siguientes conceptos:

**1. Costos unitarios:**

Excavación en corte.

Excavación en préstamo.

Compactación en el terraplén del material de corte.

Compactación en el terraplén del material de préstamo.

Sobrecarreo del material de corte a terraplén.

Sobrecarreo del material de corte a desperdicio.

Sobrecarreo del material de préstamo a terraplén.

Costo del terreno afectado para préstamo, desmonte y despalme, dividido entre el volumen de terracerías extraído del mismo.

**2. Coeficientes de variabilidad volumétrica:**

Del material de corte.

Del material de préstamo.

**3. Relaciones:**

Entre la variación de los volúmenes de corte y terraplén, al mover la subrasante de su posición original.

Entre los costos unitarios de terraplén formado con material producto de corte y con material obtenido de préstamo.

Entre los costos que significa el acarreo del material de corte para formar el terraplén y su compactación en éste y el que significa la extracción del material de corte y el acarreo para desperdiciarlo.

**4. Distancia económica de sobrecarreo:**

El empleo del material producto de corte en la formación de terraplenes, está condicionado tanto a la calidad del material como a la distancia hasta la que es económicamente posible su transporte. Esta distancia está dada por la ecuación:

$$DME = \frac{(P_p + ad) - P_e}{P_m} + AL$$

en donde:

- $DME$  = Distancia máxima de sobrecarreo económico.
- $ad$  = Costo unitario de sobrecarreo del material de corte de desperdicio.
- $P_c$  = Precio unitario de la compactación en el terraplén del material producto del corte.
- $AL$  = Acarreo libre del material, cuyo costo está incluido en el precio de excavación.
- $P_p$  = Costo unitario de terraplén formado con material producto de préstamo.
- $P_{..}$  = Precio unitario del sobrecarreo del material de corte.

Como se verá en el inciso 10.2.4 correspondiente a movimientos de terracerías, en estos elementos se basa fundamentalmente el estudio del diagrama de masas.

## 10.2 CALCULO DE VOLUMENES Y MOVIMIENTO DE TERRACERIAS

Para lograr la aproximación debida en el cálculo de los volúmenes de tierra, es necesario obtener la elevación de la subrasante tanto en las estaciones cerradas, como en las intermedias en que se acusan cambios en la pendiente del terreno. Asimismo, es conveniente calcular la elevación de los puntos principales de las curvas horizontales, en los que la sección transversal sufre un cambio motivado por la sobre-elevación y la ampliación.

Obtenida la elevación de la subrasante para cada una de las estaciones consideradas en el proyecto, se determina el espesor correspondiente dado por la diferencia que existe entre las elevaciones del terreno y de la subrasante. Este espesor se considera en la sección transversal del terreno previamente dibujada, procediéndose al proyecto de la sección de construcción.

El cálculo de los volúmenes se hace con base en las áreas medidas en las secciones de construcción y los movimientos de los materiales se analizan mediante un diagrama llamado de curva masa.

### 10.2.1 Secciones de construcción

Se llama así a la representación gráfica de las secciones transversales, que contienen tanto los datos propios del diseño geométrico, como los correspondientes al empleo y tratamiento de los materiales que formarán las terracerías, véase Figuras 10.1 y 10.2.

Los elementos y factores que determinan el proyecto de una sección de construcción, pueden separarse en dos grupos claramente definidos:

A) Los propios del diseño geométrico.

B) Los impuestos por el procedimiento a que debe sujetarse la construcción de las terracerías.

Los elementos relativos al grupo A) son los siguientes:

1. Espesor de corte o de terraplén.

2. Ancho de corona.

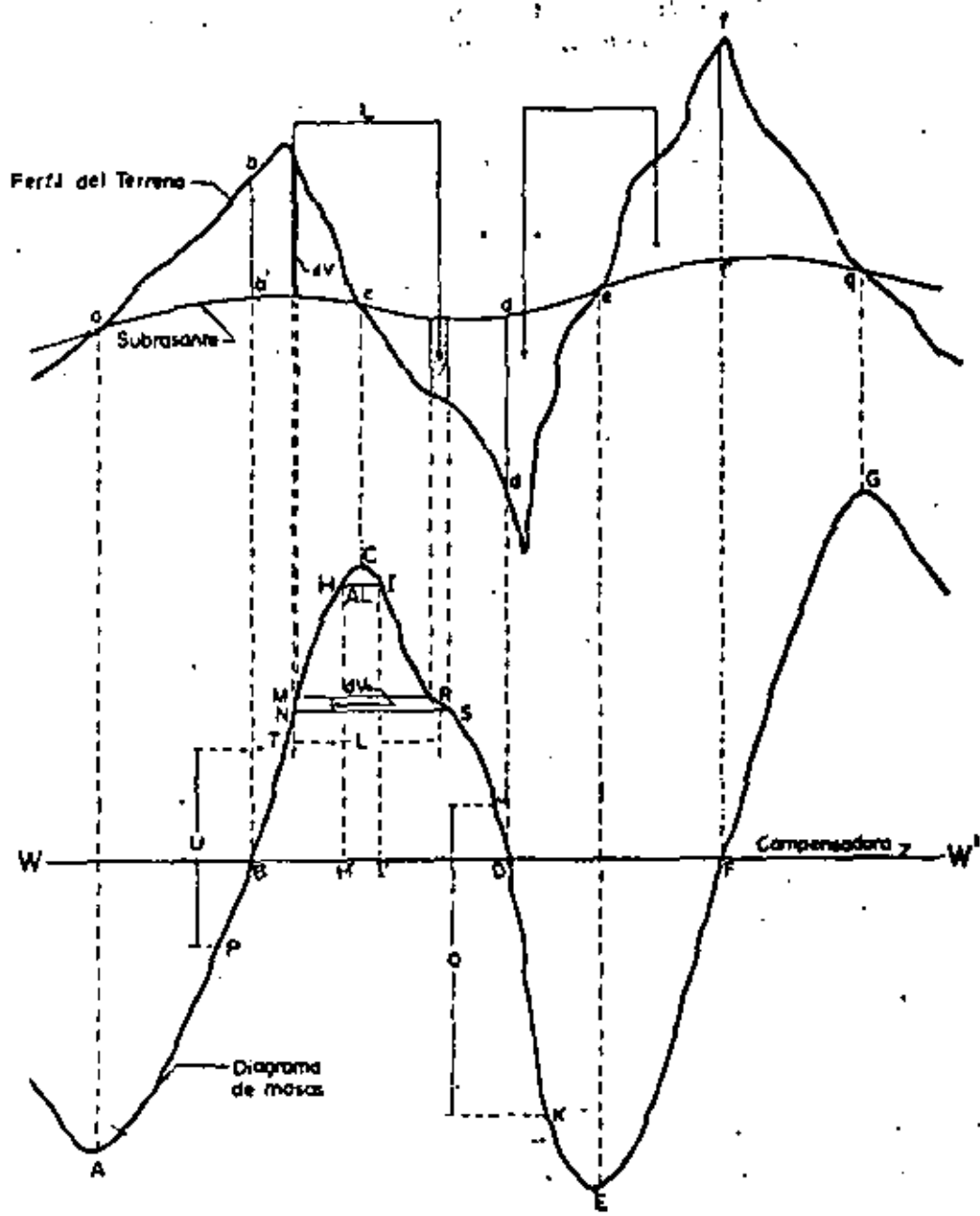


FIGURA 10.13. PROPIEDADES DEL DIAGRAMA DE MASAS

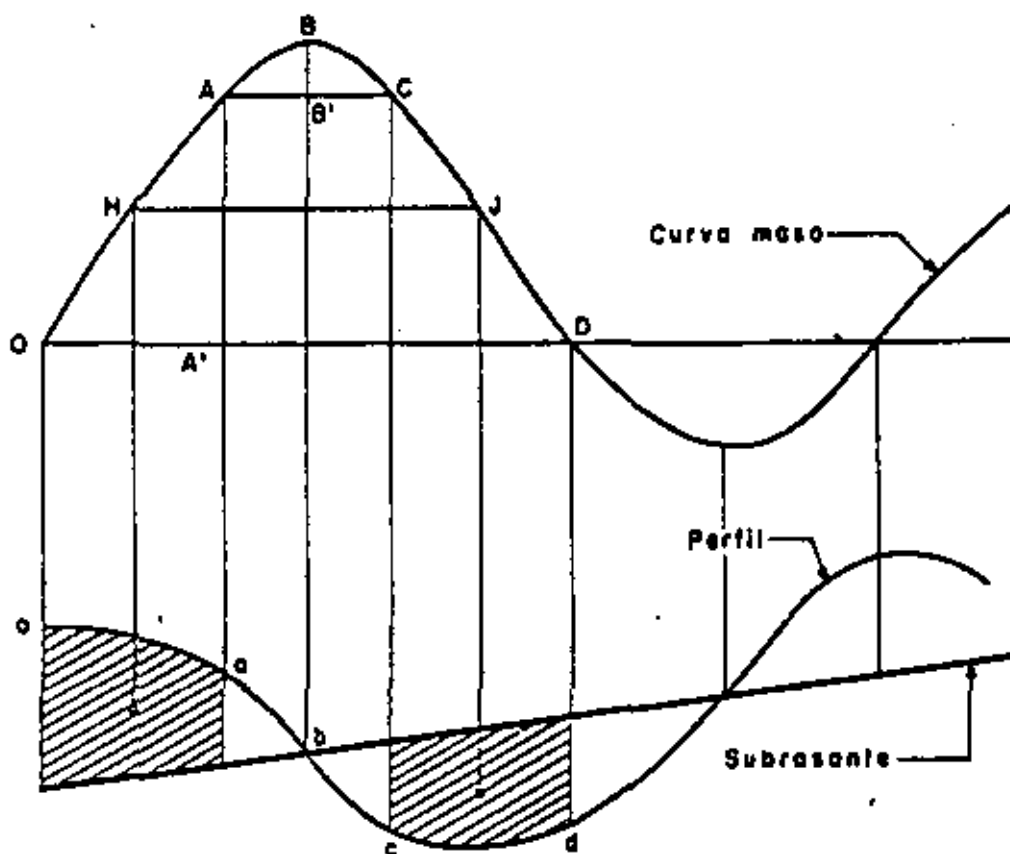


FIGURA 10.15. DISTANCIA MEDIA DE SOBRECARRERO

Así, por ejemplo, el área de contorno cerrado  $OACDO$  dividida entre la ordenada  $A'A$  dará como resultado la distancia  $HJ$ , a la cual habrá que restarle la distancia de acarreo libre  $AC$  para obtener la distancia media de sobrecarreos.

D) Posición económica de la compensadora. En un tramo, la compensadora que corta el mayor número de veces al diagrama de masas y que produce los movimientos de terracerías más económicos, recibe el nombre de compensadora general.

Es conveniente obtener una sola compensadora general para un tramo de gran longitud; sin embargo, la economía buscada obliga la mayor parte de las veces, a que la compensadora no sea una línea continua, sino que debe interrumpirse en ciertos puntos para reiniciarla en otros situados arriba o abajo de la anterior, lo que origina tramos que no están compensados longitudinalmente y cuyos volúmenes son la diferencia de las ordenadas de las compensadoras.

En la Figura 10.16 se tienen las compensadoras generales  $AA'$ ,  $BB'$ ,  $CC'$  y  $DD'$ , que no forman una sola línea continua. La compensadora  $BB'$  ori-

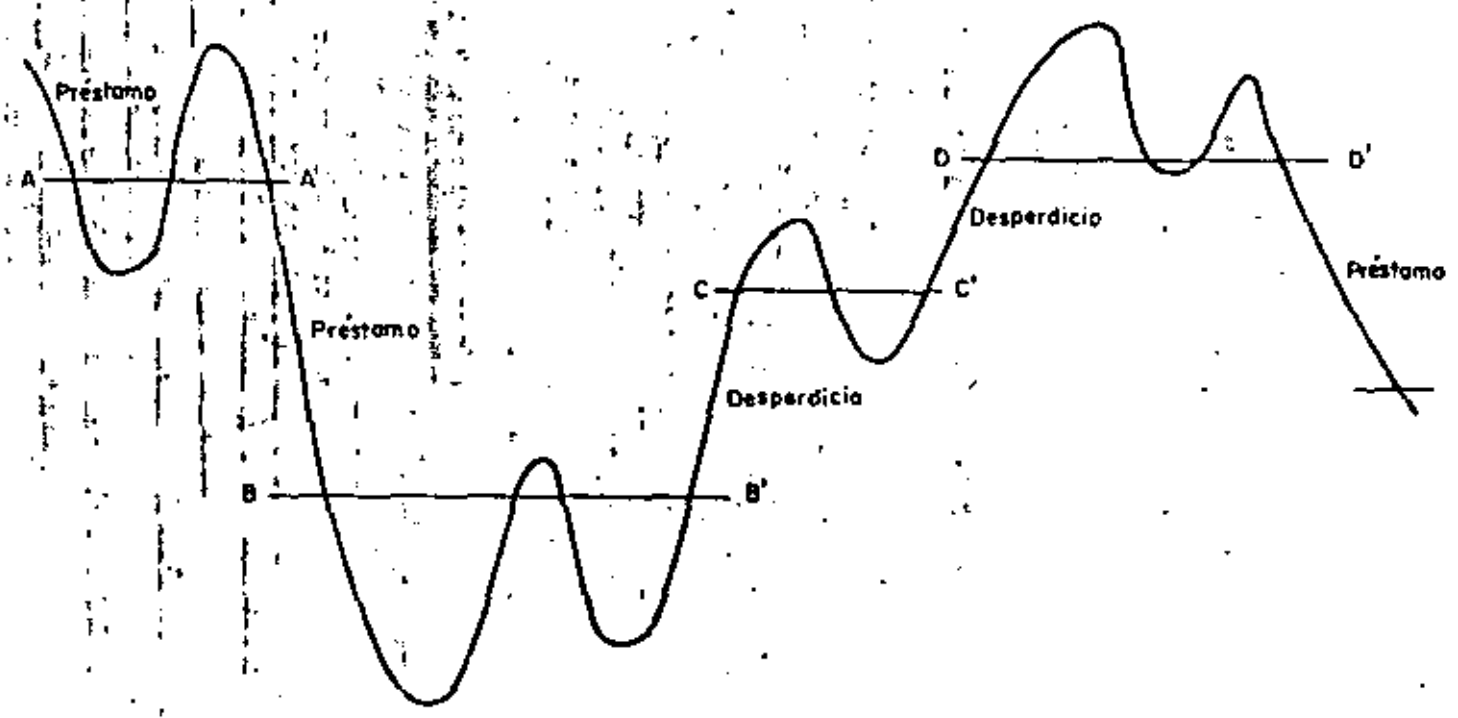


FIGURA 10.16. PRESTAMOS Y DESPERDICIOS

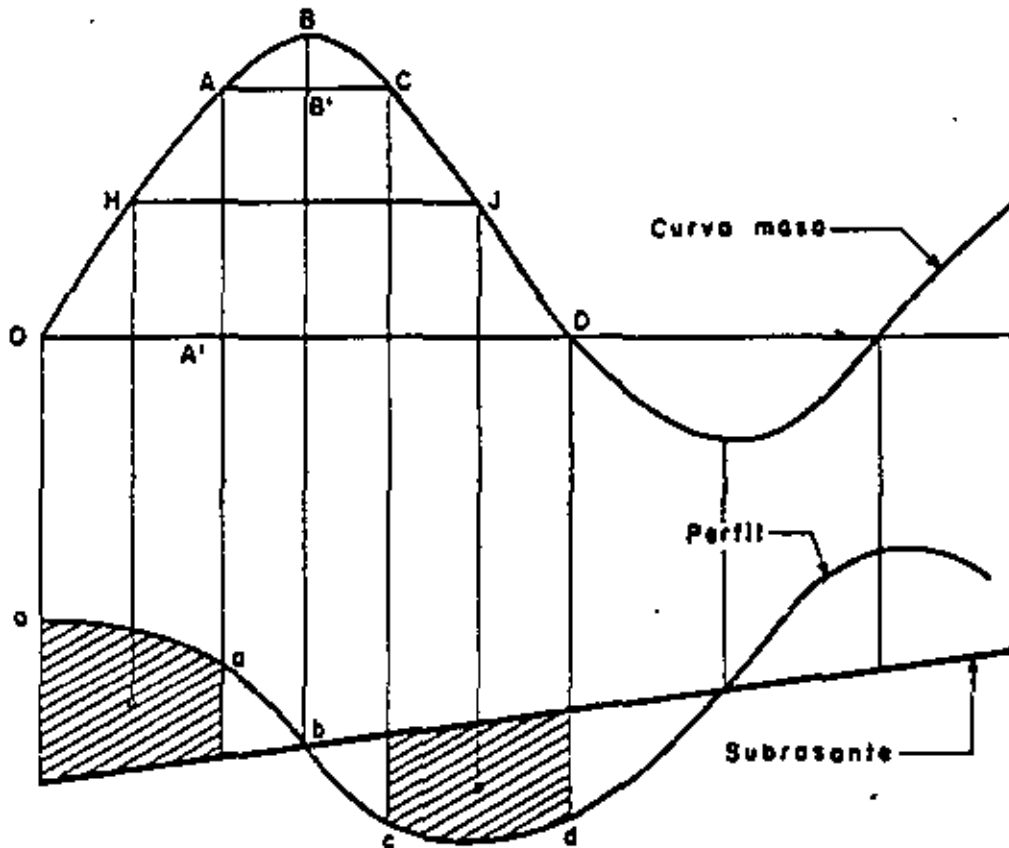


FIGURA 10.15. DISTANCIA MEDIA DE SOBRECARRERO

Así, por ejemplo, el área de contorno cerrado  $OACDO$  dividida entre la ordenada  $A'A$  dará como resultado la distancia  $HJ$ , a la cual habrá que restarle la distancia de acarreo libre  $AC$  para obtener la distancia media de sobrecarreos.

D) Posición económica de la compensadora. En un tramo, la compensadora que corta el mayor número de veces al diagrama de masas y que produce los movimientos de terracerías más económicos, recibe el nombre de compensadora general.

Es conveniente obtener una sola compensadora general para un tramo de gran longitud; sin embargo, la economía buscada obliga la mayor parte de las veces, a que la compensadora no sea una línea continua, sino que debe interrumpirse en ciertos puntos para reiniciarla en otros situados arriba o abajo de la anterior, lo que origina tramos que no están compensados longitudinalmente y cuyos volúmenes son la diferencia de las ordenadas de las compensadoras.

En la Figura 10.16 se tienen las compensadoras generales  $AA'$ ,  $BB'$ ,  $CC'$  y  $DD'$ , que no forman una sola línea continua. La compensadora  $BB'$  ori-

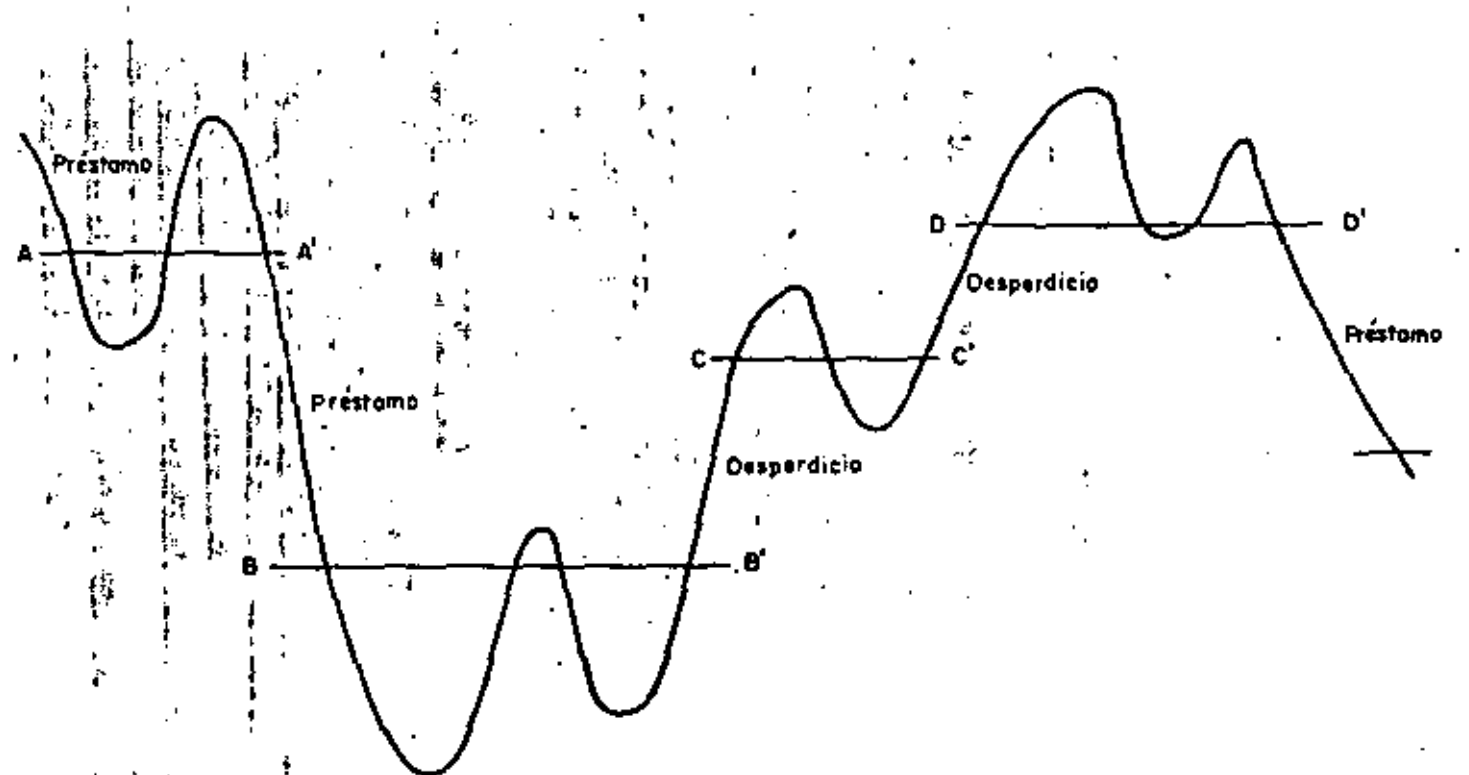


FIGURA 10.16. PRESTAMOS Y DESPERDICIOS





**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

CONCRETO LONZADO

ANEXO

1982.

**C O N C R E T O**  
**L A N Z A D O**

## CONCRETO LANZADO

### I. GENERALIDADES

#### 1-1. DESARROLLO

El concreto lanzado ha venido a revolucionar las técnicas de excavación y soporte de obras subterráneas. Su aplicación en todo tipo de obras de ingeniería civil y minería se extiende cada día más. A continuación se explican sus notables características, que son la base de sus magníficos resultados.

El concreto lanzado se define (ACI-506-66) como "mortero o concreto conducido a través de una manguera y proyectado neumáticamente a alta velocidad contra una determinada superficie".

La Allentown Cement Company patentó, en 1909, el mortero lanzado, al que llamó "gunite", y una máquina lanzadora, "cement gun". Su empleo por primera vez, en una obra subterránea, se estima que fue en 1914, en la mina experimental de Brucetown, de la Oficina de Minas de Pittsburgh. Posteriormente se ha aplicado como protección de superficies de roca, contra el deterioro por intemperismo y, en ocasiones, como medida de soporte temporal.

Sin embargo, esta última función la ha cumplido en forma limitada, ya que tiene tendencia a desprenderse ante presión de roca, por mínima que ésta sea. Puede aplicarse sólo en capas relativamente delgadas,  $\pm$  25 mm. (1"), las cuales en promedio pueden ser aún de menor espesor si se tienen en cuenta las irregularidades de la superficie de la roca, que agravan el problema de adherencia entre las capas.

Además, lleva aparejadas contracciones excesivas y agrietamientos consiguientes debido al alto contenido de cemento que suele tener.

En la postguerra, los países del centro de Europa (Austria, Suiza y el Norte de Italia) desarrollaron multitud de trabajos subterráneos en relación con obras hidroeléctricas y viales. En 1952, se usó con buenos resultados el mortero lanzado como único medio de soporte y revestimiento de los túneles de presión y de otros túneles en el desarrollo hidroeléctico suizo de Maggia.

En los años siguientes, surgió el empleo del concreto lanzado como resultado de la aparición de máquinas lanzadoras capaces de mover agregados de hasta 25 mm. (1") de grueso y de mezclar, en forma controlada, los inertes y el cemento, y a raíz de la introducción de aditivos poderosos, endurecedores y aceleradores del fraguado del cemento, que permitieron aplicar el nuevo concreto en superficies húmedas y aún en presencia de flujos de agua fuertes.

Entre 1958 y 1967 se demostró su bondad en numerosos proyectos subterráneos austriacos, suizos e italianos, en condiciones tan variadas como la prevención de aflojamiento de rocas química 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 milonitizado de esquistos sericíticos muy húmedos que producen altas presiones de roca; y la excavación (del metropolitano milanés) en gravas no cementadas. Sólo en algunos de estos casos se usó soporte adicional de marcos de acero (o de celosía de acero y concreto lanzado) y malla.

La experiencia suiza, en rocas más competentes que las alpinas, ha promovido el uso de concreto lanzado sin refuerzo, muchas veces aplicado sólo en las grietas y juntas de las masas de roca.

En 1960-62, Aliva, una firma suiza fabricante de equipo lanzado, llevó sus máquinas y la técnica de su uso a Sudamérica, primero a Venezuela y después a Chile y Perú.

Para 1965, Japón ya se había incorporado al desarrollo de la nueva técnica.

En Norteamérica empieza a aplicarse hasta 1967, cuando la firma canadiense Mason, Dolmage y Stewart lo pone en práctica en un túnel ferroviario en Vancouver, Canadá. Este retraso de Norteamérica en aceptar el concreto lanzado parece obedecer, por una parte, a que, no teniendo restricciones de acero, no se vió la necesidad de buscar un sistema de ademe más económico que los marcos de acero

convencionales y, por la otra, que las experiencias con el mortero lanzado como soporte de excavaciones subterráneas habían sido, las más de las veces, negativas.

En suma, el concreto lanzado ha probado su efectividad en la prevención del aflojamiento de la roca en una gran variedad de condiciones geológicas. Su uso es particularmente útil en rocas blandas. Ha sustituido a los métodos convencionales alpinos de ataque en galerías múltiples, al permitir, con igual seguridad, el avance a sección completa o a media sección y banqueo. En varios casos es viable y más expedito que el tablestacado llevado adelante del frente, en excavaciones subterráneas, donde este sistema hubiera sido indispensable de no contarse con el concreto lanzado.

## 1-2 FUNCIONES

Se ha formulado una gran variedad de ideas acerca de la manera en que el concreto lanzado cumple su función como soporte y protección en una excavación subterránea. Los cuatro factores mencionados por C. Alberts (1963-1965), representante de la técnica sueca, quizá sean los más generalmente aceptados como componentes de dicha función:

1.- El concreto lanzado se introduce con fuerza en las juntas abiertas, las fisuras y las irregularidades de la superficie de la roca, cumpliendo, en esta forma, la misma función de liga que la del mortero en un muro de mampostería.

2.- El concreto lanzado impide la filtración del agua a través de las juntas y de las fisuras en la roca y, por lo tanto, evita la socavación o erosión de los materiales de relleno de las juntas, así como el deterioro de la roca por el aire y el agua.

3.- La adhesión del concreto lanzado a la superficie de la roca, y su propia resistencia al esfuerzo cortante, impiden, en una gran medida, la caída de bloques sueltos de roca, desde el techo del túnel.

4.- Una capa continua de concreto lanzado (15 a 20 cm.), constituye un soporte estructural, ya sea en forma de un anillo cerrado o de un elemento fijo en forma de arco.

Estos conceptos hacen referencia a la cualidad de soporte de presiones de aflojamiento. La técnica sueca tiene la desventaja de que reside mucho en el juicio o criterio del responsable del frente.

He aquí algunos comentarios de A.A. Mathews de E.E.U.U. (1973):

"¿Qué es lo que permite que una capa relativamente delgada de concreto lanzado haga las veces de un ademe pesado de marcos de acero o de un revestimiento de concreto?"

"Desde luego, el hecho de que el aditivo produce un fraguado muy rápido y una alta resistencia temprana. También la aplicación inmediata del concreto lanzado ayuda a prevenir el aflojamiento de la roca después de la tronada. Si no se deja que se desprenda ningún fragmento de roca de la superficie excavada, el túnel, obviamente, permanecerá estable. Pero hay algo más que eso:

"Desde hace tiempo, se admite que algún desplazamiento o flujo plástico debe permitirse si se quiere disminuir lo más posible la carga de roca sobre los ademes. Por otra parte, a menos que este desplazamiento sea controlado, se manifiestan con frecuencia movimientos intolerables de la masa. Una capa de concreto lanzado aplicada de inmediato a la superficie de roca recién expuesta, parece tener la flexibilidad suficiente para fluir plásticamente junto con la roca vecina y, a la vez, contar con la capacidad estructural necesaria para mantener la estabilidad. Pero el cumplimiento de estos objetivos requiere la aplicación, la coordinación y el control de muchos elementos.

"El proyectista debe aplicar, con propiedad, los principios de la mecánica de rocas o de suelos al proyecto que se esté estudiando. Además, debe dimensionar y programar el concreto lanzado y seleccionar sus complementos, tales como anclas, soportes adicionales o refuerzo. Debe contarse con materiales y equipo adecuados. Los obreros deben ser calificados o deben prepararse para una aplicación correcta del concreto lanzado; y, finalmente, debe mantenerse un control de calidad".

E.E. Mason y R.E. Mason de Canadá (1972) basándose en la experiencia europea y, concretamente, en las investigaciones y aplicaciones hechas por el grupo austriaco (el más activo en estas lides, encabezado por Rabcewicz) pregonan una función de colaboración, del concreto lanzado con la roca, más completa que la simple función de soporte de las presiones de aflojamiento.

Así citan que, de los conceptos de mecánica de rocas de Muller, se sabe que los factores principales que influyen en la integridad de una excavación subterránea son:

La dependencia de la resistencia de la masa de roca en el grado de aflojamiento (a mayor aflojamiento o dilatación menor resistencia).

La influencia del esfuerzo principal menor (lateral) en la resistencia de la masa. (Experimentos de Muller, Pacher y John muestran que aún esfuerzos transversales muy pequeños,  $\sigma_2$  y  $\sigma_3$ , son suficientes para prevenir, en gran medida, las deformaciones unitarias transversales y, por lo tanto, el aflojamiento).

La influencia muy principal del tiempo en su comportamiento, (Rabcewicz ha repetido numerosas veces que la absorción de esfuerzos y su redistribución no es un estado estático, sino un proceso dinámico y viene acompañado por una deformación progresiva que no es más que cambio de posición en el tiempo).

La conclusión de Muller —citan los Mason—, es que la estabilidad de un túnel se garantiza cumpliendo estos requisitos:

Evítese lo más posible el aflojamiento.

Aprovéchese lo más posible el tiempo que la roca requiere para deformarse.

Provéase de soporte lateral a la roca, mediante fuerzas aplicadas oportunamente, para evitar esfuerzos uniaxiales.

El objetivo es la estabilización de una excavación para volver al equilibrio la masa de roca que la rodea, más que proveer un soporte a las presiones de aflojamiento; principio este último en el que se basan en gran medida los sistemas de soporte convencionales. Un revestimiento continuo (estructural) de concreto lanzado, puede cumplir con todos los requisitos arriba dichos: Puede aplicarse inmediatamente después de la voladura, para evitar aflojamiento posterior, incluyendo las pequeñas fisuras que inician la desintegración de la roca. Puede aplicarse por áreas en cualquier parte de la sección completa, donde se requiera (un caso extremo fue el avance de pequeñas áreas en el arco y las paredes del túnel del metro en Milán en arenas y gravas no cementadas). No requiere reposición o sustitución por otro elemento de soporte alternativo. Proporciona soporte lateral a la superficie de la roca, para que se eviten estados de esfuerzos uniaxiales. Hace posible un drenaje efectivo de la roca.

Los esfuerzos en un sistema estructural de concreto lanzado son el resultado de un flujo plástico de la roca, desarrollado a medida que la roca, y el concreto adherido a ella, se ajustan a un estado de equilibrio, y no del peso y las deformaciones de una roca en estado de aflojamiento.

Sin embargo, los espesores convencionales de concreto lanzado pueden resistir sólo temporalmente cargas potenciales. El incremento de espesor más allá de los 20

ó 30 cm. (8 ó 10") puede destruir la flexibilidad requerida para ajustarse al flujo de la roca. Las rocas muy quebradas y frágiles, las brechas, los aglomerados y los conglomerados sueltos, y los materiales plásticos blandos, pueden formar grandes o extensas zonas de tensión antes de que el concreto lanzado se aplique. En estos casos, el anclaje sistemático ha demostrado incrementar la cohesión y preservar la integridad de estos materiales contra la relajación o desintegración y el deterioro. En ésto se basa el Nuevo Método Austríaco de tuncleo, una de las técnicas aplicadas en los más asombrosos proyectos de los últimos tiempos.

Para que el revestimiento de concreto lanzado dé buenos resultados, su interacción con la roca debe ser tal que se impida el movimiento continuo de ésta. Su verdadera función es más bien de colaboración con ella. En otras palabras, el objeto del concreto lanzado es el de mantener el equilibrio de la roca alrededor del túnel, reforzado su capacidad de autosoporte, más bien que tratar de reemplazar o reproducir las propiedades de soporte de la roca que se removió del túnel al excavar.

La gran ventaja del concreto lanzado es que se puede aplicar muy rápidamente para soportar toda la periferia de una excavación subterránea, ya sea perforada con máquina o excavada con explosivos. Tiene, además, una gran flexibilidad para aplicarse en cualquier momento y para traslaparse con otras actividades del proceso de excavación, con lo cual se logran importantes ahorros de tiempo en el ciclo de trabajo.

### 1-3. METODO

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

El primero 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 y expulsarla finalmente por una boquilla. Tiene la ventaja de que se lleva un control rígido de la relación agua-cemento de la mezcla. Pero el equipo disponible maneja agregado máximo de sólo 9.5 mm. (3/8"). Por otra parte, como los aditivos, por su acción rápida, no es posible añadirlos antes de la boquilla, es imposible lograr un mezclado completo de los mismos, ya sea que vengan en forma de polvo o en forma de líquido; por ello el producto no llega a adherirse bien del todo a superficies húmedas. Al tener una relación agua-cemento predeterminada, se presta menos a la flexibilidad de aplicación que se requiere, sobre todo en trabajos subterráneos, cuando las condiciones del terreno son cambiantes y



RELACION DE OBRAS SUBTERRANEAS EN LAS QUE SE HA USADO CONCRETO LANZADO

NUMERO	UBICACION	TIPO DE OBRAS	TIPO DE CONCRETO	TIPO DE BARRAS DE REFORZAMIENTO	REFERENCIA	
1.	Adquisición canalizada	gabión desintegrado.	10' de dia. 12' al	hacha 4000- (1220a)	Marcas de acero y guita para tuberías que se hacen y fluye grandes presiones.	OMAR, 1953
2.	Austria hidroeléctrica	gabión quebrado canalizado, muy grueso.	60'	220a	30 cm. de concreto lanzado con barras de acero, presión propia de la zona.	Suberovic (1964-1965)
3.	Comunidad hidroeléctrica	gabión compuesto piedra sílice, todos los grados de alternación.	10-30m2	hacha 1200a	marcas completas con barras lanzadas, presiones propias de la zona.	
4.	Sierra de Miguens	estructuras alteraciones y lavados de rocas, marfilite y granito.	60 al 9.5 x 6.2m	90-200a	Tubo lanzado con 8 cm. de espesor lanzado en zona que es blanda y se desintegra en lavados.	Cosli (1967) Nelson (1967)
5.	Manzanera de Suroeste, México	estructura analítica muy blanda, en parte desintegrada	11m de dia.	60 m	Método bolsa pastificada con barras de acero y 10 cm de espesor lanzado, presión propia de zona.	Perovic (1965-66)
6.	América del Sur, Guayaquil	sedimentos volcánicos muy conglomerados.	75m	750a	1 m para impedir la desintegración en zona.	Alberici (1961)
7.	Europa Central - Francia Italia	Sedimentos orgánicos, extra-terrestres.	--	--	aparentemente para la zona con tendencia a aflojarse.	Arcinelli y Alchianelli (1955)
8.	zona de explotación de Fier Canada	partículas serpentinitas, muy alterada localmente.	gabiónes pequeños	500-1000 pies (150-250m)	una capa de guita de 1/4 de pulgada cada una para impedir el aflojamiento.	Foster & Smith (1957)
9.	La Planicie Antioqueña Venezuela	sequito granítico disperso en zona de rocas.	950 pies cuadrados	100a	4-6 pulgadas de concreto lanzado y arena, marcas de acero negro para con tubo de espesor para la zona más alterada, tuberías que se aflojan.	Suberovic Fabricaciones (1961)
10.	Granito emplazado alio de zona de explotación de Suroeste	tubo estructuralizado, en zona	120' x 20' x 25' 37m x 27m x 25m	1400 pies 420a	guita en combinación con barras de acero y vaina de acero para impedir el aflojamiento.	Cardiog (1960)
11.	Metro de Milán	arena y grava	10' x 20' 3.5m x 10m.		lanzado de concreto con barras de acero y vaina de acero para impedir el aflojamiento.	Chana (1961)
12.	Francia, St. Colombes	gabión suizo desintegrado	--	hacha 250a (720a)	1 1/2" de guita para tuberías que se aflojan.	Richer & Tinkler (1961)
13.	Francia, St. Napoléon	tubo, hacha quebrada lava, arcilla blanda	10 tubos fillos	60-100a	concreto lanzado ultra-terrestre para tuberías para de acero para impedir el aflojamiento.	Spina (1960)
14.	Sierra de Miguens Argentina	volcanes analíticos, muy alterada localmente.	110m	20-100a	gabiónes compuestos de arena y guita para impedir el aflojamiento en zona de rocas alteradas y tuberías que se aflojan.	Spina (1961) Suberovic Fabricaciones (1961)
15.	Venezuela, zona de explotación de Suroeste	gabión de arena y guita	30 pies de dia. (9.20m)	hacha de 250a (160a)	aparentemente para impedir el aflojamiento en zona de rocas alteradas.	Cosli (1967) Nelson (1967)
		gabión de arena y guita	20 pies de dia.	hacha de 250a (160a)	concreto lanzado ultra-terrestre para tuberías que se aflojan.	

TUNEL	VELOCIDAD	DIMENSIONES DEL TUNEL	TIPO DEL SUELO	TIPO DE DISEÑO DE CONCRETO LANZADO Y CONDICIONES DE TRÁFICO	REFERENCIA
16. Vancouver BC Canadá	ladrillos, revestidos completamente	20'x19' 8.10x6.80m	110-100' 44-42 m	4 a 5" aplicadas inmediatamente después de la tracción en terreno que se afloja	Peck, 61 (1961) Mason, 64 (1961)
17. Masqil i canal de abastecimiento, Maroua, Argelia	ladrillos de mortaredo sin	12x2	150m	falla del concreto lanzado por arpillera expuesta	Frantz & Einarsson (1965)
18. Nilsen canal de drenaje Suecia	zócalo de concreto aligerado, revestido de arpillera, ventilación de cañal y mortaredo	140x2	20-100m	concreto lanzado con SPCOT aplicado inmediatamente después de la tracción, 4-20 cm para adorno provisional, 10-40cm para revestimiento permanente, fuerte hinchamiento	Carlsson & Fryk, (1961) Vatsohyppurudsky (1962)
19. canal de drenaje de Feltz, Suecia	zócalo aligerado en revestimiento	100x2 8 x 12m	10m	falla debido al hinchamiento de la mortaredo	Cecil (1962)
20. Costruccion de Derry, Irlanda	revestido, ladrillos con arpillera que se hincha.	40x2	--	20 cm de concreto lanzado con arpillera de acero, arpillera que se hincha, algunas fallas.	Bakken (1968)
21. Canal de drenaje de Salsjö, Suecia	revestido con mortaredo, zócalo aligerado	44x2 281.6m	110m	10 cm de concreto lanzado inmediatamente después de la tracción, derrame de 4000cm en arpillera expuesta en zona de falla	Cecil (1962)
22. Drenaje de Pavia	ladrillos, mortaredo	10-20x2	20-100m	Fuertes flujos de agua -- 1000lt/min, prohibieron la reparación tratada con concreto lanzado en un gran túnel.	Kravara, (1967) Allison (1967)
23. Canal de abastecimiento de Feltz, Suecia	zócalo de mortaredo, ladrillos y zócalo en concreto.	30-20x2	100m	Fallas locales por la poca adherencia del concreto lanzado con la arpillera. Se usó un revestimiento provisional con revestimiento lanzado.	Cecil (1962)
24. En Dainton, Inglaterra	zócalo aligerado, revestido de mortaredo.	--	--	construcción de concreto lanzado en forma de arpillera. Inyección grandes flujos de agua a presiones elevadas.	Thompson (1966)
25. línea de abastecimiento de Gran Bretaña	zócalo de concreto	--	--	grava expuesta permanente inconfortable	Lansdown & McLennan (1959)
26. línea de abastecimiento de Dainton, Inglaterra	revestido, mortaredo y arpillera	--	--	zócalo para impedir el desarrollo permanente por la acción del agua	Jeffers (1961)
27. Inyección de agua, Noruega	zócalo aligerado, revestido de mortaredo con ladrillos	12x2	20-100m	lanzado de concreto en zona muy húmeda	Hadell (1960)
28. Irlanda, canal, Suecia	plancha de concreto con zócalo aligerado y mortaredo, revestido con mortaredo	40x2, 12x2	20-10m	concreto lanzado utilizado como refuerzo y para desviar el agua, inyección de concreto con mortaredo.	Berndtson (1966)

obligan a variar rápidamente la cantidad de agua. Lleva, además, los riesgos de taponamiento inherentes a todo concreto bombeado cuando por alguna causa se interrumpe el suministro o la expulsión.

Este método se considera adecuado para emplearse con operadores poco capacitados y, en particular, en los accesos de pequeñas dimensiones a minas, los cuales en su mayor parte están secos.

El procedimiento de mezcla seca consiste en una revoltura de agregados, algo húmedos, y cemento, que es alimentada a una máquina lanzadora, de la cual se envía en un chorro de aire a presión a través de una manguera hasta la boquilla de expulsión. El agua de hidratación se añade en la boquilla misma, inmediatamente antes de la expulsión. La cantidad de agua la regula manualmente el lanzador. Los aditivos en polvo se añaden en la mezcla seca cuando ésta se alimenta a la máquina lanzadora; si se usan aditivos líquidos, éstos se mezclan con el agua de hidratación antes de llegar a la boquilla.

El procedimiento de mezcla seca es el más extensamente empleado para aplicar concreto lanzado de agregado grueso, particularmente en obras subterráneas.

#### 1-4 MEZCLAS

La cantidad del concreto lanzado depende de la calidad de los materiales que lo componen, de la granulometría de los agregados, de la relación agua/cemento y del grado de compactación.

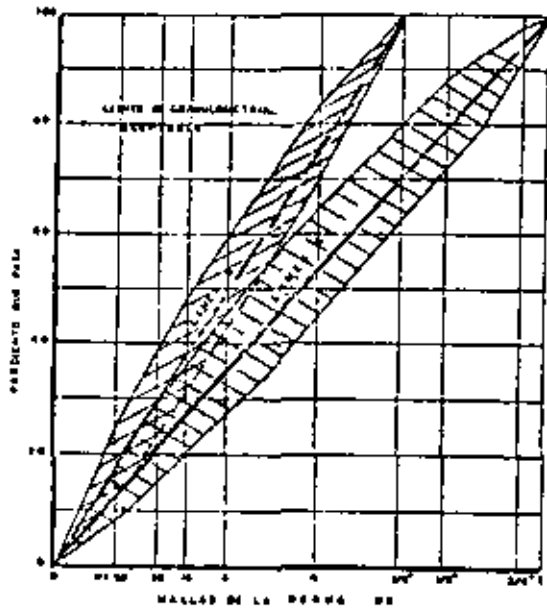
La densidad de sólidos de los agregados debe ser 2.55 a 2.65 y el módulo de finura de la arena debe estar comprendido entre 2,5 y 3.0. Para agregados fuera de estos límites el contenido de cemento requiere ajuste.

El agregado debe cumplir con las normas ASTM y estar bien graduado. Así puede obtenerse compactación óptima, máxima densidad, impermeabilidad y resistencia a la compresión y mínimo rebote. El agregado compuesto por partículas alargadas y aplanadas o el que contiene partículas astillables no da buena compactación y requiere corrección de las mezclas en los contenidos de agua y cemento.

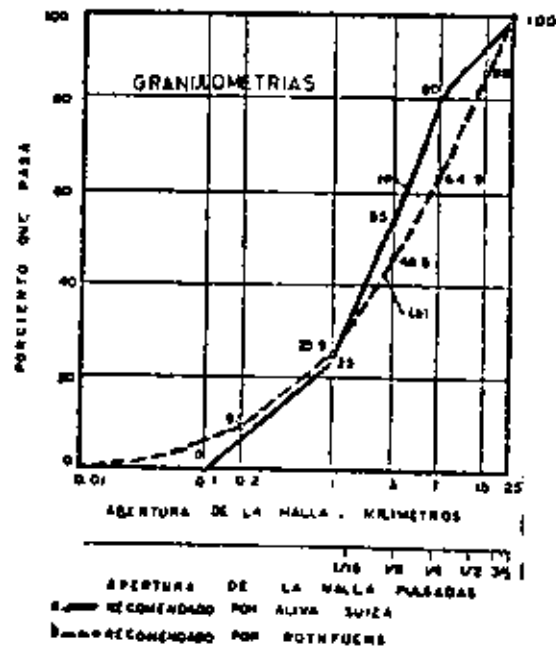
Es el agregado grueso el que da estructura a la mezcla y el que la compacta al martillarla con presiones de 3 a 5 Kg/cm<sup>2</sup>.

**LIMITES DE GRANULOMETRIA RECOMENDABLES CON TAMAÑOS MAXIMOS DE AGREGADO DE 9.5 y 19mm. (3/8" y 3/4").**

**CONCRETO LANZADO - AGREGADOS (ROTHFUENS)**



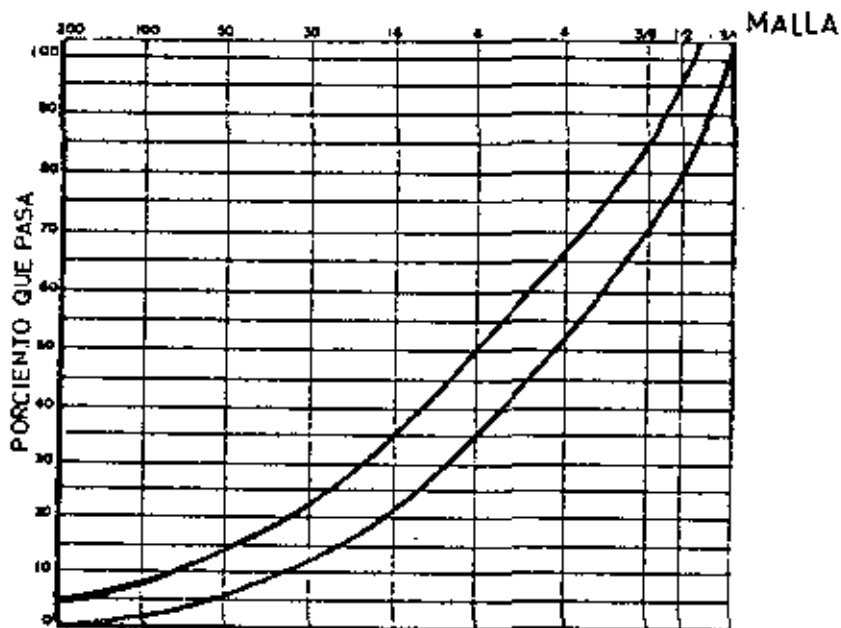
**CONCRETO LANZADO - AGREGADOS GRUESOS**



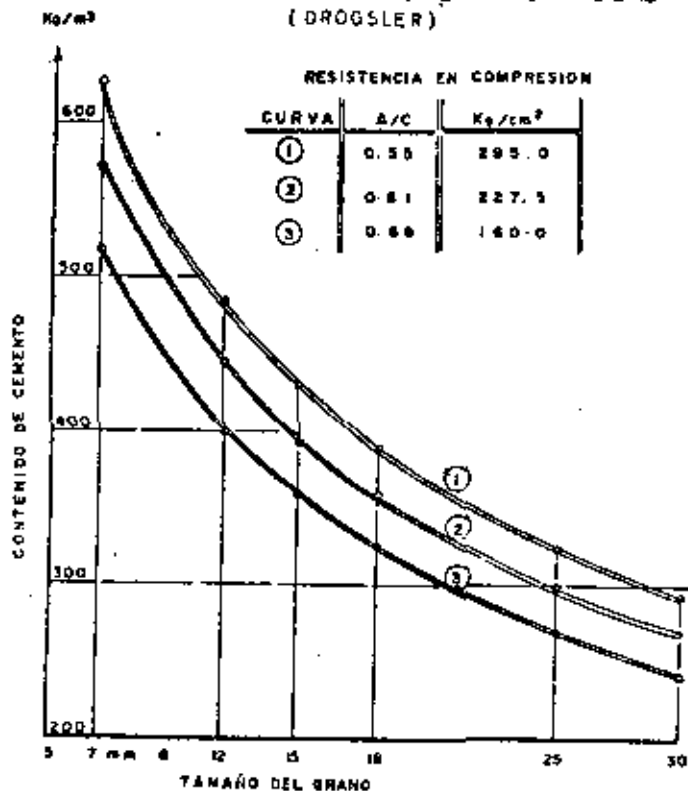
El segundo es por todos conceptos más recomendable que el primero para trabajo estructural. El primero se usa más bien para recubrimientos o para protección de superficies de acero. Las arenas (menor de la malla 4) deben constituir menos del 60% de la mezcla de agregados.

LIMITES DE GRANULOMETRIA ESPECIFICADOS PARA LAS OBRAS DEL DRENAJE PROFUNDO DE LA CIUDAD DE MEXICO.

CONCRETO LANZADO LIMITES GRANULOMETRICOS



RELACION CEMENTO-TAMAÑO DE GRANO - CALIDAD (DROGSLER)



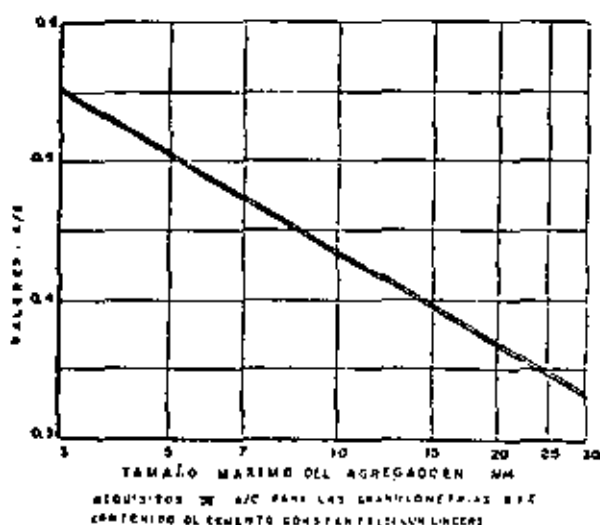
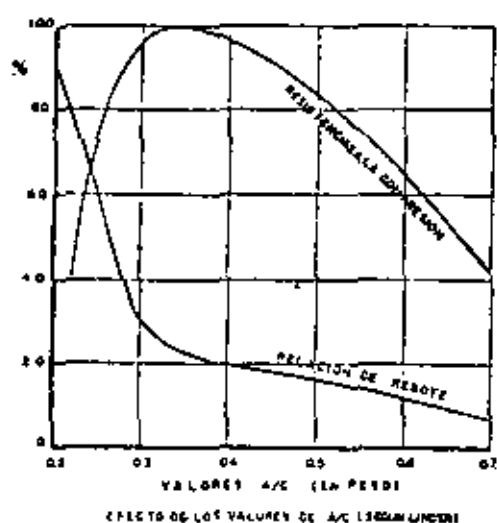
El contenido de cemento viene determinado por los requisitos de resistencia y por el tamaño máximo del agregado. Requisitos exagerados de resistencia implican un contenido de cemento excesivo, lo que dá lugar a contracciones y agrietamientos también excesivos. En el túnel de Vancouver, la mezcla tenía 400 kg. de cemento por  $m^3$ , cuando alcanzó 480  $kg/m^3$  se presentaron agrietamientos importantes por contracción.

En el Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se especificó una relación de cemento a agregados de 1 a 4 en promedio, (450  $kg/m^3$ ). Y no se presentaron agrietamientos importantes.

Es interesante anotar que la pasta ya aplicada suele tener un mayor contenido relativo de cemento que la mezcla seca y una relación agua/cemento algo más baja que el concreto normal, debido al rebote o desperdicio, el cual está formado principalmente por grava y en menor grado por arena y lechada que se desprenden de la pasta por el impacto del chorro.

El agua debe cumplir los requisitos que se exigen para el concreto común, es decir, debe ser limpia y estar libre de limo y materia orgánica, álcalis y otras sales minerales disueltas. La relación agua/cemento óptima para lograr máxima resistencia, se presenta en el punto de máxima densidad. El objetivo debe ser entonces colocar el material en la consistencia estable más húmeda posible, o sea, en el punto de abolsamiento o cedencia incipiente. El operador o lanzador, puede darse cuenta que se ha alcanzado ese punto cuando aparece en la superficie del concreto fresco un lustre de humedecimiento ligero.

#### RELACION AGUA/CEMENTO EN FUNCION DE OTRAS CARACTERISTICAS.



Los aditivos energicos, endurecedores y acelerantes del fraguado, producidos en la Europa Alpina, y cuyo uso se ha extendido después al resto del mundo, dan al concreto lanzado algunas de sus características más apreciadas, a saber, el poder aplicarse en terreno húmedo o mojado y el poder controlar fuertes filtraciones de agua.

Los principales ingredientes activos son: aluminato de sodio e hidróxido de sodio, con carbonatos de sodio, potasio y calcio e hidróxido de calcio como catalizadores. Debe verificarse la compatibilidad del acelerante con el cemento empleado; sus ingredientes pueden variarse (en sus proporciones relativas) para adaptarlos a los cuatro componentes principales del cemento Portland.

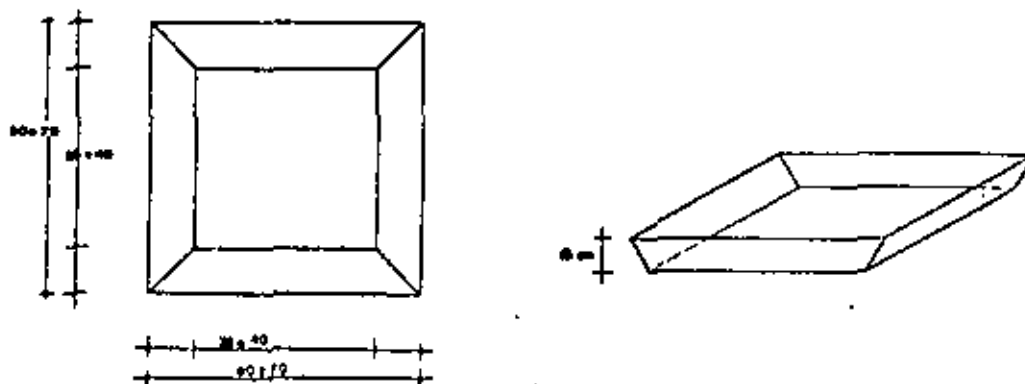
Las dosificaciones de aditivo varían normalmente entre 2 y 6% del peso del cemento.

El aditivo permite aumentar el espesor de las capas de concreto lanzado; el fraguado rápido y endurecimiento que provoca, le da al revestimiento resistencia para soportar tronadas a las pocas horas de aplicado (dos horas en Vancouver); reduce además el rebote.

En las primeras aplicaciones, cuando el espesor es muy delgado, se suele emplear más cantidad de aditivo para lograr una alta adhesividad aún a costa de una resistencia a la compresión más baja (hasta 30% menor que el concreto no acelerado). Las capas posteriores pueden llevar menos aditivo y su detrimento en la resistencia a la compresión será insignificante.

Un fraguado inicial máximo de 1 1/2 horas y uno final de 12 horas son los que se especifican normalmente, pero estos tiempos son demasiado largos, sólo útiles para trabajos de recubrimiento. Si se quieren dominar las filtraciones de agua y soportar el terreno de poca cohesión, se requieren tiempos de fraguado inicial y final muy cortos. Para el túnel de Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se ensayaron pastas de mortero con distintos aditivos y cementos y se lograron tiempos de 30 a 120 segundos.

ARTESA DE MADERA SOBRE LA QUE SE LANZA  
PARA OBTENER LAS MUESTRAS DE C. L.



## OBJETO DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO

Se requirió determinar el tiempo de fraguado de pasta de cemento conteniendo cuatro diferentes productos acelerantes, propuestos para aplicarse en la elaboración de concreto lanzado neumáticamente, alternando el uso de dos cementos distintos.

## MUESTRAS

Se dispuso de muestras de los siguientes productos acelerantes:

Sigunita (polvo)  
Rapidur (polvo)  
Fozlig 2% (polvo)  
Stabilator (líquido)

y de los siguientes cementos:

Cruz Azul, tipo II  
Talisco, tipo I

## DOSIFICACIONES

Los tres productos en polvo se dosificaron a razón de 3%, en peso, respecto al contenido de cemento.

El producto líquido se dosificó substituyendo 25% del volumen del agua de mezcla.

## DETERMINACIONES

Se ensayaron ocho pastas diferentes, empleando los cuatro productos con cada cemento. A cada pasta se le determinó tiempo de fraguado con aguja de Vicat y resistencia a compresión a 4, 8 y 24 horas de edad, usando especímenes cilíndricos de 5 cm de diámetro.

## CONDICIONES DE PRUEBA

Teniéndose presente la posibilidad que ocurrieran tiempos de fraguado del orden de 20 segundos, se estableció un procedimiento de prueba que permitiera efectuar la primera observación en ese tiempo, bajo circunstancias cooperativas. Las principales condiciones establecidas fueron como sigue:

- Se usó una relación agua/cemento constante e igual a 0.35, - para producir pastas de consistencia ligeramente menos seca de la normal, como se define en el método ASTM C 187 (1).
- El mojado de cemento, agua y aditivo se hizo mecánicamente durante 10 seg, empleando la velocidad media de la batidora para pasta de cemento, especificada en el método ASTM C 305 (2).
- La determinación del tiempo de fraguado se realizó con el método de Vicat, como se describe en el método ASTM C 151 (3). La primera penetración de esta aguja se efectuó invariablemente a los 20 segundos de haberse iniciado el mezclado. Se consideró como tiempo de fraguado final, para fines comparativos, cuando la aguja (1 cm diám.) ya no penetró en la pasta.
- Para la elaboración de los especímenes de resistencia a compresión, se usaron moldes cilíndricos desechables, de lámina, con diámetro de 5 cm., y relación de esbeltez aproximadamente igual a dos. Para conservar invariables las condiciones de ejecución, se hizo una pasta individual para cada espécimen. Se elaboraron seis especímenes de cada mezcla diferente, para ensayar dos en cada edad de prueba.

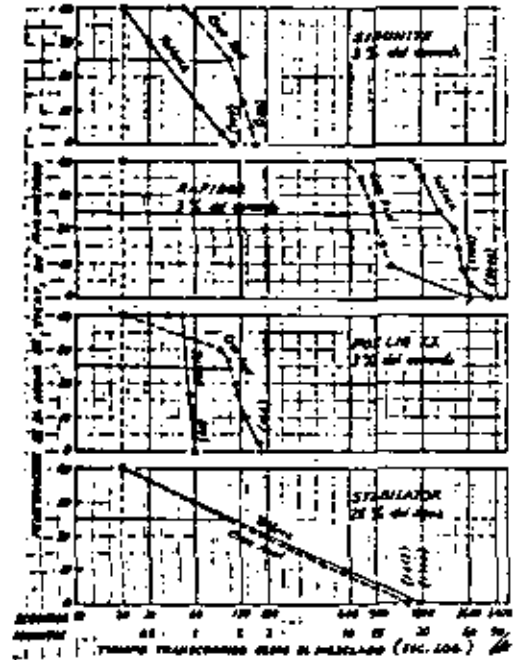
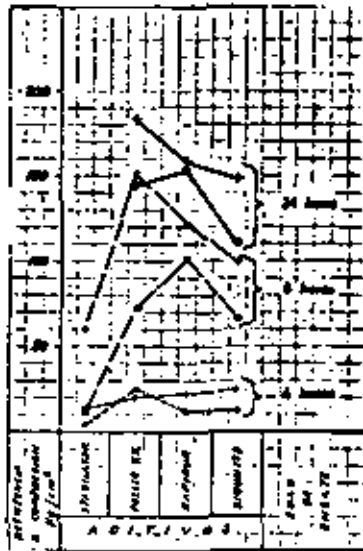


## R E S U M E N

### MÉTODOS COMPARATIVOS DE ADITIVOS PARA CONCRETO LIGERO

SERIE	TIPO DE PULVERO (RESISTEN)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN $f_c$			CLASE DE LAS PULVEROS
		4 Ho. $\text{kg/cm}^2$	8 Ho. $\text{kg/cm}^2$	28 Ho. $\text{kg/cm}^2$	
0-0	100	25	37	100	0- Cemento Cruz Azul Tipo II.
0-1	200	29	43	100	1- Cemento Volcan Tipo I.
0-2	100	31	46	104	2- Aditivo Ligante; 3% en peso de cemento.
0-3	100	33	49	108	3- Aditivo Plástico; 3% en peso de cemento.
0-4	100	35	52	112	4- Aditivo Estabilizante; Sustituyente 20% de portland de Agua.
0-5	100	37	55	116	Adición agua cementa en todos los casos A/A = 0.30
0-6	100	39	58	120	
0-7	100	41	61	124	
0-8	100	43	64	128	
0-9	100	45	67	132	
0-10	100	47	70	136	
0-11	100	49	73	140	
0-12	100	51	76	144	
0-13	100	53	79	148	
0-14	100	55	82	152	
0-15	100	57	85	156	
0-16	100	59	88	160	
0-17	100	61	91	164	
0-18	100	63	94	168	
0-19	100	65	97	172	
0-20	100	67	100	176	
0-21	100	69	103	180	
0-22	100	71	106	184	
0-23	100	73	109	188	
0-24	100	75	112	192	
0-25	100	77	115	196	
0-26	100	79	118	200	
0-27	100	81	121	204	
0-28	100	83	124	208	
0-29	100	85	127	212	
0-30	100	87	130	216	
0-31	100	89	133	220	
0-32	100	91	136	224	
0-33	100	93	139	228	
0-34	100	95	142	232	
0-35	100	97	145	236	
0-36	100	99	148	240	
0-37	100	101	151	244	
0-38	100	103	154	248	
0-39	100	105	157	252	
0-40	100	107	160	256	
0-41	100	109	163	260	
0-42	100	111	166	264	
0-43	100	113	169	268	
0-44	100	115	172	272	
0-45	100	117	175	276	
0-46	100	119	178	280	
0-47	100	121	181	284	
0-48	100	123	184	288	
0-49	100	125	187	292	
0-50	100	127	190	296	
0-51	100	129	193	300	
0-52	100	131	196	304	
0-53	100	133	199	308	
0-54	100	135	202	312	
0-55	100	137	205	316	
0-56	100	139	208	320	
0-57	100	141	211	324	
0-58	100	143	214	328	
0-59	100	145	217	332	
0-60	100	147	220	336	
0-61	100	149	223	340	
0-62	100	151	226	344	
0-63	100	153	229	348	
0-64	100	155	232	352	
0-65	100	157	235	356	
0-66	100	159	238	360	
0-67	100	161	241	364	
0-68	100	163	244	368	
0-69	100	165	247	372	
0-70	100	167	250	376	
0-71	100	169	253	380	
0-72	100	171	256	384	
0-73	100	173	259	388	
0-74	100	175	262	392	
0-75	100	177	265	396	
0-76	100	179	268	400	
0-77	100	181	271	404	
0-78	100	183	274	408	
0-79	100	185	277	412	
0-80	100	187	280	416	
0-81	100	189	283	420	
0-82	100	191	286	424	
0-83	100	193	289	428	
0-84	100	195	292	432	
0-85	100	197	295	436	
0-86	100	199	298	440	
0-87	100	201	301	444	
0-88	100	203	304	448	
0-89	100	205	307	452	
0-90	100	207	310	456	
0-91	100	209	313	460	
0-92	100	211	316	464	
0-93	100	213	319	468	
0-94	100	215	322	472	
0-95	100	217	325	476	
0-96	100	219	328	480	
0-97	100	221	331	484	
0-98	100	223	334	488	
0-99	100	225	337	492	

$f_c$  Resistencia cilíndrica (L/D=2) corregida por volumen de los especímenes y abstracción del promedio en 3 milímetros cuadrados



### R E F E R E N C I A S

- Método Estándar de Prueba para Consistencia Normal de Cemento Hidráulico.  
ASTM, Designación C 187
- Método Estándar para Mezcla Mecánica de Pastas y Morteros de Cemento Hidráulico de Consistencia Plástica.  
ASTM, Designación C 305
- Método Estándar de Prueba para tiempo de fraguado de Cemento Hidráulico con la Aguja de Vicat.  
ASTM, Designación C 191

## DESCRIPCION DE LAS PRUEBAS DE CAMPO

El día 30 de julio, en un sitio próximo a la Lumbera Núm. 10 del Emisor Central, se llevaron a cabo pruebas de lanzamiento de diversas mezclas de concreto.

El propósito fue ensayar varios aditivos acelerantes, con objeto de calificar su influencia sobre el tiempo de fraguado, la proporción de material rebotado y la resistencia a compresión del concreto colocado.

## MEZCLAS ENSAYADAS

Se elaboraron y lanzaron seis mezclas, empleando cemento marca Tolteca tipo I (Nixcoac) en todos los casos. Las principales características distintivas de estas mezclas fueron:

- Núm. 1 : Sin Aditivo.
- Núm. 2 : SIGURITE en polvo ( 3% del cemento)\*
- Núm. 3 : POZLIG XX en polvo (3% del cemento)
- Núm. 4 : FASTERLITH Super A en polvo (3% del cemento).
- Núm. 5 : Substitución de 25% del cemento por Puzolana\*\*, en peso y POZLIG XX en polvo (3% del cemento).
- Núm. 6 : SIGURITE en polvo (3% del cemento)\*

\* En el lanzamiento de la mezcla Núm. 2 se observó baja de presión, por lo cual se repitió usando la presión correcta (mezcla Núm. 6).

\*\* Material puzolánico de "Puzolanas Activadas, S. A."

## TIEMPO DE FRAGUADO

No se dispuso de equipo de campo para medir el tiempo de fraguado del concreto recién aplicado en los tableros de prueba. De tal suerte, la determinación de este tiempo se hizo en forma puramente apreciativa, estimándose que las mezclas ensayadas alcanzaron un grado comparable de endurecimiento al cabo de los siguientes lapsos:

- Núm. 1 : (No se determinó por no contener aditivo).
- Núm. 2 : 2.0 minutos.
- Núm. 3 : 1.0 minutos.
- Núm. 4 : 3.0 minutos.
- Núm. 5 : 5.0 minutos.
- Núm. 6 : 1.0 minutos.

\* El tiempo se consideró a partir de la terminación del lanzamiento sobre los tableros de prueba. El tiempo de llenado de los tableros fue de 15 a 20 segundos.

## MATERIAL REBOTADO

Se determinó en cada caso el peso de concreto colocado en los moldes y la cantidad aproximada de material rebotado, recuperándolo y pesándolo, con los siguientes resultados:

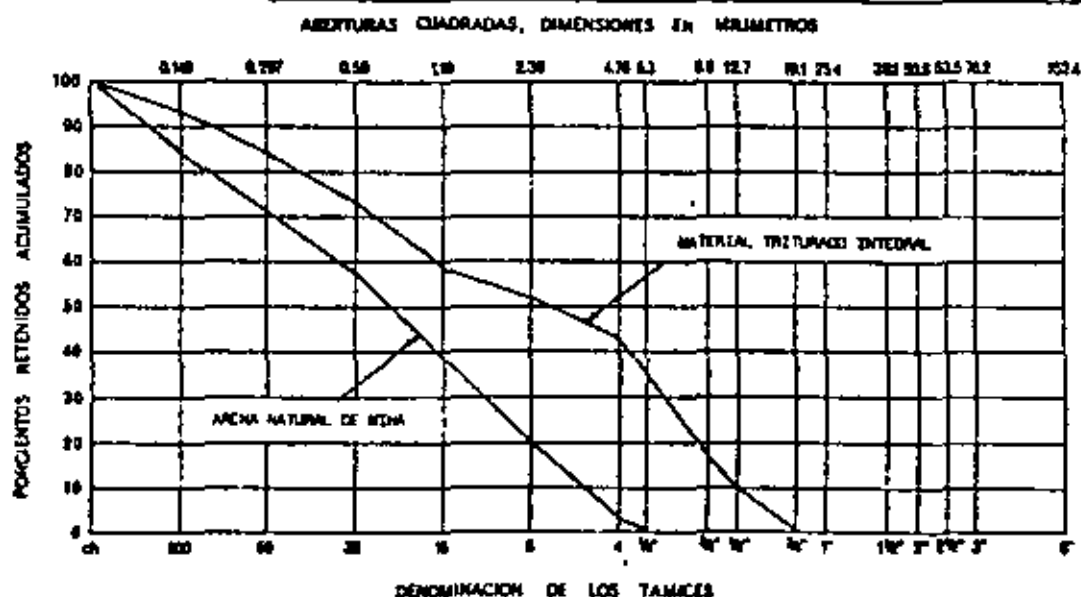
Núm. muestra	Concreto colocado (kg)	Materiales rebatido Paso (kg)	%	Contenido de grava en el rebato (%)
1	51.2	20.6	35.0%	63 %
2	52.5	22.1	35.2%	57 %
3	61.2	13.0	22.7%	47 %
4	64.0	13.2	16.5%	47 %
5	55.3	10.6	15.9%	47 %
6	55.7	10.0	23.4%	51 %

#### AGREGADOS EMPLEADOS

Se obtuvieron muestras de los agregados. Su contenido de humedad fue 10.0% para la arena natural de mina y 8.2% para el material triturado integral (arena y grava). La composición granulométrica de estas muestras se incluye en gráfica adjunta

#### CURVAS GRANULOMETRICAS DE AGREGADOS

TABLA, S. A.  
PRUEBAS DE CAMPO DE CONCRETO  
LANZADOS NEUMATICAMENTE. —  
JULIO 30 DE 1971

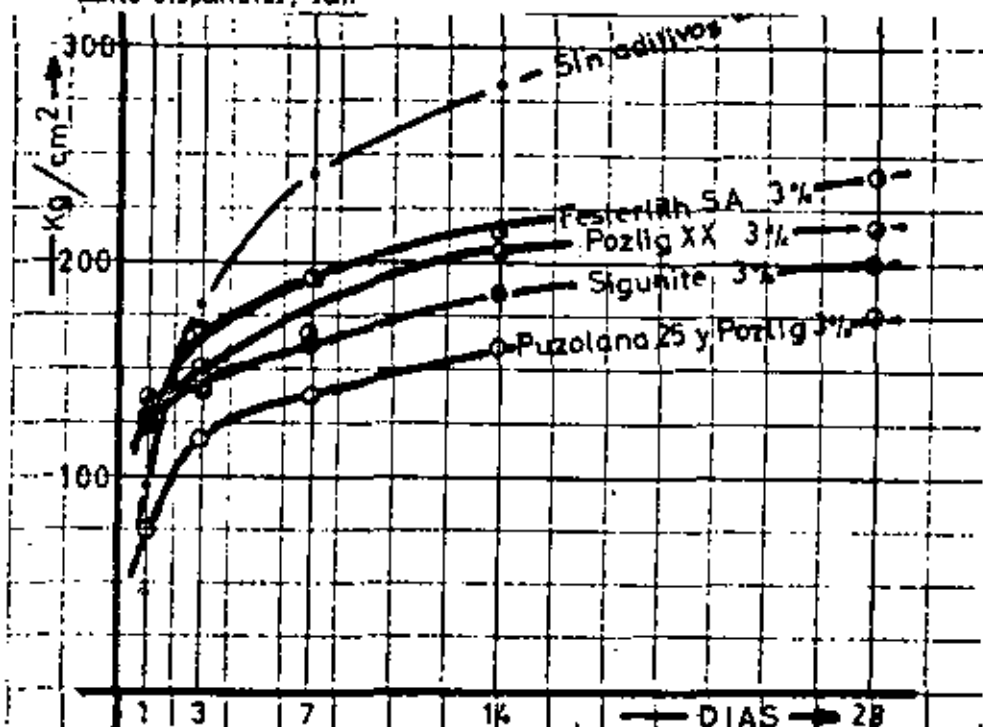


#### 1.5; RESISTENCIA

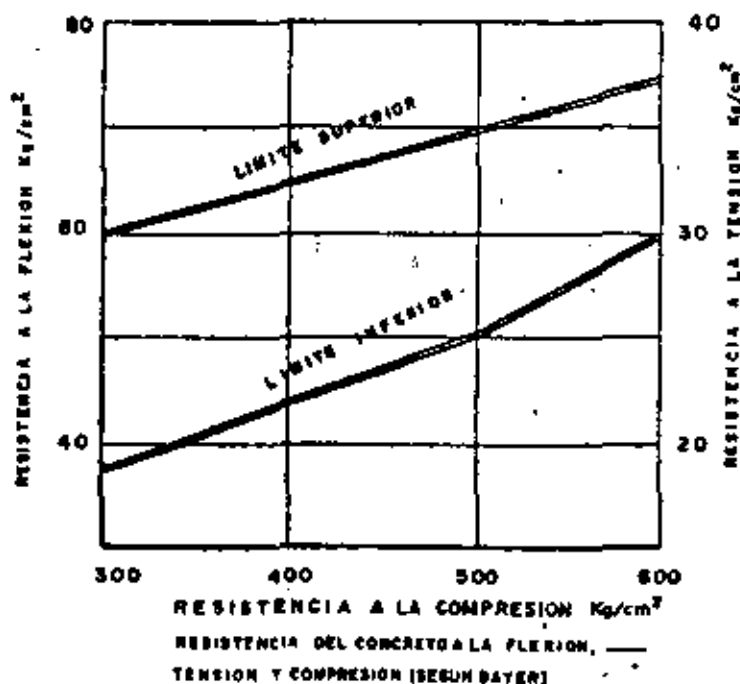
Aunque en la literatura sueca se habla de resistencias de 300 a 700 kg/cm<sup>2</sup> para la compresión a los 28 días, es más real hablar de valores entre 150 y 300 kg/cm<sup>2</sup>, que, para fines estructurales, son suficientes. Las resistencias al corte y a la flexión-tensión dependen de la resistencia a la compresión.

## RESISTENCIAS A COMPRESION

De cada muestra de prueba se obtuvieron núcleos de 7.1 cm (2 3/4" 0 de diámetro para determinar la resistencia a compresión del concreto colocado, a edades de 1, 3 y 14 días. Los resultados actualmente disponibles, son:

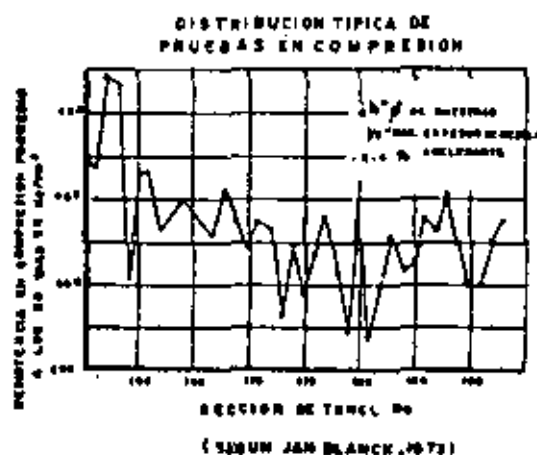


\* Las resistencias a compresión que se reportan, corresponden al promedio de 2 especímenes cilíndricos de 7.1 cm de diámetro por aproximadamente 13 cm de altura. Estas resistencias han sido corregidas tomando en cuenta la esbeltez de los especímenes y están referidas a un valor de  $h/d = 2$ .



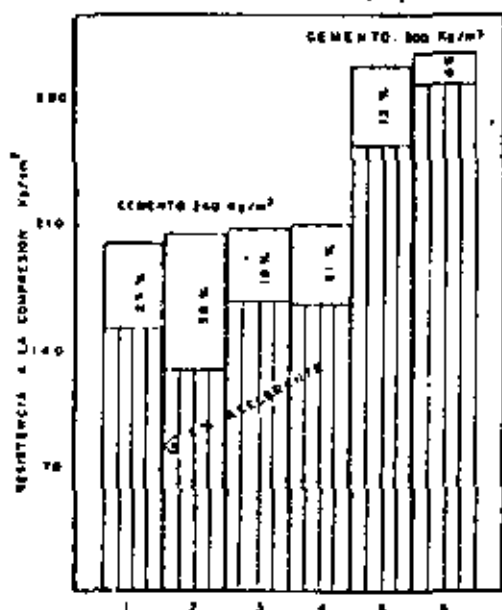
La adhesividad o adherencia del concreto es de primordial importancia en combinación con las resistencias al corte y a la flexión-tensión. Rabcewicz menciona que la resistencia al corte es 1.5 veces la resistencia a la flexión y el Instituto Suco del Concreto (CBI) fija el valor de la adhesión en 10 a 15 kg/cm<sup>2</sup>.

Es menos uniforme el valor de resistencia con mezclas secas de agregado grueso que con morteros de arena y cemento.

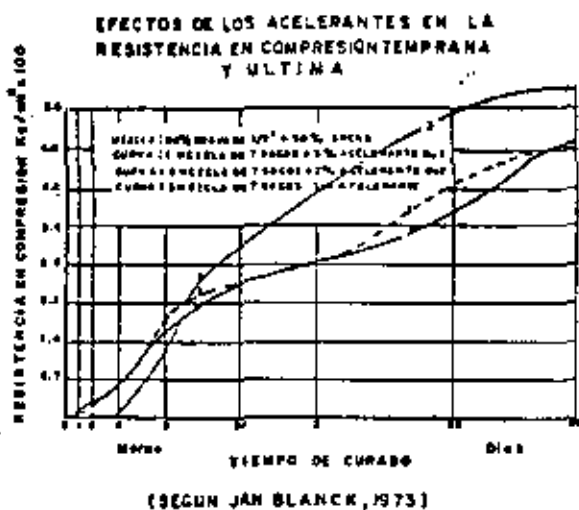


Se requiere mayor atención para asegurar la uniformidad de la granulometría y el mezclado y en el paso de la mezcla hacia la máquina lanzadora y a través de ésta. El producto final es muy sensible a variaciones en las mezclas por segregación, irregularidades en la alimentación y el agua y descuidos en la dirección y orientación del lanzado y en la distancia de la boquilla a la superficie de aplicación.

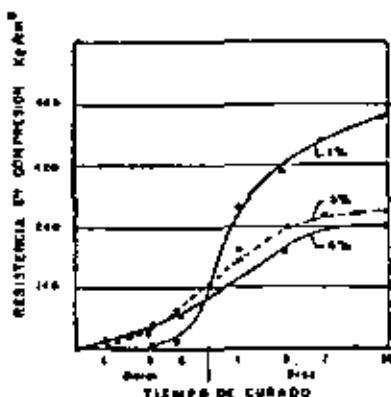
El aditivo también reduce los valores de resistencia. Reducciones de no más de 20% deben considerarse normales; reducciones mayores pueden obedecer a incompatibilidad de los ingredientes del aditivo con el cemento y deben hacerse estudios para confirmarlo.



DECREMENTO EN LA RESISTENCIA A COMPRESION CON EL USO DE ACELERANTES (DE 240 PRUEBAS EN CONCRETOS CON UN CONTENIDO DE 300 Kg/m<sup>3</sup> DE CEMENTOS INFLUYENTES CON Y SIN ACELERANTES) (SEGUN LINDNER)



(SEGUN JAN BLANCH, 1973)



Resistencia en compresion Mezcla de 9 cements, acelerante TRICOSAL (SEGUN ANDERSCHEV Y PERO, 1973)

Las especificaciones más generalizadas establecen las siguientes resistencias a la compresión tempranas para un concreto de 280 kg/cm<sup>2</sup> con 3 a 4% de acelerante en peso del cemento.

Tiempo de Fraguado

Horas

2

12

Resistencia a la compresión

Kg/cm<sup>2</sup>

14

18

56

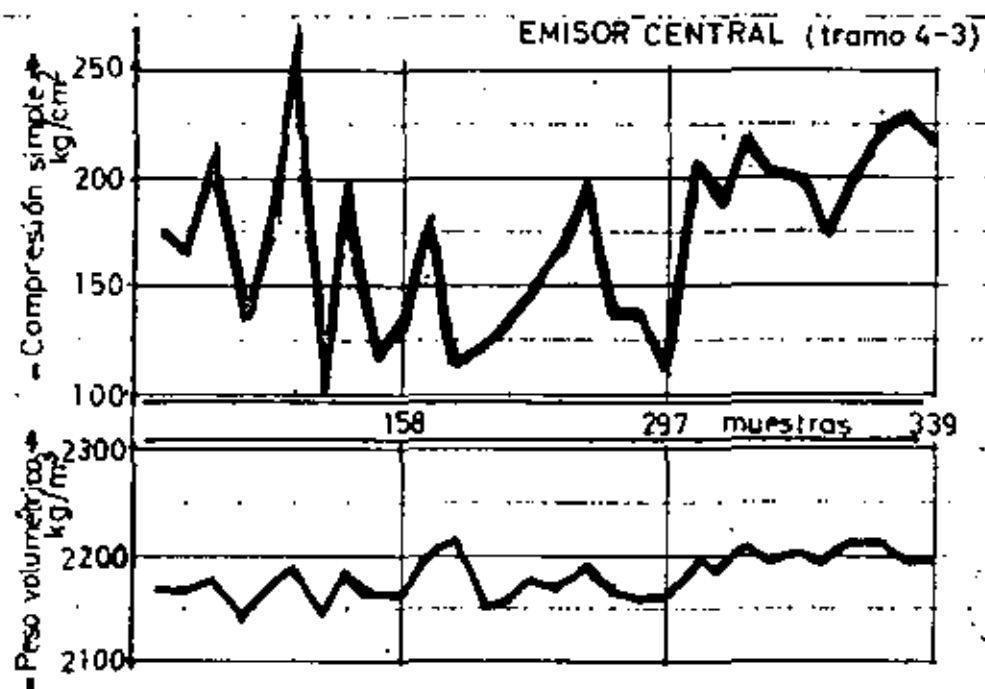
60

Rabcewicz muestra que la resistencia a la flexión alcanza el 50% de la correspondiente a la compresión a las 12 horas y el 30% después de dos días.



ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CARACTERÍSTICAS DE CONCRETO LANZADO (Tubo de Emisor).	TUMÉL, S.A. DE C.V.
PERIODO: DE NOVIEMBRE 1971 A ENERO 1973.	GERENCIA DE CONCRETO LANZADO

	Número de datos (n)	Promedio	Desviación Estándar	Valor Máximo	Valor Mínimo
Resistencia 3 días	227	116.9 kg/cm <sup>2</sup>	35.7 kg/cm <sup>2</sup>	310 kg/cm <sup>2</sup>	27 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia 14 días	316	155.7 kg/cm <sup>2</sup>	42.3 kg/cm <sup>2</sup>	334 kg/cm <sup>2</sup>	63 kg/cm <sup>2</sup>
% Grava	267	34.3 %	12.9 %	74.9 %	4.2 %
Pasa malla Núm. 100 (Lavado)	271	10.5 %	2.3 %	20.1 %	2.4 %
Contenido de cemento	263	20.3 %	7.2 %	50.5 %	5.4 %
Peso Volumétrico	316	2179 kg/m <sup>3</sup>	27.6 kg/m <sup>3</sup>	2282 kg/m <sup>3</sup>	2070 kg/m <sup>3</sup>



## 1-6 DOSIFICACION Y MEZCLADO

Se acostumbra agrupar los agregados en tres fracciones para ser mezclados; de 19 a 9.5 mm (3/4" a 3/8"), de 9.5 mm. (3/8") a menor de la malla No. 4 y arena. La humedad de los agregados ya dosificados antes de mezclarse con el cemento debe estar comprendida entre 3 y 6%. La dosificación de agregados y cemento debe



hacerse por peso en una mezcladora o revoladora adecuada. El tiempo de mezclado debe ser de dos minutos.

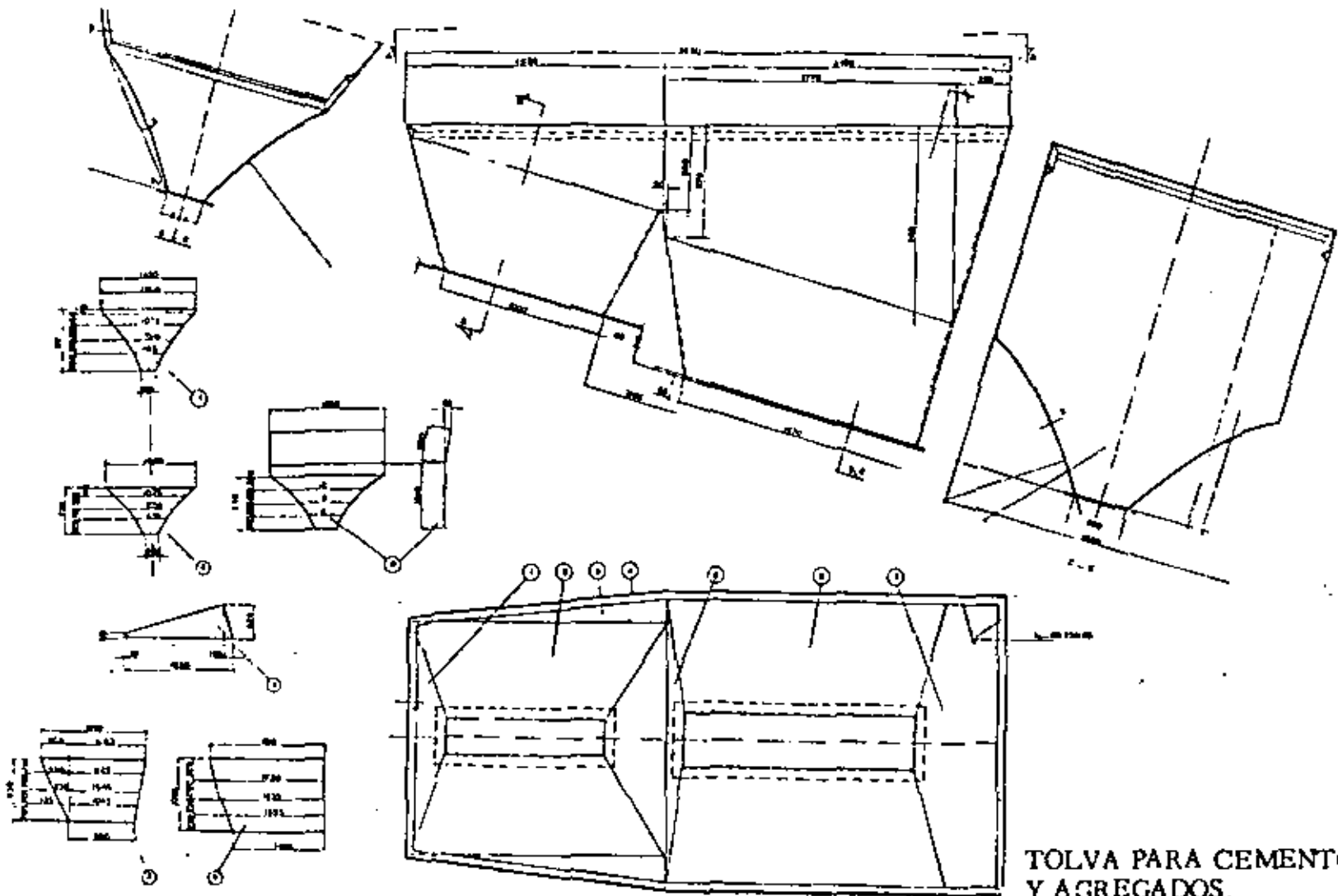
Hay que aprovechar la tendencia natural del agregado a drenar, por ser granular y permeable, para mantener su humedad dentro de los límites antes dichos. El drenaje es siempre más difícil en la arena que en la grava. Ello se evidenció en los agregados empleados para el Drenaje Profundo de la Ciudad de México, en los que fue difícil, en épocas de lluvias, bajar el contenido de humedad a menos de 8%, a pesar de que la arena se almacenaba en grandes pilas con facilidades de drenaje en la parte inferior; esto ocasionó frecuentes taponaduras de las tuberías de 30 cm. (12") de diámetro por donde se descargaba el agregado de la superficie hasta el nivel del túnel. En algo pudo mejorarse esta condición almacenando el agregado cerca de las bocas de descarga y esparciéndolo y creándolo antes de usarlo. En el Alto Anchicayá, en Colombia, donde la precipitación anual es superior a los 500 cm., sí se logró mantener una humedad del agregado de 6%, descargando la arena de río en tolvas de las que escurría toda el agua posible y almacenándola después en pilas durante 24 horas.

Mezclas muy húmedas de agregados y cemento producen taponamientos de las mangueras o tuberías de conducción y aumentan las velocidades de hidratación a niveles inaceptables. Mezclas muy secas dan problemas de no uniformidad del humedecimiento en la boquilla, lo que aumenta el polvo durante el lanzado y reduce la compactación.

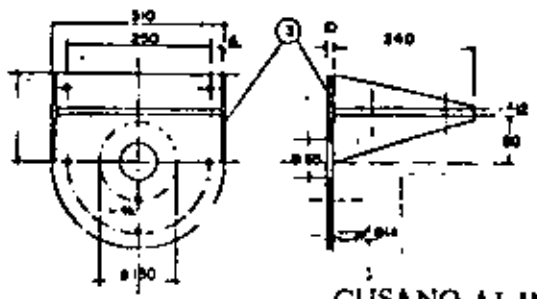
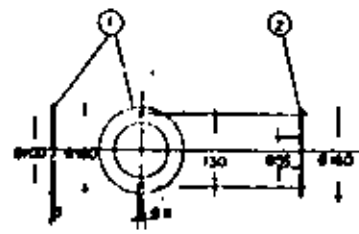
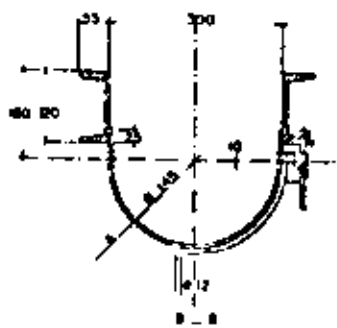
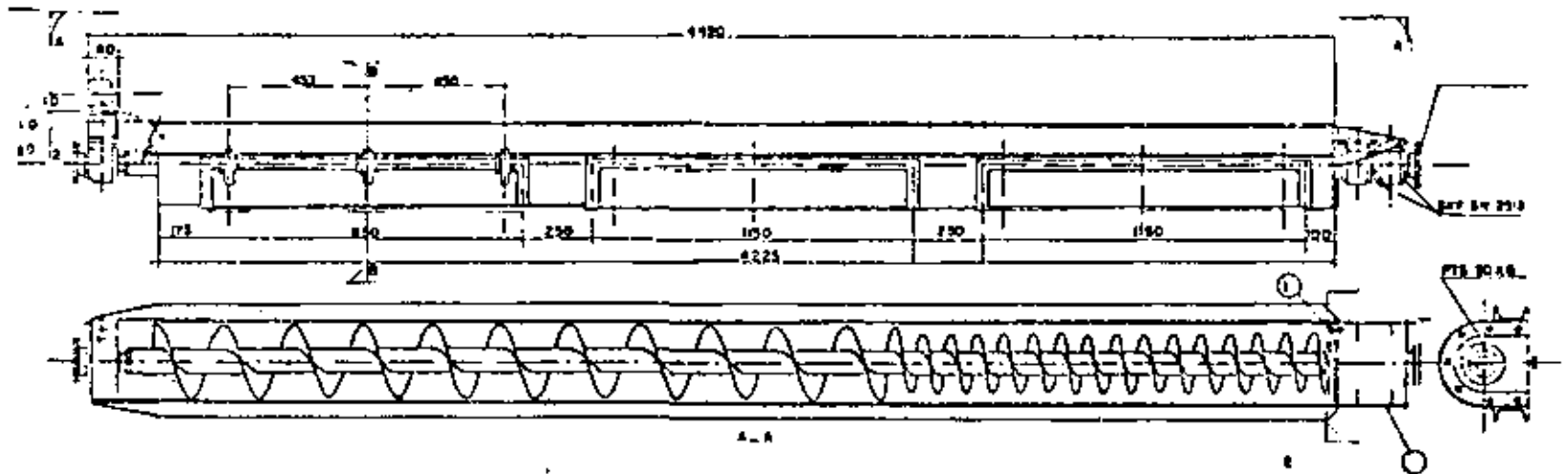
El agregado utilizado en el Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se surtió<sup>4</sup> a las diferentes lumbreras, donde se iba a emplear, en forma dosificada, es decir, hecha ya la mezcla de agregado grueso (40%) y arena (60%). La mezcla se hizo en una mezcladora de turbina en la misma planta donde se trituraba el agregado grueso; éste fué producto de andesitas de un banco próximo a la planta. La arena fue, de una tercera parte a la mitad, producto de la trituración del agregado grueso, y el resto fue arena de mina de uno de los bancos del poniente de la Ciudad.

Hay diversos sistemas, en el procedimiento de mezcla seca, de transportación y de mezcla de agregados y cemento a pie de obra. Los más conocidos son los de la National Concrete Machinery de Lancaster, Penn., de la Card Corporation de Denver, Col., y de la Stabilator AB de Suecia.

Los carros tolva y mezcladores de gusano de esta última casa, se usaron en número de 45 en la obra del Drenaje Profundo de la Ciudad de México, con muy buenos resultados.



TOLVA PARA CEMENTO Y AGREGADOS.



GUSANO ALIMENTADOR

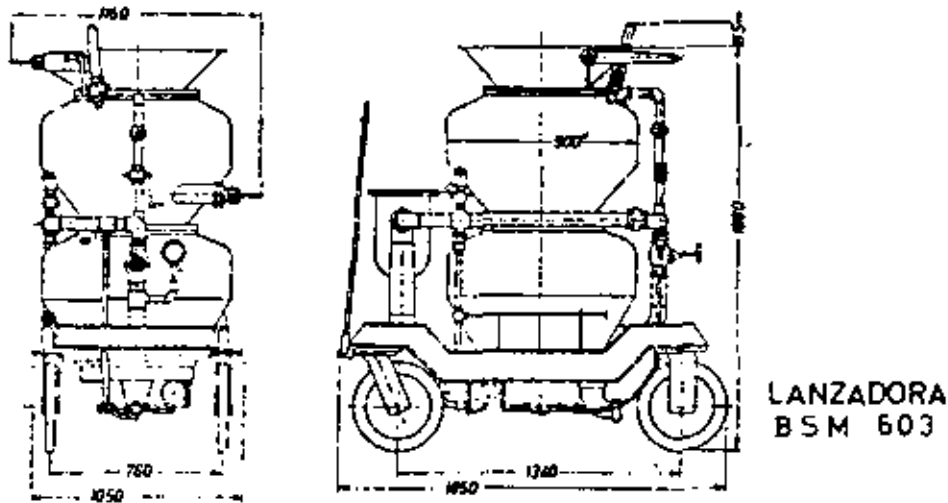
MOTOR 1/2 HP 3000 RPM 220V  
 VOLTAJE 220V 60 Hz

El paso de los gusanos está diseñado para suministrar mezclas de 1 a 3, a 1 a 4 de cemento agregados y es posible variar su velocidad de revolución para ajustar las mezclas; a las tolvas van adosados vibradores eléctricos para facilitar el vaciado de los materiales hacia los gusanos. A través de unas puertas se puede tener libre acceso a los gusanos para limpiarlos cada vez que se vacían las tolvas y evitar así atascamientos y alteraciones de la dosificación.

El aditivo acelerante en polvo se debe añadir a la mezcla seca cuando entra ésta a la máquina lanzadora; es recomendable el uso de alimentadores mecánicos, de preferencia los de tornillo, ya que los de vibrador se atascan fácilmente. Si el aditivo es líquido se debe mezclar con el agua antes de descargarla en la boquilla lanzadora. En la obra de la Ciudad de México, el aditivo en polvo se alimentó con escudilla a mano directamente sobre el gusano y el aditivo líquido se mezcló con el agua y se alimentó a la boquilla mediante bombas dosificadoras de diseño especial también Stabilator A.B.

### 1-7. EQUIPO DE COLOCACION

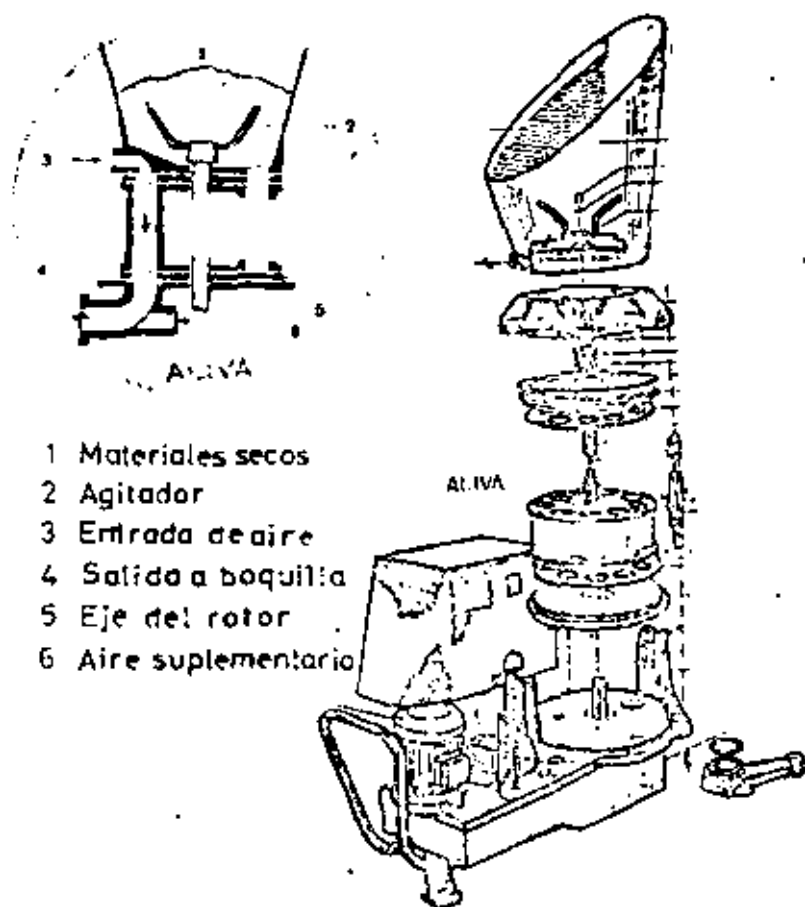
Se fabrican dos tipos de máquinas lanzadoras de concreto para el proceso de mezcla seca.



1.- La de doble cámara de presión con válvula de campana intermedia de acción neumática. La mezcla seca se introduce en la cámara superior, se cierra ésta y se levanta la presión que abre la válvula de campana intermedia y deja pasar la mezcla a la cámara inferior; en ésta se levanta a su vez la presión que cierra la válvula intermedia y la mezcla seca va alimentándose bajo presión a la tubería de descarga, mediante una rueda de cavidades. Mientras se efectúa la operación de descarga se está alimentando mezcla seca a la cámara superior para empezar un

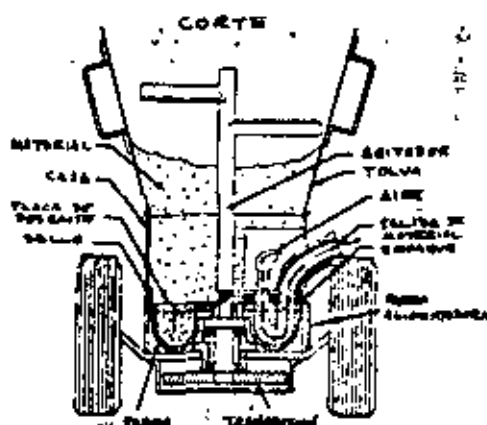
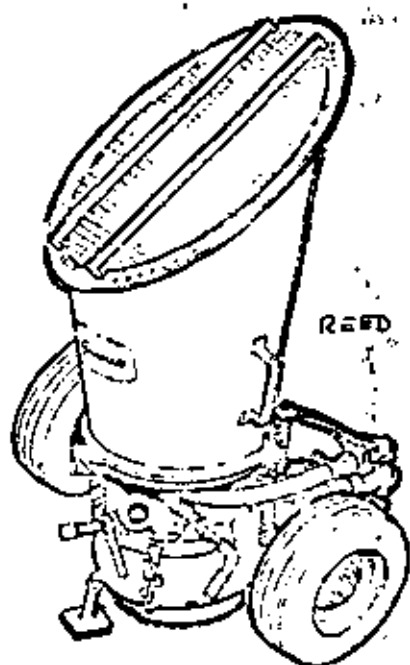
nuevo ciclo. Un buen operador puede lograr, con la ayuda de las dos cámaras, una descarga prácticamente continua. Requiere entonces una continua atención del operador, el cual debe desenvolverse con destreza. Son cualidades de este tipo de máquinas su robustez y el poco número de piezas delicadas o móviles que se desgastan o requieren frecuente mantenimiento.

2.— El tipo revólver. La mezcla seca se alimenta continuamente a la tolva que corona la parte superior de la máquina, de ahí cae al cilindro rotatorio tipo revólver que consta de nueve o más compartimentos cilíndricos, donde se deposita la mezcla. Cada carga de mezcla en cada compartimento cae a través de una escotadura y al pasar sobre el cuello de salida una corriente de aire a presión la impulsa hacia las mangueras. Este tipo de máquinas no requiere una atención tan continua del operador; además pueden manejar agregado más grueso más fácilmente que las del otro tipo. Tienen, por otra parte, más piezas de desgaste y suelen producir más polvo.



Las primeras tienen motor neumático, las segundas pueden venir con motor neumático o con motor eléctrico; por lo general el rendimiento es mayor con el motor neumático aunque el consumo de aire es considerable. Las del primer tipo consumen 600 p.c.m., en tanto que algunos tipos de las segundas, de muy altas revoluciones, consumen cerca de 900 p.c.m.

Los rendimientos varían entre 6 y 9 m<sup>3</sup>/h. La distancia de envío varía mucho en cada marca y tipo, pero puede llegar a 275 m. horizontales y 92 m. verticales. Para grandes distancias conviene usar, en los tramos intermedios, tubería de acero, en lugar de nangueras, para reducir la fricción. También pueden conectarse en serie dos máquinas, para ganar distancia.



En la obra del Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se usaron los dos tipos de máquinas. Las de doble cámara fueron en emanas, de la marca BSM (Beton Spritz Maschinen) y las de revólver fueron suizas de marca Aliva y norteamericanas de la marca Reed. Estas últimas, con motor neumático, son de alta velocidad de rotación y alto rendimiento, pero resultaron ser muy delicadas de manejo, requirieron frecuentemente mantenimiento y altos consumos de aire y sus distancias de envío eficiente fueron más cortas que las de las otras máquinas. Las BSM y las Aliva tuvieron un desempeño muy satisfactorio. Las Aliva se usaron, unas unidades —la mayoría— con motores eléctricos y otras con motores neumáticos.

## 1-8. TRANSPORTACION Y CONDUCCION

La transportación de los ingredientes o de la mezcla seca hasta la máquina lanzadora, se hace por diferentes medios, los que resulten más eficientes en cada caso. En camiones silo o en carros sobre ruedas neumáticas o en plataformas sobre vía. Algunos sistemas llevan los silos y las máquinas lanzadoras en la misma unidad de transporte, otros tienen silos y máquinas montadas sobre los jumbos de barrenación, algunos más llevan, además, un brazo telescópico con una plataforma para el lanzador, el cual opera la boquilla directamente o a control remoto a través de un brazo robot semi-automatizado.

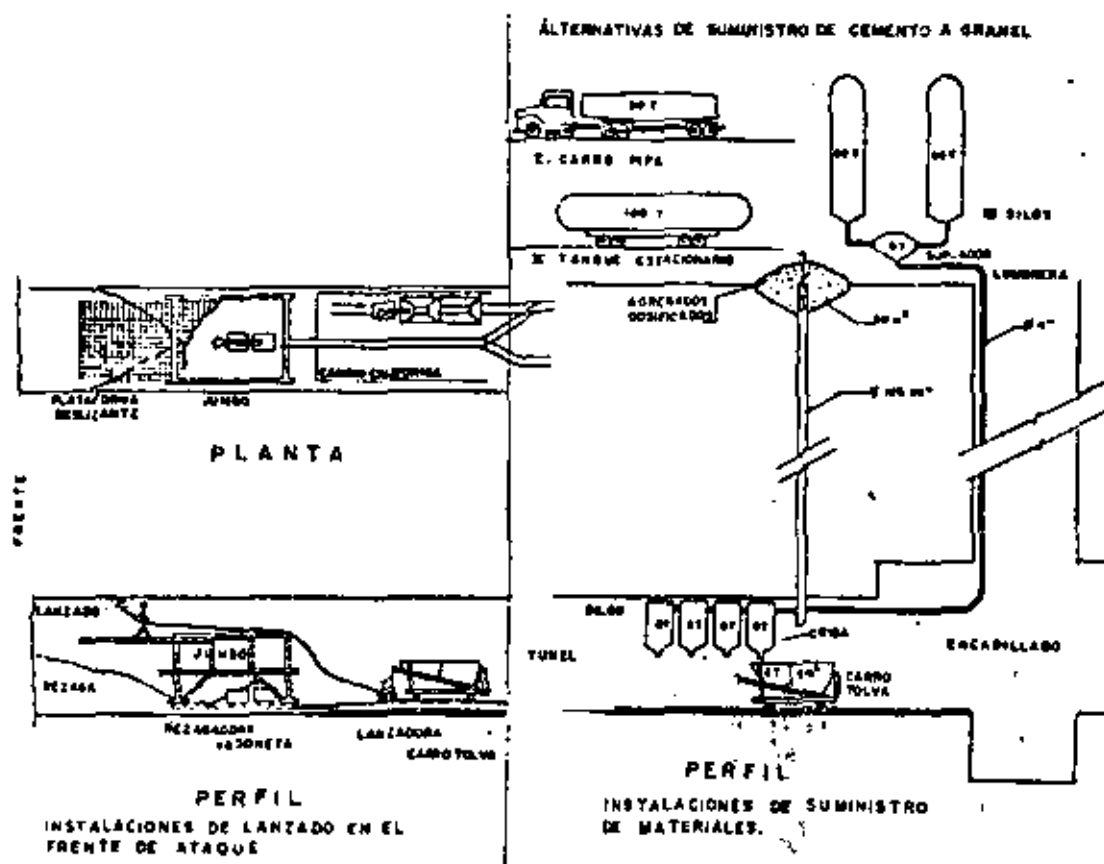
En la obra citada de la Ciudad de México, el sistema típico consistió en el almacenaje del cemento en silos, para cubrir el consumo de uno o dos días según el rendimiento de avance de la excavación (30 a 40 ton.). Se usaron silos de 8 ton. en el interior del túnel, ajustados a las dimensiones de los espacios libres del mismo y, en algunos casos, silos de 15 y 20 ton. en superficie. En una lumbrera se dejó estacionada una "salchicha" de 100 ton. El cemento a granel, que fue del tipo I Tolteca, y del tipo II Cruz Azul, se surtió en pipas de 20 ton. La descarga a los silos del túnel se hacía a través de tubería de 10 cm. (4") de diámetro, de acero, directamente de las pipas o desde los silos de superficie por intermedio de un silo pequeño de 5 ton., con un sistema de inyección neumática.

Los agregados venían ya dosificados de planta y se almacenaban en pilas cerca de la boca de la lumbrera, de donde se descargaban por tuberías verticales de acero de 30 cm. (12") de diámetro (en temporadas de lluvias se producían taponamientos con cierta frecuencia porque la humedad apelmazaba el agregado, por lo que se prefirió usar tubería de mayor diámetro, 51 cm. (20") directamente a los carros tolva o "mixers" que lo transportaban al frente.



La descarga se hacía palcando a mano, con bandas transportadoras o a través de tolvas y de válvulas tipo "pimentero" en la extremidad superior de las tuberías. Para eliminar los sobretamaños, había malla en las extremidades de las tuberías.

Los carros tolva o "trixers", como ya se dijo, fueron de diseño sueco (Stabilator AB) y se fabricaron en México. Constan de tolva de agregados ( $5m^3$ ), tolva de cemento (2 ton.), gusano alimentador que en su mitad inferior transporta el agregado y, en su mitad superior recibe, además, el cemento, para descargar, al final, directamente a la máquina lanzadora, vibrador eléctrico adosado a las tolvas y plataforma o "truck" y lanza para ser transportada en vía con una locomotora.



Las máquinas lanzadoras se colocaban en espuelas de vía, adelante del cambio California, y por lo general, a distancia del frente no mayor de 50 m. Las Aliva iban montadas por parejas en su "truck", mientras una lanzaba la otra se limpiaba. En los



frentes donde el terreno se autosoportaba por poco tiempo, inmediatamente antes de detonar se procuraba tener un carro tolva lleno, cerca del frente, dispuesto a alimentar las lanzadoras para empezar la aplicación del concreto tan pronto se terminara de ventilar y amacizar, poco después de la voladura.

#### 1-9 LANZADO



De primordial importancia es la constancia del aire, el agua y el flujo de materiales hacia la máquina lanzadora y a través de la boquilla de expulsión. No puede lograrse un buen concreto lanzado cuando el chorro varía en composición o tiene intermitencias.

El aire y el agua deben mantenerse a presiones constantes, unos  $3.5$  a  $4 \text{ kg/cm}^2$  la del primero y  $1 \text{ kg/cm}^2$  más la de la segunda. Debe haber trampas de agua en la línea de aire para mantener reducida su humedad. No deben aceptarse pulsaciones en la línea de agua, si las hay debe contarse con un suministro independiente con una bomba y un tanque de presión.

La presión del aire debe aumentarse  $0.9 \text{ kg/cm}^2$  por cada  $15 \text{ m.}$  de manguera que se añada a los primeros  $30 \text{ m.}$

El lanzador siempre debe estar ubicado en una posición desde la que pueda lanzar en dirección normal a la superficie de la roca y a una distancia de ella de 1 a 1.2m para garantizar una buena compactación y calidad del concreto, con un mínimo de rebote. Es para ello necesario contar con andamios portátiles o equivalentes. En la obra del Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se usaron andamios portátiles, tarangos y unas plataformas deslizantes, accionadas hidráulicamente e integradas al piso superior de los jumbos de barrenación.

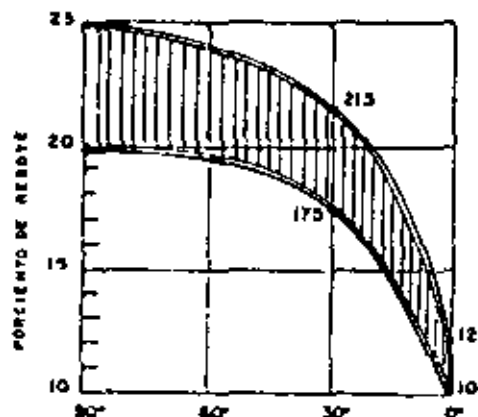
### 1-10 PREPARACION DE LA SUPERFICIE

La adhesión es probablemente el requisito más importante si el concreto lanzado ha de usarse como elemento estructural. La superficie donde se va a aplicar debe quedar limpia de polvo, de rebote o de otras materias extrañas, y debe quedar húmeda. No es recomendable usar el aire y el agua de la boquilla de lanzado para dicha limpieza, es preferible usar un soplador con un niple tobera de 13mm. (1/2") conectado a las líneas de aire y agua a presión. La presión puede regularse con las válvulas de las líneas.

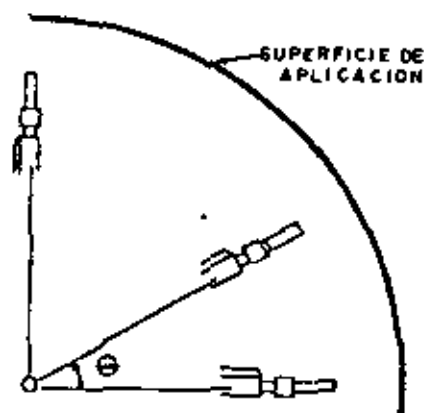
### 1-11 REBOTE

Las superficies húmedas o las infiltraciones de agua aumentan el rebote. Este es mayor además, cuando la calidad del lanzado es pobre.

### INFLUENCIA QUE TIENEN EN LA CANTIDAD DE REBOTE EL ANGULO Y LA DISTANCIA DEL LANZADO.

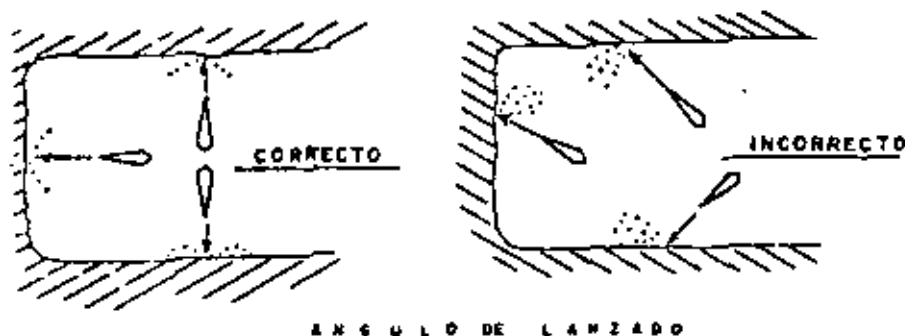


ANGULO  $\theta$  DE LA BOQUILLA CON LA HORIZONTAL EN GRADOS



EFECTO DE LA DIRECCION DEL LANZADO EN EL PORCIENTO — DE REBOTE NOTESE QUE LA BOQUILLA SE MANTIENE ORTOGONAL A LA SUPERFICIE MIENTRAS QUE EL ANGULO CON LA HORIZONTAL VARIA. (SEGUN DROGSLER)

El rebote aumenta, también, con la mala graduación del agregado, con la segregación en la alimentación, velocidades de descarga excesivas o insuficientes, presiones de agua insuficientes o pulsantes, descarga irregular de los ingredientes o el acelerante a la máquina y mala operación de ésta. Si no se presta atención a estos detalles, el rebote puede ser un 20% más alto que el que se indica.



En el lanzamiento hacia abajo es difícil no atrapar el rebote, por lo que es preferible, en estos casos, (cubetas por ejemplo), colar el concreto en lugar de lanzarlo.

#### 1-12 SUCESION DE LAS OPERACIONES.

El concreto lanzado debe aplicarse lo antes posible después de la detonación para frenar el aflojamiento de la roca expuesta o afectada por la explosión. Debe aplicarse antes de que transcurran dos horas. Claro está que ello depende del tiempo puente en que la roca es capaz de autosoportarse.

El arco o bóveda requiere la primera aplicación, a veces inclusive lanzado desde la pila de rezaga, aunque esta práctica debe evitarse siempre que sea posible porque la pila no constituye un buen apoyo y no se pueden mantener las distancias

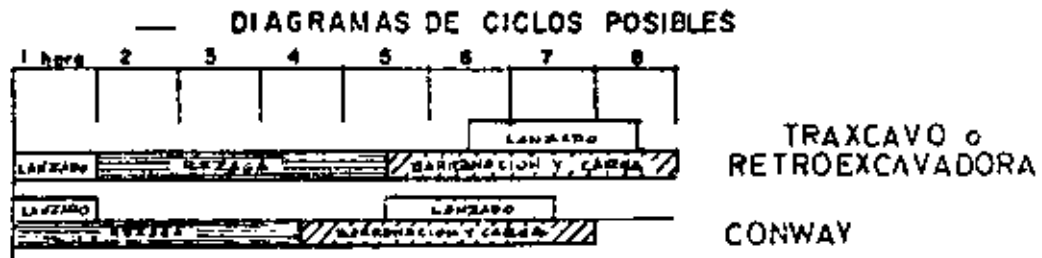
adecuadas. Lo mejor en túneles de más de 6m. de altura es lanzar desde una plataforma deslizante adaptada al jumbo de barrenación, en su piso superior, de manera que libre la parte alta de la pila de rezaga; para ello conviene que ésta sea ni excesivamente alta ni excesivamente extendida, así el jumbo puede arrimarse lo más posible a la frente recién tronada.



Hay jumbos especialmente diseñados para que se pueda estar rezagando mientras desde la plataforma superior se está lanzando; ésto acorta notablemente los ciclos de trabajo al poder traslapar parcial o enteramente las actividades de ademe y de rezaga.



En varios frentes de la obra del Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se emplearon jumbos diseñados pra poder obtener dicho traslape; con las rezagadoras Conway (Goodman 100), el traslape de ademe y rezaga fue mayor que donde se emplearon traxcavos o palas.



La aplicación en el arco debe empezar pegada a la frente, que es donde más interesa impedir el aflojamiento. Este concreto lanzado debe ser capaz de soportar la detonación siguiente sin desprenderse, cuando apenas tenga unas dos horas de edad. El espesor final puede completarse después, desde el mismo jumbo, mientras se está barrenando para el siguiente ciclo, y antes de que trascurren 24 horas de la tronada. A menos de que tengan problemas de estabilidad particulares, las paredes pueden lanzarse de una sola vez, durante la barrenación siguiente, desde las plataformas laterales del jumbo y desde el piso. Una zona de atención especial es el arranque del arco, donde se presenta la junta del concreto de la bóveda con el de las tablas o paredes; el lanzado ahí debe ser de particular alta calidad para garantizar el apoyo del arco y la continuidad estructural. Esto es difícil de lograr en el procedimiento de ataque a media sección y banqueo, cuando no se cuenta con jumbo o con andamios portátiles, y se lanzan todas las tablas desde el piso.

### 1-13 CONTROL DE CALIDAD

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 que pueden acarrear fatales consecuencias.

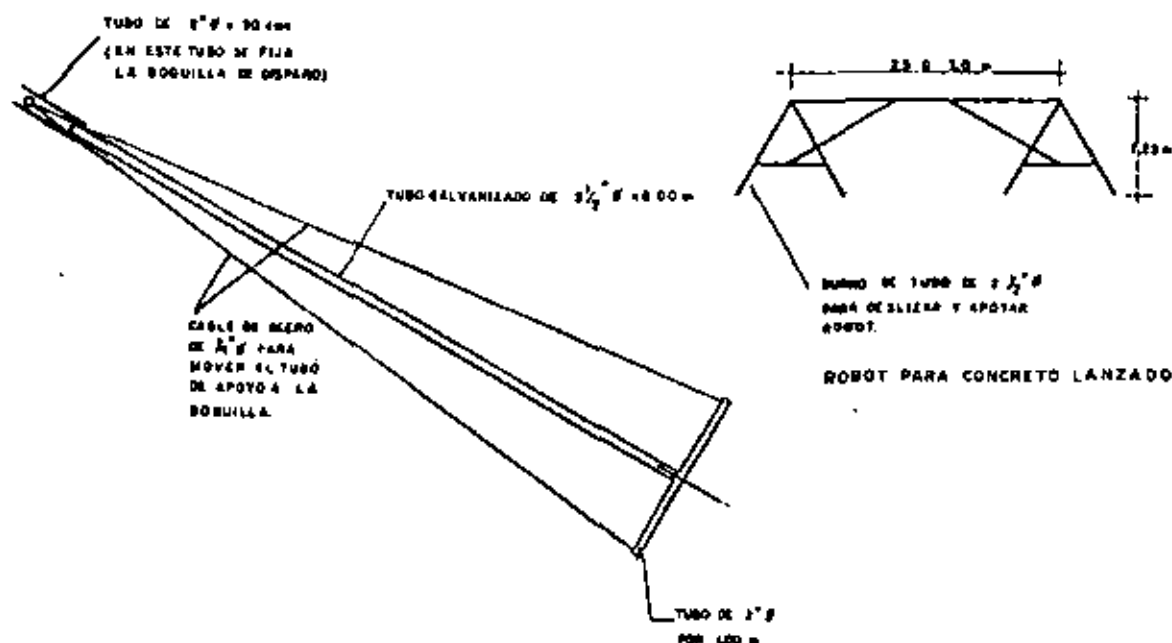
Se deben colocar maestras a espaciamientos de 1.5 a 2 m. para controlar el espesor del concreto en forma aproximada. Para certificar el espesor deben perforarse unos tres barrenos de 64mm. (2 1/2") por ciclo, en puntos elegidos al azar y en zonas críticas.

A su vez, deben realizarse pruebas de resistencia y de control de agregados (calidad y granulometría), periódicamente.

La instrumentación con celdas de presión, extensómetros y puntos de referencia es, en ciertos casos, de primordial importancia para seguir paso a paso el comportamiento del sistema de concreto lanzado en roca.

#### 1-14. LANZADO MECANIZADO

En ciertas aplicaciones se ha mecanizado el lanzamiento de concreto. Stabilator AB de Suecia, aprovechando la regularidad de la excavación con máquina tuneladora en el túnel carretero de Heitersberg, en Suiza, (11 m. de diámetro), diseñó y puso a funcionar una estación automatizada de lanzamiento con brazos robots dirigidos desde un tablero de control. De este mismo tipo es el diseño de los brazos robots que han tenido gran aceptación en Europa, sobre todo en Suecia, ya que permiten al lanzador estar operando la boquilla a distancia, fuera de la zona de peligro de desprendimientos, y alejado del polvo y el impacto directo del rebote. La casa EIMCO también fabrica otro tipo similar de "robots". En la obra ya mencionada de la Ciudad de México, se construyeron unos "robots" elementales, no tan elaborados como los originales, que resultaron muy útiles en el lanzamiento de zonas que granaban o estaban en proceso de desprendimiento.



## 1-15. SOPORTES COMPLEMENTARIOS

Cuando la masa de roca es competente, pero está formada por bloques relativamente grandes que pueden desprenderse en piezas individuales, es aconsejable utilizar anclas o pernos de tensión, para evitar el desprendimiento. Estos pueden usarse en combinación con el concreto lanzado, el cual sella las juntas entre bloques e impide o retrasa el aflojamiento.

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 expansor, es recomendable usar anclas de adherencia. Estas pueden ser del tipo PERFO, o 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 16mm. (5/8") a 25mm. (1") de diámetro de longitudes variables entre 1.20 y 3.0m. 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 éste funciona como el concreto convencional que sin refuerzo de acero soporta poca tensión. En realidad, el concreto lanzado tiene una resistencia a la tensión que es 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. Por ello, en una gran cantidad de casos puede trabajar como soporte sin refuerzo alguno. En la técnica sueca generalmente se prescinde de la malla; en la técnica austríaca sólo se utiliza ocasionalmente, ya que se prefiere el trabajo combinado de anclas y concreto lanzado.

En lo posible debe evitarse el empleo de la malla porque presenta estos inconvenientes:

— Liga grandes tramos de concreto lanzado; si una porción tiende a fallar y desprenderse, por presiones o deficiencias locales, tiende a arrastrar todo el resto

provocando una falla general o de gran magnitud, que de otra forma hubiese sido reducida.

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

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

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 vanos o huecos dejados por la detonación en zonas de debilidad 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 muy sobrado.



## 2. APLICACION DEL CONCRETO LANZADO EN LAS EXCAVACIONES DEL SISTEMA DE DRENAJE PROFUNDO DE LA CIUDAD DE MEXICO.

### 2-1. ANTECEDENTES.

Antes de 1962 no se había utilizado concreto lanzado en obras de ingeniería civil en México; pero sí se había usado en algunos casos la "gunita". Por esas fechas se repararon los túneles de Tequisquiác, 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 BSM de doble cámara a presión.

En 1968 se empezó a aplicar 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 primer frente mencionado contaba con un jumbo de barrenación con plataforma deslizante en el piso superior, diseñado para poder traslapar la actividad de lanzado con las actividades de rezaga y de barrenación. En 1969 se abrieron dos frentes más de concreto lanzado en los tramos 2-3 y 2-1 del Emisor. A partir de 1970 se extendió la aplicación de este sistema a varios otros frentes, hasta llegar a tener en 1971-1972, veinte frentes simultáneos de concreto lanzado (en el período de mayor actividad de excavación) y treinta y seis frentes en total donde se aplicó el sistema.

El volumen lanzado supera los 225,000m<sup>3</sup> de mezcla seca pasada por la máquina, (que fue la unidad de medida utilizada para estimar la obra ejecutada). La mayor parte de este volumen se lanzó en los años 1971, 1972 y 1973, por lo que fue necesario contar con una organización del trabajo a la medida de las necesidades de producción.

Hasta la fecha ha sido la aplicación subterránea de concreto lanzado de mayor volumen y con mayor concentración de equipo en el mundo.

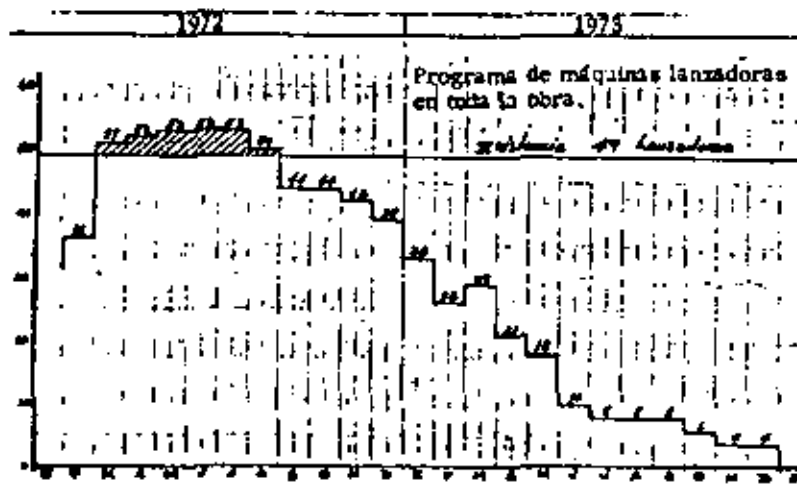
## 2-2 ORGANIZACION

Se contó para el control de calidad y para el diseño con la asesoría de la firma Mason, Stewart y Dolmage de Canadá, que fue la introductora de la técnica del concreto lanzado en norteamérica y la que asesoró las primeras aplicaciones en los frentes de la lumbrera 0 del Emisor.

En la capacitación del personal y en el aspecto operativo de la producción del concreto lanzado se contó con el auxilio de la firma sueca Stabilator AB que también había participado en las primeras aplicaciones antes dichas. Durante el período de mayor producción, Mason mantuvo a un ingeniero de planta en la obra, y Stabilator a un ingeniero y a seis sobrestantes. Con esta combinación de asesorías, se aplicaron, en donde más convino a la obra, principios de los métodos austriaco y sueco, con los ajustes locales.

La obra se organizó, para el empleo del concreto lanzado, en grupos de producción y en un grupo de diseño, control de calidad y coordinación. Los grupos de producción eran brigadas de lanzado adscritas a los frentes de excavación, 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 el túnel. Se procuró tener dos carros tolva alimentadores y dos lanzadoras por frente de lanzado.

	LANZADORAS	CARROS DE AGREGADOS
L-11 Due.	1 BSM	2
L-00-13 C.	1 REED	1
L-2 2-4	2 REED	3
L-4, 4-3	2 ALIVAS	2
4-5	2 ALIVAS	3
L-5, 5-4	2 REED	2
5-6	2 REED	3
L-6, 6-5	2 ALIVAS	3
6-7	2 ALIVAS	3
L-10 10-9	2 BSM	3
10-11	1 BSM	2
L-11, 11-10	2 REED	2
11-12	2 REED	3
L-12, 12-11	2 ALIVAS	3
L-14, 14-13	2 BSM	3
L-15, 15-14	2 BSM	2
15-17	1 BSM	3
L-17, 17-15	2 BSM	2
17-18	1 BSM	3
L-18, 18-17	2 REED	2
18-19	1 REED	1
L-19, 19-18	2 REED	1
19-20	1 REED	1
L-10, 20-19	2 REED	1
20-F	1 REED	1
POTAL	1 REED	-
T.M.C.	1 REED, 2 ALIVAS	-
	1 BSM.	-
TOTALES	22 REED, 12 ALIVAS	
	13 BSM.	
	(existencia presente)	54
		(existencia 45)



1.- El plan propuesto de distribución de maquinaria se hizo con el criterio siguiente: una BSM por frente, más una extra por lumbrera; dos REED por frente para asegurar una siempre operando; dos ALIVAS por frente para dar la producción adecuada; cinco alivas por lumbrera de producción (dos por frente y una extra), y una como infante en frentes de protección.

El grupo de control, llamado Gerencia de Concreto Lanzado, estaba formado por un Gerente, los asesores, un laboratorio de control de calidad, un auxiliar técnico, un auxiliar de maquinaria, tres inspectores de tramo y diez inspectores de frente. Este grupo formuló las especificaciones generales, los diseños del concreto lanzado en cada tramo, los instructivos de operación, catálogos de partes y máximos de refacciones de cada máquina, las normas de calidad y los controles; coordinó la

provocando una falla general o de gran magnitud, que de otra forma hubiese sido reducida.

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

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

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 vanos o huecos dejados por la detonación en zonas de debilidad 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 muy sobrado.

## 2. APLICACION DEL CONCRETO LANZADO EN LAS EXCAVACIONES DEL SISTEMA DE DRENAJE PROFUNDO DE LA CIUDAD DE MEXICO.

### 2-1. ANTECEDENTES.

Antes de 1962 no se había utilizado concreto lanzado en obras de ingeniería civil en México; pero sí se había usado en algunos casos la "gunita". 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 BSM de doble cámara a presión.

En 1968 se empezó a aplicar 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 primer frente mencionado contaba con un jumbo de barrenación con plataforma deslizante en el piso superior, diseñado para poder traslapar la actividad de lanzado con las actividades de rezaga y de barrenación. En 1969 se abrieron dos frentes más de concreto lanzado en los tramos 2-3 y 2-1 del Emisor. A partir de 1970 se extendió la aplicación de este sistema a varios otros frentes, hasta llegar a tener en 1971-1972, veinte frentes simultáneos de concreto lanzado (en el período de mayor actividad de excavación) y treinta y seis frentes en total donde se aplicó el sistema.

VI.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO REALIZADO.  
(Complementaria con la hoja de Descripción Geológica).

a) Condiciones del terreno: Tipo de roca, localización y espacio  
cimiento de fracturas, cantidad de agua, descripción del ---  
perímetro tronado y del perfil del tramo avanzado, V.gr. regu-

lar, irregular o runoso, etc. La poca encontrada en la frente  
y en paredes, es del tipo andesita, de poca fracturada, lo cual no  
ofrece ninguna seguridad para poder trabajar con seguridad.  
Se aprecia poca agua en el interior y superficial, en el lado  
derecho, el perfil tronado es de forma irregular

b) Cantidad de adelantación, en el perímetro y en el perfil --  
longitudinal), promedio 35 m.

c) Condiciones del lanzado, Buenas

1.- Indicar desde donde se hizo el lanzado, la clave? De boquetes y  
jumbo y las paredes? de jumbo y piso natural

2.- Presión del aire 4 kg/cm<sup>2</sup> distancia de boquilla 2 m.  
ángulo del lanzado 90° y 75° tiempo del fraguado 60 seg.

3.- Observaciones de la calidad Buena

4.- Condiciones de maquinaria y equipo de lanzado y consumo de ---  
relaciones y accesorios (incluir equipo en operación, en repara-  
ción y en espera u ocioso) Trabajó en buenas condiciones  
el equipo y maquinaria, se les ha indicado a los opera-  
rios de las labores que se debe hacer la prevención de

mejor en buenas condiciones estas maquinarias se han limpiado  
cada una vez que hay paradas y se les da un  
mantenimiento preventivo

5.- Interrupciones y tiempos perdidos (lanzado) \_\_\_\_\_

VII.- DESCRIPCIÓN DEL CICLO.

a) Actividades y tiempos (anotar los traslapes) \_\_\_\_\_

1.- BARRERACION: De 1300 - 1403 hs. De 2005 - 2100 hs.

2.- CARGA: 1435 - 1459 hs. 2145 - 2230 hs. 2-TRONADO: 1520 hs.  
2240hs. 2250-2300hs. 1530-1630hs.

5. LANZADO: 1700-1930

b) Equipo y personal del concreto lanzado en túnel y superficie--  
(Número de gentes y puestos. Dar una relación detallada la pri-

ra vez y cada vez que haya cambios). EQUIPO EN TUNEL: 3 OLIVAS  
2 en el frente y en construcción de interceptores, 2 Talvas  
312-7001 y 312-7003. PERSONAL: 1 cabe de la-e, 2 loms. 2  
Aytes de loms. 1 op. de oliva 2 Aytes. de op. de oliva

c) Descripción del sistema de adura y del procedimiento de instala-

ción. Se continúa colocada en las longitudes  
a base de borus de 1 1/4" recibiendo al interior el acero  
en esta ocasión no se colocaron varillas de concreto en pe-  
tidios cada 2.00 mts.

d). Trabajo de lanzado en otras localizaciones aparte de los fren-  
tes: (indicar ordenamiento, características del trabajo y toques  
lanzadas).

VIII.- INVENTARIO DE MATERIALES, REFACCIONES Y ACCESORIOS PARA EL  
CONCRETO LANZADO DESCRIPCIONES Y CANTIDADES. (movimientos de

almacén y de bodegas o depósitos de materiales)  
No hubo movimientos de almacén

IX.- OBSERVACIONES:

de 5h Durante el turno del día no se lanzó se estuvo  
barrenando para salidas de agua y terminando de  
recibir el marro. Se barrenó la media sección de  
17h arriba de 12.15 y trajo 15.15 hasta las 16.45  
no se lanzó el concreto.

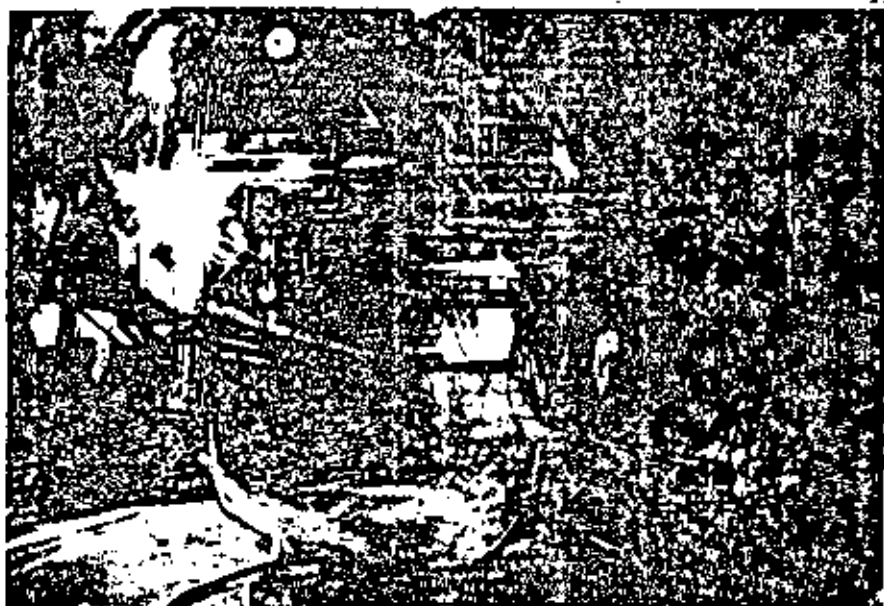
REVISÓ:



SUPERVISÓ:

Ing. Alfonso Rojas Hilo 2.

adecuadas. Lo mejor en túneles de más de 6m. de altura es lanzar desde una plataforma deslizante adaptada al jumbo de barrenación, en su piso superior, de manera que libre la parte alta de la pila de rezaga, para ello conviene que ésta sea ni excesivamente alta ni excesivamente extendida, así el jumbo puede arrimarse lo más posible a la frente recién tronada.

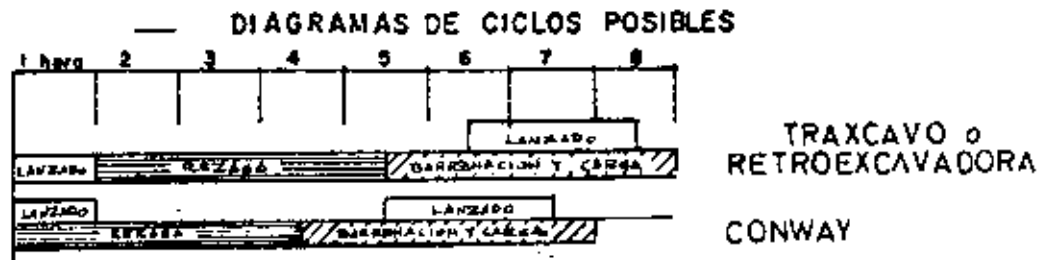


Hay jumbos especialmente diseñados para que se pueda estar rezagando mientras desde la plataforma superior se está lanzando; esto acorta notablemente los ciclos de trabajo al poder traslapar parcial o enteramente las actividades de ademe y de rezaga.





En varios frentes de la obra del Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se emplearon jumbos diseñados pra poder obtener dicho traslape; con las rezagadoras Conway (Goodman 100), el traslape de ademe y rezaga fue mayor que donde se emplearon traxcavos o palas.



La aplicación en el arco debe empezar pegada a la frente, que es donde más interesa impedir el aflojamiento. Este concreto lanzado debe ser capaz de soportar la detonación siguiente sin desprenderse, cuando apenas tenga unas dos horas de edad. El espesor final puede completarse después, desde el mismo jumbo, mientras se está barrenando para el siguiente ciclo, y antes de que trascurren 24 horas de la tronada. A menos de que tengan problemas de estabilidad particulares, las paredes pueden lanzarse de una sola vez, durante la barrenación siguiente, desde las plataformas laterales del jumbo y desde el piso. Una zona de atención especial es el arranque del arco, donde se presenta la junta del concreto de la bóveda con el de las tablas o paredes; el lanzado ahí debe ser de particular alta calidad para garantizar el apoyo del arco y la continuidad estructural. Esto es difícil de lograr en el procedimiento de ataque a media sección y banqueo, cuando no se cuenta con jumbo o con andamios portátiles, y se lanzan todas las tablas desde el piso.

### 1-13 CONTROL DE CALIDAD

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 que pueden acarrear fatales consecuencias.

Se deben colocar maestras a espaciamientos de 1.5 a 2 m. para controlar el espesor del concreto en forma aproximada. Para certificar el espesor deben perforarse unos tres barrenos de 64mm. (2 1/2") por ciclo, en puntos elegidos al azar y en zonas críticas.

A su vez, deben realizarse pruebas de resistencia y de control de agregados (calidad y granulometría), periódicamente.

colocadas en barrenos de 2 ó 3 m. de profundidad rellenos de un mortero espeso inyectado con bomba; la separación varió entre 1.50 y 2.50 m. En algunos tramos se usaron anclas de expansor huecas, ya comentadas antes; el expansor servía no para dar tensión sino para detener el ancla en posiciones difíciles. La efectividad de las anclas fue demostrada tanto por la estabilidad del túnel como por los resultados de numerosas pruebas de extracción.

**RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE COMPRESIÓN SIMPLE A QUE SE SOMETIERON LAS MUESTRAS DE LECHADA DE INYECCIÓN, DE LAS ANCLAS DE FRICCIÓN TIPO GS-7 INSTALADAS ENTRE LAS LUJERAS 15 Y 17 DEL ENFOSO CENTRAL.**

Localización de la lechada muestreada	Fecha de muestreo	Resistencia a la compresión simple en kg/cm <sup>2</sup> a la edad de			Observaciones
		1 día	3 días	7 días	
L15 + 700	3-V-73	-	-	97	
L15 + 700	3-V-73	20	60	149	
L15 + 700	25-IV-73	-	-	223	
L15 + 565	25-IV-73	-	-	145	
L15+ 565	25-IV-73	30	75	232	
L17 - 2340	16-V-73	57	127	70	Nota 1

Nota 1.- Aparentemente la lechada no se mezcló uniformemente.

**RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE COMPRESIÓN SIMPLE A QUE SE SOMETIERON LAS MUESTRAS DE LECHADA DE INYECCIÓN EN LAS ANCLAS DE FRICCIÓN TIPO GS-F**

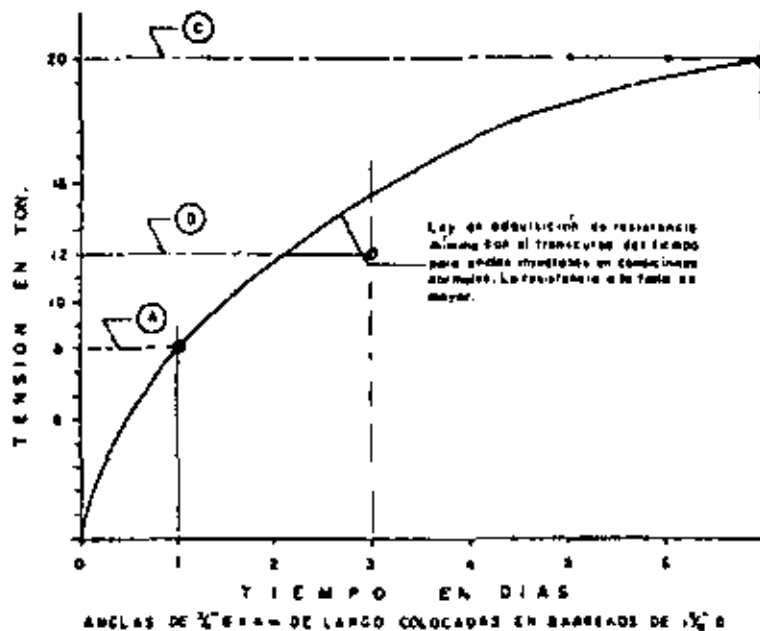
LAPSO DE PRUEBAS DEL 3 DE OCTUBRE AL 7 DE NOVIEMBRE DE 1972

Localización de la lechada muestreada			Fecha de muestreo	Resistencia a la compresión simple en Kg/cm <sup>2</sup> a la edad de:		
Luja	Fronte	Cadenamiento		1 día	3 días	7 días
5	56	04725	3-X-72	31	60	216
4	65	04180 (muro)	3-X-72	48	163	226
5	54	04500	10-X-72	58	129	209
5	56	04750	10-X-72	42	102	183
5	54	04595	24-X-72	23	67	115
6	65	04240	24-X-72	20	53	113
5	54	04630	31-X-72	106*	106*	88*
5	56	04810	31-X-72	60	106*	117*
5	54	04660	7-XI-72	118	130	178

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE EXTRACCION EFECTUADAS EN LAS ANCLAS DE FRICCION TIPO GS.F COLOCADAS ENTRE LAS LUMBRERAS 15 y 17 DEL EMISOR CENTRAL. TODAS LAS ANCLAS RESORTADAS SON DE 3/4" x 4.0m DE LARGO COLOCADAS EN BARRIDOS DE 1.5/8" .

Localización del ancla probada	Fecha de prueba	Tiempo de inyectadas (días)	Tensión Máxima aplicada al ancla (ton)	Observaciones
Caído L15 + 700	17-IV-73	5	17	Nota 1
Muro Este	"	5	20	Nota 1
Caído L15 + 700	24-IV-73	7	20	Nota 2
Muro Este	"	7	20	Nota 2
L15 + 573	9-V-73	6	20	Nota 2
Muro Este	"	6	20	Nota 2
"	"	6	20	Nota 2
L15 + 573	16-V-73	7	12	Nota 2
Muro Este	"	7	20	Nota 2
L17 -1167	18-V-73	1	8	Nota 2
Muro Este	"	1	8	Nota 2
L17 -1524	6-VI-73	5	20	Nota 2
Muro Oeste	"	5	20	Nota 2
L17 -1526	6-VI-73	5	20	Nota 2
Muro Este	"			
L17 - 434	15-VI-73	1	8	Nota 2
Muro Este	"	1	8	Nota 2
"	"	1	8	Nota 2

Nota 1.- La prueba se suspendió, ya que aparentemente el ancla estaba fallando y dado que se había superado la tensión mínima requerida, no tenía que jeto fallaría.  
 Nota 2.- La prueba se suspendió sin que el ancla fallara.



RESULTADOS OBTENIDOS EN PRUEBAS DE EXTRACCION DE ANCLAS

Localización de las anclas probadas	Tiempo de inyectadas (días)	Longitud del ancla (m.)	Tensión máxima aplicada al ancla (ton)	Observaciones
L5 Fre. 54 04520 (Oct. 17, 72)	7	1.0	11.5	Falló en la cuerda de sujeción.
L6 Fre. 65 04260 (Nov. 14, 72)	7	1.0	16.0	Falló en la cuerda de sujeción.

RESULTADOS OBTENIDOS EN PRUEBAS DE EXTRACCION DE ANCLAS

Localización de las anclas probadas	Tiempo de inyectadas (días)	Longitud del ancla (m)	Tensión máxima aplicada al ancla (ton)	Observaciones
L6 Fre. 67 Cod. 04510 Muro oriente	+7	2.7	5	Zona en que el material es muy arenoso y está fracturado.
L5 Fre. 56 Cod. 04390 04532	+7 +7	2.7 2.7	20 4	Nota 1 Aparentemente estuvo mal inyectada.
Muro oriente Cod. 04580 Muro poniente	+7	2.7	15	Falló entre la lechada y la varilla.
L5 Fre. 54 Cod. 04620 04700	+7 +7	2.7 2.7	0 20	No estaba inyectada. Nota 1
Muro poniente Cod. 04500 Muro oriente	+7	2.7	20	Nota 1
L6 Fre. 65 Cod. 04135 Muro oriente	+7	2.7	20	Nota 1
Cod. 04150 Muro poniente	+7	2.7	20	Nota 1
L5 Fre. 56 Cod. 04920 Muro poniente	+7	2.7	13	Presentan inyección deficiente.
Cod. 04910 Muro oriente	+7	2.7	6	

Nota (1) Prueba suspendida a las 20 Ton. capacidad máxima del equipo de prueba.

**RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE COMPRESION SIMPLE A QUE SE  
SOMETIERON LAS MUESTRAS DE LECHADA DE INYECCION DE LAS ANCLAS DE FRICCION TIPO GS-F  
LAPSO DE PRUEBAS DEL 13 DE NOV. DE 1972 AL 12 DE ENERO DE 1973**

<u>Localización de la lechada mostrada</u>			<u>Fecha de muestreo</u>	<u>Resistencia a la compresión simple en Kg/cm<sup>2</sup> a la edad de:</u>		
<u>Lumbrera</u>	<u>Frante</u>	<u>Codenomiento</u>		<u>1 día</u>	<u>3 días</u>	<u>7 días</u>
5	54	04674	13-XI-72	17	81	122
5	54	04674	13-XI-72	17	53	106
5	54	04840	4-I-73	20	121	149
3	56	04980	4-I-73	20	82	128
6	65	04461	5-I-73	93*	108*	124

Entre las lumbreras 9A y 11 (serie Tepetzodán), el concreto lanzado se usó junto con marcos metálicos y tornapuntas (viguetas H de 15 cm. (6") a separaciones de 1 a 1.5 m.), para resistir empujes del terreno. Estos empujes fueron causados por expansión de minerales montmoriloníticos presentes en el material excavado, que era un producto de descomposición y devitrificación de tobas riolíticas e ignimbritas. El concreto se colocaba primero, después los marcos y tornapuntas, que se castigaban con madera y, en algunos tramos se volvía a lanzar para ligar los marcos formando bóvedas de concreto entre ellos. Aunque la opinión de los asesores fue la de usar solamente concreto lanzado y anclas en este tramo, se prefirió el sistema dicho por las dificultades prácticas encontradas. Cuando se usaron los marcos metálicos sin concreto lanzado o cuando éste era de un espesor delgado, se presentaron desplazamientos de los marcos y fracturamiento del concreto. Hubo tramos que se tuvieron que reademar dos y tres veces.

En las series Huehuetoca y Sincoque, entre las lumbreras 14 y 18, la roca fue, en general, de buena calidad (andesitas y basaltos), salvo pequeños tramos problema en que aparecía una arcilla muy compacta menos competente que la roca, por lo que fue posible emplear la técnica sueca de colocar un pequeño espesor de concreto lanzado en toda la superficie y rellenar las esquinas y fracturas con espesores de 10 a 30 cm. (4" a 12"), para evitar el aflojamiento y deslizamiento de bloques. El método dió buenos resultados; en general, aunque el constructor cambiaba al ademe convencional de marcos metálicos y madera cuando encontraba agua o mal terreno con el objeto de mejorar el factor de seguridad.

En el tramo del túnel entre la lumbrera 18 y el Portal (margas calcáreas) se lanzó concreto sobre el ademe convencional de marcos metálicos con tornapuntas. Los frentes se avanzaron a media sección y banqueo, y el concreto se aplicó sólo para proteger al terreno del intemperismo; los asesores habían recomendado el uso de concreto lanzado y anclas en este tramo. En un gran caído que se produjo al estar rehabilitando el túnel, en un tramo donde no se habían puesto tornapuntas, se pudo emplear el sistema propuesto por los asesores para recuperar el tramo con muy buenos resultados, como se describe más adelante.

#### 2.4. COMPONENTES Y TECNICAS

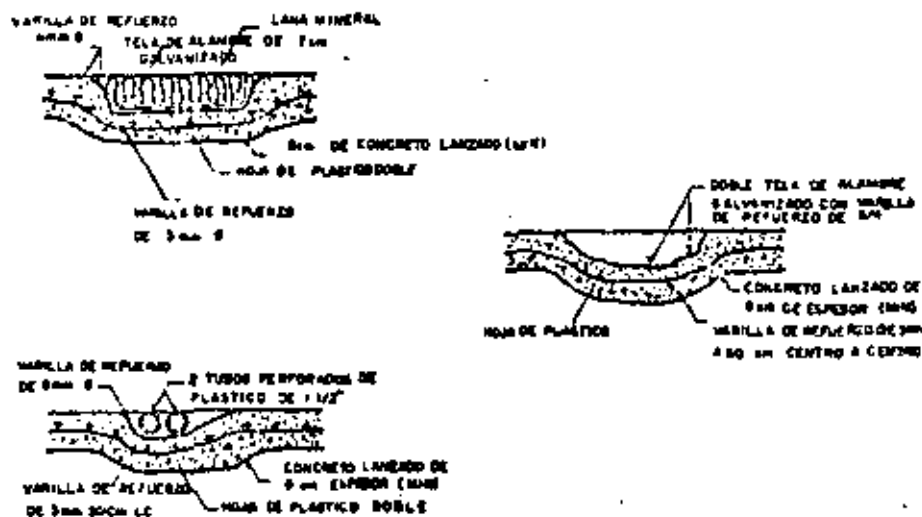
Aunque algo se ha mencionado al respecto en el inciso de Generalidades, conviene insistir sobre ciertos aspectos relevantes.

La cantidad de cemento por  $m^3$  de mezcla seca fue de unos  $450 \text{ kg}/m^3$ , que es alta pero plenamente justificada dada la baja densidad de los agregados y su calidad media (en la zona es imposible conseguir agregados de alta calidad). Los aditivos acelerantes fueron de muy alta calidad. Dieron tiempos muy cortos de fraguado inicial (inferiores al minuto) necesarios en las aplicaciones en terrenos con filtraciones o con material desgranable o deleznable de corto tiempo de autoporte. La pérdida de resistencia por el empleo de acelerantes fue aceptable (no mayor de 20%).

Bajo condiciones difíciles se usaba primero un concreto muy acelerado, aunque no fuese de alta calidad, para proveer de un soporte inmediato, sellando las juntas y fisuras de las rocas y asegurando los bloques menos estables y canalizando y drenando el agua. Después se completaba el espesor de concreto lanzado en capas de 5 a 15 cm. (2" a 6") con menos acelerante. Se lograba así el efecto de prolongar el tiempo puente o de autoporte de la roca.

Las filtraciones de agua se controlaban con la instalación de tubos de drenaje que eran simples nipples y tubos de PVC, algunos precedidos por pequeños barrenos colectores. Se controló más fácilmente el aguaproveniente de grietas o fracturas que el agua que transmitaba de formaciones porosas. En este último caso se recurrió a todo tipo de artimañas con tubos de drenaje, láminas, mallas y grandes cantidades de acelerante.





DISTINTOS METODOS DE DRENAJE PARA LANZADO DE CONCRETO EN TERRENO HUMEDO

## 2-5. EJEMPLOS SOBRESALIENTES

### LUMBRERA - 0

En la transición de Interceptores al Emisor en la lumbrera 0, se excavó en la zona intermedia entre la serie Guadalupe y la llamada zona de Transición del subsuelo de la Ciudad de México en formaciones más parecidas a las de esta zona que las de aquella, ya que eran tobas muy blandas (de 2 a 5 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia en compresión simple), y limos arenosos y arcillosos compactos con intercalaciones de arena limpia acuífera (20 a 30 lt/seg.), de hasta 60 cm. de espesor que es arrastrada por el flujo de agua. La excavación llega a alcanzar un ancho de 17 m. y una altura de 10 m. en el entronque. La excavación se hizo con paletas neumáticas en sección superior y banqueo (15 m. de largo). El ademe fue de 20 cm. (8") de concreto lanzado cubriendo toda la sección y anclas de adherencia de 2.5 m. de longitud separadas 3 x 3 m. en el arco y en las paredes. Esta sección se mantuvo sin refuerzo adicional hasta que se revistió cuatro años después. Adentrándose en los Interceptores se siguió excavando con este procedimiento en limos, cuya calidad empeoraba a medida que se penetraba en la zona de Transición del subsuelo antes mencionada. Por falta de control de las filtraciones, el piso fue siempre un problema porque a causa de la sobre-saturación era poco estable. El concreto lanzado del arco y las paredes no tenía una buena base de apoyo y hubo desprendimientos en las paredes y



algunos caídos. Sin embargo, estos tramos permanecieron también por algo más de tres años sin otro refuerzo que el concreto lanzado y anclas de adherencia, hasta que fueron revestidos. Las excavaciones con este procedimiento se suspendieron en estos tramos al presentarse caídos importantes en el frente en zonas de arenas acuíferas con arrastre por filtraciones no controladas. De haberse controlado el drenaje por bombeo, como se hizo en el ataque posterior con escudo, seguramente se podría haber avanzado más con concreto lanzado y refuerzo adicional de anclas como ademe.

En la excavación del tramo 0-2, en la serie Guadalupe, hubo algunos caídos, en zonas de fallas y brechas, que fueron recibidos con concreto lanzado, anclas y marcos y trabes de concreto lanzado para poder recuperar el túnel en una o dos semanas en lugar de uno, dos o más meses que se habría tardado de no haber contado con este sistema.

En el frente 4-5 del Emisor Central, se excavó en andesitas muy fracturadas relativamente sanas y estables pero con algunas zonas de falla. A través de las fracturas y en fallas se infiltraba una gran cantidad de agua (hasta 4 lt/seg/m) que dificultaba considerablemente el avance y que amenazaba con inundar el túnel al rebasar la capacidad de bombeo instalada. Se decidió entonces efectuar un tratamiento de impermeabilización tal, que el gasto de filtración se mantuviera siempre en un 30 % abajo de la capacidad de bombeo instalada. El tratamiento se efectuó desde un túnel piloto sin ademar, localizado al centro de la sección y adelantado 15 a 20 m. del frente de sección completa, y consistió en barrenos de exploración y de inyección distribuidos en aureolas al frente y radiales. Después de la inyección a alta presión, las infiltraciones se reducían lo suficiente para permitir el ataque a sección completa sin aumentar la capacidad de bombeo. El ataque a sección completa se llevaba con concreto lanzado como único ademe y con tubos de drenaje para localizar y canalizar los flujos de agua. El tratamiento se completaba en la excavación a sección plena con inyecciones de "piel" en las áreas donde todavía había flujos concentrados. El empleo del concreto lanzado como único soporte facilitó notablemente la inyección de "piel", ya que proporcionaba una cubierta continua de la roca y canalizaba el agua hacia los tubos de drenaje previamente instalados.



## 2.6. EFECTIVIDAD DEL CONCRETO LANZADO EN EL CONTROL DE CAIDOS.

En varias ocasiones el concreto lanzado se empleó no sólo para soportar una cavidad de derrumbe, una vez estabilizada naturalmente, sino para frenar de hecho el proceso del "caído". Esta cualidad fue tan ampliamente reconocida que aun frentes que no llevaban concreto lanzado como ademe principal estaban provistos de instalaciones y equipo de concreto lanzado para hacer frente a cualquier amenaza de caído.

El proceso de estabilización era el siguiente:

Se elegía una área segura detrás del caído que se reforzaba con un marco de concreto lanzado y malla. Desde esta zona protegida se introducía la boquilla al interior de la cavidad mediante un "robot" formado por un tubo de unos 7 m. de largo con un maneral en el extremo del lanzador que accionaba unos cables sujetos en el otro extremo a un soporte de pivote donde estaba sujeta la boquilla; el robot se apoyaba en una barra transversal con pasadores. El lanzado se empezaba en las áreas que más granaban, concentrándolo en las grietas y en las esquinas. Se iba formando el ademe de concreto de la boca de la cavidad hacia arriba, confinando poco a poco la zona que se caía hasta que cesaba de caer; entonces se terminaba de

lanzar y de refuerzo, generalmente con marcos de concreto lanzado y anclas. De esta manera fue posible recobrar frentes caídos en una o dos semanas que de otra forma habrían causado mayor demora.

El caído que se produjo al rehabilitar el túnel entre las lumbreras 20 y 21, en margas calcáreas, abarcó una longitud de 20 m., ancho de 10 m. y una altura de 14 m. Inmediatamente después de terminar de caer, se lanzó concreto en espesores de 15 y 20 cm. (6" y 8") seguido por refuerzo adicional de marcos de concreto lanzado, formando arcos y trabes, y de anclas de adherencia de 4 y 7 m. de longitud. El material desprendido se retiró cuidadosamente y se fue completando el concreto lanzado hasta la cubeta. No se requirió rellenar el hueco o adicionarle más soporte antes de dejarlo definitivamente revestido, varios meses después.

### 3.- CONCLUSION

El concreto lanzado demostró ser una herramienta primordial y utilísima en la excavación del Sistema de Drenaje Profundo de la Ciudad de México. Probablemente por primera vez en América, su aplicación abarcó una gran diversidad de condiciones difíciles de tuncleo, y aun en circunstancias de caídos, en terrenos blandos, en rocas muy fracturadas, en formaciones expansivas y plásticas y en presencia de grandes filtraciones de agua.

Ello se logró gracias a una muy efectiva combinación de cemento y acelerante para alcanzar tiempos de fraguado extremadamente cortos, y a una oportuna y eficaz coordinación de la producción y del control de calidad.

## REFERENCIAS

- Spray Concrete (Shotcrete)  
Section 12 Rock Mechanics  
Por E.E. Mason y R.E. Mason a publicarse por Van Nostrand, Reinhold & Company.
- Support Shotcrete in the Mexico City Drainage Tunnels, por R.E. Mason, artículo no publicado.
- Use of Shotcrete for Underground Structural Support. Publication SP-45, ASCE, 1973.
- Capítulo 8, "Shotcrete" de la publicación "Design of Tunnel Liners and Support Systems". Final Report 1969. Clearinghouse por D.U. Deere y al.
- Shotcrete Manual. Recopilación de varias publicaciones, hecha por A.A. Mathews.
- Especificaciones, instructivos y controles elaborados bajo el título de "Concreto Lanzado", Túnel, S.A. de C.V.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

LOS ACABADOS EN LA CONSTRUCCION

1982

La apariencia que guarden nuestros edificios será el reflejo de nuestra calidad de construcción en general.

Los acabados como parte muy importante de nuestro proceso constructivo se basan en la calidad con que los podamos construir.

Para esto es necesario que el constructor o supervisor conozcan los materiales, determinando cuáles son los más adecuados para cada uso; clasifique la mano de obra por contratante y se afinen o mejoren los sistemas constructivos por emplearse.

En este trabajo se le dá mayor importancia a los acabados más comunes y en forma especial a los relacionados con la construcción de vivienda económica o de interés social.

Para mayor utilidad de este trabajo el lector puede complementarlo anexando en cada sub-tema los acabados que con más frecuencia utiliza, acompañándolos de sus análisis de costos, con esto tendrá una información completa de cada acabado.

Este trabajo ha sido elaborado por el:

ARQ. ANDRÉS FUEYO CANOVAS

ACABADOS EN LA CONSTRUCCION

SUBTEMAS:

I.- CALIDAD.	1
II.- MATERIALES.	6
III.- DESCRIPCION.	51
IV.- NORMAS Y ESPECIFICACIONES.	51
V.- PROCESO CONSTRUCTIVO.	51
VI.- ACEPTABILIDAD.	51
VII.- FORMA DE PAGO.	51
VIII.-SUPERVISION.	89

## I.- CALIDAD DE LOS ACABADOS.

### CALIDAD.

La calidad de las obras dependen de los siguientes elementos:

- 1) Materiales.
- 2) Mano de obra.
- 3) Procedimiento constructivo.
- 4) Proceso constructivo.

#### 1) MATERIALES.

Los materiales empleados en las obras INFONAVIT, deberán de ser de una misma calidad y especificaciones, no admitiéndose diferencias de calidad en los materiales que son suministrados por proveedores que tienen convenios con INFONAVIT. El Contratista es el responsable de lograr esta uniformidad de calidad y especificación, para la cual, si lo considera necesario, hará pruebas de calidad de los materiales o productos que reciba, y debe rechazar los que no pasen dicha prueba, ya que es el responsable de la calidad de la vivienda terminada.

El supervisor, con base en los reportes de laboratorio, deberá ordenar el retiro de los materiales que no hayan pasado dichas pruebas.

En el momento de mostrar una etapa en la obra, verificará que no se hayan empleado materiales de mala calidad, y si éstos fueron empleados ordenará la suspensión de la obra hasta que se lleven a cabo las correcciones o sustituciones necesarias.

Para verificar la calidad de estos materiales puestos en obra, el supervisor podrá solicitar al laboratorio que se obtengan las muestras necesarias. Si las pruebas de laboratorio indican que las deficiencias fueron corregidas, se le pagará al contratista los resanes y gastos de laboratorio ocasionados por el muestreo, si las pruebas fueron negativas todos los gastos en que se incurra serán por cuenta de la contratista, y se procederá de acuerdo con las instrucciones mercadas en los párrafos anteriores. (Repetir muestras por módulos de 5 viviendas).

#### 2) MANO DE OBRA.

La calidad de la mano de obra se definirá en base a las tolerancias establecidas en las especificaciones, no debiendo confundir la deficiencia de mano de obra con la falta de herramientas adecuadas para su realización. La supervisión de la Contratista deberá chequear que todos los trabajos que se realizan, no reboten las tolerancias especificadas (desplomes, desviaciones de ejes verticales u horizontales, espesores de juntas, calidad de acabados en albañilería, etc), en caso de que esto suceda deberá proceder a hacer las correcciones necesarias.

#### 3) PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

Es el sistema que se realiza en cada una de las partes de la obra y su calidad dependerá no solo de los materiales y mano de obra, sino también y en forma muy importante de las herramientas, equipos y preparaciones previas para la realización de la etapa de obra (niveles, limpieza, compactación, vibrado, etc), preparación que generalmente es la que se revisa en forma permanente por la supervisión, y que deberá estar a cargo de la contratista.

#### Como verificar la calidad de:

##### Acabados.

##### Aplanados de mezcla o yeso:

Estos deberán estar a plomo o nivel.

No deberán tener espesores mayores de 2 cm.

Cuando estén aplicados sobre superficies de concreto, éste deberá estar debidamente picado.

Los boquillas o remates deberán estar perfectamente perfilados.

##### Fisos.

Deberán estar a nivel, salvo donde se marque pendiente.

Los cortes para ajuste, deberán ser a máquina cuando se trate de mosaico o azulejo, deberán estar perfectamente lechados, no permitiéndose juntas mayores de 1.5 mm., y el material deberá ser de acuerdo con lo especificado.

##### Lambrinas y Recubrimientos.

Deberán ser de la calidad especificada y colocadas a plomo.

Los cortes para ajuste, deberán ser a máquina, debiendo estar perfectamente lechados, no permitiendo juntas mayores de 1.5 mm., y el material de acuerdo con lo especificado.

#### 4) PROCESO CONSTRUCTIVO.

La alteración del orden lógico de ejecución de las obras, trae por consecuencia riesgos de deterioro y la pérdida parcial de obra, obstrucción los labores que sí deben estar en secuencia, provoca zonas abandonadas, distrae recursos de la empresa y finalmente atrasa la obra y afecta la calidad.

Además la contratista realizará erogaciones fuera de control que pretenda cobrar según su ingenio, dado los daños y efectos negativos que esto ocasiona.

No se deberá considerar esta obra en las etapas de muestreo.

Obra no integrada debidamente por falta de ejecución de detalles, por errores de obra o por los que surgen en el proceso normal por los procedimientos usados, o bien por no haber realizado otras actividades complementarias en conceptos íntimamente ligados, de suerte que afrezca riesgos de deterioro en alguno de los trabajos realizados, en la formulación de paquetes se debe prever.

De un modo u de otro, los trabajos en estas condiciones no se considerarán para fines de muestreo, ni se computará como avance real de obra.

Como las muestras pueden o no coincidir con paquetes para fines de estimación, los paquetes se pagarán de acuerdo con su realización en tiempo, considerando este pago como un pago a cuenta pero que la contratista continúe con la obra y no como una aceptación de la calidad de la etapa realizada.

La verificación de la calidad se hará a través de los muestreos.

Solo a la liquidación de la obra se requiere para su autorización que se haya realizado el último muestreo que dará la seguridad de que la obra realizada cumple con las normas y especificaciones marcadas por el INFONAVIT. Esta recepción no libera a la Contratista de la responsabilidad de reparar todas aquellas fallas ocultas que durante el tiempo de garantía se manifiesten, no lo liberará de las responsabilidades de la estabilidad de la vivienda aún cuando haya fenecido el plazo de garantía.

#### CRITERIO DE ACEPTACION DE OBRA.

- a) Atendiendo a la calidad, se podrá aceptar o rechazar un trabajo y dependiendo de esto se computará para avance efectiva de obra o no.

Para ello se basará la supervisión en las especificaciones predeterminadas, las tolerancias de error y los rangos de aplicación de las mismas.

El juicio sobre este aspecto, lo basará en las observaciones directas de obra, en cuanto a materiales, obra de mano, procedimientos y organización de la Constructora y contará además con el apoyo de laboratorios para realizar las pruebas necesarias y en su caso con asesoría técnica tanto del Instituto como externa.

Como indicadores universales de calidad, tomaremos los siguientes, sin que por ello se quiera limitar otros aspectos.

1. Materiales de acuerdo a las especificaciones atendiendo a sus características físicas, químicas, aspecto e índices de deterioro o contaminación y la comparación pertinente.
2. Obra de mano en apoyo también a especificaciones y su comparación con resultados, de acuerdo a tolerancias y rangos.
3. Aspecto dimensional de acuerdo al proyecto y los resultados de interpretación del mismo y la efectividad de trazo de obra en todos sus aspectos.



Este material ha sido empleado desde época inmemorial, y su uso ha sido constante a través de los siglos. Los ladrillos comunes se hacen con arcillas que contienen una pequeña proporción de arena, no debiéndose usar únicamente arcillas plásticas en su fabricación, pues los ladrillos sufren una gran contracción y deformación al pasar por el proceso de cocimiento. A la pasta de be mezclarse arena o margas calcáreas en proporción no mayor de una quinta parte del total, y sólo cuando falte plasticidad a las arcillas se le podrán mezclar arcillas plásticas o, en su defecto, margas o calizas. La arcilla más conveniente para la fabricación es aquella que contiene 45 a 80 partes de sílice; 15 a 40 de alúmina y menos de 18% de agua.

Una vez preparada la mezcla se le va añadiendo agua y se va pisando o batiendo con objeto de darle la mayor homogeneidad posible y quitarle los guijarros que contenga, adicionándole la arena o elementos necesarios para mejorarla. La masa así preparada es moldeada en pequeños moldes sin fondo que se colocan sobre un piso de arena para evitar la adherencia de la arcilla al piso, pudiendo ser estas gaberetas para dos, cuatro, seis y hasta ocho piezas. La pasta es allí comprimida a mano, retirando la gabera después de un corto tiempo y dejando los ladrillos crudos en el suelo, donde permanecen en un proceso de secado natural.

Generalmente son apilados en muros de poca altura y con cuatropiesos tales que permiten la circulación de aire por todas sus caras, asegurando en esta forma un secado uniforme. Para proceder al horneado de estas piezas, es preciso que se encuentren perfectamente secas, pues si son horneadas cuando contengan todavía un porcentaje alto de humedad, se deforman y tuercen perdiendo su forma original. El tiempo de reposo correcto para este material es de dos a tres meses.

HORNEADO.- En los hornos se disponen los ladrillos por capas sucesivas encontradas, con objeto de que el fuego las envuelva y la cocción sea uniforme y, con objeto de evitar que en el centro reciba más calor que a los lados, es preciso que la flama y el calor pasen entre sus paredes, por lo que se necesita cierta habilidad para disponerlos dentro del horno.

Una vez lleno éste, se procede a su calentamiento lentamente, con objeto de que el calor suave acabe de secar los ladrillos, y se va activando el fuego paulatinamente hasta que se considera que el contenido del horno está suficientemente caliente; en ese momento, es detenido el fuego y sellado el horno no abriéndose éste hasta que se juzgue que se ha enfriado su contenido lentamente, pues de otra manera un enfriamiento brusco ocasionaría que las piezas así obtenidas fueran frágiles y quebradizas. El tiempo de cocción varía según la capacidad del horno, pero en hornadas comunes, que son las de 50 millones, debe ser de 10 a 12 días dedicándose cinco días para su enfriamiento.

Hay tres clases de tabique: el tierno de un color anaranjado, color que puede deberse a falta de cocción o porque tenga más arena de la indicada; el recocho, que es de un color amarillado, debido a un exceso de cocción y que por lo general es un tabique

## II. - MATERIALES PARA LOS ACABADOS:

- a) ALEATORIA DE ACABADOS
- b) YESERIA Y PINTURA
- c) CARPINTERIA
- d) VIDRIERIA
- e) DIVERSOS.

## BLOQUES HUECOS DE BARRO COMPRIMIDO

eforme y con características muy especiales; y, finalmente, el cocido, que es el de mejor calidad, de un color rojo parejo - en el cual la cocción ha sido uniforme, sus medidas también son uniformes y es el que más ventajas presenta para su uso. Un buen tabique debe tener las siguientes cualidades: ser uniforme de color y textura, uniforme de cocción de dimensiones, honoro, y tener un porcentaje de un 15 a 20% de absorción de humedad. Las dimensiones que deben tener los tabiques para una conveniente colocación en muros son las siguientes: el largo debe ser igual a dos veces el ancho más un espesor de junta, o cuatro espesores y tres juntas y el ancho dos espesores y una junta.

La medida de los tabiques más usados en la Ciudad de México es la 7 x 14 x 28 cms. teóricos, pues en realidad son un poco más pequeños. El ladrillo o loseta se fabrica un tamaño de 2 x 14 x 28 cms. teóricos. Se ha dado la anterior denominación, pues así como se conocen en la Ciudad de México estos materiales; el ladrillo es el de menor tamaño y es una verdadera loseta, y el tabique es el que generalmente se conoce en otras partes con el nombre de ladrillo.

Esta industria fabrica una serie muy grande de este tipo de piezas, por lo que siempre debe tenerse un especial cuidado en seleccionar la correcta, dependiendo del uso a que vaya a estar destinado el material. En la ilustración correspondiente aparecen los diversos bloques perforados verticales, el horizontal, el denominado block rojo, así como la cornisa comprimida y sus distintos tamaños de fabricación.

**FABRICACION.-** Estos materiales se hacen siguiendo exactamente el mismo proceso usado en la fabricación de tabique comprimido, es decir, selección de los barro, molienda, tamizado, preparación de la pasta, prensado, secado, quemado y selección del material en primeras y segundas según su acabado. Su variación está, únicamente, en la boquilla y en la colocación. En el frente de la máquina de prensado, de unos puentes que dejan espacios libres paralelos a las paredes de la boquilla; al forzar la pasta a salir por estos espacios, se forma la pieza hueca de las dimensiones y formas deseadas. La columna que sale de la máquina es una columna hueca y al ser cortada en secciones quedan las piezas huecas según la forma de la columna, y de acuerdo con el tamaño del corte.

**CARACTERISTICAS.-** Las características más sobresalientes de estos productos son las siguientes:

- 1.- **RESISTENCIA.-** Su resistencia a la compresión, abrasión y flexión sobrepasan las normas mercadas para este tipo de productos.
- 2.- **ADHERENCIA.-** El acabado de sus superficies permite una perfecta adherencia de los morteros para pegar las diversas piezas entre sí.
- 3.- **ABSORCION.-** Debido a las altas temperaturas a que han sido sometidos estos productos, se obtiene una mayor vitrificación de las pastas logrando con ello una mayor impermeabilidad, y por consiguiente un menor porcentaje de absorción.

**VENTAJAS.-** Los tipos estructurales con perforación vertical, permiten la facilidad de colocar castillos armados sin necesidad de cimbras, y tanto éstos como los formas huecas de perforación horizontal, ofrecen la facilidad de colocar dentro del muro líneas de conducción de agua y de instalaciones de gas y eléctricas. Todas estas formas presentan la ventaja de hacer los muros aislantes térmicos y acústicos.

### TAMAROS Y MEDIDAS.

El perforado vertical rojo se fabrica en	6 x 10 x 20 cms.
	10 x 10 x 20 cms.
	10 x 10 x 30 cms.
	15 x 10 x 30 cms.
Block rojo en	6 x 14 x 20 cms.
	10 x 14 x 20 cms.

ock hueco horizontal en  
rnisa comprida en

6 x 10 x 20 cms.  
5 x 8 (10) x 20 cms

TABIQUES Y BLOQUES HUECOS DE BARRO COMPRIMIDO

FABRICACION. Las características fundamentales de la arcilla con que se produce el barro que se emplea en la fabricación de estos materiales, por su alto contenido de arcilla pura (más del 33%) resulta un barro sumamente plástico, dando como resultado un acabado terso en las caras expuestas de estos productos y uniformidad en sus medidas.

El porcentaje en su contenido de sílice, óxido de hierro, carbonato de cal y la pérdida de calcinación, corresponden a una arcilla grasa sin contenido de cal ni yeso, óptimo para la fabricación de tabiques.

VENTAJAS. Por ser arcilla quemada a 850°C, el coeficiente de dilatación elimina fisuras posteriores por contracción en los elementos de las construcciones fabricadas con estos productos. La absorción (15%) nos garantiza una adherencia perfecta con los morteros y no varía la relación agua-cemento (deshidratación) del concreto cuando se emplea en la estructuración integral de muros construidos con estos materiales.

Característica importante resulta el peso de estos productos, pues se logra una economía considerable en las construcciones por la reducción de secciones en la cimentación y estructura.

ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES

TABIQUE MACIZO (6 x 10 x 20 cms.).

Peso por plaza: 2 Kgs.  
Piezas por m2 en muros de 10 cms. .... 68  
Peso por m2 en muros de 10 cms. .... 135 Kgs.  
Resistencia a la compresión .... 170 Kg./cm2

USOS. Su uso es principalmente industrial para forro de Calderas, chimeneas, hornos, etc., se usado también para repiciones de ventanas.

TABIQUE HUECO VERTICAL (6 x 10 x 20 cms.).

Peso por pieza: 1.100 Kgs.  
Piezas por m2 en muros de 10 cms. .... 68  
Peso por m2 en muros de 10 cms. .... 74.8 Kgs.  
Resistencia a la compresión .... 150 Kg./c

TABIQUE HUECO VERTICAL (6 x 12 x 20 cms.).

Peso por piezas: 1.700 Kgs.  
Piezas por m2 en muros de 12 cms. .... 57  
Peso por m2 en muros de 12 cms. .... 97 Kgs.  
Resistencia a la compresión .... 150 Kg./cm2

**BLOQUE HUECO VERTICAL (10 x 10 x 20 cms.).**

Peso por pieza: 2 Kgs.  
 Piezas por m<sup>2</sup> en muros de 10 cms. .... 43  
 Peso por m<sup>2</sup> en muros de 10 cms. .... 86 Kgs.  
 Resistencia a la compresión ..... 150 kg./cm<sup>2</sup>

**BLOQUE HUECO VERTICAL (12 x 12 x 24 cms.).**

Peso por pieza: 3.4 Kgs.  
 Piezas por m<sup>2</sup> en muros de 12 cms. .... 30  
 Peso por m<sup>2</sup> en muros de 12 cms. .... 102 Kgs.  
 Resistencia a la compresión ..... 150 Kg./cm<sup>2</sup>

USOS: Son muy recomendables para muros aparentes, pues tienen un acabado terso y si se desea, pueden barnizarse o tratarse con pintura directamente sobre el tabique. En esta forma se economizan los apianados o recubrimientos, que además de su costo inicial, tienen un costo de conservación muy elevado. Además se puede integrar la estructura del edificio usando los huecos para "ahogar" los castillos, sin que queden a la vista, ni se requiera el uso de madera para cimbrarlos. También pueden usarse los huecos como ductos para las bajadas de la instalación eléctrica, sin necesidad de usar tubos conductores ni hacer ranuras para empotrarlos, lo que indudablemente debilita los muros cuando son de carga y por otra parte, impide lograr un muro aparente.

**TABIQUE HUECO HORIZONTAL (6 x 12 x 24 cms.).**

Peso por pieza: 1.800 Kgs.  
 Piezas por m<sup>2</sup> en muros de 12 cms. .... 57  
 Peso por m<sup>2</sup> en muros de 12 cms. .... 102.6 Kgs.  
 Resistencia a la compresión ..... 70 Kg./cm<sup>2</sup>

USOS: Similares a las del tabique hueco vertical en cuanto se refiere a muros aparentes. Los huecos se utilizan como ductos horizontales; también para colocar en ellos y formar viguetas que servirán como "corramientos" en puertas y ventanas.

**BLOQUES DE CEMENTO PARA MUROS**

Estos materiales son muy aceptados para la construcción de muros, porque ofrecen muchas ventajas. Son de los materiales de carga más livianos que hay en el mercado, excelentes retardadores de fuego y aislantes térmicos y acústicos. Además, por la belleza de su acabado, pueden usarse en muros aparentes.

**FABRICACION**

Los bloques se fabrican con cemento PORTLAND y se pueden usar como agregados, al pómez o la arena volcánica, cuando se trate de agregados livianos, y la arena y grava, cuando se trate de agregados densos. En el proceso de elaboración hay que tomar en cuenta varias factores:

1. Que los agregados sean de buena calidad y seleccionados de acuerdo con la granulometría especificada.
2. Que se use en la fabricación cemento PORTLAND de primera calidad.
3. Que se fabriquen en máquinas de alta vibración para lograr un acomodamiento perfecto en el bruto.
4. Que la cantidad de agua sea debidamente controlada.
5. Que sea curado en cuarto de vapor y después permanezca 30 días en el patio. El curado es sumamente importante para conseguir un producto de calidad y resistencia uniforme.

**ESPECIFICACIONES****MEDIDAS**

Los materiales se fabrican en las medidas siguientes:

ESPEZOR	ALTO	LARGO
10	20	40 cms.
12	20	40
15	20	40
20	20	40

En vista de las necesidades de la construcción, se elaboran estos productos en tres distintas fabricaciones, que se diferencian entre sí por el tipo de agregado empleado, peso, resistencia y contracción.

**PISOS POR METRO CUADRADO DE LOS DIVERSOS TIPOS**

MEDIDAS	LIVIANO	INTERMEDIO	ARENA Y GRAVA
10 x 20 x 40 cms.	\$6.25 Kg.	100 Kg.	113 Kg.
12 x 20 x 40 cms.	75.00 Kg.	103 Kg.	125 Kg.
15 x 20 x 40 cms.	93.75 Kg.	123 Kg.	156 Kg.
20 x 20 x 40 cms.	125.00 Kg.	175 Kg.	200 Kg.

CAPACIDAD DE CARGA EN TONELADAS  
POR METRO LINEAL DE MURO

MEDIDAS	LIVIANO	INTERMEDIO	GRAVA Y ARENA
10 x 20 x 40 cm.	2.95 Ton.	3.75 Ton.	5.5 Ton.
12 x 20 x 40 cm.	3.85 Ton.	4.95 Ton.	7.2 Ton.
15 x 20 x 40 cm.	4.50 Ton.	5.80 Ton.	8.5 Ton.
20 x 20 x 40 cm.	6.15 Ton.	7.90 Ton.	11.4 Ton.

BLOQUES DE FABRICACIÓN LIVIANA

Son sumamente ligeros. Se usa en su elaboración piedra y arena pomez. Tienen gran aislamiento acústico y térmico y se consideran excelentes retardadores del fuego. Es conocido que todo concreto tiene contracciones; pero esto es más acentuado en materiales de concreto liviano. En estos materiales algunas veces la contracción puede ocasionar pequeñas fisuras en las juntas del mortero.

BLOQUES DE FABRICACIÓN INTERMEDIA.

Son un poco más pesados. Se usa en su elaboración una mezcla de agregados livianos y agregados densos debidamente graduados. La resistencia es mayor aún que la del tabique de barro recocido y se consideran, al igual que los de material liviano, excelentes retardadores del fuego. En los materiales de esta fabricación la contracción es tan pequeña que no llega a aparecer en los muros.

BLOQUES DE FABRICACIÓN PESADA.

Son los de mayor peso en esta clase de materiales; pero también los de más alta resistencia. Los agregados que se emplean son arena y grava. La absorción es sumamente baja y la contracción mínima. Se pueden considerar también excelentes retardadores del fuego.

COLOCACIÓN CORRECTA DEL BLOQUE.

Todos los bloques huecos tienen un espacio reducido para colocar el mortero de las juntas horizontales. Una de las bases del bloque es más angosta que la otra. Hay que fijarse que el mortero de la junta horizontal se coloque siempre en la base más ancha y asentar el bloque de la hilada siguiente por la parte angosta.

RECOMENDACIONES SOBRE LA COLOCACIÓN DE BLOQUES  
HUECOS DE CONCRETO "PIRAMIDE"

Para obtener muros aparentes:

FIGURA No. 1. En ella se muestran las herramientas necesarias para este trabajo: dos rayadores para junta, nivel de burbuja, harnero de 4 hilos por pulgada, mozo de albañil, cuchara y cincel. El primer requisito para obtener un trabajo correcto, lógicamente debe ser el de contar con las herramientas adecuadas. Otro requisito indispensable es tener el mortero apropiado. En la práctica se ha visto que el mortero que da mejor resultado es el que tiene las siguientes proporciones:

Una parte de cemento.  
Una parte de cal hidratada.  
Seis partes de arena cernida.

FIGURA No. 2. Como se ve en esta figura, el mortero debe tener una consistencia pastosa. Un mortero que contiene exceso de agua, además de dificultar el control en el espesor de la junta, mancha los muros. La falta de agua en el mortero le resta adherencia. No hay que olvidar que el aspecto de un muro depende tanto de la colocación del bloque como de la junta y que sólo es posible obtener una junta de buen aspecto con mortero plástico.

FIGURA No. 3. Muestra el trazo inicial del muro. Esto se hace colocando los bloques, sin mortero, espaciados entre sí 9 mm. (3/8"). Para facilitar este trabajo puede usarse la punta del rayador corto que tiene ese espesor. Haciendo esta previa distribución se ahorran futuros cortes innecesarios.

FIGURA No. 4. Los muros deben levantarse primero en sus dos extremos. Estas piezas sirven de guía para el resto del muro y nunca debe prescindirse del uso de hilos como guías.

FIGURA No. 5. Los huecos del bloque son de forma cónica, por lo cual una de las bases presenta mayor superficie para colocar el mortero. El bloque se debe colocar en forma de que esta base siempre quede hacia arriba.

FIGURA No. 6. Al colocar el bloque se presiona hacia su posición final, con objeto de lograr una mejor adherencia entre bloque y mortero. Haciendo lo anterior, el mortero es expulsado hacia ambos lados. Nunca debe mojarse el bloque antes de colocarlo.

FIGURAS Nos. 7, 8 y 9. La correcta colocación de los bloques requiere tres ajustes. Estos se hacen cuando el mortero está fresco, pues una vez iniciado el fraguado del mortero no deberá moverse el bloque, ya que se rompería la liga entre el bloque y el mortero debilitándose así la resistencia del muro y creando posibilidad de filtraciones de agua a través de la junta.

FIGURA No. 10. Los ajustes que sea necesario hacer, se logran golpeando con el mazo en la dirección conveniente.

FIGURA No. 11. Una vez que el bloque se encuentra en su posición definitiva, se quitan los sobrantes de mortero.

FIGURA No. 12. Cuando sea necesario resanar alguna esquina, esto se hace antes de repasar la junta.

FIGURA No. 13. Las juntas que se muestran en esta figura son las únicas recomendables para muros exteriores aparentes.

FIGURA No. 14. También puede dejarse la junta al paño con el muro como en el caso de la junta vertical en esta fotografía. Para esto, primero se repasan las juntas con un rayador y una vez hecho lo anterior, se rellenan las juntas con mortero, frotándolas con un pedazo de bloque. Es necesario hacer hincapié, en que solamente rayando la junta con una herramienta apropiada, pueden obtenerse juntas impermeables y lograrse una adherencia correcta. Para muros aparentes exteriores no se recomiendan las juntas retetidas, por la posibilidad de acumulación de agua y en consecuencia el peligro de las humedades. Para poder efectuar correctamente el rayado es necesario tener la junta con un espesor mínimo de 9 mm. (3/8"). Cuando este espesor se reduce no se puede trabajar debidamente la junta. El grueso recomendado permite eliminar las pequeñas imperfecciones y las aristas del bloque.

FIGURAS Nos. 15 y 16. El rayado se hace cuando el mortero ha empezado a endurecer. La junta vertical se trabaja con el rayador corto y la horizontal con el largo. Solamente un rayador de un mínimo de 50 cms. de largo permite obtener juntas rectas.

FIGURAS Nos. 17 y 18. Obsérvese el aspecto que presentan las juntas terminadas.

FIGURA No. 19. Los amarres verticales alojados en los huecos del bloque pueden ocultarse, eliminándose al mismo tiempo la necesidad de usar madero.

FIGURA No. 20. También los amarres horizontales pueden alojarse en piezas "U".

FIGURA No. 21. Para ligar muros transversales, sin romper el espaldado de los bloques, pueden usarse anillos de alambroñ alojados en la junta, sujetándose con colados verticales en ambos muros. Para las instalaciones eléctricas, deben aprovecharse los agujeros de los bloques para alojar el tubo conduit (véase la sección sobre instalaciones eléctricas).

FIGURA No. 22. Uno de los procedimientos para fijar la herrería sin necesidad de romper el bloque, es el que se muestra en esta figura y que consiste en soldar las puertas y ventanas a canchales previamente sujetos en los muros.

FIGURAS Nos. 23 y 24. Para limpiar manchas en los muros de bloques huecos, es conveniente esperar a que la pasta de mortero o yeso empiece a secar, frotándose después con un pedazo de bloque y posteriormente limpiando el muro con un cepillo de cerda adecuado.

Para quitar las manchas de mortero o yeso ya endurecido, puede ayudar grandemente el uso de una solución de ácido muriático y agua en proporción hasta de 1 a 5.

## REPISOS - PAVIMENTOS

o ya ha quedado dicho, este elemento es el sometido directamente al desgaste en un entrepiso o piso simplemente.

El pavimento deberá llenar una serie de requisitos, según el problema a solucionar, los que enumeraremos a continuación: dureza, flexibilidad, aislamiento térmico, aislamiento acústico, impermeabilidad, facilidad de limpieza, fácil o nula conservación. Estos serán quizás los principales elementos por considerar, pero claro está que muchos de ellos pueden ser obtenidos, no mediante el pavimento propiamente, sino con algún material complementario.

Los materiales usados para pavimentos pueden ser, o bien elaborados en el lugar, como serían los pisos de concreto y de terrazo o bien materiales prefabricados que son colocados en la obra como losetas, cerámica, linóleo, losetas asfálticas de hule y otros más. En todos ellos, la superficie que va a recibirlos y que, por lo general, es o bien de concreto o de terrazo, debe prepararse de acuerdo con determinadas normas, las que en las páginas siguientes se especifican para todos y cada uno de los pavimentos más comúnmente usados.

Es costumbre especificar a la ligera el material por emplear, pero es un capítulo tan importante que, en diversos países, existen institutos especializados en investigación de problemas constructivos, a los cuales las consultas que más frecuentemente se hacen son sobre tipos de pavimentos para usar en diversas circunstancias.

Analizamos el pavimento más común, como puede ser el de terrazo, diremos que consta de dos elementos: el firme o entortado y el fino o superficie propiamente de rozamiento. Su dureza es ampliamente conocida, pero habrá muchos casos en que no sea suficiente, como en andenes, muelles de carga y descarga, detenedores tipo de circulaciones, etc. Se puede mejorar mediante la adición de otros productos hechos a base de partículas metálicas, con lo que se obtiene un aumento en su resistencia, tanto al desgaste como a la corrosión. El piso de cemento podrá equivocadamente aplicarse en industrias en que se necesite el piso en sí no presente posibilidades de polvo, al cual se desprende de este pavimento al irse desgastando. En determinados casos podrá ser un piso exageradamente duro para una circulación constante, que acarreará la sobrefatiga de los obreros y personas que tengan que transitar sobre él, casos en los que será necesario cambiar totalmente de especificación. Quizá también el factor color influya y sea necesario, o bien pintarlo, o bien mezclarle determinados pigmentos para obtener una coloración necesaria.

Es necesario especificar sólo pavimento de concreto, este material por sí sólo no resuelve diversas exigencias y se hace necesario el conocimiento de otros materiales que, agregados a él, puedan mejorar.

Uno de los principales conjuntos de habitaciones hechas en la Ciudad de Nueva York, con objeto de obtener un entrepiso por una parte económico, y por otra de un espesor mínimo, se usó lo que se conoce como concreto sobre la cual se colocó directamente loseta de tipo terrazo. Tratándose de habitaciones colectivas, la solución era totalmente equivocada, cosa que la práctica demost-

tró, ya que, al haberse inaugurado dicho conjunto, era imposible para las personas vivir tranquilamente dentro de los departamentos así proyectados, toda vez que el entrepiso y pavimento seleccionado no reunían ninguna característica de aislamiento acústico, obligando a la compañía propietaria del inmueble a instalar alfombras en todos los entrepisos con objeto de mejorar las condiciones acústicas y, en esta forma, subsanar el enorme defecto de proyecto.

En algunos casos, como en cuartos de baño, se especifican materiales con superficies sumamente lisas, lo que ocasiona una serie de accidentes al resbalar sobre ellos, factor que deberá ser determinante en muchos casos tales como éste, rampas y otros más. Aquellos en que sea indispensable que el pavimento reúna características antiderrapantes se usa, o bien materiales de este tipo, o bien adicionando a otros comunes, materiales abrasivos.

En lugares donde el factor predominante será la conservación, y conviene desde luego asentar que, cuanto más rudo sea el trato que se dé a un entrepiso, más fino y de mejor calidad deberá ser el pavimento usado. Desgraciadamente el criterio predominante es el contrario y así se tiene que en escuelas, hospitales, estaciones, etc., por razones de economía mal entendida, se han especificado pavimentos de muy baja calidad, que han originado que posteriormente se tengan que hacer cambios completos en los pavimentos por haber éstos tenido una duración mínima, aunque con un costo inicial muy bajo que, a la larga, resultó más caro que si hubiera usado una buena especificación.

Una buena especificación deberá por supuesto contar con el factor economía, pero si ésta realmente está bien estudiada, deberá tener comprendido dentro de este renglón el gasto de conservación.

En otros casos, no obstante que el pavimento ha sido bien escogido, no ha sido correcta la especificación dada para su colocación, cosa que la mayoría de las veces obedece a ignorancia del procedimiento constructivo y de las características propias del material. Se han colocado grandes superficies de piso hecho a base de losetas de barro o cerámica, las que estando muy expuestas al sol, fueron colocadas "a hueso", sin tomar en consideración la dilatación propia del material. Al no haberse previsto este detalle, los cambios de temperatura hicieron aparecer abultamientos debidos a que el pavimento se desprendió del firme y fué necesario al reponerlo.

En algunos casos será indicado usar pavimentos de cemento, o hechos con productos derivados de él, tales como mosaico, terrazo; en otros será conveniente usar materiales cerámicos como azulejo antiderrapante, cerámica o losetas; en otros, productos derivados del hule, corcho, asbesto o asfalto, tales como las losetas hechas a base de estos materiales y, finalmente pavimentos derivados de la industria textil como son las alfombras en todas sus variedades. Unos reúnen requisitos de dureza o resistencia, otros son más blandos y suaves al transitar sobre ellos, otros reúnen características de aislamiento acústico, otros facilidad de limpieza y conservación, otros impermeabilidad, y así en cada caso, deberá seleccionarse el indicado de acuerdo con los requisitos por cumplir.

USOS

La predilección manifiesta por los pisos de mosaico de cemento-Portland para vestíbulos, cuartos de baño, terrazas, cocinas, hospitales, bodegas, locales comerciales, fachadas y demás aplicaciones generales, así como para lambrines, se debe a las grandes ventajas que reúne este material, en cuanto a condiciones higiénicas y gran resistencia a todos los agentes destructivos. Los pisos y lambrines embaldosados con mosaicos, además de presentar un decorativo aspecto, pueden lavarse muy fácilmente, no albergan roedores ni insectos dañinos; tampoco les afecta el fuego y poseen gran resistencia y duración limitada.

La elevada resistencia que alcanzan los mosaicos de cemento-Portland, no obstante que su espesor no excede por lo regular de 2.5 ó 3 cms., se debe a la formidable presión a que se someten bajo prensas especiales. Presiones de 150 kilogramos o más por centímetro cuadrado a que generalmente trabajan estas prensas, comprimen las revolturas y unen en una sola pieza muy compacta, las tres capas de que consta el mosaico, lo que se traduce en gran resistencia e impermeabilidad.

COLOCACION EN PISOS

La base sobre la que va a colocarse un piso de mosaico debe estar bien nivelada, ser sólida, plana y bien apisonada. La base ideal para esta clase de pisos es una capa de concreto de unos tres o cuatro centímetros de espesor (firme), compuesta de una parte de cemento Portland gris, dos partes de arena y tres partes de hormigón o piedra triturada, medidas estas cantidades -- por volumen.

Una vez dispuesto y nivelado el piso, se procederá a colocar el mosaico usando para pegarlo en la base una mezcla compuesta de una parte de cemento Portland gris, por cuatro partes de arena fina. El mosaico deberá mojarse en agua limpia conforme se vaya necesitando para colocarlo, con objeto de que la mezcla de la base se adhiera bien.

Se colocará el mosaico al nivel deseado, partiendo con preferencia del centro del piso que se está pavimentando hacia los lados y teniendo cuidado de que todos los mosaicos queden al mismo nivel y a escuadra. Concluida la colocación se procederá a llenar las juntas entre cada mosaico, usándose para esto una lechada de cemento Portland blanco. La forma más sencilla de aplicar este procedimiento es preparando la lechada de cemento blanco en un cubo, vaciándola en la superficie del piso y haciéndola penetrar en las juntas hasta llenarlas por completo, por medio de una escoba limpia. Un rato después, pero antes de que el cemento se seque por completo, se extiende una capa de aserrín (que no sea de madera fina o de color, para evitar que se tinte el mosaico), y con un trapo o por medio de zacate o escobeta, se frota bien el piso hasta dejar completamente limpio el mosaico.

Cuando se trata de grandes extensiones o si el mosaico es grabado, se tendrá cuidado de aplicar la lechada por partes, no abarcando sino trozos de tres o cuatro metros cuadrados a la vez, para tener tiempo de limpiar y que no vaya a quedar cemento pegado en los canales de los grabados de los mosaicos.

deberá andarse sobre el mosaico inmediatamente después de colocado, y si esto fuera indispensable se pondrán tablitas para andar encima de ellas. A los tres días se pueden quitar las tablitas y hacer uso del piso.

A los ocho o diez días de colocado el piso, se lavará con agua y jabón blanco repitiendo diariamente el lavado al tiempo que sea necesario hasta que el mosaico adquiera brillo y se aviven los colores. Ya logrado esto, bastará trapear el piso con frecuencia para conservarlo limpio y de bonito aspecto. No deberá nunca usarse piedra pómez para raspar alguna mancha, porque ésta quitaría la película de cemento del acabado y se haría poroso y opaco el mosaico.

ESPECIFICACIONES

TAMAROS

El mosaico se fabrica en diversos tamaños y esta industria ha ido evolucionando de acuerdo con las necesidades del arquitecto. Los tamaños más usuales son el de 0.20 x 0.20 mts. y el de 0.30 x 0.30 mts.

Se hacen también en 0.10 x 0.20, 0.15 x 0.30 mts. y algunas fábricas usan otras medidas especiales, tales como 0.10 x 0.10 mts., 0.15 x 0.15 mts. y 0.40 x 0.40 mts.

Se fabrican también todas las piezas complementarias para pisos y lambrines, tales como zoclos, remates, vaguitas, etc., en tamaños relacionados con el mosaico de que se trata.

BISEROS

1. LISO.- Mosaico hecho con pasta de un solo color. Se fabrica en muy diversos colores y es de los de tipo económico.

2. MARMOLIZADO.- Mosaico que pretende imitar al mármol, haciéndose se también en muy diversos colores y tonos.

3. CON DIBUJO O GRABADO.- Este tipo ha venido decayendo en su uso y su variedad llegó a ser muy grande, pues cada fábrica lanzaba constantemente nuevos dibujos al mercado. Se tenían los dibujos más variados en toda la gama de colores cada uno. Los hay en cenefas simples, entrelazadas, dibujos en cocol, imitación cerámica y muchos otros más.

4. IMITACION GRANITO.- Es probablemente este tipo el más popular actualmente y está hecho con cemento blanco coloreado y granos diversos de mármoles o piedras. Cuando el grano llega a ser muy grande se le denomina "granzón". Su apariencia imita la del granito natural.

5. IMITACION TERRAZZO.- Este tipo se hace en losetas más grandes ya sea de 0.30 x 0.30 cms. o de 0.40 x 0.40 cms. y con él se trata de obtener la misma apariencia que con los pisos de terrazzo. Se acostumbra en ellos también insertar juntas metálicas para igualar más su apariencia.

6. IMITACION DE LOSETAS DE HULE O ASFALTICAS.- Se fabrican en tamaños de 0.20 x 0.20 mts. y de 0.30 x 0.30 mts., en gran diversidad de colores.



## AZULEJO

### FABRICACION

La pasta se hace a base de feldespato, sílice y caolines, perfectamente molidos y mezclados, con un porcentaje de humedad muy bajo, que varía entre el 5 y el 10%. Luego pasa a las prensas donde, con diversos dados, se hacen las diferentes piezas. Estas piezas se acomodan en plataformas para pasarlas a secadores en donde se reduce su humedad a 1.5%.

Para el esmaltado se usa un esmalte, que es una mezcla de "frías" (vidrio a base de plomo, boro, silicio, aluminio, zinc, etc.)

Se trata de un material fundente que tiene alguna de las sustancias que lo mantienen en suspensión, tales como caolines o barríos plásticos. Si se desea obtener un azulejo opaco se le agregan materiales opacificantes.

Los colores se logran a base de minerales tales como óxido de cobalto (azul), de cobre (verde), hierro (amarillo y rojo, etc.). Se ponen los sólidos y con una cantidad de agua determinada pasan a los molinos hasta obtener el esmalte, perfectamente terso y uniforme. Después de esmaltado se acomoda en charolas refractarias, las que se colocan sobre plataformas para meterlas al horno y cocer el esmalte.

Finalmente se pasa a la selección y clasificación.

El tamaño perfecto de un azulejo es de 11 cms. x 11 cms. x 7 mm. Pero es muy importante hacer notar, que en todo material cerámico, es decir, que está sujeto a hornado, no es posible, por más cuidado que se tenga, obtener medidas uniformes debido, en primer lugar, a que no obstante que se hacen de materias primas de la mejor calidad, su deformación no es siempre la misma, lo que trae como consecuencia un mayor o menor tamaño de la pieza.

Lo que se dice respecto a su tamaño, se puede decir igualmente respecto al color, por lo que no es posible obtener siempre los mismos tonos, no obstante que se emplean las mismas fórmulas para la preparación de los esmaltes. Es por esto por lo que la clasificación del azulejo se hace en 2 calidades STANDARD Y UNIVERSAL.

La clasificación de tonos se hace de 9 en cada color y, finalmente la clasificación de tamaños se lleva a cabo presentando diferencias de 1 mm.

La calidad STANDARD es un azulejo perfectamente seleccionado y clasificado, por lo que respecta a tamaño y tono en el color. La clase UNIVERSAL puede presentar pequeñas imperfecciones.

### USOS

El azulejo, como es bien sabido, presenta características ya muy conocidas por todos, que hacen que sea un material de muy fácil conservación y de muy alta resistencia al desgaste.

Su aplicación puede ser, por lo tanto, todo lo variado que se quiera.

### TIPOS

El tipo STANDARD se fabrica en 4 calidades o variantes:

El tipo LISO que se fabrica en 16 colores diferentes; el tipo DIAMANTE en 12 colores; los DISEÑOS DECORADOS con 27 variantes; el tipo TAPIZ en 10 diferentes diseños y el DECORADO tipo TALAVEIRA en 4 diseños diferentes. Se fabrica la variedad denominada DIAMANTE 9 cuadros.

### GUARNICIONES PARA AZULEJOS

De acuerdo con las diversas colocaciones del material y con objeto de permitir recubrir cualquier superficie, se fabrican las siguientes guarniciones para azulejos tanto LISO como DIAMANTE: -- Cornisa (5 x 11 cms.), Rincón cornisa (2.5 x 11 cms.), Esquina cornisa (2.5 x 5 cms.), Esquina (2.5 x 11 cms.), Rincón (2.5 x 11 cms.), Zoclo (5 x 11 cms.), Esquina Zoclo (2.5 x 11 cms.) y Rincón Zoclo (2.5 x 11 cms.), todos ellos representados en la figura correspondiente.

### COLOCACION

La colocación del azulejo es igual a la de todos los materiales similares. Es decir, debe dejarse en remojo por lo menos durante 12 horas antes de colocarse. Para ello, la revoltura que se usa debe ser de cemento y arena en proporción de 1 a 6 y para "juntarlo" o "lechadearlo" se usa cemento blanco.

El tiempo de secado, después de haber sido colocado, es aproximadamente de 15 días.

En ciertas ocasiones particulares, en vez de usar el sistema tradicional de colocación, puede hacerse mediante el empleo de ciertos adhesivos, con lo que se logra obtener una colocación en seco.

## PIEDRAS NATURALES

Para chapcos, o recubrimientos en general, es muy común el uso de canteras, existiendo una gran variedad.

### LOSA PARA JARDINES

Lógicamente, este tipo de losas es comúnmente usada en jardines, aunque en ocasiones pueda ser empleada en chapcos. Presenta gran dificultad al labrado. Su espesor varía de 5 a 8 cm.

### LOSA PARA CHAPECOS O RECUBRIMIENTOS RUSTICOS

La losa en cuestión se puede labrar; las dimensiones en las que generalmente se obtiene varían de 12 a 15 cm., pudiendo encontrarse el tamaño de piedra de 3/4 (28 x 62 x 63 cm.). Este tipo de piedra procede, en su mayor parte, de Huixquilucan y Dos Ríos en el Estado de México.

### PIEDRA DE TAXCO

Tiene la peculiaridad de que se puede labrar fácilmente, y la desventaja de que con el tiempo tiende a disgregarse. Se obtiene en el mercado, y su espesor varía de 4 a 6 cm.

PIZARRAS. Últimamente se empiezan a explotar yacimientos de pizarra, cuya característica principal es la dureza y alta resistencia a la intemperie. Su labrado, al igual que el de la anterior, es muy fácil de hacer. Úsese preferentemente, en recubrimientos y pisos de forma irregular; sólo en casos particulares se la encuentra pulida y colocada en forma regular.

### CANTERIAS

Cantería gris. La característica principal de la cantería es su suavidad, por lo que es fácilmente laborable. Presenta una gran resistencia a la intemperie. El color predominante es el gris claro. En general, es de las que resultan de costo reducido.

### PIEDRA NEGRA DE SAN ANGEL

En este tipo de piedra, el labrado sube su costo de forma, pudiéramos decir, alarmante, por lo que generalmente se opta por ponerla, semilabrada, en forma de lajas. Su espesor más común varía entre 10 y 12 cms. Se usa principalmente para mampostería.

### JALOS

Podemos decir que en la capital de la República casi no ha sido empleada, ya que, fuera de contados casos, no se le ha usado en forma que, dada su calidad, merece. Es originaria del estado de Jalisco, que es precisamente de donde se deriva el nombre que recibe. Su característica principal es su poca densidad y gran cantidad de porosidades superficiales y profundas. Se puede obtener en una gran diversidad de colores: blanco, café, rosa, azul, verde, amarilla, roja, etcétera.

Pertenecen a este grupo la titaliquila y la yahuatica, cuyo color es violeta pálido, encontrándose en forma de block.

### CHILUCAS

De éstas podemos citar tres clases.

Chiluca (chegaray). Tiene la misma particularidad que la piedra de Taxco, es decir, se disgrega con el tiempo. Su color es bien ro mosqueado. Los espesores usuales son muy variados, pues se encuentran desde 4 a 10 cm.

Chiluca Póipito del Diablo. Entre las chilucas, es la mejor, su color es blanco amarillento. Se obtiene en los estados de Taxco la y Puebla. Su espesor usual, al igual que la clase anterior, varía entre 4 y 10 cm. Generalmente, es en forma de block.

Chiluca de Tulpetlac. Se encuentra en el mercado, en espesores de 4 a 10 cm. Es de color rosa, originario de Tulpetlac, de donde recibe su nombre.

### PIEDRA DE DAXACA

De color blanco y verde. Su característica principal es la suavidad. Tiene la particularidad de que con el tiempo cambia de color, del blanco al amarillento, y se le forme una capa muy resistente a la intemperie.

### PIEDRA DE XALTOCAN

Se caracteriza por su poca porosidad; usada especialmente en escaleras y basamentos. El color predominante de esta piedra es el gris oscuro.

### PIEDRA CUARTÓN DE GUANAJUATO

En épocas pasadas no tenía gran demanda debido a que, como nadie se dedicaba a traerla al mercado de la Ciudad de México, su costo se elevaba demasiado al ser traída exclusivamente para una obra. Pero en la actualidad hay una gran afluencia de cuartón al mercado local; se ha aumentado la oferta; se ha incrementado su uso, y a la vez, se ha observado una baja en su poder adquisitivo. Sus colores son el verde amarillento o bien el morado pizarroso. Su superficie presenta un sinnúmero de vetas en las que puede apreciarse una escala cromática que va del verde hasta el morado. Es fácil labrar y se coloca en acabados rústicos y en emparrillado. El espesor de uso varía de 8 a 10 cm.

### CHILUCA TULPETLAC AZUL

Áfricas. Se encuentra en color rojo, café o negro. Esta es una piedra que no se puede labrar bien, pues las vetas negras que presenta son generalmente mucho más duras que el resto de la piedra.

### RECINTO NEGRO DE CHINALHUACAN

Se emplea generalmente en pisos y en escaleras de mucho uso sigo

de este tipo de piedra el más resistencia. De inferior calidad - podemos encontrar en Ixtapalapa y en Jalapa.

#### CUIDADOS O PRECAUCIONES QUE DEBEN TOMARSE AL RECIBIR LA PIEDRA

- 1° Que no venga estropeada
- 2° Que no venga talisada (aprietada)
- 3° Que no venga incompleta
- 4° Que tenga las medidas requeridas
- 5° Que sea de la calidad pedida.

#### FORMAS DE COMPRA DE PIEDRA

Debe la aclaración de que la compra de piedra se hace en función del trabajo por desarrollar. Se anotarán las formas, ilustrándolas con ejemplos.

Por unidad. Se compra en esta forma cuando se va a ejecutar un trabajo con losa labrada regular.

Por docena. En el caso de que el trabajo por ejecutar sea un chapal rústico de piedra de Texco (pudiendo comprarse también por m<sup>2</sup>).

Por m<sup>2</sup>. Cuando se hace un recubrimiento con piedra chiluca laminada tamaño normal, es decir, con piedra de 60 x 40 cm.

Por m<sup>3</sup>. En el caso de recubrimiento con piedra chiluca de tamaño mayor que el normal (moldeura pelona).

#### TIPOS DE ACABADO

- 1° Chapales rústicos: rústico regular, rústico irregular.
- 2° Esparrillado.
- 3° Chapales regulares, y labrados (pueden ser con juntas, o a "hueso").
- 4° Forma de molduras.

#### INSTRUMENTOS EMPLEADOS EN EL PARTIDO Y LABRADO DE PIEDRA

1. Martillo y punzones (de estos últimos hay anchos y angostos, y sirven para desvestir la piedra).
2. Maquinilla
3. Escople (para formar las aristas).
4. Raspador.
5. Martelino (que entra a sustituir a las anteriores herramientas en el caso de piedras muy duras, es decir, hace los veces de punzón ancho; tiene generalmente una boca con diamante grande, y otra con diamante chico).
6. Gradina (martillo más chico y con diamante más pequeño).
7. Falso escuadra (para el caso del rústico).
8. Lápiz Parley y escurtidas.

#### INSTRUMENTOS USADOS EN LA COLOCACIÓN DE PIEDRA

Estos son ya conocidos, por ser usados en albañilerías; el plomo, el nivel, hilos, cuchara, pala y cinta métrica.

#### CUIDADOS AL COLOCAR LA PIEDRA

En el caso de la losa hay que lavarla, y en el de piedra hay que mojarla.

#### MORTEROS

El más recomendado y más usado es el de cemento-arena en proporción 1:3; aun cuando pueden usarse los de cemento-arena en proporciones 1:4 y 1:5, no son recomendables porque la arena se parte fácilmente.

#### DESPERDICIOS

El porcentaje del desperdicio varía según las diferentes piedras; así tenemos que:

En losas es de un 30%, igualmente en la piedra de Texco; en cuartón hasta un 40%, y en Chilucas varía entre 18 y 20%, siendo en este último tipo de piedra, más bien por descuido de los trabajadores, pues debería aprovecharse el 90%. En general, se pueda considerar, en piedra, un desperdicio de 10%.

#### ERRORES

Aparte de los que podemos llamar errores perfectamente visibles, debidos a mala colocación en su aspecto exterior, tenemos: los desprendimientos, la falta de nivel o plomo, y quebraduras.

Rústico a hueso, rústico con junta. Podemos observar que todas las piezas tienen más de cuatro aristas, que es lo correcto; así mismo, se aprecian claramente los errores que deben evitarse (cuatro aristas a un punto).

#### ESPARRILLADO

En el esquema de la pág. 297, se observe la disposición de las piezas. No es tan regular (cuatraped) como la del tabique.

Antes de iniciar este capítulo, será conveniente indicar lo que es el yeso, así como su proceso de obtención y fabricación.

El yeso es un material que proviene de la calcinación del sulfato de calcio hidratado. Es un polvo blanco, que fragua rápidamente al contacto del agua, cuando ésta ha sido agregada en cantidad suficiente, ya que si es excesiva retardará en algunos casos el fraguado, pudiendo llegar a impedir su producción. Es empleado en aplanchados interiores aprovechando su grano fino, así como en determinadas mamposterías de ladrillo y, sobre todo, en las primeras capas de bóvedas ligeras.

En algunos casos, mezclado a la cal, se usa para aplanchados exteriores de gran solidez que resisten bien los agentes atmosféricos.

Debe evitarse su uso en los sitios húmedos donde se ablande mucho y comprometa la cohesión de las mamposterías.

**MEZCLAS**

El yeso se usa en la confección de pastas aglutinantes para unir diversos tipos de materiales de construcción, y deberá procurarse siempre usar yeso blanco, ya que el de un color amarillento es siempre de mala calidad.

Para formar la pasta se emplean dos partes de agua por tres de polvo, procurando revolver o batir bien ambos ingredientes para obtenerla uniforme; a los pocos momentos se inicia un aumento de temperatura y la pasta empieza a solidificarse creciéndole el volumen notablemente, al grado de que puede llegar hasta un 15% al solidificarse, y ya en este estado sigue aumentando hasta alcanzar un 1% más. A causa de este rápido endurecimiento, no es posible preparar en conjunto la pasta, sino que, los operarios se proveen de pequeños artezas y un saco de yeso del cual van tomando el polvo necesario, y mezclándolo con el agua hasta obtener la cantidad requerida. No obstante que se le ponga agua en demasía, el yeso sólo tomará la cantidad de agua necesaria para su fraguado y el resto puede tirarse sin afectar en nada a la pasta así preparada.

Con el fin de darle mayor dureza, ya que sólo carece de esta cualidad, hay varios procedimientos, siendo los más usados:

1. **MEZCLA DE YESO Y CAL.** El yeso, en vez de ser batido con agua pura, se batió con lechada de cal bastante líquida o se le mezcla la cal en polvo batidándose normalmente. Este procedimiento resalta la ventaja de que el tiempo no altera las mezclas así hechas, conservando una muy buena cohesión, y según la dureza que se desea, se empleará la lechada o el polvo, elementos que retardan el fraguado.

2. **AGUA DE ALUMBRE.** El alumbre (sulfato doble de aluminio y potasio) se agrega al agua que va a servir para batir el yeso y hace que la pasta adquiere mayor dureza al solidificarse. En esta forma se emplea principalmente para aplanchados y molduras que tienen que llevar aristas vivas.

3. **ESTUCO.** El yeso se mezcla también con agua caliente a la que se le ha disuelto galeano, lo cual le comunica una gran resistencia y aprista su grano, en tal forma, que se le puede pulir, y barnizando después estas superficies, se puede llegar a obtener una superficie lisa y brillante. En esta forma es empleado para aplanchados de paredes y, en algunos casos, se le agrega polvo de esmalte del No. 00, dando ya una pasta propiamente decorativa.

4. **YESO ORNAMENTAL.** Estos trabajos requieren el empleo de obreros muy especializados en decoración. Está hecho mediante molduras con terraja o vaciados con moldes. Generalmente son recibidos por telas metálicas o de yute, con objeto de darles mayor consistencia y evitar desperdicio de material, disminuyendo con esto el peso de las mismas. Dada la maleabilidad y moldeabilidad del material, pueden hacerse las más diversas formas y dibujos, por lo que es posible reproducir en yeso, mediante este procedimiento, cualquier idea que se tenga al respecto.

No debe usarse el yeso junto a la madera, porque tiene un coeficiente muy bajo de adherencia y, en caso de querer corregir este defecto, se le pondrá una pequeña cantidad de aguacola al agua; un cambio tiene una magnífica adherencia con las mamposterías y el hierro. Como este metal se oxida en contacto con el yeso, debe procurarse emplear para su trabajo, instrumentos hechos con metales inoxidables u otro material, de preferencia la madera.

Cuando al yeso deba quedar en contacto con superficies de hierro, es conveniente pintar el hierro o recubrirlo con cualquiera de los procedimientos aceptados. En el caso muy particular de instalaciones de tuberías de hierro, que han sido colocadas en ranuras hechas en muros a los que se va a aplicar un aplanchado de yeso, es conveniente taparlas con revolterías, que no sean de este material, para evitar el fenómeno anteriormente mencionado que ocasionaría la destrucción del tubo.

5. **YESO ESTATUARIO.** El yeso usado dentro de este ramo es fabricado actualmente por la industria, y sus características son una gran finura, un fraguado lento y una alta resistencia final. En caso de no encontrarse el producto ya elaborado, puede hacer se con yeso normal, al que se le adiciona agua de lluvia, con lo que se fraguado se vuelve lento y, al final, adquiere la resistencia necesaria.

**YESOS ACUSTICOS.** Cuando se quiere obtener un yeso acústico, del que, desde luego, hay gran variedad de productos ya elaborados, el yeso se le adicionan materiales tales como polvo de mica, asbesto, perlita, corcho o papel. Cuando se quiere obtener un aplanchado con características de aislamiento térmico, se le deberá agregar al yeso, vermiculita.

**APLANADOS DE YESO**

Existen diversos tipos de aplanchados, no tanto por lo que respecta al material en ellos usado, sino también por el proceso de mano de obra en ellos seguidos. Los principales son:

a) **YESO A "TALOCNA".** El yeso es embarrado a la superficie por aplanchar con una herramienta denominada "talocha" o "plana", y posteriormente es afinada con una llana metálica.

154

b) YESO A REVENTÓN. Con este procedimiento, antes de proceder a el rebarrado del yeso, son fijadas en las paredes maestras del mismo, entre las cuales se colocan hilos para absorber las erratas en las superficies para aplanar, pasando la regla entre estos puntos.

c) YESO A REGLA Y PLOMO. Se ponen reglas a plomo en los muros y en los plafones a nivel y, sobre estas maestras, se corre el yeso a base de reglas metálicas, afinándose posteriormente con liana.

herramientas usadas. Conviene, para mayor explicación, definir todas las herramientas usadas en los procesos anteriormente indicados. La plana es una tabla de madera, con un mango en su parte central, y aproximadamente de 25 a 50 cms. usándose madera de 6 mm., con objeto de obtener la mayor ligereza posible. La liana ha quedado ya descrita en las herramientas de albanilería y las reglas usadas en yesería son hechas con longitudes aproximadamente de 2.50 Mts. El recipiente de madera, en el cual se bata el yeso, se denomina cajón o artesa y es batido con una pieza de madera en forma de "T" denominada "diablo".

Aparte de las ya dichas, se usan: el "gullirón" que es una tira de madera de más o menos 7.5 a 30 cms. que lleva una punta plana y metálica del mismo ancho de la tira, para hacer rebajos en los rincones y esquinas de los muros; espátulas para limpiar los cajones y hacer recortes en los muros o plafones y la lamina que es una hoja de lámina acerada muy fina, de aproximadamente 10 cms., que sirve para ratapar las pequeñas porosidades que hayan quedado en el aplanado.

Lugares muy especiales ocupan los tarrajes, plazas de madera y laminas, que se usan para todo lo que concierne al trabajo de molduras o perfiles, como se indica en la ilustración.

#### PLAFONES FALSOS

Los plafones falsos ocupan en la actualidad uno de los lugares predominantes dentro de esta rama, debido al uso de estructuras tanto metálicas como de concreto armado, y que resuelven, como ya se indicó en la parte correspondiente, una serie de problemas tales como el alojar unidades de iluminación, de clima artificial, como anemostatos, rejillas, etc. Los plafones son soportados del elemento estructural mediante colgantes, que pueden estar constituidos por alambres, varillas, perfiles laminados o tiras de madera cuando se usan plafones constituidos con este material, por lo que podemos clasificarlos en metálicos, de madera, elastos o de otros materiales.

a) PLAFONES METÁLICOS.- Se usan los colgantes ya indicados y se bre ellos se fijan perfiles de acero o de lámina (conalejas), sobre los cuales es amarrada o soldada la tela metálica o metal desplegado que recibirá directamente el aplanado o recubrimiento de yeso u otro material.

b) PLAFONES DE MADERA.- En este caso los tirantes, así como el bastidor propiamente que formará el plafón, estarán constituidos por este material, pudiéndose aplicar, para recibir el yeso, telas metálicas, metal desplegado, yute o costal, batillo o tirilla de madera, hujete de desperdicio de la fabricación de corcholata, etc.

c) PLAFONES MIXTOS.- Denominados así los que podrán estar hechos con fierro y madera como elementos estructurales, y los otros, ya enumerados, como elementos para recibir el aplanado propiamente.

A estos plafones se les deberá dar la resistencia que el proyecto requiere, ya que pueden soportar unidades de iluminación que, en algunos casos, llegan a tener un gran peso; en otros será necesario poder transitar sobre ellos para hacer revisiones oedicadas de instalaciones y en otros, finalmente, el peso propio del plafón debido a las decoraciones que comprende, llega a ser tan exagerado, que es necesario proyectar detalladamente la estructura que lo soportará, como en el caso de cines u otras construcciones.

Cuando se dejan unidades de iluminación embutidas, y con objeto de facilitar su instalación, es conveniente, al formar y aplicar la superficie que recibirá el yeso, fijar a ella marcos metálicos con objeto de definir perfectamente las aristas y facilitar en esta forma el empotramiento de las unidades.

CIELOS RASOS.- Este es el plafón de tipo más económico y que fue usado en México por mucho tiempo. Para su construcción se fijan tiras de madera en los muros, sobre las cuales se ha colocado una serie de clavillos sin cabeza, o alfilerillos, a distancias aproximadas de 5 cms. sobre estos clavillos se sujetan lienas de "manta de cielo" cosidos con anterioridad, rastirando la tela progresivamente. Ya rastirada en esta forma la superficie de tela, se le aplicará una mano de agua-cola, con lo cual se retira hasta obtener una tensión tal, que es posible darle una mano con blanco de España diluido con agua, con objeto de tapar la trama de la tela, obteniéndose así una superficie sobre la cual es posible pintar, recomendándose sólo el uso de pinturas a base de agua, y no debiéndose usar nunca pintura de aceite ya que su empleo origina abultamientos.

Cuando se quiera pintar con pintura al aceite, en vez de la preparación de blanco de España, la tela es sumergida en bano caliente de aceite de linaza y, ya exprimida, es colocada. Al rastirarse y ya seca, es posible aplicarle cualquier pintura de aceite. Cuando se use la solución de cielo raso será necesario dejar ventilas, con objeto de permitir la circulación del aire y evitar en esta forma humedades debido a la condensación de la atmósfera. Cuando los plafones son hechos en lugares salinos como, por ejemplo, en las costas, debe evitarse el uso de elementos metálicos en su manufactura, dándosele preferencia a la madera, y el yeso aplicado en estas condiciones queda sujeto a las reservas del caso.

Cuando se usan plafones metálicos también en instalaciones tales como baños de vapor o sujetas o atmósferas con gran porcentaje de humedad, no deberán hacerse con aplanados de yeso, sino que se empleará en su lugar aplanados hechos a base de cemento, pulidos o impermeabilizados en tal forma de que se tenga absoluta certeza de que no habrá condensación de humedad en el plafón que pueda afectar la estabilidad del mismo.

Cuando se usa este tipo de aplanados, es decir el de cemento, no puede ser aplicada la revólvere por la parte inferior del plafón sin antes haber colocado una capa por la parte superior, lo que tratará de penetrar y pasar a la inferior, y que, al fregar, dejará una superficie edharante.

## PROTECCION DE ARISTAS

Debido a la poca resistencia del yeso a la fricción y a los golpes, no es conveniente por ningún motivo dejar aristas vivas -- que estén expuestas a deteriorarse, por lo que la solución más económica será hacer las aristas redondeándolas.

Si se quiere mejorar esta solución, es conveniente la aplicación de esmalte, que quedará embutido dentro del aplanado, y, finalmente, la especificación óptima será mediante el uso y aplicación de esquineros metálicos especialmente fabricados para estos casos. Este será el caso de remates de muros, aristas en venos de puertas y ventanas y, en general, cualquier arista que quede expuesta en la forma ya mencionada.

En el caso especial de cajones de puertas, así como el de zócalos en que se tendrá superficie de madera en contacto con la de yeso es costumbre aplicar tiras de manta denominadas "llenizas", las cuales son pegadas a ambas superficies con cola, y sobre las cuales se aplica la pintura o acabado final.

## PINTURAS DEVOE

### ESMALTE DEWAYCO

Esmalte que puede ser aplicado sobre cualquier superficie, tanto en interiores como en exteriores. Se caracteriza por su alto brillo y gran duración.

**APLICACION.** Las superficies deben estar perfectamente secas y libres de polvo, grasa u ácidos. Al ser aplicado sobre superficies pintadas con anterioridad, deben eliminarse las partículas de pintura vieja o desvanecerse con lija antes de aplicar el esmalte, con lo cual se obtiene un acabado más terso. Puede ser aplicado con brocha de pelo o con pistola de aire.

**REDUCCION.** Viene envasado, listo para ser aplicado con brocha de pelo, pero cuando se haga necesario diluirlo ligeramente, puede hacerse utilizando para ello diluyente DEVOE, o aguarrás puro, en una proporción no mayor de 10%. Para su aplicación con pistola de aire, puede ser reducida hasta un 25% con los mismos diluyentes.

**SECAMIENTO.** Seca al tacto en un tiempo aproximado de 4 a 6 horas y por completo en 24. Si se aplican dos manos, deben dejar transcurrir 10 horas entre una y otra mano.

### PINTURA "DEVO-TONE" (Emulsionada)

**DESCRIPCION.** Recomendable para superficies interiores, pues se aplica en un mínimo de tiempo y seca en una hora aproximadamente. Produce un acabado mate que adquiere propiedades de lavabilidad en alto grado. Es resistente al amarillamiento y al decoloramiento. Cubre a una sola mano superficies recién enyesadas.

**PREPARACION.** Es necesario quitar la calamina y el encolado con una esponja y agua caliente, rellenando a la vez los huecos y cavidades con yeso, dejándolo secar suficientemente para evitar manchas en el acabado.

**REDUCCION.** A una parte de pintura agréguese media parte de agua, echando ésta poco a poco y revolviendo la mezcla hasta obtener una consistencia apropiada para pintar.

**SECAMIENTO.** Entra una y dos horas, secamiento completo. Para trabajos de dos manos, déjese secar un mínimo de 3 horas.

**RENDIMIENTO.** 3.285 lts. (un galón de pasta) producen galón y medio de pintura que cubre 60 mts.2 de una mano, dependiendo de la porosidad de la superficie.

### SUPER BARNIZ 4500

Transparente, claro y brillante para aplicarse sobre plásticos, muebles y madera en general. Deja una superficie muy resistente al desgaste, frotamiento y abrasión, así como a salpicaduras de

agua de jabón tibia o caliente, limpiadores domésticos, alcohol y ácidos de frutas.

**APLICACION.** La superficie debe estar limpia de polvo y grasa y, si se trata de madera nueva, se recomienda la aplicación de tres manos delgadas, siendo suficiente dos, sobre madera que ya ha sido barnizada con anterioridad. En superficies pintadas con solución de goma-laca, es indispensable eliminar ésta en su totalidad antes de aplicar el barniz.

**REDUCCION.** Se recomienda el diluyente DM-A-162 en proporción máxima de 10% para aplicarlo con brocha de pelo y 15 a 20% cuando se haga con pistola de aire.

**SECAMIENTO.** Seca libre de polvo en una hora y endurece en 6 horas, pudiéndose aplicar la segunda mano de un día a otro.

**RENDIMIENTO.** Se cubren 58 mts<sup>2</sup> a una mano con 3.785 lts. (un galón).

## CHAPA Y TRIPLAY

### CALIDADES

#### CALIDAD A

Chapa obtenida con sistema rotatorio y libre absolutamente de defectos de color como manchas o albura, nudos o manchas de resina y perfectamente sólida. El objeto de estas especificaciones es que el triplay de esta calidad pueda recibir acabado al natural dando buen aspecto.

#### CALIDAD AR

Las mismas especificaciones que la anterior, pero con chapa rebajada y con veta combinada simétricamente aceptando la albura que, de hecho, la hace más vistoso.

#### CALIDAD B

Triplay cuya cara no tiene defectos de solidez como grietas, nudos, huecos, picaduras de insectos, etc., pero que admite defectos de color como algunas manchas, grano no combinado etc. Esta calidad, aún cuando en algunos casos se usa en acabado natural, de hecho se produce para ser pintado.

#### CALIDAD C

Es la calidad inferior que admite defectos, como grietas, nudos con huecos o picaduras, siempre y cuando los mismos no afecten la resistencia de la hoja y debe usarse para partes no expuestas. Ninguna de las calidades admite defectos de manufactura, como partes despegadas, defectos de grosor etc.

#### TRIPLAY ESPECIAL RANURADO Y CLAVACOTEADO

Es triplay calidad A o B, pero al cual se le han hecho unas ranuras en la cara, que le dan aspecto de un panel formado de lambrín machihembrado y en el cual se hacen aparecer uniones ficticias así como clavacotes que resultan por sur de madera de otro color.

#### DIMENSIONES

Los largos estándar son: 1.52 m., 1.83 m., 2.13 m. y 2.44 m. Los anchos son: 0.76 m., 0.91 m. y 1.22 m.

Los espesores comúnmente usados son:

Triplay de 3 mm. de 3 capas  
Triplay de 6 mm. de 3 capas  
Triplay de 9 mm. de 5 capas  
Triplay de 12 mm. de 5 capas  
Triplay de 15 mm. de 7 capas

El triplay debe ser balanceado, es decir que las capas de ambas lados del plano central deban tener los mismos grosores.

## USOS GENERALES DEL TRIPLAY

Debido a sus propiedades de estabilidad dimensional y al hecho de que, encontrándose formado de capas cuyas fibras corren a 90 grados de las de la capa siguiente, no tiene líneas de falla, por lo que no se pueda rajarse ni hincharse o encoger. Se puede utilizar para trabajarlo mecánicamente, pues se calcula que su resistencia es de 2 1/4 veces mayor que la de la madera aserrada. Por lo anterior se deduce su infinidad de aplicaciones, y sólo mencionaremos algunas tales como: cancelos y divisiones, lambrines, mostradores, puertas, cimbra, muebles, etc.

## TIPOS DE PEGAMENTO

### ORDINARIO

Triplay para muebles e interiores que es ligeramente resistente al agua, pero no puede mojarse en forma prolongada.

### INTERIE

Triplay resistente al agua fría, que puede usarse en exteriores en climas no muy fuertes y puede mojarse bastante sin peligro de que se despegue.

### MARINO

Triplay con pegamento fortificado con resinas de melamina de úrea, lo que lo hace resistir pruebas sucesivas con agua hirviendo y secado rápido, sin que se logre separar la línea de unión. Utilízase para los climas y condiciones muy rigurosas.

## MADERAS UTILIZADAS

### PISO

Características ya ampliamente conocidas

### CEBRO

(Cedrela mexicana, cedrato, etc.) Madera sumamente fácil de trabajar que acepta un alto grado de acabado y tiene pocos nudos; muy estimada en el mercado por su olor agradable que la ayuda a repeler la polilla y otros insectos.

### CADDA

(Santania Nechrophylla) Justamente considerada la reina de las maderas y utilizándose en la producción la de la zona cercana al Rio Xondo que es la mejor en calidad. Se obtiene un producto con grano muy fino que permite un acabado perfecto y aún cuando es algo más dura que el cedro, es fácil de trabajar siendo mucho más vistosa por su veta. Es lamajorable para toda clase de muebles, cancelos, lambrines, y es muy frecuentemente usada por su estabilidad en la construcción de botes.

## PUERTAS DE MADERA

POR SU FUNCIONAMIENTO PUEDEN SER:

### SUJETAS POR UNO DE SUS LADOS

Se usa para ello una variedad muy grande de herrajes que se denominan bisagras. Sirven estas para sujetar la puerta y permitir que gire sobre sus ejes. Dentro del tipo residencial es el sistema más empleado para todas las puertas de comunicación en las que se usan por lo general bisagras de 76 a 76 mm. (3" x 3"). Este tipo permite generalmente un giro de 90° a la puerta, existiendo también bisagras denominadas de doble acción, las cuales hacen posible que la puerta se abra en uno y otro sentido, por lo que entonces se giro alcance 180°, volviendo siempre a su posición inicial.

### CORREDIZAS

Son las que corren sobre rieles, ya sea colocados en su parte inferior o en su parte superior; en el primero, las carretillas quedan embutidas dentro de la parte y los rieles en el piso; y en el segundo, quedan colgadas con las carretillas en la parte superior y guías en la parte inferior. Indudablemente el mejor sistema de estos dos es el de colgar, y para el mismo se fabrica una serie muy grande de herrajes, siendo probablemente los más recomendados aquellos a base de rieles de aluminio y carretillas embutidas, cuya superficie rodante es de plástico, con lo que se consigue una gran eficiencia, evitando el ruido en su funcionamiento. Al mismo tiempo, tiene la ventaja este sistema, sobre el de carretilla de piso, de que, al colocarse cerraduras en las almas, se obtiene una mayor seguridad, ya que las llaves en el piso, aunque tengan cerradura, se puede fácilmente desmontar la puerta haciendo palanca en la parte inferior.

POR SU CONSTRUCCION PUEDEN SER:

### PUERTAS HECHAS A BASE DE TABLAS O TABLONES UNIDOS ENTRE SI MEDIANTE ELEMENTOS RESISTENTES

Es probablemente este tipo el más rudimentario y primitivo, y actualmente se encuentra casi en desuso dentro de la construcción urbana.

### PUERTAS ENTABLERADAS

Se denominan así todas aquellas que tienen un marco hecho a base de tabla al que se sujetan los tableros, ya sean éstos de madera dura, triplay o fibrocemento y aún podríamos incluir dentro de este tipo las que llevan cristal.

CONSTRUCCION. Los tableros pueden ser de muy diversas especies y diseños, como se ilustra en la figura, ya que pueden estar constituidos por madera de 22 mm. fríasadas; de triplay de 6-8-12 mm.; haciendo los molduras de estas puertas en el mismo caso o sobrepuestas. En los Estados Unidos este tipo de puertas se hacen únicamente con espiga redonda, pero para esto es necesa-



serlo que la madera que se use sea secada en estufa, teniendo la ventaja de que por el canto de la puerta no se ve la escopleadura; en México es más común fabricar las puertas con espiga, escoplo y cuñas, lo que permite poder prensar más la puerta y lograr en esta forma que, al abrirse un poco, cuando la madera se resque, se note menos y que, al estar acuchada, no sufra un mayor -- desajuste. La moldura en este tipo de puertas puede correrse en dos formas: ya emboquillando o bien transmoldando.

#### DE TAMBOR

Se consideran de este tipo aquellas puertas constituidas por una armazón o bastidor hecho ya sea con tiras de madera, o con panel de tiras de triplay o fibracel, sobre los cuales se colocan hojas de materiales tales como triplay, fibracel o similares, y son las de más uso en la actualidad. En las figuras se ilustran diversas formas de este tipo de puertas que obedecen a diversas características.

**CONSTRUCCIÓN.** El sistema constructivo de este tipo de puertas puede decir que varía en cada país, y los sistemas más comúnmente usados en México son los siguientes:

a) Con bastidor de tiras de 50 x 33 mm., en la forma que la figura representa.

b). Con panel, ya bien sea de triplay o de fibracel, en los cuales deben colocarse en algunos huecos del panel, pequeños trozos de madera con objeto de obtener una mayor área de contacto del bastidor con las hojas de las caras de la puerta.

c). Con bastidor interior de madera y Celotex doble en el centro para obtener en esta forma una puerta acústica, cualidad muy necesaria en lugares tales como despachos, salas de conferencias, hospitales y otros lugares en que el proyecto así lo requiera. En casos extremos, pueden hacerse las puertas con doble rebaja, para evitar el sonido o el paso de luz. Cuando sea indispensable obtener un aislamiento acústico aún mayor, puede colocarse una tira de hule doblado en la parte inferior de la puerta para que éste se ajuste al piso y evite el paso del sonido, o haciendo el rebajo en el piso como ya se indicó.

Como se ve en las figuras de los bastidores, estos tienen, tanto en la parte inferior como a mitad de la puerta, unas piezas de madera cuyo objeto es: las inferiores, recibir bisagras de doble acción de piso y, las de los lados, las cerraduras, dando con esto la posibilidad de poder colocar la puerta en cualquier posición, ya sea derecha o izquierda y usar cualquier tipo de bisagra, ya sea lateral o de piso.

Sobre cualquiera de estos tipos de bastidores se aplica el forro que puede ser de triplay de 3 ó 6 mm. fibracel, etc. Pueden colocarse en una sola lámina o bien en tiras, esta lámina o forro, se aplica mediante pegamento, pasando después por el sistema de prensado en grandes prensas hidráulicas, con lo que se obtiene una perfecta adherencia entre todas las partes de la puerta; para ello se emplean pegamentos de los cuales los más usados actualmente son aquellos hechos con caseína y algún álcali y se conocen con el nombre de pegamentos de caseína en frío, que dan muy buena resistencia, teniendo algunas propiedades fungicidas.

Hay también pegamentos líquidos a base de resinas sintéticas, o prueba de agua, y que se emplean para pegar puertas para aquellos lugares donde el clima es muy húmedo.

Como ya se dijo, puede usarse triplay en gruesos de 3 y 6 mm., siendo este último el más aconsejable para puertas de buena calidad, y, en caso de que se use el primero, deberán aumentarse las tiras de madera en el bastidor con objeto de evitar que pueda haber un abombamiento en el triplay, lo que originaría que, al pintarse o barnizarse, se señale el bastidor de la misma.

En casos en que, por necesidades especiales de proyecto se requiera forrar las puertas con materiales de características especiales, tales como plásticos laminados, piel, plásticos en tela, etc., no es aconsejable aplicarlos directamente sobre el bastidor, sino forrar la puerta con una lámina dura y sobre ella colocar el recubrimiento que se quiera.

Comúnmente se pone una boquilla alrededor de la puerta del tambor, de 15 cm., de la misma madera de que está hecho el triplay pero, en puertas finas, puede emplearse en vez de esta boquilla chapa de madera, ya sea de nogal, caoba o cualquier otra madera, consiguiendo con esto que la puerta tenga un mejor acabado. Cuando se usa forro de fibracel, es aconsejable humidificarlo antes de pegarlo al bastidor, ya que este material con la humedad se dilata y al secar se contrae; pero debe tenerse cuidado de que las dos hojas tengan el mismo grado de humedad para que las contracciones sean iguales y evitar que la puerta se pueda torcer. Esta operación es aconsejable hacerla para evitar principalmente que el panel interior de la puerta se señale.

Hay la creencia errónea de que a las puertas de tambor debe dárseles ventilación, es decir, intercomunicar el bastidor interiormente, así como hacer perforaciones a través de la boquilla; esto es absolutamente innecesario y perjudicial, pues facilita la entrada de insectos.

Cuando es necesario poder ir de un lado a otro se complementa la puerta de tambor mediante el uso de mirillas, que pueden ser centradas o laterales, según el uso a que están destinadas. Se deberá prever su ubicación en la construcción del bastidor.

#### MADERAS QUE SE EMPLEAN

Comenzaremos clasificando las maderas según sus cualidades. Llamamos madera selecta aquella que es blanca, es decir, que no está manchada por hongos o humedad y que está absolutamente libre de nudos. Clasifíquese como madera de primera, aquella que, sin tener nudos, pueda estar manchada; madera de segunda, la que tiene nudos firmes; y la de tercera, la que tiene nudos que pesen de un lado a otro de la tabla y que, con el tiempo, cuando esta madera acabe de secar, pueden botarse o aflojarse los mismos. Para obtener una puerta de buena calidad, la madera que se emplea en su construcción debe ser limpia de nudos sueltos, es decir, de preferencia debe usarse madera de tipo selecto. Debe estar además secada en estufa o al aire con un máximo de humedad de 6%.

## VIDRIERIA

### 1. VIDRIO PLANO

**FABRICACION.** El vidrio se hace con una mezcla de arena, sulfato de sodio, carbonato de sodio, dolomita, caliza, feldespato, carbón, arsénico y vidrio de desperdicio.

Con objeto de obtener una buena calidad de vidrio, esta mezcla debe ser perfectamente uniforme, cuidando en ella, desde luego, la calidad de los materiales que la constituyen.

La mezcla se proporcione mecánicamente y es llevada por un transportador hasta una revoladora, y posteriormente al horno donde se funde llegando a elevarse la temperatura en él a 1400°C.

Después de fundido pasa a un refinador donde se baja la temperatura a 1100°C., y de ahí es distribuido a las cámaras en donde se sale en lámina, al pasar a través de una ranura hecha en una piedra refractoria, especialmente manufacturada para el caso. Por esa ranura va saliendo y elevándose una lámina continua que se va cortando, y las láminas de vidrio así obtenidas son colocadas sobre mesas especiales.

Estas grandes láminas de vidrio pasan posteriormente a corte, donde son fraccionadas a medidas comerciales.

**CLASES DE VIDRIO PLANO.** El vidrio plano del país se fabrica en las siguientes clases: sencillo, semi-doble (medio-doble), doble triple de 5 y 6 mm.

#### TAMAROS Y ESPECIFICACIONES

a) VIDRIO SENCILLO. Su peso es de 6 kgs. por m<sup>2</sup> y se corta en anchos desde 20 cms. hasta 81 cms. y largos standard de 1.50 mts. aproximadamente, manteniéndose existencia de todas estas medidas.

b) VIDRIO SEMI-DOBLE (MEDIO-DOBLE). Su peso es de 3 kgs. por m<sup>2</sup> y es fabricado en anchos de 20 cms. hasta 1.20 mts. y largos standard de 1.80 mts., cuyas medidas también se mantienen en existencias.

c) VIDRIO TRIPLE. El doble de 4 mm. tiene un peso de 12 kgs. por m<sup>2</sup>; el triple de 5 mm. de 15 kgs. por m<sup>2</sup> y el triple de 6 mm. de 17 kgs. por m<sup>2</sup>. Se fabrican en anchos de 30 a 180 cms. con largos de 250 a 300 cms.

#### VID. VIDRIO TRANSLUCIDO O IMPRESO (ESPECIAL)

**FABRICACION.** Se pasa el material de acuerdo con su fórmula, y después la masa líquida pasa por los roles donde se le imprime el dibujo que se quiera, de donde es llevado a los templadores para, de ahí, seguir hasta unas mesas donde es cortado y empaquetado.

**CLASES.** Se fabrican en 3.5 mm. de espesor, los denominados con los nombres de "Gota de Agua", "Florentino", "Lonche", "Tapia", "Amarillado" y "Nido de Abeja"; y en 5 mm. de espesor el "Rayado", "Cuadrícula" y "Acanalado Tapiz".

#### TAMAROS Y ESPECIFICACIONES

a) EL VIDRIO TRANSLUCIDO DE 3.5 mm. de espesor cuyos estilos y variedades han quedado definidos, tiene un peso aproximado de 13 kgs. por m<sup>2</sup> y se fabrica en anchos standard de 80 a 100 cms. con largos de 280 a 300 cms.

b) EL VIDRIO TRANSLUCIDO DE 5 mm. de espesor, en sus diferentes dibujos, tiene un peso aproximado de 14 kgs. por m<sup>2</sup> y se fabrica en anchos standard de 80 a 100 cms. con largos de 280 a 300 cms.

c) EL VIDRIO RAYADO DE 5 mm. de espesor, tiene un peso aproximado de 15 kgs. por m<sup>2</sup> y es fabricado en anchos standard de 51 y 107 cms. por largos de 130 a 280 cms.

El uso de estos vidrios es muy extenso, pero normalmente es aplicado en aquellas partes en que se quiera tener translucidez sin transparencia, y sus múltiples dibujos nos permiten tener las más variadas soluciones y efectos, mediante el paso de la luz a través de ellos.

#### COLOCACION DE VIDRIOS

En la lista anterior se han mencionado detalladamente las medidas en que se cortan los diferentes tipos de vidrios planos del país, pero cabe siempre hacer una recomendación muy especial a todos los arquitectos y constructores para el proyectar y diseño de ventanas, en el sentido de los claros máximos para cubrir con los diversos tipos de vidrio. Así tendremos:

60 x 90 cms.	para vidrio sencillo
100 x 140 cms.	para vidrio medio doble
150 x 250 cms.	para vidrio doble de 4 mm.
180 x 270 cms.	para vidrio triple de 5 mm.
180 x 280 cms.	para vidrio triple de 6 mm.
100 x 250 cms.	para vidrio translucido de 3.5 mm.
100 x 280 cms.	para vidrio especial de 5 mm.

Son, desde luego, muy variadas las formas para colocar el vidrio según el tipo de marco sobre el cual vaya a estar sujeto por una parte; según su tamaño por otra y, finalmente, según las características especiales a que puede estar sujeto.

a) GRAPAS O CLAVOS Y MASTIQUE. El sistema más sencillo es el de usar clavos para marcos de madera, y grapas estéticas para marcos metálicos que ayudarán a sujetar el vidrio, tapando la junta posteriormente con mastique. Es ésta, desde luego, el sistema más humilde de colocación.

Es muy importante hacer notar que el mastique no es un pegamento, sino simplemente un sellador para evitar el paso de agua, polvo, etc., así como hacer un empaque entre el vidrio y el marco para evitar las vibraciones de éste. No siendo, por tanto, un pegamento, no debe usarse nunca el mastique sólo, pues pueden desprenderse los vidrios.

b) PERFILES O MOLDURAS. En ventanas de mejor calidad y hechas con secciones más amplias, se usan molduras o tiras de madera sobrepuestas, sobre marcos de madera, y cañuelas metálicas o portavidrios, para la sujeción de los mismos sobre marcos metálicos, las que son atornilladas a los diversos manguetes. Pueden ser estos perfiles sólidos ya sean de fierro, aluminio u otro metal, o formados con perfiles tubulares de lámina.

Es muy importante especificar que se debe dejar siempre un espacio libre entre el costado de la moldura y el marco de la ventana donde se va a alojar el vidrio, igual al 50% del espesor del vidrio que se vaya a colocar para poder obtener en este forma, y mediante el uso de mastiqua u otra pasta, un buen empaque.

c) MOLDURAS DE APARADOR. Se designa con este nombre a una enorme diversidad de molduras expresamente diseñadas y fabricadas para sujetar vidrios o cristales de gran tamaño, que, por ser su uso más general en aparadores o vitrinas comerciales, se les ha dado este nombre. Ellas son fabricadas en aluminio y latón mediante el proceso de extrusión.

#### IV. CRISTAL PULIDO

Como hablé hasta ahora únicamente del vidrio plano, es decir, el producto más corriente de esta rama. El cristal, en cambio, es un vidrio fino, transparente, con ambas superficies desbastadas y pulidas en grandes máquinas, para obtener así una visión y reflexión clara y sin ninguna ondulación o torcimiento de las figuras.

Se fabrica en espesores desde 5.5 hasta 25 mm., siendo la producción normal de 5.5 a 8 mm. Este tipo de cristal es el indicado para su colocación en edificios públicos y construcciones en general, donde se quiera obtener una óptima calidad, así como en aparadores o escaparates comerciales, en la fabricación de vitajos, cubiertas de muebles y, en general, en todos aquellos lugares en donde se exija una visión clara y perfecta, aunado a una gran resistencia.

El cristal de 6 mm. es fabricado en todas las medidas deseadas, hasta superficies mínimas de 18 m<sup>2</sup> cada hoja, y al precio del cristal, como es lógico, va aumentando en proporción a sus medidas o superficies.

Las principales fábricas del mundo usan para la elaboración de este tipo de cristal el "proceso pemel", en el cual ambas superficies quedan desbastadas simultáneamente, produciendo así un cristal con un paralelismo que se acerca al paralelismo óptico, obteniéndose una falta casi completa de ondulación.

#### PISOS DE MADERA

La madera empleada en la fabricación de DUELA y PARQUET, además de la belleza de su aspecto, debe reunir características especiales, tales como dureza adecuada, buena estabilidad, acabado terso, etc. No todas las especies de madera resultan apropiadas para pisos, pues algunas son demasiado duras y rebeldes y otras, por el contrario, demasiado suaves. Además de emplear madera de la especie adecuada, es indispensable que esta madera se sujete a minucioso y científico procedimiento de estufado antes de transformarla en DUELA y PARQUET.

La madera serrada al salir del monte contiene gran cantidad de agua y substancias en disolución. En muchos casos el peso del agua es con frecuencia igual al peso de la madera cuando seca. Por lo tanto, para que la madera pueda ser usada comercialmente, con resultados satisfactorios, hay necesidad de extraerle una gran proporción del agua que contiene.

La proporción de humedad adecuada que debe contener la madera para usos comerciales normales, es de 8% aproximadamente con relación a su peso seco. Esta proporción de 8% es precisamente la necesaria para que en la madera exista un equilibrio con la humedad relativa, o estado higrométrico medio en el Distrito Federal.

PISOS DE DUELA Y PARQUET.**FABRICACION DE DUELA Y PARQUET**

Para fabricar dueña y parquet se requiere maquinaria de presión.

La técnica consiste en hacer pasar la madera a una velocidad adecuada por las cuchillas de las máquinas de labrar, cortar y molidurar. La velocidad del paso de la madera, el número de cuchillas de una máquina y la velocidad de rotación de éstas, son los factores que deben combinarse para obtener el necesario número de cortes por centímetro, que permite obtener un acabado terso.

La uniformidad en la elaboración de la dueña y el parquet es un requisito indispensable, ya que todas las dueñas que se fabrican deben embonar o "machihembrar" perfectamente entre sí, independientemente de la época en que fueron fabricadas. Para lograr esto, constantemente la producción que está saliendo de las máquinas, debe compararse con el patrón o standard y, en el momento en que existe alguna diferencia, debe suspenderse la producción hasta encontrar y corregir la falla.

El almacenamiento de la DUEÑA debe ser hecho cuidadosamente en bodegas cubiertas, así como protegidas por el sol, y bien secas.

La DUEÑA terminada tiene las siguientes características.

1. Labrada por sus dos caras y sus dos cantos.
2. "Machihembrada" por sus cantos y cabezas. Se entiende por "machihembrar" el hecho de que esté dotada por un diente o "macho" en uno de sus cantos y en una de sus cabezas, y de un canal o "hembra" en el otro canto y en el otro extremo.

**CALIDADES**

Estos DUEÑAS y PARQUETS, aun siendo de la misma madera y fabricación, se seleccionan como sigue:

**DUEÑA Y PARQUET DE ENCINO**

1. CALIDAD EXTRA. En esta calidad queda incluida toda la dueña y parquet cuya tonalidad es más clara y uniforme y totalmente libre de defectos.
  2. CALIDAD SELECTA. En esta calidad queda incluida toda la dueña y parquet cuyas tonalidades, son más acentuadas que la calidad extra. Esta clasificación permite algunos pequeños defectos.
  3. CALIDAD No. 1 COMUN. En esta calidad queda incluida toda la dueña y parquet cuyas características sobresalientes son el marcado contraste en sus tonalidades, madera más vetada y que admite pequeños nudos (que no excedan del diámetro de un lápiz) y grietas.
- Lo que se ha dicho respecto al ENCINO, es muy similar a las calidades en otras maderas.
- Desde luego la calidad EXTRA en dueña y parquet no es de un color completamente uniforme, ya que no se trata de un producto artificial, sino natural, cuya belleza estriba precisamente en sus diferentes vetas y tonalidades. El color de la madera varía en el mismo árbol y más aún de un árbol a otro.

**COLOCACION DE LOS PISOS DE DUEÑA Y TABLÓN**

La dueña y tablón, pueden colocarse como sigue:

1. Cievadas con clavo corrugado directamente sobre vigas o soleras.

2. Cievadas con clavo corrugado sobre una cama de madera. El primer caso constituye el sistema normal y habitual en casi todos los pisos.

El segundo caso es excepcional, ya que solamente se emplea para darle mayor resistencia al piso cuando se destina a uso pesado, como por ejemplo gimnasios, bodegas, etc. Eventualmente se coloca en estas condiciones para el piso de uso normal, ya sea porque se trate de colocar dueña sobre un piso ya existente o con el objeto de obtener un piso de propiedades acústicas y de óptima calidad.

PISOS DE DUELA Y PARQUET

## COLOCACION DE PARQUET

El PARQUET, tanto el formado por duela como por tablón, se coloca como sigue:

1. Pegado con pegamento directamente sobre concreto

2. Pegado con cola y clavado sobre cama de madera.

El PARQUET colocado directamente sobre concreto, puede instalarse indistintamente en plantas bajas o en plantas altas. Cuando se trate de plantas bajas, debe procederse en la forma siguiente:

1. Sobre un buen aplomado de tierra o cascajo, se cuele un firme de concreto, con las características siguientes: grueso mínimo de 7 cms., proporciones ricas, bien nivelado y repellido fino.

2. En virtud de que el firme de concreto está en contacto directo con el sub-suelo o tierra, es indispensable impermeabilizar ésta, antes de proceder con la colocación de los pisos. Esta impermeabilización es necesaria, ya que la humedad del sub-suelo atraviesa, por capilaridad, el firme de concreto y daña el piso de madera.

Cuando se trate de plantas altas debe procederse en la forma siguiente:

1. Sobre la losa de concreto ya existente, se cuele un firme, de las mismas características citadas en el párrafo anterior, pero de un grueso mínimo de 2 cms. Esto, desde luego, solamente se puede hacer cuando la estructura del edificio tiene en estas plantas, las trabes hacia abajo.

2. Si las trabes de la estructura del edificio están colocadas hacia arriba, entonces será necesario rellenar estos huecos con cualquier material, en tal forma que deje una superficie apropiada para colar un firme de las mismas características de los firmes para plantas bajas. En caso de haberse optado por rellenos de tezontle u otro material, estos deben de estar debidamente aplomados.

3. En virtud de que estos pisos no están en contacto con el sub-suelo o tierra, no se requiere impermeabilización.

La instalación de un piso, debe hacerse siempre en el momento oportuno y a continuación se enumeran casos de los inconvenientes que con mayor frecuencia se encuentran en las obras:

1. No deben colocarse los pisos de madera antes de tiempo, sino hasta que esté la obra perfectamente seca. Esto quiere decir que habrá que esperar a que todos los trabajos de albañilería y yeso estén terminados y secos; no debe pretenderse ejecutar estos trabajos después de colocar el piso de madera, ni tampoco querer que la instalación se lleve a cabo antes de que desaparezca la humedad propia de aplomados y empujados, resenas y encostrados de polvos.

2. Los pisos de mosaico, terrazzo, granito o mármol, que colindan con los pisos de madera, deben colocarse o pulirse antes de los últimos.

3. Antes de colocar los pisos de madera deben estar colocados los vidrios en las ventanas y puertas, así como los cajones de estas últimas.

4. Los Jardineras o elementos similares que se encuentren dentro del lugar donde se vaya a colocar esta clase de pisos, o que colindan con éstos, deben estar perfectamente impermeabilizados.

5. Los pisos que se vayan a colocar en lugares inmediatos al exterior deben estar perfectamente protegidos por medio de sardineles y de bota-aguas, y en caso de haber ventanales que lleguen hasta el nivel del piso, debe comprobarse que el agua no se introduzca a través de los vidrios por mala colocación de éstos, mala herradura o mala colocación de la misma.

LOSETA ASFALTICA "DURAFISO"

## ESPECIFICACIONES

## COMPOSICION

Esta loseta está compuesta de asfalto y sus derivados, resinas, fibras e ingredientes minerales. Los mencionados materiales se funden con calor formando una pasta que, por medio de presión, es laminada y, en estado caliente, cortada en tamaños adecuados para su uso.

## TAMANOS

Se fabrica en tamaños de 22.8 x 22.8 cms. con un espesor de 3.2 mm. Su peso aproximado es de 6 Kgs. por M<sup>2</sup> y vienen empaquetadas en cajas de cartón con 36 piezas, las cuales cubren una superficie de 5.28 M<sup>2</sup>.

## COLORES

Se fabrican en 17 colores jaspeados o marmoleados y en 3 colores lisos.

## COLOCACION DEL PISO

Pocas habitaciones son rectangulares. Como el "campo" de un piso de LOSETA DE ASFALTO, debe ser colocado dentro de un rectángulo perfecto, es necesario tender líneas centrales o guías que estén en ángulo recto una de otra, de las cuales partirá la colocación de la LOSETA.

Cuando se cubra de LOSETA una habitación, se deben evitar únicamente las paredes principales sin hacer caso de quiebras y otras divisiones. En todos los casos se debe colocar, empezando del centro del salón hacia las paredes, donde el faltante puede ser colocado con facilidad.

## CONSERVACION

## PROTECCION DEL PISO

Para proteger el piso contra futuros desperfectos de la superficie, es necesario que, antes de amueblar, se equipen todos los muebles con los edulimentos necesarios para evitar que las cargas concentradas que ellos produzcan en un punto, causen marcas profundas.

Las piezas pequeñas de metal que se usan de base en las patas de las sillas y muebles, se deberán quitar y en su lugar se pondrán deslizadores planos con muelle. En caso de tenerse muebles con ruedas giratorias, éstas deberán ser recubiertas con hule blando, substituyéndolas por las ruedas duras y en los escritorios y mesas pasadas se deben usar bases de hule para las patas.

## USOS

La loseta asfáltica se puede colocar prácticamente para cualquier uso, pero es muy importante hacer algunas observaciones al respecto, tales como la de que no debe ser usada nunca en es-

teriores, así como que no es aconsejable instalarla en sitios sujetos a recibir la luz del sol directa por un gran número de horas. En todos estos casos debe protegerse la loseta por medio de pantallas, persianas, cortinas, marquesinas, etc., pues una grande y continua exposición de la loseta al sol produce un ablandamiento de la misma.

## LUGARES ADECUADOS PARA SU INSTALACION

Describiremos a continuación aquellos lugares en que es más común y adecuada su aplicación, haciendo en cada uno de ellos la mención de los lugares en los que no debe colocarse.

1. ESCUELAS.- Se debe colocar en salones de clases, corredores interiores, cafeterías y cocinas de la calidad resistente a grasas, oficinas, laboratorios en los colores A y B, gimnasios, auditorios y no en cuartos de regaderas, orillas de piscinas y en sanitarios.

2. EDIFICIOS DE OFICINAS.- Debe usarse en corredores, y en superficies rentables de oficinas, pero nunca en sanitarios.

3. EN RESIDENCIAS Y APARTAMIENTOS.- Se puede colocar en estancias, comedores, recámaras, cuartos de servicio, cocinas, cuartos de baño y cuartos de recreo; no debiéndose usar en casetas de regaderas, vestíbulos exteriores o terrazas.

4. HOSPITALES.- Mismo criterio que para las anteriores, debiéndose evitar su uso en solariums exteriores así como en terrazas cubiertas de cristal.

5. COMERCIO.- En almacenes, farmacias, panaderías, y demás tiendas, se puede colocar en toda su superficie teniendo la precaución únicamente de que en aquellos lugares en que pueden haber grasas, se debe colocar loseta resistente a las mismas y nunca debe colocarse en aperturas.

6. LUGARES DE REUNION.- En iglesias, bancos, teatros y sitios de espectáculo se puede colocar en todas las superficies menos en los sanitarios.

ALFOMBRASGENERALIDADES

El origen de las alfombras se remonta a muchos siglos atrás y en contrapos que las principales razones de su utilización se derivan de la vanidad humana al haber considerado este elemento como medio de ostentación. Al mismo tiempo se perseguían también fines utilitarios tales como preservarse del frío, así como obtener una agradable sensación de confort en el pisado. Estas razones, que se aplican a multitud de países de variados climas y en diversas épocas de la historia, siguen manteniéndose y aumentando actualmente en forma considerable. Entre otras es muy importante hacer notar las de orden económico. Haremos varias consideraciones a este respecto.

Antiguamente la alfombra era un material de lujo debido a las miles de horas de obra de mano que llevaba la confección de sus tejidos y dibujos. Actualmente, con la técnica moderna, con un esfuerzo humano mínimo, se pueden hacer miles de metros cuadrados en gran variedad de materiales, calidades, texturas y colores para adaptar la alfombra a las distintas necesidades y, mediante esta mecanización, ha sido posible poner este material a la altura de cualquier otro recubrimiento de piso de tipo fino y con ventajas muy superiores.

Igualmente es de tomar en consideración la economía que se obtiene al evitar gastos de conservación que se presentan en el uso de otros pisos, tales como madera, parquet, en los que hay que considerar el costo inicial de los mismos en los que interviene el valor propio de la madera, el pulido, barnizado y encerado de la misma, y posteriormente, todos los mismos trabajos repetidos con la frecuencia necesaria para mantener en buen estado dicho piso.

En cambio, en la alfombra, se tiene que el gasto inicial y el costo de conservación son casi nulos dada la gran duración que alcanzan las calidades actualmente fabricadas.

Aparte de estas razones, en la actualidad, al emplear una alfombra, se persiguen otras fines además, tales como obtener un efecto acústico en el piso y lograr ciertos efectos de decoración al combinar las diversas texturas en que se fabrican las alfombras hoy en día, con el resto de las superficies a componer.

- III.- DESCRIPCIÓN.
- IV.- NORMA Y ESPECIFICACION.
- V.- PROCESO CONSTRUCTIVO. (COMO SE CONSTRUYE).
- VI.- ACEPTABILIDAD (COMO SE REVISA SU CALIDAD).
- VIII.- FORMA DE PAGO DE LOS ACABADOS.
  - a) ALBAÑILERIA DE ACABADOS.
  - b) YESERIA Y PINTURA.
  - c) CARPINTERIA.
  - d) HERBERIA.
  - e) VIDRIERIA.
  - f) CERRAJERIA.

## I N S T R U C T I V O

### CATALOGO DE CONCEPTOS DE OBRA.

Este catálogo está formado por los conceptos que se consideran básicas para la construcción de una unidad de vivienda y se va a enriquecer - tanto en la información que debe contener cada concepto como en el número de los mismos, conforme surja información en cada localidad - de acuerdo con sus características.

La información que contiene este catálogo por conceptos es, descripción, norma, especificación, descripción de cómo se construya, como se revisa su calidad y cómo se mide para su pago.

La descripción del concepto, su norma y la información de cómo se construya, se revisa su calidad y se mide para su pago, se maneja como un conjunto para tener congruencia, continuidad en la información, al mismo tiempo que se complementa.

En la parte de material se pusieron los nombres de los materiales básicos que intervienen, no así la cantidad ya que ésta variará de acuerdo con las características de fabricación o cualidades físicas de los materiales por región o localidad.

En mano de obra no se puso ni operarios ni rendimientos, ya que esto - tendrá que ser captado en la localidad inicialmente por información - proporcionada por los constructores y sindicatos y posteriormente de las obras que se realicen.

### DESCRIPCION.-

Muros de tabique de 14 cms.

### NORMA Y ESPECIFICACION.-

Muros de tabique de barro recocido de 0.14 m. de espesor asentado con mortero cemento, arena 1:3 ó acobado común - en cualquier nivel.

Las dimensiones de los tabiques, su textura, grado de cohesión, color y forma, estarán dados por el proyecto y/o por el Instituto.

En ningún caso se aceptaron tabiques con una resistencia a la compresión inferior a 20  $\text{kg/cm}^2$ , ni se aceptaron tabiques rotos, despostillados, rajados o con cualquier otro clase de irregularidad que a juicio del Instituto pudiera afectar la - resistencia y/o apariencia del muro.



### COMO SE CONSTRUYE.

En la ejecución de muros de tabique de arcilla recocida deberá atenderse lo siguiente:

Previamente a su colocación los tabiques deberán saturarse de agua, así como también la superficie de asiento de los mismos con el fin de evitar pérdida del agua para fraguado del mortero.

El mortero a su vez deberá repartirse de tal manera que al asentar el tabique, la junta resulte homogénea y de espesor uniforme.

Las hiladas de tabique deberán construirse horizontalmente, los tabiques de hiladas contiguas deberán cuatrasearse, los joints verticales construirse a plomo y los horizontales a nivel, dejando los amarres necesarios para cada caso, a su vez deberán llevar los refuerzos de concreto armado que indique el proyecto y/o el Instituto.

### COMO SE REVISA SU CALIDAD.

La revisión de los muros se hará de la siguiente manera:

Revisión de los materiales como son tabiques, cemento, arena, agua, así como también su trazo y referencia de niveles que a su vez no deberá diferir del alineamiento teórico del proyecto, en más de 1 cm.

Limpieza y humedecido de la superficie de desplante, selección, cortes y ajustes, humedecido y colocado del tabique, mochetos y enrasas, terminado de juntas y limpieza de los paños; no se tolerarán desplomes mayores de 1/300 de la altura del muro, ni se aceptarán desplazamientos relativos entre tabiques en el paño del muro mayores de un mm., a su vez el espesor de las juntas será el indicado por el proyecto, pero no deberá tener variaciones superiores a 2 mm.

### COMO SE MIDE PARA SU PAGO.

Los muros se medirán por superficie, tomando como unidad el metro cuadrado, con aproximación de un decimal, y no se deberán incluir en la medición las superficies ocupadas por los refuerzos de concreto (codercas, costillas).

### DESCRIPCION.-

Muros de Block.

### NORMA Y ESPECIFICACION.-

Muros de block hueco de concreto tipo pesado de 0.15 m. de espesor asentado con mortero cemento-arena 1:3 ó con acabado común incluyendo refuerzo horizontal de 1  $\bar{g}$  1/4" cada 2 hiladas en cualquier nivel.

El tipo de los bloques, sus dimensiones, textura, color y forma estarán dados por el proyecto y/o por el Instituto. En ningún caso se aceptarán bloques de cemento con resistencia a la compresión inferior a los 50 kg/cm<sup>2</sup>.

Los bloques que se utilicen para la construcción de muros, deberán fabricarse con equipos de alta vibración y compactación y el curado deberá hacerse con vapor de preferencia a presión.

No se aceptarán bloques rotos, desplastillados, rajados o con cualquier otra clase de irregularidades que a juicio del Instituto pudiera afectar la resistencia y/o apariencia del muro.

**COMO SE CONSTRUYE.**

En la ejecución de muros de block de cemento deberá atenderse lo siguiente:

Previamente a su colocación los blocks deberán saturarse de agua, así como también la superficie de asiento de los mismos con el fin de evitar pérdida del agua para fraguado del mortero.

El mortero a su vez deberá repartirse de tal manera que al asentar el block, la junta resulte homogénea y de espesor uniforme.

Las hiladas de block deberán construirse horizontalmente, los blocks de hiladas contiguas deberán cuatrarse, las juntas verticales construirse a plomo y las horizontales a nivel, dejando los amarres necesarios para cada caso, a su vez deberán llevar los refuerzos de concreto armado que indique el proyecto y/o Instituto.

**COMO SE REvisa SU CALIDAD.**

La revisión de los muros se hará de la siguiente manera:

Revisión de los materiales como son block, cemento, arena, agua, así como también su trazo y referencia de niveles que a su vez no deberá diferir del alineamiento teórico del proyecto, en más de un cm.

Limpieza y humedecido de la superficie de desplante, selección, cortes y ajustes, humedecido y colocado del block, mochetas y enrasas, terminado con juntas y limpieza de los paños; no se tolerarán desplomes mayores de 1/300 de la altura del muro, ni se aceptarán desplazamientos relativos entre blocks en el paño del muro mayores de un mm., a su vez el espesor de las juntas será el indicado por el proyecto, pero no deberá tener variaciones superiores a 2 mm.

**COMO SE MIDE PARA SU PAGO.**

Los muros se medirán por superficie, tomando como unidad el metro cuadrado, con aproximación de un decimal, y no se deberán incluir en la medición las superficies ocupadas por los refuerzos de concreto (cadenas, castillos).

**DESCRIPCION.-**

Naves de tabique hueco vertical de 12 cm.

**NORMA Y ESPECIFICACION.-**

Muros de tabique de espesor asentado con mortero cemento, arena 1:3 acabado aparente en cualquier nivel.

Las dimensiones de los tabiques, su textura, grado de cocción, color y forma, estarán dados por el proyecto.

En ningún caso se aceptaran tabiques con una resistencia a la compresión inferior a 30 kg/cm<sup>2</sup>, ni se aceptaran tabiques rotos, despartidos, rajados o con cualquier otro clase de irregularidad que a juicio del Instituto pudiera afectar la resistencia y/o apariencia del muro.

**COMO SE CONSTRUYE.-**

En la ejecución de muros de tabique hueco vertical deberá atenderse lo siguiente:

Previamente a su colocación los tabiques deberán saturarse de agua, así como también la superficie de asiento de los mismos con el fin de evitar pérdida del agua para fraguado del mortero.

El mortero a su vez deberá repartirse de tal manera que al asentar el tabique, la junta resulte homogénea y de espesor uniforme.

Las hiladas de tabique deberán construirse horizontalmente, los tabiques de hiladas contiguas deberán cuatrarse, las juntas verticales construirse a plomo y las horizontales a nivel, dejando los amarres necesarios para cada caso, a su vez deberán llevar los refuerzos de concreto armado que indique el proyecto y/o el Instituto.

**COMO SE REvisa SU CALIDAD.-**

La revisión de los muros se hará de la siguiente manera:

Revisión de los materiales como son tabiques, cemento, arena, agua, así como también su trazo y referencia de niveles que a su vez no deberá diferir del alineamiento teórico del proyecto, en más de 1 cm.

Limpieza y humedecido de la superficie de desplante, selección, cortes y ajustes, humedecido y colocado del tabique, mochetas y enrasas, terminado de juntas y limpieza de los paños; no se tolerarán desplomes mayores de 1/300 de la altura del muro, ni se aceptaran desplazamientos relativos entre tabiques en el paño del muro mayores de un mm., a su vez el espesor de las juntas será el indicado por el proyecto, pero no deberá tener variaciones superiores a 2 mm.

**COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-**

Los muros se medirán por superficie, tomando como unidad el metro cuadrado, con aproximación de un decimal, y no se deberán incluir en la medición las superficies ocupadas por los refuerzos de concreto (cadenas, castillos).

**DESCRIPCION.-**

Muros de Concreto.

**NORMA Y ESPECIFICACION.-**

Muros de concreto f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, de 0.15 m., de espesor, colado en obra, acabado aparente. Incluye materiales, mano de obra y curado con concreto rojo o similar. Los muros se construirán de acuerdo con los niveles y medidas de diseño marcados en los planos.

**COMO SE CONSTRUYE.-**

Ya teniendo lista la cimbra, se humedecerá la parte que se va a colar, cuando se vacía el concreto deberá de ser de forma continua, teniendo especial cuidado en el vibrado, lo cual tiene una gran importancia en la apariencia del muro. Inmediatamente después de descimbrar y curado el muro, se procederá a pintarlo con una lechada que cierre el poro que pudiera haber quedado, limpiándolo después para que no quede encima del concreto ya fraguado y se desprenda al secarse (si el muro fuese mortelinado se procederá a mortelinar). Ya seco el muro puede limpiarse con un zacate de cerda o con una solución de ácido muriático rebajado según el estado en que se encuentre el muro.

**COMO SE REVISA SU CALIDAD.-**

Su calidad estará sujeta a las siguientes revisiones como son: cemento, agua, grava, acero de refuerzo y demás materiales. Trazo, rectificación de niveles, dosificación, elaboración, pruebas, colado, vibrado, secado y curado del concreto y muy importante su terminación final.

**COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-**

La cuantificación de los muros se estimará tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación al décimo.

**DESCRIPCION.-**

Recubrimiento de Mortero.

**NORMA Y ESPECIFICACION.-**

Repellado con mortero de cemento-arena 1:5 en muros, en cualquier nivel, incluye material y obra de mano. Se denominan repellados las recubrimientos de mortero emparejados a regla o a plano de madera, sin pulir.

**COMO SE CONSTRUYE.-**

El paño por tratar deberá previamente humedecerse a fin de evitar pérdidas de agua en el proceso de fraguado del cemento, se cuidará importantemente la dosificación del mortero, que a su vez se colocará sobre la superficie por recubrir, lanzándolo con cuchara de albañil, hasta dar aproximadamente el espesor requerido y emparejándola con plano de madera y regla, sin pulir.

**COMO SE REVISA SU CALIDAD.-**

Estará sujeto el repellado a las siguientes condiciones: desplomes no mayores de 1/600 de altura del elemento recubierto, con un valor máximo de un centímetro. Desviaciones horizontales no mayores de 1/600 de la longitud del elemento recubierto con un valor máximo de 2 cms. Ondulaciones en su superficie que no excedan a 1 mm., por metro de longitud. No se aceptarán espesores menores a un centímetro ni mayores de 2.5 cms.

**COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-**

La medición de los recubrimientos de mortero se hará por superficie tomando como unidad el metro cuadrado, con aproximación de un decimal. Dicha medición deberá incluir las superficies correspondientes a embaquillados.

**DESCRIPCION.-**

Recubrimiento de mortero.

**NORMA Y ESPECIFICACION.-**

Aplanado con mortero de cemento-arena 1:3 en muros a plomo con acabada fina, rústica anegada, material y mano de obra en cualquier nivel, incluyendo perfilados, embaquillados y remates. Se denominan aplanados a los repellados con acabado en su superficie.

**COMO SE CONSTRUYE.**

El paño por tratar deberá previamente humedecerse a fin de evitar pérdidas de agua en el proceso de fraguado del cemento, se cuidará importantemente la dosificación del mortero, que a su vez se colocará sobre la superficie por cubrir, lanzándola con cuchara de albañil, hasta dar aproximadamente el espesor requerido y emparejándolo con plana de madera y regla e inmediatamente se le dará el acabado de superficie utilizando para la elaboración del mortero, arena cernida a través de malla, debiéndose hacer la operación de aplanado inmediata al repellado, antes de que éste pierda su plasticidad por fraguado inicial.

**COMO SE REvisa SU CALIDAD.**

Estará sujeta el aplanado a las siguientes condiciones:  
Desplomes no mayores de 1/600 de altura del elemento recubierto, con un valor máximo de un centímetro.  
Desviaciones horizontales no mayores de 1/600 de la longitud del elemento recubierto con un valor máximo de 2 cms.  
Ondulaciones en su superficie que no excedan a 1 mm., por metro de longitud.  
No se aceptarán espesores menores a un centímetro ni mayores a 2.5 cms.

**COMO SE MIDE PARA SU PAGO.**

La medición de los recubrimientos de mortero se hará por superficie tomada como unidad el metro cuadrado, con aproximación de una décimal. Dicha medición deberá incluir las superficies correspondientes a embaquillados.

**DESCRIPCION.-**

Aplanados de pasta.

**NORMA Y ESPECIFICACION.-**

Aplanado de pasta de mortero cemento-arena 1:3 en muros, en cualquier nivel, incluye material y mano de obra, previamente a la aplicación de la pasta se humedecerá el repellado, el espesor de la pasta será de 5 mm., en promedio, el acabado final será picado con cepillo de alambre o de clavos, martelinado o como lo señale el proyecto respectivo.

**COMO SE CONSTRUYE.**

Los proporcionamientos serán dados para cada caso específico y será marcado por los planos y/o por el Instituto, y en su caso el aditivo integral si se requiere impermeabilizar el aplanado.  
Previamente a la aplicación de la pasta se humedecerá el repellado. El espesor de la pasta será de 5 mm. en promedio.  
El acabado final será picado con cepillo de alambre o de clavos, martelinado o como lo señale el proyecto respectivo.

**COMO SE REvisa SU CALIDAD.**

El humedecimiento previo del repellado, la fabricación de la pasta, la colocación de maestras, la aplicación de la pasta respetando los planos, niveles, alineamiento y geometría de las piezas, embaquillados, aristas y remates.

**COMO SE MIDE PARA SU PAGO.**

Para la cuantificación del aplanado de pasta se tomará como unidad el metro cuadrado con aproximación al décimo.

**DESCRIPCION.-**

Lambrines de azulejo.

**NORMA Y ESPECIFICACION.-**

Suministro y colocación de azulejo de 11 x 11 cms., en muros asentado con mortero cemento arena 1x4 o con aplonado previo de mortero cemento arena 1x1 y mailla de cemento o cemento Crest, incluyendo con cemento blanco, cortes y boquillas en cualquier nivel.

La arena con que se fabrique el mortero será fina o cernida, utilizando la cantidad de agua indispensable para obtener una mezcla trabajable. Las hiladas podrán colocarse cuatrapiando las piezas, al cartabón, al hilo o según lo indique el Instituto. Las piezas tendrán entre sí una separación máxima de 2 mm. para absorber las irregularidades y sobre las juntas se aplicará lechada de cemento blanco con color.

**COMO SE CONSTRUYE.**

La arena con que se fabrique el mortero será fina o cernida, utilizando la cantidad indispensable para obtener una mezcla trabajable, antes de proceder a colocar el lambrín el muro deberá humedecerse a fin de que no absorba el agua del mortero; a su vez el mortero se aplicará en una capa de 3 cm. de espesor promedio. Las hiladas podrán colocarse cuatrapiando las piezas, al cartabón, al hilo o según lo indique el Instituto. Las piezas tendrán entre sí una separación máxima de 2 mm. para absorber las irregularidades del material, sobre las juntas se aplicará lechada de cemento blanco con color y se limpiará perfectamente.

**COMO SE REvisa SU CALIDAD.**

Se revisará la calidad del material empleada, así como también la dosificación y especificación del mortero, el humedecido de la base, la colocación de maestras para lograr un solo paño libre de ondulaciones, remates emboquillados y esquinas.

**COMO SE MIDE PARA SU PAGO.**

La cuantificación de los lambrines de azulejo se hará tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación al décimo.

**DESCRIPCION.-**

Firme de concreto.

**NORMA Y ESPECIFICACION.-**

Firme de concreto f'c = 90 kg/cm<sup>2</sup> de 0.08 m. de espesor con agregado máximo de 1 1/2". Incluye nivelado y maestrado en cualquier nivel.

La superficie del terreno sobre la que se va a colocar la plantilla deberá estar exenta de troncos, raíces, hierbas y demás cuerpos extraños que estorban o perjudiquen el trabajo, además el terreno deberá compactarse previamente y deberá estar húmedo antes de colocarse el firme para evitar pérdidas del agua del fraguado.

**COMO SE CONSTRUYE.**

En la ejecución de los firmes deberá tomarse en cuenta lo siguiente:

Que el terreno de desplante posea el grado de compactación demandado por el proyecto y/o por el Instituto; tanto el espesor del firme como la f'c del concreto empleado, serán fijados por el proyecto y/o por el Instituto. Sin embargo, la resistencia, en ningún caso, será menor de 90 kg/cm<sup>2</sup>., antes de colocarse la revoltura en el terreno, éste deberá humedecerse para evitar pérdidas de agua en el fraguado del concreto.

Cuando la superficie de los firmes requiera acabado pulido, éste deberá hacerse integral al colado.

**COMO SE REvisa SU CALIDAD.**

Su calidad estará sujeta a las siguientes revisiones como son: cemento, agua, arena, grava, acero de refuerzo en su caso y demás materiales que intervengan.

Trazo y rectificación de niveles, nivelado del mismo, dosificación, colocación, pruebas, colado, vibrado, picado y curado del concreto, y muy importante su terminación final.

**COMO SE MIDE PARA SU PAGO.**

Los firmes se miden en superficie, tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación al décimo.

**DESCRIPCION.-**

Firme de Concreto.

**NORMA Y ESPECIFICACION.-**

- Firme de concreto de 0.03 m. de espesor en proporción cemento arena gravilla 1:2:3 para recibir loseta vinílica o similar, incluyendo nivelado y maestreado en cualquier nivel.

**COMO SE CONSTRUYE.**

Previamente al colado del firme, deberá limpiarse la superficie de contacto, picarse en el grado y con la herramienta que señale para cada caso el Instituto y lavarse con cepillo de raíz y agua. La humedad deberá conservarse durante un período mínimo de 2 horas, antes de la iniciación del colado.

**COMO SE REvisa SU CALIDAD.**

No se aceptarán errores en niveles mayores a 1 cm. ni ondulaciones mayores de 1 mm. por metro.

**COMO SE MIDE PARA SU PAGO.**

Los firmes se medirán en superficie, tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación al décimo.

**DESCRIPCION. -**

Pisos de concreto.

**NORMA Y ESPECIFICACION. -**

Firme de concreto de 1'c-140 kg/cm<sup>2</sup> con agregado máximo de 1 1/2" de 0.05 m., de espesor con acabado pulido, rayado, escobillado o costeado, incluyendo materiales, obra de mano y curado, en cualquier nivel e invariablemente se ajustarán a los niveles que se estipulen mediante el empleo de las muestras necesarias.

**COMO SE CONSTRUYE.**

En la ejecución de los pisos de concreto deberá tomarse en cuenta lo siguientes:  
Que el terreno de desplante posea el grado de compactación demandado por el proyecto y/o por el Instituto; tanto el espesor del firme como la 1'c del concreto empleado, serán fijados por el proyecto y/o por el Instituto. Sin embargo, la resistencia, en ningún caso será menor de 90 kg/cm<sup>2</sup> antes de colocarse la revoltura en el terreno, éste deberá humedecerse para evitar pérdidas de agua en el fraguado del concreto. Para el acabado final, éste deberá hacerse integral al colado y sin que éste haya perdido su plasticidad por efecto del fraguado; se espolvorearán 2 kg., de cemento mezclados con arena cedida en prop. 1:2 por cada m<sup>2</sup>. de superficie, para darle el acabado pulido, rayado, escobillado o costeado.

**COMO SE REvisa SU CALIDAD.**

Su calidad estará sujeta a las siguientes revisiones como son: cemento, arena, grava, acero de refuerzo en su caso, y demás materiales que intervengan.  
Trazo y rectificación de niveles, nivelado del mismo, dosificación, elaboración, pruebas, colado, vibrado, picado y curado del concreto, y muy importante su terminación final.

**COMO SE MIDE PARA SU PAGO.**

Los firmes se medirán en superficie, tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación al décimo.

## DESCRIPCION. -

Sardinales.

## NORMA Y ESPECIFICACION. -

Sardinales hechos con concreto, cemento, gravilla, arena 1:2:3, de las medidas especificadas en los planos armados con 2  $\phi$  3/8" 1265 k/cm<sup>2</sup> y separadores de  $\phi$  1/4 a cada 20 cm. anclados a los muros, recubiertos con material especificado en plano, asentados con pasta de cemento blanco, incluyendo cortes, baquillas, piezas especiales, en cualquier nivel.

## COMO SE CONSTRUYE. -

Sobre el terreno previamente preparado, es decir, debidamente compactado y pisonado con sus pendientes bien definidas, se colará el firme para definir propiamente el sardinal.

## COMO SE REVISA SU CALIDAD. -

Su calidad estará sujeta a la revisión de la calidad, cantidad y dosificación de los materiales que intervienen como son: arena, gravilla, cemento, los recubrimientos especificados, su ejecución y su terminación final.

## COMO SE MIDE PARA SU PAGO. -

Los sardinales se medirán en superficie, tomando como unidad el metro cuadrado, con aproximación al décimo.

## DESCRIPCION. -

Pavimento de concreto.

## NORMA Y ESPECIFICACION. -

Pavimento de concreto (c= 210 kg/cm<sup>2</sup>), de 0.15 m., de espesor, -  
calado con losas de  $\times$  acabada  
Incluye materiales, mano de obra y curado con concreto rojo o similar.  
Los pisos se construirán de acuerdo con los niveles y pendientes de diseño marcados en los planos y/o por el propio Instituto.

## COMO SE CONSTRUYE. -

Previamente se consolidará la superficie donde se va a colocar el pavimento; una vez efectuada esta operación, se humedecerá la zona compactada y se vaciará el concreto en los moldes previamente fabricados.

El espesor del pavimento será el indicado en el proyecto.

El vaciado se podrá hacer en dos formas, continua o alterna, siguiendo las especificaciones requeridas en los planos y/o por el Instituto para cada caso.

Si el calado de las banquetas se ha efectuado con cemento normal, éstas se protegerán del paso de peatones con un mínimo de tiempo de 72 horas; si el cemento usado fue de resistencia rápida el tiempo mínimo de protección deberá ser de 48 horas.

El acabado final se hará con cuchara, banda, malla, costal, rayadores, escoba, etc., de manera que se obtenga una superficie no resbaladiza.

Las pendientes serán las indicadas en el proyecto.

## COMO SE REVISA SU CALIDAD. -

Se revisará la calidad de los materiales empleados así como su dosificación y pruebas; la consolidación y compactación del terreno, la colocación de moldes y juntas, su espesor que sea el requerido en los planos, así como también su terminado final.

## COMO SE MIDE PARA SU PAGO. -

La cuantificación de los pavimentos se estimará tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación al décimo.



**DESCRIPCION.-**

Zampeado con piedra bola de la región.

**NORMA Y ESPECIFICACION.-**

- Zampeado con piedra bola de la región en taludes, asentada sobre un firme de mortero de cemento-arena 1:5 de  $\text{cm.}$ , de espesor; incluye materiales y mano de obra.
- El proyecto y/o el Instituto fijará la inclinación de los taludes. Estos recubrimientos serán de piedra labrada o sin labrar y son obras de protección contra erosiones.

**COMO SE CONSTRUYE.-**

Las zampeadas podrán ser secas o juntadas con mortero de cemento-arena o cal hidratada-arena.

El proyecto y/o el Instituto fijará la inclinación de los taludes. Cuando por razones de proyecto el talud no se pueda variar y el material de que está constituido resulte inestable para la inclinación dada, el Instituto determinará el procedimiento para conseguir su estabilización.

La superficie que se va a zampear estará libre de todo material extraño y previamente se compactará el terreno a la medida indicada, se humedecerá la superficie, las piedras se colocarán con la separación que indique el proyecto y/o el Instituto, una vez terminada la colocación de las piedras, se rellenarán todas las juntas con mortero de cemento o de cal hidratada, según lo indique el proyecto y/o el Instituto.

**COMO SE REVISA SU CALIDAD.-**

Se verificarán los trabajos siguientes:

Operaciones de rectificación de taludes y preparación de las superficies por zampear, la limpieza y deshierbo, compactación y afino, trazo y referencia de niveles, aplicación de mortero, labrado en el grado requerido, colocación, ajuste, asentado y juntado de las piedras.

**COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-**

Los zampeados se medirán por superficie, tomando como unidad el metro cuadrado, con aproximación de una decimal.

**DESCRIPCION.-**

Losas de concreto precoladas.

**NORMA Y ESPECIFICACION.-**

Losas de concreto precoladas de  $\text{y}$   $\text{x}$  de concreto  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ , armadas con  $\phi .5/16"$  a cada  $20 \text{ cm.}$ , con acabado asentadas con mortero de cemento-arena en proporción 1:5, incluye suministro y colocación de material y mano de obra.

**COMO SE CONSTRUYE.-**

Las piezas se fabricarán en taller conforme a los requerimientos del proyecto, los reglamentos vigentes y estas especificaciones. Se utilizarán los medios mecánicos apropiados para su traslado y colocación.

Previamente a la colocación, la base se compactará adecuadamente y se correrán niveles a fin de lograr las cotas del proyecto.

**COMO SE REVISA SU CALIDAD.-**

Se revisan los siguientes puntos:

La colocación de las piezas, el humedecido de las bases, el asentamiento de las mismas.

**COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-**

Las cuantificaciones de losas de concreto precoladas se estimarán por metro cuadrado, con aproximación al décimo.

**DESCRIPCION.-**

Pavimento de piedra bola.

**NORMA Y ESPECIFICACION.-**

Pavimento de piedra bola de  $\quad$  cm., de espesor, colocada sobre terreno apisonado, rellenando los huecos con tierra y compactando. Incluye material y mano de obra.

**COMO SE CONSTRUYE.-**

La superficie donde se colocará el piso de piedra bola se preparará compactando el suelo, afinándolo y colocando maestras a los niveles y pendientes requeridos de acuerdo con el proyecto. Posteriormente se colocará la piedra bola, debiendo respetar el nivel y pendientes requeridos con la ayuda de maestras y regla.

**COMO SE REvisa SU CALIDAD.-**

Que el material usado, piedra bola, medallón o cantos rodados sean de las dimensiones que indique el proyecto, así como la preparación su nivelación, afina y humedecido hayan sido los correctos.

**COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-**

Los pisos de piedra bola se estimarán por metro cuadrado con aproximación al décimo.

**DESCRIPCION.-**

Azotea enladrillada.

**NORMA Y ESPECIFICACION.-**

Enladrillada- sobre el relleno que se ha especificado se colocará un enladrillado que deberá cumplir con las siguientes especificaciones. Enladrillado en azoteas, con ladrillo de barro rojo recocido de la región, asentado con mortero cemento, cal, arena 1:1:9, lechadeado, escobillado y sellado con alambre y jabón, incluye materiales y obra de mano, según H.G.C. en cualquier nivel.

**COMO SE CONSTRUYE.-**

El enladrillado se colocará de la siguiente manera: el ladrillo será pegado directamente sobre el relleno usando como mezcla un mortero de cemento-cal hidratada-arena en proporción 1:1:9, con espesor mínimo de 2 cms. Para la colocación del ladrillo se utilizará el tejido de petatillo o a hilo, y se podrán poner el número suficiente de "maestras" a una separación conveniente una de otra. Se dará un lechadeado general a toda la superficie, usando lechada cemento-cal hidratada-agua en igual proporción, agregando agua suficiente para obtener una lechada muy fluida. Finalmente se dará un escobillado con una lechada de cemento cal hidratada-agua, pero más espesa, cuya función será únicamente de servir como sellador o tapaporo del ladrillo.

**COMO SE REvisa SU CALIDAD.**

Que el material empleado cumpla con las condiciones requeridas por los planos y/o el Instituto, que la superficie final que se obtenga en la azotea sea en su superficie alabeada, es decir, continua, sin la existencia de aristas o lomos. No se permitirá la colocación de ladrillos rotos; se deberán detectar cuidadosamente todas las fisuras, las cuales serán resanadas.

**COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-**

Las azoteas se medirán por metro cuadrado con aproximación al décimo, de superficie efectada.

**DESCRIPCION.-**

Challanes en Azoteas.

**NORMA Y ESPECIFICACION.-**

Una vez concluida la colocación del enladrillado el cual deberá terminarse 3 cms., antes de llegar al pretil se procederá a la construcción del challan que será mixto es decir; challanes de mortero cemento, cal arena 1:1:3 de sección triangular de 10 cms., sobre lo que se colocará ladrillo juntado con pasta de cemento cal 1:3 según E.G.C.A. en cualquier nivel.

**COMO SE CONSTRUYE.-**

Una vez concluida la colocación del enladrillado el cual deberá terminarse 3 cms., antes de llegar al pretil, se procederá a la construcción del challón que será mixto, de mezcla y ladrillo, con un mortero de cemento-cal hidratada-arena en una proporción volumétrica 1:1:3. Las dimensiones de ese challón serán aproximadamente 10 cms., por codo, posteriormente se procederá alJunteo y pegado del ladrillo dándole una terminación igual que al enladrillado.

**COMO SE REvisa SU CALIDAD.-**

Que previa su iniciación la superficie sobre la cual vaya a quedar el challón haya sido limpiado y picado vigorosamente, así como también humedecido, que la hechura del mismo esté limpia y a nivel y libre de fisuras.

**COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-**

Los challanes en azoteas se medirán para su pago en metros lineales, con aproximación al décimo.

**DESCRIPCION.-**

Herrería.

**NORMA Y ESPECIFICACION.-**

En el nombre genérico de herrería se agrupan todos aquellos elementos constructivos fabricados de hierro y/o aluminio y algún otro material cuando se especifique. Los elementos que se consideran dentro de este capítulo puertas, ventanas, cancelos, rejas, zuecos molduras y tirandos.

La colocación de la herrería se hará plomeando, nivelando y amacizando de anclas con mortero cemento-arena 1:5 en cualquier nivel.

**COMO SE CONSTRUYE.-**

Se entiende por colocación y amacizado a la operación que tiene por objeto fijar en forma definitiva un elemento, mueble o accesorio en su lugar correspondiente.

Las colocaciones y amacizados pueden ser de muy variadas formas e - bene de cánes, taquetes, balazos, adhesivos, morteros, anclas, pijas, etc.

Previamente se debe hacer la presentación de las piezas en el sitio que les corresponda para verificar dimensiones y funcionamiento de mecanismos.

**COMO SE REvisa SU CALIDAD.**

Para efectuar la revisión de su calidad se tendrán que supervisar las operaciones de la apertura de las cajas, la presentación de la herrería, la colocación del mortero y la pieza. Si las piezas son de hierro, se comprobará que lleven una aplicación de pintura anticorrosiva, que en el caso de usarse taquetes o balazos, éstos se atornillarán o remacharán perfectamente, que la misma colocación de las piezas estén de acuerdo con los paños, ejes y posiciones de proyecto con los holguras y referencias permisibles.

**COMO SE MIDE PARA SU PAGO.**

La cuantificación de la fijación de herrería se hará tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación al décimo.

**DESCRIPCION.-**

Suministro de herrería.

**NORMA Y ESPECIFICACION.-**

Suministro de herrería exterior (puertas, ventanas, cancelas, molduras, remates, botaguas y zoclos) de secciones tubulares de lámina No. Includiendo herrajes, junquillos, zoclo y molduras así como pintura anticorrosiva, según diseño con planos No.

Las características de los metales usados y de calidad y procedimiento de soldadura deben satisfacer las condiciones fijadas en las especificaciones generales de construcción de la Secretaría de Obras Públicas, toda herrería deberá ser hermética e impermeable.

**COMO SE CONSTRUYE.-**

Los elementos deberán fabricarse en forma tal que la limpieza, cambio o reposición de vidrios o cristales pueda efectuarse con facilidad. Se utilizarán perfiles cuyas muestras hayan sido aprobadas previamente por el Instituto; las hojas no presentarán deformaciones, debiendo ajustar los marcos con precisión, la holgura máxima entre elementos deberá ser de 3 mm., si no se especifica otra cosa; toda herrería deberá ser hermética e impermeable, la unión entre dos piezas deberá hacerse en diagonal.

La unión definitiva de los elementos que formen una pieza se hará según el caso por medio de:

1) Soldadura 2) Tornillería 3) Remachado 4) Engargolado

Todo material oxidado deberá protegerse con 2 capas de recubrimiento protector anticorrosivo.

**COMO SE REvisa SU CALIDAD.**

Las características de los metales usados y de calidad, y procedimiento de soldadura deberán satisfacer las condiciones fijadas en los planos y/o por el Instituto, cada elemento deberá ser de una pieza a menos que el proyecto indique otra cosa.

Todas las medidas deberán ser comprobadas en obra, no se permitirá la colocación de piezas que muestren signos de oxidación o que no hayan sido debidamente protegidas.

**COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-**

La cuantificación para fines de pago de los elementos de herrería se hará según el caso y el Instituto lo indique de acuerdo con alguna de las dos formas siguientes:

- Por metro cuadrado con aproximación al décimo.
- Por pieza.

**DESCRIPCION.-**

Colocación de contramarcos.

**NORMA Y ESPECIFICACION.-**

Previamente se debe hacer la presentación de las piezas en el sitio que les corresponde para verificar dimensiones. Para la colocación de contramarcos metálicos con el desarrollo marcado en planos se procederá plomeando, nivelando, amacizando con concreto, cemento-arena gran-villa 1:2:3 en todo el perímetro hoquelando y enderezando, en el primer nivel.

**COMO SE CONSTRUYE.**

Se entiende por colocación y amacizado a la operación que tiene por objeto fijar en forma definitiva un elemento, mueble o accesorio en su lugar correspondiente.

Las colocaciones y amacizados pueden ser de muy variadas formas: a base de cáñex, toquetes, balazos, morteros, anclor, adhesivos, plomo, etc.

Previamente se debe hacer la presentación de las piezas en el sitio que les corresponde para verificar dimensiones y funcionamiento de mecanismos.

**COMO SE REvisa SU CALIDAD.-**

Para efectuar la revisión de su calidad se tendrán que supervisar las operaciones desde la apertura de las cajas, la presentación de la herrería, la colocación del mortero y la pieza. Si las piezas son de hierro, se comprobará que lleven una aplicación de pintura anticorrosiva, que en el caso de usarse toquetes o balazos, éstos se atornillarán o remacharán perfectamente, que la misma colocación de las piezas estén de acuerdo con los paños, ejes y posiciones de proyecto con las holguras y referencias permitidas.

**COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-**

La cuantificación de la fijación de herrería se hará tanto como unidad el metro cuadrado con aproximación al décimo.

**DESCRIPCION.-**

Yesería.

**NORMA Y ESPECIFICACION.-**

Aplanado de yeso en muros y plafones con maestras a plomo y regla, incluyendo, baquillas, remates, cortes de diamante y buñas en cualquier nivel.

Previamente a la aplicación del yeso se humedecerán las superficies. El espesor del aplanado no será mayor de 2 cms.

No se aceptarán aplanados en donde la adherencia no sea completa o denote irregularidades en su aplicación.

Su forma más común es la llamada mortero siople aunque también puede ser, mortero bastardo, mortero de yeso con alumbre, estuco y el yeso ornamental.

**COMO SE CONSTRUYE.**

Previamente a la aplicación del yeso se humedecerán las superficies, el espesor del aplanado no será mayor de 2 cms., así como también antes de aplicar el yeso, si la superficie es muy lisa, se picará con cincel, con el objeto de lograr adherencia; si existen irregularidades notables que puedan requerir un aumento en el espesor del yeso superior a 2 cms. deberán eliminarse o en caso contrario se usará metal desplegado. En caso de que existan agujeros o partes descubiertas, éstas se resanarán previamente con mortero cemento-arena 1:3; una vez aplicada el yeso se pulirá con llana metálica y las aristas podrán ser vivas, biseladas, acabadas con tarraja o con el acabado que indique el Instituto.

**COMO SE REvisa SU CALIDAD.-**

No se aceptarán aplanados en donde la adherencia no sea completa o denote irregularidades en su aplicación. La preparación de la superficie y su humedecido, la colocación del yeso, maestras y su afinado, los amboquillados, perfilados, remates, esquinas, se cuidarán, verificando que hayan sido respetados los plomos, niveles, alineamientos y geometría de las piezas.

**COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-**

Los aplanados se cuantificarán según las siguientes modalidades:

- 1) Por metro lineal con aproximación al décimo.
- 2) Por metro cuadrado con aproximación al décimo.
- 3) Por pieza.

**DESCRIPCION.-**

Pinturas vinílicas sobre superficies de yeso.

**NORMA Y ESPECIFICACION.-**

Suministro y aplicación de pintura vinílica en plafones, losas y trabes acabados con yeso, retapando, plasteando y dando dos aplicaciones como mínimo, incluye materiales y obra de mano, en cualquier nivel. Se usarán exclusivamente las calidades y marcas de pintura indicados por el Instituto.

Las pinturas se aplicarán apagándose estrictamente a las instrucciones del fabricante y/o del Instituto.

En su ejecución, las superficies por cubrir serán sujetas a un proceso de: limpieza preliminar, resanes en general, lijado, aplicación de resanes y terminado.

**COMO SE CONSTRUYE.-**

En su ejecución, las superficies por cubrir deberán ser sujetas al siguiente proceso:

- a) Limpieza con zacate y cepillo de raíz hasta eliminar cualquier sustancia extraña adherida.
- b) Resane general con plaste hecho a base de blanca de España y la pintura aprobada, aplicada con espátula.
- c) Lijado para eliminar rebobas o bordes de plaste.
- d) Aplicación en los resanes exclusivamente, de una mano de pintura del color y calidad aprobadas (chivear).
- e) Terminado con brocha de pelo con dos a más manos, a juicio del Instituto, obteniendo una superficie tersa y uniforme.
- f) No se aplicará pintura sobre superficies húmedas, salitradas, engrasadas o con yeso flojo o pasado.

**COMO SE REvisa SU CALIDAD.**

Se revisará que las superficies pintadas observen las siguientes características: zacateado y limpieza de la superficie por recubrir, plasteado, lijado y limpieza; aplicación de la pintura en el número de manos que sean requeridas, que hayan sido usadas exclusivamente las calidades y marcas de pintura indicadas por el Instituto.

**COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-**

Los trabajos de pintura vinílica se estimarán por metro cuadrado con aproximación al décimo.

**DESCRIPCION.-**

Pintura de aceite sobre acabados de yeso.

**NORMA Y ESPECIFICACION.-**

Suministro y aplicación de pintura de aceite en plafones, lasas y trabes acabados con yeso retapando, plasteciendo y dando dos aplicaciones como mínimo.

Incluye materiales y mano de obra, en cualquier nivel.

Las pinturas se aplicarán apegándose estrictamente a las instrucciones del fabricante y/o el Instituto así como la calidad y marca de la pintura será la estrictamente marcada por el Instituto.

**COMO SE CONSTRUYE.-**

En su ejecución, las superficies por cubrir deberán ser sujetas al siguiente proceso:

- Limpieza con zacate hasta eliminar cualquier sustancia extraña adherida o partículas sueltas.
- Resane general con plaste hecho a base de blanco de España y la pintura aprobada, aplicada con espátula.
- Lijado para eliminar rebabas o bordes de plaste.
- Aplicación de una mano de sellador.
- Aplicación en los resanes exclusivamente, de una mano de pintura del color y calidad aprobadas.
- Terminado con brocha de pelo con dos o más manos, a juicio del Instituto, lijando suavemente entre mano y mano, hasta obtener una superficie tersa y uniforme.
- No se aplicará pintura sobre superficies húmedas, salinosas, engrasadas o con yeso flojo o posado.

**COMO SE REvisa SU CALIDAD.-**

Se revisará que las superficies pintadas observen las siguientes características: zacateado y limpieza de la superficie por recubrir, plastecido, lijado y limpieza, aplicación del sellador; aplicación de la pintura en el número de manos que sean requeridas, y que hayan sido usadas exclusivamente las calidades y marcas de pintura indicadas por el Instituto.

**COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-**

Los trabajos de pintura de aceite se estimarán por metro cuadrado con aproximación al décimo.

**DESCRIPCION.-**

Pintura de esmalte anticorrosiva en herrero.

**NORMA Y ESPECIFICACION.-**

Suministra y aplicación de pintura de esmalte anticorrosiva en herrero (medido por un solo lado), limpiando, removiéndolo, plasteciendo y dando dos aplicaciones como mínimo, incluye materiales y mano de obra en cualquier nivel.

Se usarán exclusivamente las calidades y marcas de pintura indicadas por el Instituto.

En la ejecución se atenderá el proceso de limpieza de la superficie, desengrasado y desoxidado y aplicación de dos manos.

**COMO SE CONSTRUYE.-**

En la ejecución se atenderá el siguiente proceso:

- Limpieza de la superficie metálica por tratar con fibra de acero, espátula o cepillo de alambre, para eliminar todas las partículas extrañas adheridas y óxidos.
- Desengrasado y desoxidado.
- Aplicación de una o dos manos, a juicio del Instituto, de primario anticorrosivo.
- Plastecido de irregularidades.
- Aplicación de dos o más manos, a juicio del Instituto, de esmalte, hasta dejar la superficie uniforme y tersa.

**COMO SE REvisa SU CALIDAD.-**

Se revisará que las superficies pintadas observen las siguientes características:

Limpieza de la superficie, desengrasado en su caso y enjuague, aplicación del esmalte.

Se verificará que hayan sido usados exclusivamente las calidades y marcas de pintura indicadas por el Instituto.

**COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-**

Los trabajos de pintura anticorrosiva se estimarán por metro cuadrado con aproximación al décimo.

## DESCRIPCION.-

Pintura de cal.

## NORMA Y ESPECIFICACION.-

Suministro y aplicación de cal en muros y plafones, dando dos aplicaciones como mínimo, incluye materiales y mano de obra en cualquier nivel.

Si son necesarios resanes o reposiciones de aplanchados, éstos se harán previamente.

La pintura se aplica con chulo o si se quiere obtener un acabado mejor y más uniforme, se utilizará aspersor de bomba de aire.

## COMO SE CONSTRUYE.-

La superficie donde se aplicará la pintura o la cal, será limpiada de polvo o materias extrañas.

Si son necesarios resanes o reposiciones de aplanchados, éstos se harán previamente.

La pintura se prepara como sigue:

Se mezclan el agua y la sal y posteriormente a esta solución se le agrega cal.

En seguida se mezclan en otro recipiente, alumbre y agua.

Ambas soluciones se juntan agregando el color para cemento.

La pintura se aplica con chulo.

## COMO SE REvisa SU CALIDAD.-

Los conceptos que se deberán tomar en cuenta para la revisión de este trabajo serán: la limpieza y preparación del muro, la fabricación de la pintura y su aplicación en tantas manos como se requiera.

## COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-

La pintura de cal se estimarán tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación al décimo.

## DESCRIPCION.-

Carpintería en puertas.

## NORMA Y ESPECIFICACION.-

Suministro y colocación de puertas de . . . . x . . . . m., construida con bastidor de madera de . . . . . cabezales y largueros de 1 1/2 x 1 1/2" forro de triplay. . . . . mm., por ambas caras acabado con . . . . y canto perimetral de . . . . . llevando refuerzos para alajar cerradura, incluyendo bisagras de 4" latanadas o de aluminio.

Los materiales podrán ser pino, cooba, cedro, chechén, fibrocel, honey comb, plásticos espumados, fibra de vidrio, triplay, perma play, lignoplay, plástico laminado, clavo; tornillos, clavacotes, adhesivos.

## COMO SE CONSTRUYE.-

Atendiendo a su funcionamiento las puertas pueden ser embisagradas, empivadas.

Para su ejecución se atenderá que la superficie de contacto esté libre de polvo, basura o materias extrañas.

Para lograr una mayor adherencia, las piezas se sujetarán por medio de prensas u otro aditamento hasta lograr el fraguado del adhesivo; las dimensiones de los elementos serán las que fijen los detalles constructivos con toda exactitud y se tomará en cuenta lo siguientes: el proyecto indicará tipo, calidad, dimensiones y acabados de los materiales empleados; se anclarán y reforzarán de acuerdo con las indicaciones del proyecto. Las uniones de piezas serán por medio de adhesivos, herrajes, ensambles o combinaciones de ellos.

## COMO SE REvisa SU CALIDAD.-

Se verificarán entre otras operaciones las siguientes:

La hechura de bastidores, la colocación de los forros, la colocación de la boquilla perimetral, la colocación y fijación de herrajes, la aplicación de barniz o cualquier otro material especificado, que las superficies estén lisas, tersas, sin torceduras, alabeos ni rajaduras.

## COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-

Las puertas se cuantificarán por pieza.

## DESCRIPCION. -

Carpintería en puertas.

## NORMA Y ESPECIFICACION. -

Suministra y colocación de puertas de . . . x . . . , construida con bastidor de madera de . . . . . cabezales y largueras de 1 1/2 x 3" y seis peinazos de 1 1/2 x 1 1/2 forro de triplay de . . . . . mm. por ambas caras acabado con . . . . . y canto perimetral de . . . . . llevando refuerzos para alojar cerradura, incluye bisagras de 4" latonado o de aluminio.

## COMO SE CONSTRUYE. -

Atendiendo a su funcionamiento las puertas pueden ser embisagradas, empivotadas.

Para su ejecución se atenderá que las superficies de contacto estén libres de polvo, basura o materiales extraños.

Para lograr una mayor adherencia, las piezas se sujetarán por medio de prensas u otro aditamento hasta lograr el fraguado del adhesivo; las dimensiones de los elementos serán las que lijen los detalles constructivos con toda exactitud y se tomará en cuenta lo siguiente: el proyecto indicará tipo, calidad, dimensiones y acabados de los materiales empleados; se anclarán y reforzarán de acuerdo con las indicaciones del proyecto. Las uniones de piezas serán por medio de adhesivos, herrajes, ensambles o combinaciones de ellos.

## COMO SE REVISA SU CALIDAD. -

Se verificarán entre otras operaciones las siguientes:

La hechura de bastidores, la colocación de los forros, la colocación de la boquilla perimetral, la colocación y fijación de herrajes, la aplicación de barniz o cualquier otro material especificado, que las superficies estén lisas, tersas, sin torceduras, alabeas ni rajaduras.

## COMO SE MIDE PARA SU PAGO. -

Las puertas se cuantificarán por pieza.

## DESCRIPCION. -

Carpintería en closets.

## NORMA Y ESPECIFICACION. -

Closet en . . . . . plana . . . . . de . . . . . x . . . . . x . . . . . m., construida con bastidor de . . . . . forrado con . . . . . consta de . . . . . cajones. . . . . entrepaños, puertas corredizas. . . . . y de abatir.

El proyecto señalará las dimensiones, distribución, materiales herrajes, acabados, refuerzos y anclajes materiales los indicados en proyecto.

## COMO SE CONSTRUYE. -

El proyecto señalará las dimensiones, distribución, materiales, herrajes, acabados, refuerzos, y anclajes, que se emplearán en la construcción de los closets.

Los entrepaños podrán ser de madera maciza o de bastidor con tambor de triplay, dula, fibracel, etc., con los cantos exteriores emboquillados.

Las cajoneras, charolas, portazapatos, se construirán de acuerdo con las medidas indicadas en los planos de detalle.

Los acabados serán los indicados en el proyecto.

## COMO SE REVISA SU CALIDAD. -

Se revisarán las siguientes operaciones:

La fabricación y colocación de bastidores, la fabricación de las cajoneras, bastoneras, zapateros, la colocación de herrajes, pintura, etc. a su vez el movimiento de los cajones deberá efectuarse con facilidad y sin esfuerzo, así como también en la colocación de los herrajes se hará con limpieza, sin dañar los acabados de la madera.

## COMO SE MIDE PARA SU PAGO. -

Los closets se cuantificarán tomando como unidad la pieza o lote.



**DESCRIPCION.-**

Vidriería.

**NORMA Y ESPECIFICACION.-**

Suministra y colocación de vidrio medio doble, asentado con mastique metalset en cualquier nivel.

Deberá ser un vidrio fino, transparente uniforme, con superficies pulidas y desbastadas a máquina carecer de ondulaciones o alabeos. Se produce en láminas de 1.30 m x 1.80 m., se recomienda emplearlo en vanos no mayores de 1.00 x 1.00 m. su peso es de 9 k/ m<sup>2</sup>.

**COMO SE CONSTRUYE.-**

Para la colocación del vidrio existen varias formas:

- Por medio de grapas y mastiques.
- Por medio de cañuelas o molduras.
- Por medio de molduras para aporador.

Para nuestro caso el sistema principal será el enunciado primero.

Para la aplicación del mastique, la superficie debe estar exenta de polvo y humedad, además el vidrio no debe colocarse directamente con el marco metálico, pues puede quebrarse, para posteriormente sellar por fuera con abundante mastique.

**COMO SE REvisa SU CALIDAD.-**

Que el vidrio haya sido asentado primeramente sobre una capa de mastique y presionado para no haber dejado oquedades o grietas que permitan la penetración del agua. Finalmente que haya sido sellada toda su longitud con abundante mastique, todo ésto en forma achaflanada, si la ventana es estructural, o en forma de cordón, si la ventana es tubular. Se revisará también el corte del vidrio a las dimensiones apropiadas del vano, el pulido y esmerilado de los vanos.

**COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-**

Todos los materiales especificados para este concepto se cuantificarán por metro cuadrado con aproximación al décimo. Medido colocado.

**DESCRIPCION.-**

Vidriería.

**NORMA Y ESPECIFICACION.-**

Suministra y colocación de vidrio especial, topiz, gata de agua o nido de abeja, asentado con mastique metalset en cualquier nivel.

Tiene un peso aproximado de 13 k/m<sup>2</sup> y se fabrica en anchos de 0.80m a 1.00 m. con largos variables de 2.80 a 3.00 m. se recomienda no usarlo en claros mayores de 1.00 x 2.50 m.

Estos vidrios tienen usos muy variados; pero por lo general se utilizan en aquellas partes donde se requiere translucidez pero no transparencia.

**COMO SE CONSTRUYE.-**

Para la colocación del vidrio existen varias formas:

- Por medio de grapas y mastiques.
- Por medio de cañuelas o molduras.
- Por medio de molduras para aporador.

Para nuestro caso el sistema principal será el enunciado primero.

Para la aplicación del mastique, la superficie debe estar exenta de polvo y humedad, además el vidrio no debe colocarse directamente con el marco metálico, pues puede quebrarse, para posteriormente sellar por fuera con abundante mastique.

**COMO SE REvisa SU CALIDAD.**

Que el vidrio haya sido asentado primeramente sobre una capa de mastique y presionado para no haber dejado oquedades o grietas que permitan la penetración del agua. Finalmente que haya sido sellada toda su longitud con abundante mastique, todo ésto en forma achaflanada si la ventana es estructural, o en forma de cordón, si la ventana es tubular. Se revisará también el corte del vidrio a las dimensiones apropiadas del vano, el pulido y esmerilado de los vanos.

**COMO SE MIDE PARA SU PAGO.**

Todos los materiales especificados para este concepto se cuantificarán por metro cuadrado con aproximación al décimo. Medido colocado.

**DESCRIPCION.-**

Cerrojería.

**NORMA Y ESPECIFICACION.-**

Suministro y colocación de cerradura.

Se entiende por herrajes a la serie de elementos o dispositivos metálicos con que se guarnece o decora una puerta, ventana mueble.

Se incluyen en estos las bisagras, chapetones, jaladeras, chapas, picaportes, portacandados, etc., de hierro, bronce, aluminio, cobre, etc.

Las cerraduras serán del tipo, clase y marca determinados por el proyecto o el Instituto.

Los lugares de colocación de las cerraduras, en general estarán indicados en los planos de proyecto.

En cada caso particular el proyecto y/o el Instituto determinarán el tipo, clase y marca del mecanismo a emplear.

**COMO SE CONSTRUYE.-**

Los lugares de colocación de las cerraduras en general estarán indicados en los planos de proyecto o serán señalados por el propio Instituto.

En cada caso particular el proyecto y/o el Instituto determinarán el tipo, clase y marca del mecanismo a emplear.

Al colocarse los mecanismos, éstos estarán debidamente lubricados con grasa grafitada; se desechará el uso de aceites en general.

El proyecto y/o el Instituto indicará los casos en que se requieran maestreamientos de las cerraduras. Todas las chapas tendrán contra metálica.

**COMO SE REVISA SU CALIDAD.-**

Previo la fijación de éstas, se hará la presentación de las mismas y se comprobará su funcionamiento. Se cuidarán y revisarán las operaciones de taladro, la apertura de la caja, la presentación, fijación y aseguramiento de su mecanismo, así como la limpieza en la ejecución del trabajo.

**COMO SE MIDE PARA SU PAGO.-**

Se consideran dos alternativas:

- a) El costo de los herrajes estará incluido en el de la puerta o elemento donde se colocarán.
- b) Chapas por pieza colocada.

**VIII.-****SUPERVISION DE LOS ACABADOS.**

a) CONTROL DE CALIDAD EN LA RECEPCION DE LA VIVIENDA.

b) CONTROL DE CALIDAD DE OBRA.

## CONTROL DE CALIDAD EN LA RECEPCION DE LA VIVIENDA.

Al aviso de terminación de la vivienda por parte de la Constructora, el Supervisor verificará de uno en uno, todas las viviendas terminadas, haciendo uso de las formas que se anexan, en las cuales se revisará la apariencia, el funcionamiento y las tolerancias de los conceptos enlistados, no siendo esta relación limitativa sino únicamente enunciativa de los conceptos que se consideraran más importantes.

## Para la verificación de:

## Apariencia.

Se hará con las siguientes criterios:

En pintura, que no tenga cambio de tono; en pisos, que no tenga manchas de cualquier tipo de material usado - en obra o que haya penetrado, color y textura uniforme; en muros aparentes que sus juntas sean uniformes y la superficie libre de impurezas; en techos de concreto que sea homogéneo, porocidad mínima, sin resacas, sin lechadeado y aristas a reventón.

## Funcionamiento.

Se verificará que todas las instalaciones y accesorios - funcionen adecuadamente.

## Tolerancia.

Se basará en la tabla aprobada, estableciendo la calificación que le corresponda al Contratista, de acuerdo con su calidad de obra, esta verificación de tolerancias podrá hacerse en forma estimativa, recurriendo a elementos de medición más precisos en caso de duda o cuando considere que la tolerancia rebasa la establecida.

## Resistencia.

Se deberá de haber verificado durante el proceso de obra.

Edificio: \_\_\_\_\_  
 Frente: \_\_\_\_\_  
 Dirección Constructora: \_\_\_\_\_  
 Dirección: \_\_\_\_\_

IDENTIFICACION VIVIENDA: \_\_\_\_\_

1a. Verificación.  
Fecha \_\_\_\_\_2a. Verificación.  
Fecha \_\_\_\_\_

DEFICIENCIAS:

CONCEPTO	Aceptación		OBSERVACIONES	Aceptación		OBSERVACIONES
	SI	No		SI	No	
Obras exteriores.						
Fachada principal.						
Muros interiores.						
Techos interiores.						
Paredes.						
Puertas.						
Ventanas.						
Baños.						
Muebles de baño.						
Cocina.						
Fachada posterior.						

FUNCIONAMIENTO.

CONCEPTO.	Aceptación.		OBSERVACIONES	Aceptación.		OBSERVACIONES
	SI	No		SI	No	
Instalación hidráulica.						
Sanitarios.						
W.C.						
Agüeros.						
Lavaderos.						
Fregadero.						
calentador.						
Llaves de agua.						
Instalación sanitaria.						
Calefacción y calderas.						
Instalación gas.						
Instalación eléctrica.						
Interruptores.						
Apagadores.						
Interruptores.						
Instalación antenas T.V.						
Ventiladores.						
Puertas.						
Resacas aristas.						

REPRESENTANTE

1a. Verificación

REPRESENTANTE CONSTRUCTORA

2a. Verificación

## VERIFICACION DE TERMINACION DE VIVIENDA

Calidad: \_\_\_\_\_  
 Nombre: \_\_\_\_\_  
 Empresa Constructora: \_\_\_\_\_  
 Dirección: \_\_\_\_\_

IDENTIFICACION VIVIENDA \_\_\_\_\_

1a. Verificación.  
 Fecha: \_\_\_\_\_

2a. Verificación.  
 Fecha: \_\_\_\_\_

## TOLERANCIAS.

CONCEPTO.	CALIDAD				No. de Acept.	OBSERVACIONES	CALIDAD						
	A	B	C	D			A	B	C	D			
Muros de:													
Tabique ejes.													
Block ejes.													
Concreto ejes.													
Tabique verticalidad.													
Block verticalidad.													
Horizontalidad hiladas.													
Concreto espesor.													
Ventanas verticalidad.													
Ventanas nivel.													
Pisos nivel.													
Lambines verticalidad.													
Aplacados verticalidad.													
Escalones nivel.													
Escalones peralte.													
Escalones huella.													
Columnas concreto verticalidad.													

REPRESENTANTE

1a. Verificación.

2a. Verificación.

REPRESENTANTE CONSTRUCTORA

1a. Verificación.

2a. Verificación.

## TABLA DE TOLERANCIAS EN CONSTRUCCION DE VIVIENDA INFONAVIT

CONCEPTO	UNIDAD DE REF.	CALIDAD			
		"A"	"B"	"C"	"D"
Pisos - Nivel	Cuarta	$\pm 0.5$ cm.	$\pm 1.0$ cm.	$\pm 1.5$ cm.	$\pm 2.0$ cm.
Muros de tabique o block					
Ejes	Eje	$\pm 0.5$ cm.	$\pm 1.0$ cm.	$\pm 1.5$ cm.	-----
Muros de concreto - ejes	Eje	$\pm 0.5$ cm.	$\pm 1.0$ cm.	$\pm 1.5$ cm.	-----
Aplacados - verticalidad	Palo	$\pm 0.4$ cm.	$\pm 0.8$ cm.	$\pm 1.0$ cm.	$\pm 1.5$ cm.
Escalones - nivel	Pza.	$\pm 0.2$ cm.	$\pm 0.3$ cm.	$\pm 0.5$ cm.	-----
Puertas verticalidad	Pza.	$\pm 0.5$ cm.	$\pm 1.0$ cm.	$\pm 1.0$ cm.	-----
Ventanas - nivel	Pza.	$\pm 0.2$ cm.	$\pm 0.5$ cm.	$\pm 1.0$ cm.	-----
Lambines - verticalidad	Palo	$\pm 0.3$ cm.	$\pm 0.5$ cm.	$\pm 1.0$ cm.	-----
Muros de tabique o block verticalidad	Palo	$\pm 0.5$ cm.	$\pm 0.7$ cm.	$\pm 1.0$ cm.	$\pm 1.3$ cm.
Muros de tabique o block horizontalidad de las hiladas	Tramo	$\pm 0.5$ cm.	$\pm 0.7$ cm.	$\pm 1.0$ cm.	-----
Muros de concreto - verticalidad	Palo	$\pm 0.5$ cm.	$\pm 0.8$ cm.	$\pm 1.2$ cm.	$\pm 2.0$ cm.
Muros de concreto - espesor		$\pm 1.0$ cm.	$\pm 1.0$ cm.	$\pm 1.0$ cm.	-----
Columnas de concreto - verticalidad.	Pza.	$\pm 0.5$ cm.	$\pm 0.7$ cm.	$\pm 1.0$ cm.	-----
Escalones - peralte	Pza.	$\pm 0.2$ cm.	$\pm 0.4$ cm.	$\pm 0.6$ cm.	-----
Escalones - huella	Pza.	$\pm 0.5$ cm.	$\pm 1.0$ cm.	$\pm 1.5$ cm.	-----
Puertas anoste		$\pm 0.5$ cm.	$\pm 1.0$ cm.	$\pm 1.5$ cm.	-----
Ventanas verticalidad	Pza.	$\pm 0.2$ cm.	$\pm 0.5$ cm.	$\pm 1.0$ cm.	-----

Calidad A. - Buena calidad; se procurará contratar con las Compañías que la obtengan.

Calidad B. - Regular calidad; se podrá contratar con las Compañías que la obtengan.

Calidad C. - Mala calidad; se procurará no contratar con las Compañías que la obtengan.

Calidad D. - Se aceptará únicamente para las unidades en proceso de terminación, no así en las nuevas obras.

Fuera de tolerancia. - No se aceptará la obra y se procederá a su corrección, incluyendo la demolición de ser necesario.

### b) CONTROL DE CALIDAD DE OBRA.

El Control de Calidad de tipo estadístico se basa en un marco de referencia o calidad solicitada para verificar cada uno de las etapas de la obra en lo referente a resistencia, tolerancia, apariencia y funcionamiento de todos y cada uno de sus elementos.

De acuerdo con el tipo de vivienda que se esté construyendo se establecerán las etapas en las cuales se deba llevar a cabo la verificación de la calidad.

El procedimiento de verificación de calidad en etapas, nos permite en el momento de la recepción de vivienda, revisar FUNCIONAMIENTO, APARIENCIA Y TOLERANCIA, de parte de los elementos que forman la vivienda.

Los factores que determinan la calidad de la vivienda son los siguientes:

La Resistencia: que se refiere fundamentalmente a los elementos estructurales y los cuales si no cumplen con las especificaciones marcadas deberá procederse a su demolición.

La Tolerancia: que es definida por la calidad de la mano de obra, y la cual si no es observada en los elementos primarios debe procederse a su corrección, ya que en los elementos secundarios se reflejará como una mala calidad en apariencia.

La Apariencia: que de no lograr una calidad adecuada dará un aspecto de baja calidad de la vivienda y no debe aceptarse.

El Funcionamiento: que de no lograr una correcta operación de las instalaciones y accesorios que componen la vivienda no debe recibirse.

A continuación se describen los controles de calidad de los elementos más importantes de la vivienda.

#### ETAPA: ELEMENTOS VERTICALES.

##### Muros.

a.- Block y Barro recocido.

### CRITERIO GENERAL EN CONCRETOS

- 1.- De los tipos de cemento por usar en la Delegación se deberá mandar hacer los gráficos de comportamiento y resistencia a los 3, 7, 14, 28 y 40 días de su recuperabilidad en Kg/cm<sup>2</sup>.
- 2.- De los barcos por usar se deberá revisar granulometrías y capacidades del material para morteros y concretos.
- 3.- Se deberá ejecutar estudio de volúmenes por M<sup>3</sup> según las arenas, gravas y cemento para las resistencias de 200 kg/cm<sup>2</sup> 140 kg/cm<sup>2</sup> y 90 kg/cm<sup>2</sup>.

### TABLA DE TOLERANCIAS Y SU APLICACION

DE LAS PRUEBAS DE CILINDROS DE CONCRETO DE	REVISION TECNICA	SECCIONES PARA PAGO
del 90% del f'c al 100% f'c	D.K.	Aplicar deductiva del (%) en que esté bajo.
del 75% del f'c al 89% f'c	Revisión de cálculo ejecución de corazones.	Se aplica deductiva del f'c real, que proceda, se deberán ejecutar a los 40 días min., y 55 días máximo.
del 65% del f'c al 74% f'c	Revisión de cálculo prueba de carga.	Se aplica deductiva del f'c que se obtenga siempre y cuando pasen las pruebas técnicas.
	Orden demolición.	A los 28 días a 40 días según - -ética de comportamiento.

- Apariencia:** De acuerdo a lo requerido en el plano de acabados arquitectónicos.
- Resistencia:** Compresión no menor de 50 kg/cm<sup>2</sup> en área efectiva. Las características (textura, grado de cocción, calor y forma), se verificarán mediante ensayos de laboratorio en un mínimo de 5 muestras a compresión y 5 muestras a absorción, por cada 10,000 piezas o menos satisfaciendo los requisitos especificados.
- Tolerancias:** En dimensiones exteriores de tabique o block: largo  $\pm$  1.0 cm. ancho  $\pm$  0.5 cm. espesor  $\pm$  0.3 cm.  
 En desplazamiento relativo entre tabique del paño del muro no mayor de 1.0 cm.  
 Las juntas no deberán tener variaciones superiores a 0.5 cm.  
 Los ejes de desplante de los muros no pueden estar fuera del tercio medio de la corona del cimiento.  
 La horizontalidad de las hiladas no será mayor de 0.2 cm/ml. en acabados aparentes y 0.5 cm./ml., en acabados no aparentes. Se tendrá como valor máximo para cualquier longitud mayor de 10 M., 2.0 cm., en acabados aparentes y 5.0 cm., en acabados no aparentes.  
 El descuadre máximo tolerable de los muros, no será mayor de 1.0 cm.  
 El desplazamiento máximo del muro con respecto al eje, no será mayor de 0.5 cm.

#### b. Mortero.

- Resistencia:** Compresión directa a los 28 días de 70 kg/cm<sup>2</sup>, la cual se verificará mediante la elaboración y ensayos de briquetas, en un mínimo de una muestra por cada 100 M<sup>2</sup>. de muro o una muestra por cada día que se elabore mortero, se deberán satisfacer las especificaciones de A.S.T.M. en condiciones análogas que para cilindros de concreto.

#### Escaleras.

##### a. Concreto.

- Resistencia:** Todo el concreto será preparado en revolvedora con cemento - portland tipo I, o en su defecto premezclado.  
 De f'c=150 kg/cm<sup>2</sup>, 200 kg/cm<sup>2</sup>, 250 kg/cm<sup>2</sup> y 300 kg/cm<sup>2</sup>, según diseño estructural.

- Tolerancias:** Los rebanamientos permitidos serán de:  
 5 a 10 cm. para concretos de f'c=150 kg/cm<sup>2</sup>.  
 5 a 10 cm. para concretos de f'c=200 kg/cm<sup>2</sup>.  
 5 a 10 cm. para concretos de f'c=250 kg/cm<sup>2</sup>.  
 5 a 10 cm. para concretos de f'c=300 kg/cm<sup>2</sup>.  
 En caso de utilizarse concretos premezclados, se limitará el tiempo de vaciado del camión a la posición definitiva en el molde a un máximo de 1 hora a menos que se utilice retardador de fraguado.

- Apariencia:** Esta será según el diseño, y sin excepción el concreto debe presentarse un aspecto homogéneo, se desechará todo concreto con coriza y aquel en que haya quedado visible el refuerzo y que presente hoquedades u otros defectos objetables al procedimiento de colado.

##### b. Cimbra.

- Resistencia:** Los moldes y formas deberán ajustarse a la configuración, líneas, elevación y dimensiones que vaya a tener el concreto según lo indiquen los planos respectivas, ésta será lo suficientemente resistente para soportar las cargas a que estará sometido, para ello deberá contar con un diseño adecuado, calculado con un factor de seguridad de 5.

- Apariencia:** La cimbra cualquiera que sea su tipo deberá estar en buen estado, limpia de toda materia extraña y reparada adecuadamente después de cada uso, si se emplea duelo su espesor no será menor de 1 1/2 pulgadas.

En el caso que los planos arquitectónicos indiquen otra disposición donde se especifique concreto aparente, la cimbra podrá ser metálica, de duelo machimbrada y cepillada o de triplay impermeable de 16 mm.

En cualquier tipo de cimbra antes de colocar el refuerzo se deberá aplicar una capa de lubricante que no manche el concreto.

**Tolerancias:** En dimensiones reales de las huellas  $+0.5$  cm.  
 En dimensiones reales de los paralles  $+0.2$  cm.  
 En nivel real de escalones  $+0.2$  cm.

#### ETAPA: ACABADOS.

##### Aplanados de mezcla.

**Apariencias:** Se verificará la superficie indicada y si ésta es muy lisa, deberá picarse con cincel para lograr la adherencia de ambos materiales.  
 En caso de existir irregularidades notables que puedan requerir un espesor mayor al tolerable, éstas deberán recortarse.  
 Sobre los muros indicados se colocarán nuestras plomeadas para que la superficie y los ángulos tomen líneas continuas y verticales, colocadas las muestras se tendrá una capa de 1.5 cm. y a las 24 horas se continuará con 1.5 cm., más de espesor.  
 El acabado serán con plano de madera para dejar la superficie indicada en el proyecto, pudiendo ser fino, rústico o rugoso.

**Tolerancias:** El espesor máximo será de 2.0 cm., no se aceptarán espesores menores de 1.0 cm., ni mayores de 2.4 cm.  
 El desplome máximo tolerable del elemento aplanado será de  $+1/600$  por cada metro, no pudiendo ser mayor de 1.0 cm., en paños grandes.

##### Aplanados de yeso.

**Apariencias:** Se verificará la superficie indicada y si ésta es muy lisa deberá picarse con cincel para lograr la adherencia de ambos materiales, en caso de existir irregularidades notables que puedan requerir un espesor mayor al tolerable, éstas deberán recortarse.  
 Si la superficie presenta hoquedades o partes descubiertas éstas se resanarán previamente con mortero cemento arena 1:3.  
 Sobre los muros o plafones indicados se colocarán muestras a plano o nivel para que las superficies y los ángulos tomen líneas continuas verticales u horizontales.

**Tolerancia:** En plafones el espesor máximo será de 1.0 cm.  
 En muros el espesor máximo será de 2.0 cm.  
 El desplome máximo tolerable del elemento aplanado será de  $+0.4$  cm.

##### Pisos de Cemento.

**Resistencia:** En ningún caso el concreto será menor de  $f'c=100$  kg/cm<sup>2</sup>.

**Apariencias:** Se evitará la contaminación de la plantilla con la superficie del terreno, la cual deberá compactarse previamente y humedecerse antes de colocar el piso para evitar pérdidas de agua del frogado.  
 El agregado grueso no deberá quedar suelto en la superficie.  
 Los acabados se deberán apegar a las especificaciones de proyecto, pudiendo ser: pulido, rayado, escabillado, costaleado, etc. Se recomienda que el acabado se haga integralmente.

**Tolerancia:** En espesor  $+0.3$  cm.  
 En nivel  $+0.5$  cm.

##### Pisos de Mosaico.

**Apariencias:** La losa o firme sobre el que se vaya a sentar el mosaico, deberá estar limpia y libre de cualquier tipo de impurezas tales como polvo, yeso, tierra, escombros, mezcla, etc.  
 Se ajustarán a los niveles que fija el proyecto mediante el empleo de las muestras necesarias y especificaciones del proyecto.  
 Todas las plazas deberán ser de color y tamaño uniforme de acuerdo a la muestra aprobada, no se admitirán piezas cortadas, despostilladas, con fisuras o algún otro defecto.  
 Se deberá comprobar físicamente que no se produzcan encharcamientos, ni filtraciones.  
 Se deberá proteger la superficie terminada durante el proceso de la obra en donde sea necesario.

**Resistencia:** El mosaico podrá ser de pasta o granito y deberá satisfacer plenamente la norma DGN-C3 vigente.

**Tolerancias:** En espesor  $\pm 0.3$  cm.  
 En nivel  $\pm 0.5$  cm.  
 En diferencia entre el recubrimiento colocado y el plano teórico del proyecto 2/1000 respecto al todo menor.  
 En concavidad y convexidad 1/1000.  
 En pendiente para escurrimiento del agua 1/10 de la inclinación en las líneas con menor pendiente.

#### Lambrines.

**Apariencias:** Las piezas deberán ser de color y tamaño uniforme de acuerdo a la muestra aprobada.  
 Las juntas deberán tener un ancho constante y deberán estar a plomo y nivel, corresponderse en toda la superficie y superficies adyacentes del mismo lambrín.

**Tolerancias:** En verticalidad del paño  $\pm 0.3$  cm.  
 En los remates con la losa, herrería y puertas se dejará una holgura de 0.2 cm.  
 El desnivel y diferencia angular será de 1/500 tanto en paños como en juntas y emboquillados.  
 Para azulejo las piezas tendrán entre sí una separación máxima de 0.2 cm. para absorber las irregularidades del material.  
 Los lambrines se ajustarán en sus planos, niveles y alineamiento mediante el uso de las muestras necesarias.

#### Otros recubrimientos.

**Tolerancias:** En espesor  $\pm 0.3$  cm.  
 En verticalidad  $\pm 0.5$  cm.

**Apariencias:** Lo que marque el plano de acabados.

#### Puertas y Ventanas.

**Tolerancias:** Ventanas en cuanto a nivel  $\pm 0.2$  cm.  
 Puertas en cuanto al arrastre  $\pm 0.5$  cm.

#### ETAPA: OBRAS EXTERIORES.

##### Bardas.

**Apariencias:** Será la que marquen los planos de proyecto, y podrán ser de tabique o barro recocido, block, piedra o concreto.

**Resistencia:** Las bardas de tabique o block se deberán reforzar con castillos de concreto armado de  $f'c=150$  kg/cm<sup>2</sup> cuyo espaciamiento máximo será de 20 veces el espesor del muro, también irán reforzados con cadenas de concreto armado  $f'c=150$  kg/cm<sup>2</sup> con espaciamiento máximo de 15 veces el espesor del muro.  
 La compresión no será menor de 50 kg/cm<sup>2</sup> en el área efectiva.

**Tolerancias:** En desplomes no serán mayores de 1/300 de la altura de la barda.  
 Las juntas no deberán tener variaciones superiores de 0.5 cm.  
 El desplazamiento máximo de la barda con respecto a su eje no será mayor de 0.5 cm.  
 En block o barro recocido.  
 Dimensiones exteriores largo  $\pm 1.0$  cm. ancho  $\pm 0.5$  cm. espesor  $\pm 0.3$  cm.  
 En desplazamiento relativo entre tabiques en el paño del muro no mayor de 1.0 cm.  
 Los ejes de desplante de los muros no pueden estar fuera del tercio medio de la corona del cimiento.  
 La horizontalidad de los hilados no será mayor de 0.2 cm/ML, en acabados aparentes y 0.5 cm/ML, en acabados no aparentes.

##### Pisos de Cemento.

**Tolerancias:** En ningún caso el concreto será menor de  $f'c=100$  kg/cm<sup>2</sup>.

**Apariencias:** Se evitará la contaminación de la plantilla con la superficie del terreno la cual deberá compactarse previamente y humedecerse antes de colocar el piso para evitar pérdidas de agua del fraguado.



El agregado grueso no deberá quedar en la superficie.  
Los acabados se deberán apagar a las especificaciones de proyecto, pudiendo ser: pulido, rayado escobillado, costaleado, etc. Se recomienda que el acabado se haga integralmente.

**Tolerancias:** En espesor  $\pm 0.3$  cm.  
En nivel  $\pm 0.5$  cm.

#### Jardinería.

##### a. Árboles y Arbustos.

El contratista suministrará:  
La especie seleccionada.  
El banqueo (formación del cepellón u cuadro).  
Carga y transporte al lugar de plantación.  
Servicios técnicos y productos químicos para la conservación de la planta.  
Herramienta y equipo para el banqueo, transporte y plantado.  
Plantación en obra incluyendo la tierra terna necesaria para cubrir los cepellones.  
Reposición en caso de fallas de prendimientos.

##### b. Pasto y Plantas Rastreras.

Nivelado del terreno dejando una capa de 10 cm. de profundidad para la tierra vegetal.  
Acarreo de sobrantes o escombros producto de la nivelación.  
Extendido y nivelado de la tierra vegetal.  
Suministro de las guías o estaciones.  
Plantado de las guías.  
Garantía de prendimiento durante los 3 meses del riego.

**Tolerancias:** La mano de obra de riego será garantizada por 3 meses, debiendo regar cuando menos 34 veces a 5 meses de riego haciéndolo cuando menos 45 veces.

**Apariencias:** El sembrado y distribución de acuerdo al diseño del paisaje.  
Buen prendimiento y cortes de pasto.

#### Limpieza.

**Apariencias:** En general la obra libre de basura y escombros.

#### Pintura.

##### a. Vinílicas y Esmalte.

**Resistencia:** Limpieza con zacate de raíz hasta eliminar cualquier sustancia adherida.  
Resanes en general con plasta hecha a base de blanco de espátula y la pintura aprobada.  
Lijado para eliminar rebabas o bordes de plasta.  
Aplicación en los resanes exclusivamente de una mano de pintura del color y calidad aprobados.  
Terminado con broche de pelo.  
No deberá aplicarse pintura sobre superficies húmedas, salitradas, engrasadas o con yeso flojo o pasado.

**Tolerancias:** Se aplicarán los manos que se requieran y como mínimo serán dos aplicaciones.  
Se verificará que hayan sido usadas las calidades y marcas de pintura indicadas.

**Apariencias:** La superficie deberá tener una textura uniforme, tersa, sin cambios de tono, sin acumulaciones ni superposiciones, sin granulaciones o manchas de cualquier tipo de material usado en obra.

##### b. Esmalte en Herrería.

**Resistencia:** Limpieza de la superficie metálica con fibra de acero, espátula o cepillo de alambre para eliminar el óxido y demás partículas adheridas.  
Desengrasada y desoxidada.  
Aplicación de uno o dos manos a juicio del Instituto de primer anticorrosivo.  
Prestado de irregularidades.

**Tolerancias:** Se aplicarán los manos que se requieran y como mínimo serán dos aplicaciones.

Se verificará que se hayan usado las calidades y marcas indicadas.

**Apariencia:** La superficie deberá tener una textura uniforme, tersa, sin cambios de tono, sin acumulaciones ni superposiciones, sin granulaciones o manchas de cualquier tipo de material usado en obra.

c. Pintura de Cal.

**Resistencia:** Limpieza de polvo y materias extrañas de la superficie. Previamente se deberán hacer los resanes necesarios o la reposición de aplanados. La composición de la mezcla de pintura por cada 25 kg. de calhidra, constará de:

Calhidra	25.00 kg.
Sal	5.00 kg.
Color	1.50 kg.
Agua	100.00 lts.

La pintura se aplicará con chulo, si se requiere un mejor y más uniforme acabado se podrá utilizar aspersor de bomba de aire.

**Tolerancias:** Se aplicarán las manos que se requieran y como mínimo serán dos aplicaciones. Se verificará que hayan sido usadas las calidades y marcas indicadas.

**Apariencia:** La superficie deberá tener una textura uniforme, sin cambios de tono sin acumulaciones ni superposiciones sin granulaciones o manchas de cualquier tipo de material usado en obra.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

CIMBRAS.

ING. JORGE H. DE ALBA CASTAÑEDA.

Sep / 82.

## DISEÑO DE CIMBRAS

POR: ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO.

### - DATOS REQUERIDOS.

Del Concreto:

- Peso volumétrico.
- ¿ Hay vibrado ?.

Del material de la cimbra:

- Esfuerzos permisibles.
- Densidad.
- Módulo de elasticidad.
- Calidad del material.

Del ambiente:

- Temperatura en el momento del colado.
- Velocidades de viento.

Del proyecto:

- Geometría del concreto.
- Cargas vivas durante el colado.

\* Gerente de Ingeniería de SACMAG DE MEXICO, S. A.  
Ingenieros Consultores.

-2-

### PESO VOLUMETRICO

El peso volumétrico del concreto varía desde 1,500 a 2,400 kg/m<sup>3</sup>., el primero para concretos ligeros y el último para concreto normal. Puede haber algunos concretos más ligeros que el agua, pero son muy especiales.

### ESFUERZOS PERMISIBLES.

Hacemos aquí referencia al Reglamento de Las Construcciones del D. D. F. en sus artículos del 213 al 222:

#### a) Calidad de la madera.

Los grados de las maderas que se citan son los que se especifican en la norma C 18-46, expedida por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Industria y Comercio.

Para usarse en construcciones no se empleará calidad inferior a la de tercera.

#### b) Esfuerzos permisibles y módulos de elasticidad.

Se admiten los siguientes esfuerzos de trabajo y módulos de elasticidad, en función de la densidad aparente de la madera seca, y, para madera de primera. De no obtenerse experimentalmente, el valor de  $\sigma$  se supondrá

-3-

de 0.4, obteniéndose los valores consignados en la última columna de la siguiente tabla.

Concepto	Valor en kg/cm <sup>2</sup>	
	Para cualquier y	Para y=0.4
Esfuerzo en flexión ó tensión simple.	196y	$\frac{1.25}{60}$
Módulo de elasticidad en flexión ó tensión simple	196,000y	79,000
Esfuerzo en compresión paralela a la fibra	143.5y	57
Esfuerzo en compresión perpendicular a la fibra	54.2y	7
Módulo de elasticidad en compresión	238,000y	$\frac{1.25}{95,000}$
Esfuerzo cortante	35y	10

Para maderas selectas, se pueden incrementar en un 30% los valores anteriores. Para maderas de segunda, se tomará el 70% de los valores consignados en la tabla. Para maderas de tercera, se tomará el 50%.

\*\*\*

-4-

Tratándose de maderas saturadas ó sumergidas, el esfuerzo de compresión paralelo a la fibra debe reducirse 10%; el de compresión perpendicular a la fibra 33%; y los módulos de elasticidad 10%.

El esfuerzo permisible en compresión en direcciones inclinadas con respecto a la fibra, se determinará de acuerdo con la fórmula:

$$N = \frac{P \cos^2 \theta + Q \sin^2 \theta}{\cos^2 \theta + \sin^2 \theta}$$

en la cual

N= esfuerzo permisible en la dirección que forma un ángulo  $\theta$  con la fibra;

P= esfuerzo permisible en compresión paralela a la fibra;

Q= esfuerzo permisible en compresión perpendicular a la fibra;

c) Cargas de corta duración.

Cuando la duración de las cargas no exceda el lapso indicado a continuación, se incrementarán los esfuerzos permisibles según la siguiente tabla:

15% para dos meses de duración.

25% para 7 días de duración.

###

50% para viento ó sismo.

100% para impacto.

Estos coeficientes de incremento se aplican también a las conexiones.

Los incrementos anteriores no se aplican a los módulos de elasticidad en cálculo de deflexiones.

d) Deterioro e intemperización de la madera.

Los esfuerzos permisibles deberán afectarse de reducciones, de acuerdo con el grado de deterioro e intemperización de la madera a través del tiempo.

e) Diseño de piezas en tensión.

El esfuerzo se valorará dividiendo la fuerza entre el área neta. Este esfuerzo no debe exceder el permisible que se especifica en los incisos b, c y d.

f) Diseño de postes ó columnas.

I. Notación.

A=Área de la sección transversal del miembro (cm<sup>2</sup>).

c= esfuerzo permisible en la columna a compresión paralela a la fibra (kg/cm<sup>2</sup>) corregido por esbeltez.

d= mínima dimensión transversal del miembro ó de cada una de las piezas que constituyen una columna espaciada (cm).

E= módulo de elasticidad a compresión según el inciso b (kg/cm<sup>2</sup>).

L= longitud de extremo a extremo de las columnas de un solo tramo, ya sean simples ó espaciadas, bien, la distancia de centro a centro de los apoyos laterales en columnas continuas (cm).

P= carga axial (kg).

f<sub>c</sub>= esfuerzo permisible en compresión paralela a la fibra de conformidad con los incisos b, c y d (kg/cm<sup>2</sup>).

II: Clasificación. Las columnas a que pueden aplicarse estas especificaciones se clasifican en simples, compuestas y espaciadas:

-Las columnas simples están formadas de una sola pieza.

-Las columnas compuestas están formadas por dos ó más piezas correctamente ligadas.

-Las columnas espaciadas están formadas de dos ó más miembros, con ejes longitudinales paralelos, y ligados a sus extremos por empaques y pernos ó conectores, que resistan la fuerza cortante que existe en las columnas debida a su deformación.

III. Columnas simples. El esfuerzo permisible en columnas simples de sección rectangular se valorará de conformidad con las siguientes expresiones:

Cuando L/d es menor que 11,

$$c = f_c$$

Para relaciones L/d comprendidas entre 11 y 30,

$$c = f_c [1 - (L/38d)^4]$$

Para relaciones L/d mayores de 30,

$$c = f_c \left( \frac{550}{(L/d)^2} \right)$$

En columnas cuya sección no es rectangular, se sustituyen en las expresiones anteriores,  $\sqrt{12}$  veces el mínimo radio de giro de la sección transversal, en vez de d.

IV. Columnas espaciadas. Todas las piezas que constituyen una columna espaciada tendrán la misma dimensión mínima. El espesor de los empaques será también igual a dicha dimensión.

La máxima relación L/d permisible es 80 en este tipo de columna. La capacidad de carga de una columna espaciada se tomará igual a la suma de las capacidades de sus miembros, calculadas éstas como si se tratara de co

\*\*\*

lumnas simples independientes, sustituyendo las fórmulas para columnas simples por las que siguen:

Para relaciones L/d menores que 28,

$$c = f_c$$

Para L/d superior a 26,

$$c = f_c [1 - (L/95d)^4]$$

V. Columnas compuestas. La capacidad de una columna compuesta se calculará con las fórmulas para columnas simples pero reduciendo las capacidades así obtenidas, de acuerdo con la siguiente tabla:

L/d	Capacidad reducida, % de la calculada
2	88
6	82
10	77
14	71
18	65
22	74
26	82
30	91
34	99

Para valores de L/d intermedios entre los que se consiguen en esta tabla debe interpolarse linealmente.

\*\*\*

g) Diseño de piezas en flexión.

Deben usarse las fórmulas convencionales de la resistencia de materiales como la fórmula de la escuadría, siempre que la relación de claro a peralte sea mayor que 5, con las siguientes salvedades.

-Se supone que una viga de sección circular tiene el mismo momento resistente que una viga de sección cuadrada de igual área.

-Si el peralte de una viga de sección rectangular excede de 30 cm, se debe introducir el siguiente factor F que multiplique a) momento de inercia:

$$F = 0.81 \frac{h^2 + 922}{h^2 + 568}$$

donde h es el peralte del miembro en cm.

h) Combinación de flexión y carga axial.

Los miembros sujetos a flexotensión deberán proporcionarse en tal forma que:

$$\frac{P}{A} + \frac{M}{S} \leq f_m$$

Los miembros sujetos a flexocompresión deberán proporcionarse de tal forma que:

$$\frac{P}{A_c} + \frac{M}{f_m S \left(1 - \frac{Pl^2}{2I_1}\right)} \leq 1$$

en las fórmulas anteriores.

A = área de la sección transversal de la pieza (cm<sup>2</sup>);

E = módulo de elasticidad (kg/cm<sup>2</sup>);

f<sub>m</sub> = esfuerzo permisible a la flexión (kg/cm<sup>2</sup>);

I = momento de inercia (cm<sup>4</sup>);

M = momento flexionante (kg/cm);

S = módulo de sección (cm<sup>3</sup>);

El esfuerzo e no deberá ser superior al dado en el inciso f. En columnas espaciadas estas fórmulas sólo se aplican si la flexión actúa en dirección paralela a la mayor dimensión de los miembros individuales.

1) Esfuerzo cortante.

Para el cálculo del esfuerzo cortante deben emplearse las fórmulas convencionales de la resistencia de materiales.

El esfuerzo cortante debido a una carga concentrada distante menos de un peralte del apoyo, puede reducirse en dicho tramo a los 2/3 de su valor calculado.

CT

\*\*\*



j) Pandeo lateral.

En todos los casos se tomará en cuenta la posibilidad de pandeo lateral. Para evitarlo, las piezas deberán quedar correctamente contraventeadas.

k) Elementos de unión.

I. - Generalidades. Para determinar la capacidad de carga de los distintos elementos de unión tales como los clavos, pernos, conectores, pijas y otros, las maderas se dividirán en tres grupos:

- Coníferas livianas,  $\gamma \leq 0.5$
- Coníferas densas  $\gamma > 0.5$
- Estructurales densas de hoja caduca (tales como cedro, álamo y similares).

II. -Clavos. Sólo se permiten para uso estructural los clavos comunes de alambre de acero estirado en frío. Para determinar su capacidad de carga lateral se empleará la fórmula:

$$P = K D^3/2$$

en la cual

D = diámetro del clavo en mm.

K = constante consignada en la siguiente tabla.

P = carga de trabajo en kilogramos por clavo.

Valores de K

Grupo	K
Coníferas livianas	3.50
Coníferas densas	4.30
Estructurales densas de hoja caduca	5.00

Para que las fórmulas anteriores sean válidas se requieren las siguientes condiciones mínimas:

- que el clavo penetre cuando menos 2/3 de su longitud en la pieza principal.

- que las separaciones entre clavos sean como sigue:

Paralelas a la carga.

12 D del borde cargado.

5 D del borde no cargado.

10 D entre clavos de una hilera.

Normales a la carga.

5 D entre hileras.

III. Tornillos. Se aplicarán estas normas a tornillos de acero para madera, de cualquier tipo de cabeza.

La capacidad lateral estará dada por la siguiente expresión:

$$P = K D^2$$

Los valores de K para los distintos tipos de madera se dan en la tabla:

Grupo	K
Coníferas livianas	1.80
Coníferas densas	2.30
Estructurales densas de hoja caduca	2.50

Los tornillos deben insertarse en agujeros previamente hechos con un diámetro de 0.875 del diámetro del tornillo en la zona de rosca. La penetración en el miembro que contenga la punta será cuando menos 7 veces el diámetro del tornillo.

Las separaciones serán como sigue:

Paralelas a la carga.

8 D del borde cargado.

4 D del borde no cargado

6 D entre tornillos.

Normales a la carga.

4 D entre hileras.

IV. Pernos. Se entiende que se trata de pernos de acero con cabeza en un extremo ó con dos extremos rosca dos y usando rondanas bajo cabeza y tuerca.

La capacidad de un perno estará dada por las siguientes expresiones:

a) Carga aplicada paralela a la fibra.

$$P = 0.50 f_c t D K$$

en donde

$f_c$  = esfuerzo de compresión paralelo a la fibra - según se define en el inciso b.

D = diámetro del perno en cm.

t = menor grueso ó suma de gruesos de los miembros que transmiten los esfuerzos (en cm.) - para juntas a tope.

t = doble de grueso de la pieza más delgada (en cm.) para juntas traslapadas.

K = constante consignada en la siguiente tabla.

t/D	K
3	1.00
4	0.99
5	0.95
6	0.85

t/D	K
7	0.73
8	0.64
9	0.57
10	0.51
13	0.39

Para valores de t/D intermedios entre los que se consignan en esta tabla deberá interpolarse linealmente.

Cuando se tengan "cachetes" de placa de acero,

$$P = 0.66 f_c t DK$$

Además se le aplicarán los factores de coeficiente de servicio previamente descritos.

b) Carga aplicada normal a la fibra

$$P = 0.66 f_c tDKK_2$$

t/D	K	D	K <sub>2</sub>
Hasta 9	1.00	3/8"	2.50
10	0.94	1/2"	1.95
11	0.85	5/8"	1.68
12	0.76	3/4"	1.52
12	0.68	7/8"	1.41
13	0.62	1"	1.33
		1 1/8"	1.27
		3" ó mas	1.03

$f_c$  es el esfuerzo normal a la fibra según se describe en el artículo 714.

V. Conectores. La capacidad de carga de estos elementos se determinará de acuerdo con los datos proporcionados por los fabricantes de ellos.

CARGAS Y PRESIONES.

Las cimbras y obras falsas deberán soportar todas las cargas verticales y laterales superimpuestas a la cimbra y a la estructura, hasta que ésta sea capaz de tomarlas por sí misma.

Estas cargas incluyen el peso de:

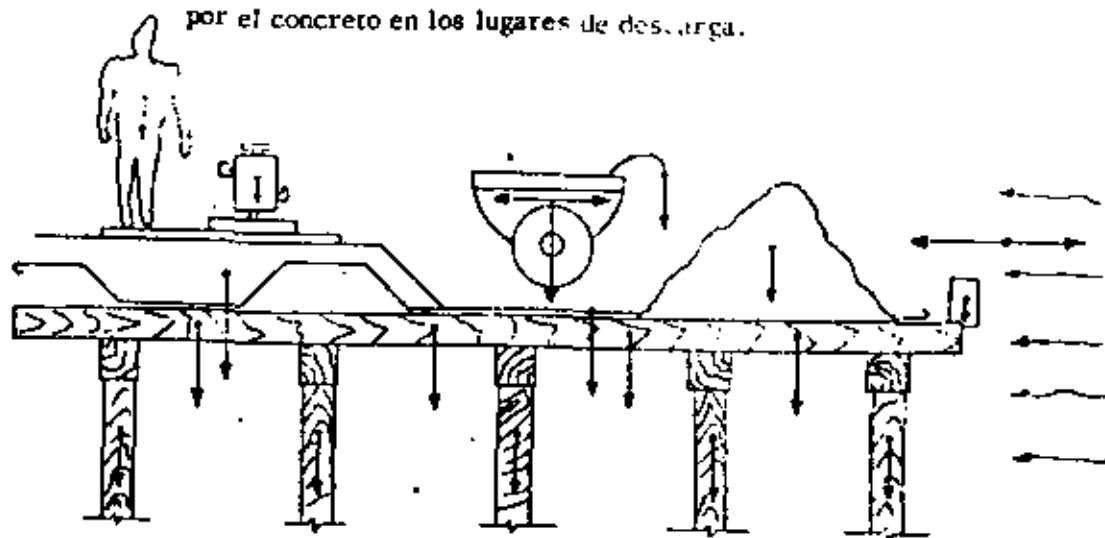
- El concreto fresco.
- El acero de refuerzo.
- El peso propio.

y varias cargas vivas.

Las descargas del concreto, movimiento de equipo de construcción y la acción del viento producen fuerzas laterales que debe resistir la obra falsa.

Debe considerarse también asimetría de la carga de concreto, impactos del equipo y cargas concentradas producidas

por el concreto en los lugares de descarga.



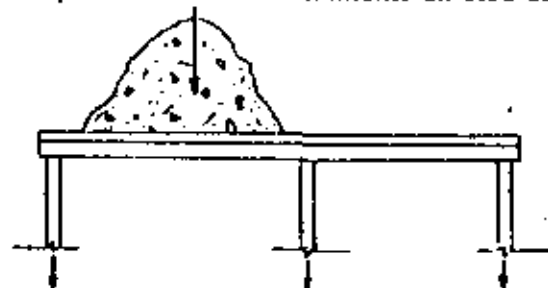
Peso propio: La cimbra de madera generalmente pesa de 50 a 75 kg/m<sup>2</sup>. Cuando este peso es pequeño en comparación con el peso del concreto + la carga viva puede despreciarse.

Cargas vivas:

El ACI, Comité 622, recomienda una carga debida a cargas vivas de construcción de 250 kg/m<sup>2</sup>, de proyección horizontal, que incluye peso de los trabajadores, equipo, andadores e impacto. Si se usan volquetes motorizados esta carga debe incrementarse hasta 400 kg/m<sup>2</sup>.

Alternancia de cargas.

Cuando las formas son continuas el peso del concreto en un claro puede causar levantamiento en otro claro.



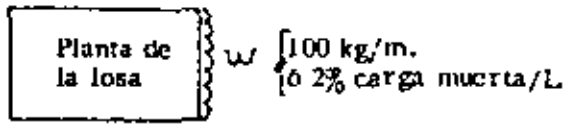
Las formas deben diseñarse para soportar este efecto, de no ser así deben construirse como simplemente apoyadas.

Cargas laterales.

Las cimbras y obras falsas deben soportar todas las cargas laterales debidas a viento, cables de tensión, soportes inclinados, vaciado del concreto y movimientos horizontales del equipo. Normalmente es difícil tener información suficiente para calcular estas cargas con exactitud.

El Comité 622 del ACI, recomienda las siguientes cargas mínimas laterales.

- a) En losas: 150 kg/m. de borde de losa, o 2 por ciento de la carga muerta sobre la cimbra (distribuido como una carga por metro de borde en la losa), el que sea mayor



(Considérese solamente el peso muerto de losa cubierta en cada colado).

b) En muros.

Carga de viento de 50 kg/m<sup>2</sup> ó mayor si así lo exigen los códigos locales; en ningún caso menor de 150 kg/m. de borde de muro, aplicada en la parte alta de la cimbra.

PRESION LATERAL DEL CONCRETO.

El peso volumétrico del concreto tiene una influencia decisiva en esta presión. La presión hidrostática de un fluido es igual a  $\gamma h$  (peso volumétrico por altura) y actúa en ángulo recto sobre cualquier superficie que confine el fluido. El concreto fresco no se comporta como un fluido, sino solamente en forma aproximada y únicamente hasta el fraguado inicial, en que se empieza a soportar por sí mismo. Es por esta razón que también influye la velocidad vertical de colado en la presión.

\*\*\*

La temperatura del concreto durante el colado también tiene gran importancia ya que influye directamente en el tiempo de fraguado inicial. A bajas temperaturas el concreto toma más tiempo en el fraguado inicial y por lo tanto, para la misma velocidad de colado, una mayor profundidad de concreto se mantiene fresco y hay entonces una mayor presión lateral.

La vibración interna del concreto lo consolida y produce presiones laterales locales durante el vibrado, estas presiones son de 10 a 20% mayores que las que resultan cuando el concreto es varillado, porque entonces el concreto tiende a portarse como un fluido en toda la profundidad de vibración.

El revibrado y la vibración externa producen cargas aún mayores.

Durante el revibrado se han observado presiones de hasta 4,800 kg/m<sup>2</sup> por metro de profundidad del concreto (el doble de la presión hidrostática del concreto).

La vibración externa hace que la forma golpee contra el

10

\*\*\*

concreto causando gran variación en la presión lateral.

Las tablas que se incluyen más adelante, están calculadas únicamente para vibración interna.

Hay otras variables que influyen en la presión lateral, como son: el revenimiento, cantidad y localización del refuerzo, temperatura ambiente, presión de poro del agua, tamaño máximo del agregado, procedimiento de colado, rugosidad y permeabilidad de las formas, etc. Sin embargo, con las prácticas usuales de colado estas variables son poco significativas y su efecto es generalmente despreciado.

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA MURO:

El muro tendrá 4.50 m. de altura.

El colado se hará a razón de R=0.90 m/hr. con vibrador.

La temperatura de colado se considerará de T= 15°C.

La cimbra se usará una sola vez por lo que los esfuerzos admisibles se podrán incrementar un 25%.

Se cuenta con hojas de triplay de 3/4" (1.9cm) de espesor que miden 1.20 x 2.40 y tensores de 2,800 kgs de capacidad.

1. - Determinación de la presión lateral máxima.

De la tabla 5-2 para R= 0.90 m/hr. y T = 15°C.

$P_{max} = 2928 \text{ kg/m}^2$

Profundidad a la que se alcanza la presión máxima.

$\frac{2928}{2400} = 1.22 \text{ m.}$



2. - Tablado vertical.

El triplay será del mismo espesor en toda la altura y los apoyos de éste se espaciarán uniformemente, de acuerdo a sus dimensiones. El triplay se colocará en el sentido más resistente, es decir con la fibra paralela al claro; esto significa colocar la dimensión de 2.40 horizontal actuando como losa continua.

Revisión por flexión.

$M_{max} = \frac{w l^2}{10}$  (viga continua con tres o más claros)

$M = \frac{w l^2}{10} \times 100 = 10 w l^2$

donde w en kg/m.

l en m.

M en kg-cm.

Mom. resistente:

$$M_r = f_s S$$

S: Módulo de sección en cm<sup>3</sup>.

f: Esfuerzo admisible en flexión en kg/cm<sup>2</sup>.

M<sub>r</sub>: en kg-cm, constante, variable y localización del eje

(igualando momentos = distancia de punto de apoyo.

$$f \cdot S = 10 \cdot w \cdot l^2$$

$$l = 0.32 \sqrt{\frac{f \cdot S}{w}}$$

f = 196 (Reglamento D.D.F.)

γ = 0.6 supuesto

$$f = 196 \times 0.6 \approx 120 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{ad} = 120 \times 1.25 = 150 \text{ kg/cm}^2 \text{ (por usarse una sola vez)}$$

$$S = 100 \times 0.3598 = 35.98 \text{ cm}^3 \text{ (para 1.00 m. de ancho ver}$$

tabla 4-3)

$$l = 0.32 \sqrt{\frac{150 \times 35.98}{2928}} = 0.43 \text{ m (máxima por flexión)}$$

Revisión por flecha

Δ: m

$$\Delta_{max} = \frac{w l^4}{128 EI} \times 10,000$$

l: m

$$\Delta_{max \text{ admisible}} = \frac{l}{360}$$

E: kg/cm<sup>2</sup>

I: cm<sup>4</sup>.

igualando flechas

$$\frac{l}{360} = \frac{w l^4}{128 EI} \times 10,000$$

$$l = 0.033 \sqrt[3]{\frac{EI}{w}}$$

E = 196 000 γ (Reglamento D.D.F.)

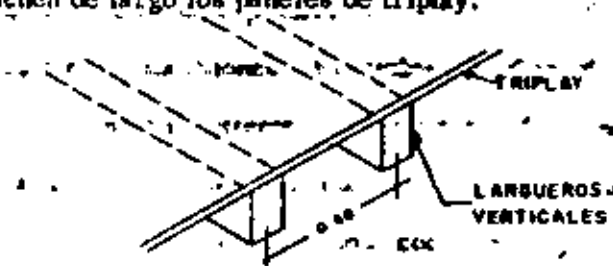
$$E = 196 000 \times 0.6 = 117 600 \text{ kg/cm}^2$$

$$I = 100 \times 0.3413 = 34.13 \text{ cm}^4 \text{ (para 1.00 m. de ancho,$$

$$\frac{2928}{200} = 1.25 \text{ m. tabla 4-3)}$$

$$l = 0.033 \sqrt[3]{\frac{117 600 \times 34.13}{2928}} = 0.37 \text{ m.}$$

será aceptable usar espaciamientos de 0.40 m. para los largueros verticales, 6 espacios exactos de 0.40 en 2.40 que tienen de largo los paneles de triplay.



3.- Dimensionamiento de largueros y espaciamiento de vigas madre.

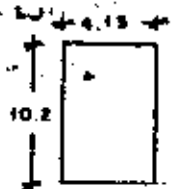
Se pueden fijar las medidas de los largueros y calcular el claro máximo admisible que será el espaciamiento

de maderas, ó se puede fijar el espaciamento de maderas y calcular las medidas necesarias de los largueros. En este caso fijaremos largueros de 2 x 4 pulgadas.

por flexión. 
$$l_{max} = 0.32 \sqrt{\frac{I B}{w}}$$

el ancho efectivo de largueros de 2 x 4 es 1.58"

tendremos



$$S = \frac{I}{b/2} = \frac{4.13 \times 10.2^3}{12} = \frac{365.23}{5.1} = 71.61 \text{ cm}^3$$

$$f = 196 \text{ kg} = 120 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{ad} = 120 \times 1.25 = 150 \text{ kg/cm}^2$$

$$w = 2928 \times 0.40 = 1171 \text{ kg/m}$$

$$l_{max} = 0.32 \sqrt{\frac{150 \times 71.61}{1171}} = 0.97 \text{ cm}$$

por flecha. 
$$l_{max} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{EI}{w}}$$

$$l_{max} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{117600 \times 365.23}{1171}}$$

$$l_{max} = 1.09$$

revisión por corte.

$$v = \frac{3V}{2bh}$$

$$V = 0.6 \text{ wl (viga continua de tres ó más claros)}$$

$$v = \frac{3V}{2bh} \text{ (0.6 wl)}$$

Esfuerzo de corte admisible = 35% (Reglamento)

$$= 35 \times 0.6 = 21 \text{ kg/cm}^2$$

Igualando

$$\frac{3}{2bh} (0.6 wl) = 21 \text{ kg/cm}^2$$

despejando l

$$l = 23.33 \frac{bh}{w}$$

l: m

b: cm

h: cm

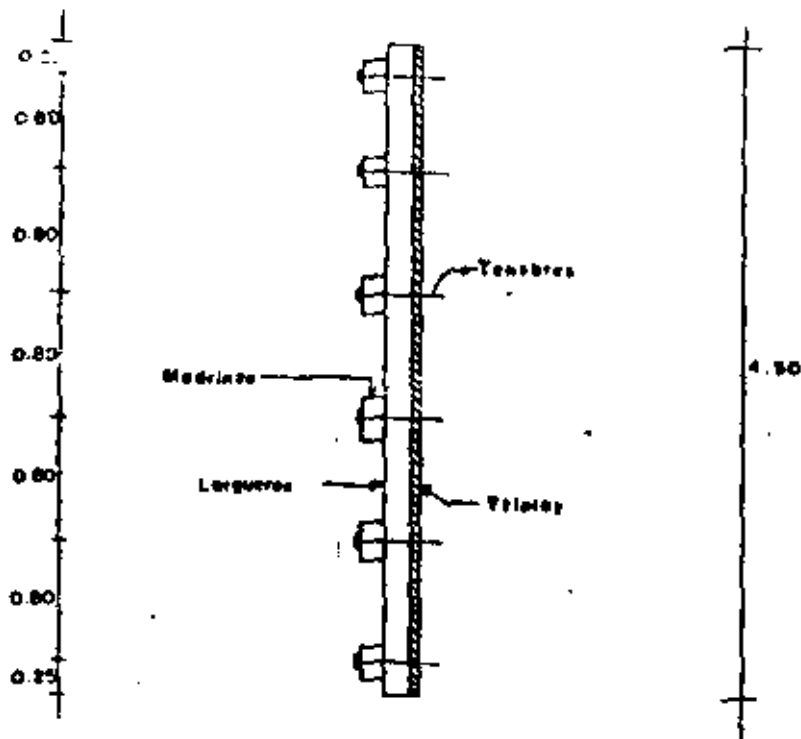
w: kg/m.

$$l = 23.33 \times \frac{4.13 \times 10.2}{1171} = 0.84 \text{ m.}$$

El claro máximo de largueros será de 0.84 m. por cortante.



Se usará la siguiente distribución:



4.- Espaciamiento de tensores y dimensionamiento de vigas madriñas.

Carga en madriñas =  $2928 \times 0.80 = 2343.4 \text{ kg/m}$ .

espaciamiento de tensores:

$$e = \frac{2800 \text{ kg}}{2343.4 \text{ kg/m}} = 1.195 \text{ m.}$$

Se usarán tensores @ 1.20 y este será el claro de las vigas madriñas.

\*\*\*

Dimensionamiento de vigas madriñas.

por flexión.

$$I = 0.32 \sqrt{\frac{15}{w}}$$

despejando  $S = \frac{10 w l^2}{I} = \frac{10 \times 2343.4 \times 1.20^2}{150}$

$$S = 224.97 \text{ cm}^3.$$

$$S = \frac{bh^3/12}{h/2} = \frac{bh^2}{6}$$

Para las vigas madriñas se acostumbra colocarlas en pares para evitar la perforación para los tensores.

Por corte.

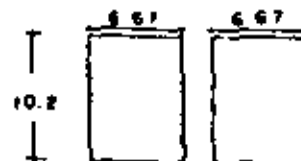
$$v = \frac{3V}{2bh} \quad bh = \frac{3V}{2v}$$

$$bh = \frac{3(0.6wl)}{2v} = \frac{1.8wl}{2v}$$

$$bh = \frac{1.8 \times 2343.4 \times 1.20}{2 \times 21} = 120.52 \text{ cm}^2.$$

14

Probar 2 de 3x4 pulgs. ancho efectivo =  $2 \times 5/8" (6.67 \text{ cm})$



$$b \times h = 2 \times 6.67 \times 10.2 = 136.07 > 120$$

$$S = \frac{(2 \times 6.67) (10.20)^2}{6} = 231.32 > 224$$

se usarán vigas de 3 x 4 en pares.

\*\*\*

5.- Revisión por compresión en apoyos.

Los puntos que deberán ser investigados en este diseño serán los apoyos de largueros en vigas madre y apoyos de éstas en placas de tensores.

Esfuerzo de compresión admisible perpendicular a la fibra.

C = 54.2 T (Reglamento D.D.F.)

C = 54.2 x 0.6 = 32.52 kg/cm2.

Cad = 1.25 x 32.52 = 40.65 kg/cm2.

El esfuerzo en apoyos de largueros sobre vigas madre será como sigue:

Area de apoyo = 2 x 6.67 x 4.13 = 55 cm2

Carga transmitida por largueros.

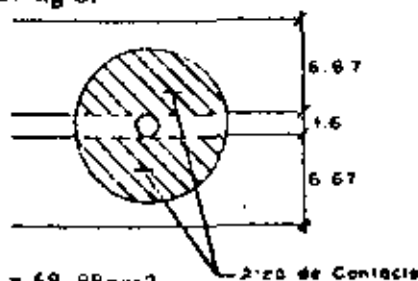
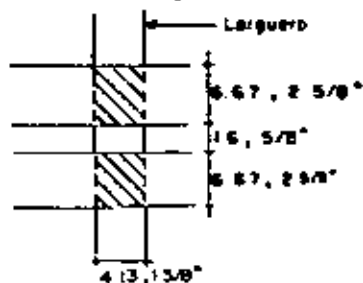
R = (2928 x 0.40) x 0.80 = 937 kg S.

f = 937 / 55 = 17 kg/cm2

Apoyo de tensores.

T = 2800 kg.

Area requerida = 2800 / 40.65 = 68.88 cm2



Usar arandela 5" Ø (12.7cm)

Area de contacto

π D^2 / 4 = 1.6 x D = 106.57

f = 2800 / 106.57 = 26.3 kg/cm2

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA LOSA

La losa será de 20 cm. de espesor concreto normal 2,400 kg/m3. La cimbra se usará varias veces.

Altura libre piso a techo 2.40.

Tablero de losa de 4.50 x 4.50 ms.

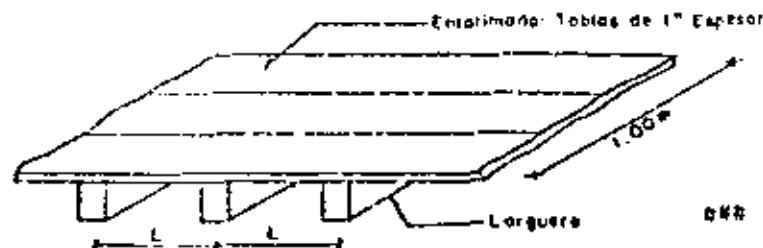
1.- Cargas de diseño.

Peso propio 2,400 x 0.20 = 480

Carga viva = 200

680 kg/m2.

\* Puede ser 100 kg/m2., más una carga concentrada de 100 kg. en el lugar más desfavorable.



2.- Entarimado, usar tablonc de 1" de espesor.

El espesor efectivo de tablas de 1" es 25/32" (~2.00cm)

Considerando una franja de 1.00 m. de ancho.

$$I = \frac{100 \times 2^3}{12} = 66.67 \text{ cm}^4.$$

$$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{100 \times 2^2}{6} = 66.67 \text{ cm}^3.$$

Por flexión.

$$l_{max} = 0.32 \sqrt{\frac{f \cdot S}{w}} = 0.32 \sqrt{\frac{120 \times 66.67}{680}} = 1.10 \text{ m}$$

$$f = 196 \times \gamma = 196 \times 0.6 \approx 120 \text{ kg/m}^2.$$

Por flecha.

$$l_{max} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{EI}{w}}$$

$$E = 196,000 \gamma = 196,000 \times 0.6 = 117,600$$

$$l_{max} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{117,600 \times 66.67}{680}} = 0.75 \text{ m.}$$

Se usarán largueros @ 0.75 m lo cual nos dá 6 espaciamentos de 0.75 = 4.50 m. de ancho del tablero.

3.- Dimensionamiento de largueros y espaciamiento de vigas mdrinas.

Suponiendo que se tienen a la mano largueros de 2 x 4.

$$I = 365.23 \text{ cm}^4.$$

$$S = 71.61 \text{ cm}^3.$$

$$\text{Carga en largueros} = 680 \times 0.75 = 510 \text{ kg/m.}$$

$$\text{Por flexión. } l_{max} = 0.32 \sqrt{\frac{f \cdot S}{w}} = 0.32 \sqrt{\frac{120 \times 71.61}{510}}$$

$$l_{max} = 1.31 \text{ m.}$$

$$\text{Por flecha. } l_{max} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{EI}{w}}$$

$$l_{max} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{117,600 \times 365.23}{510}}$$

$$l_{max} = 1.45 \text{ m.}$$

$$\text{Por corte. } l_{max} = 23.33 \frac{bh}{w} = \frac{23.33 \times 4.13 \times 10.2}{510}$$

$$= 1.92 \text{ m.}$$

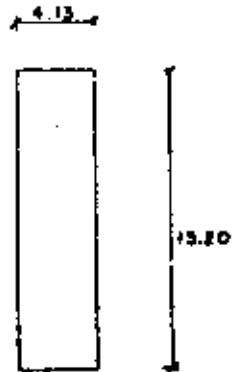
$$\Rightarrow l_{max} = 1.31 \text{ por flexión.}$$

Dado que el tablero mide 4.50 se usarán 4 claros de 1.125 m. que será el espaciamiento de las vigas mdrinas.

4.- Dimensionamiento de vigas mdrinas y espaciamiento de puntales.

Probar mdrinas de 2 x 6 pulgadas.

-33-



$$I = \frac{4.13 \times 15.20^3}{12} = 1208.65 \text{ cm}^4.$$

$$S = \frac{I}{h/2} = \frac{1208.65}{7.60} = 159 \text{ cm}^3.$$

$$w \text{ equivalente} = 680 \times 1.125 = 765 \text{ kg/m}.$$

Por flexión.

$$l_{\max} = 0.32 \sqrt{\frac{f_b}{w}} = 0.32 \sqrt{\frac{120 \times 159}{765}} = 1.60$$

Por flecha.

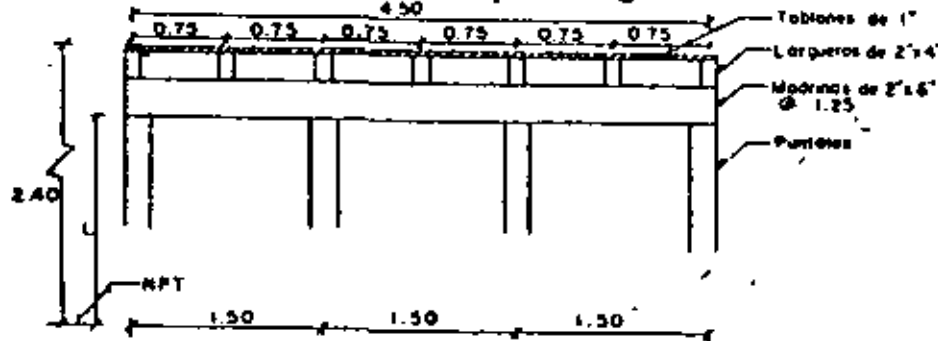
$$l_{\max} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{EI}{w}} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{117600 \times 1208}{765}} = 1.88$$

Por corte.

$$l_{\max} = 23.33 \frac{bh}{w} = 23.33 \times \frac{4.13 \times 15.2}{765} = 1.91$$

$$\Rightarrow l_{\max} = 1.60 \text{ m}.$$

para el ancho de 4.50 se usarán puntales @ 1.50 m.



se adopta esta distribución.

-34-

5.- Cálculo de los puntales.

$$\text{Area tributaria} = 1.50 \times 1.125 = 1.6875 \text{ m}^2.$$

$$\text{carga} = \frac{680 \text{ kg/m}^2}{1.6875}$$

$$P = 1.147.50 \text{ kgs.}$$

Esfuerzo admisible a compresión paralelo a la fibra.

$$f_c = 143.5 \text{ kg/cm}^2 = 143.5 \times 0.6 = 86 \text{ kg/cm}^2.$$

Probar puntales 3 x 3 pulgadas.



$$d = 2 \frac{5}{8}'' = 6.67 \text{ cm}.$$

$$A = 6.67^2 = 44.46 \text{ cm}^2.$$

Revisión por esbeltez.

$$l = 240 - 28 = 212 \text{ cm}.$$

$$\frac{l}{d} = \frac{212}{6.67} = 32$$

Esfuerzo admisible a compresión corregido por esbeltez.

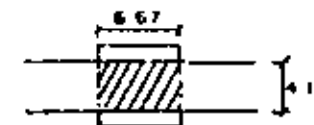
$$C = f_c \left( \frac{550}{(l/d)^2} \right) = 46.20 \text{ kg/cm}^2.$$

Compresión admisible de pual 3" x 3"

$$P_{ad} = 46.20 \times 44.46 = 2054 \text{ kg} > 1147.50$$

6.- Revisión de esfuerzos de compresión en apoyos.

Apoyo de viga madrina en pual:



$$\text{Area de apoyo} = 4.13 \times 6.67$$

$$= 27.55 \text{ cm}^2.$$

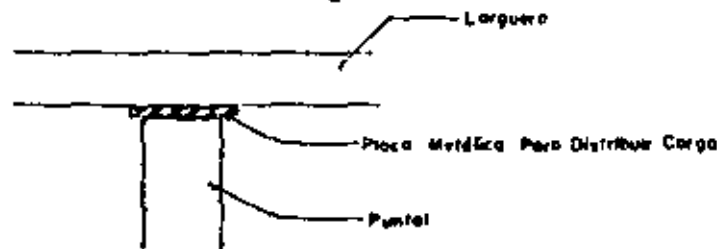
$$\text{Esf. admisible } \perp \text{ a la fibra} = 54.20 \times 0.6 = 32.52 \text{ kg/cm}^2$$

$$f = \frac{1147.50}{27.35} = 41.55 \text{ no pasa}$$

$$\text{Area requerida} = \frac{1147.50}{32.52} = 35.28 \text{ cm}^2.$$

Usar placa metálica de 2 x 4 ( 5.08 x 10.2 cm)

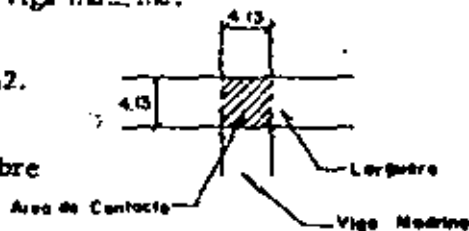
$$A = 4.13 \times 10.2 = 42.12 \text{ cm}^2.$$



Apoyo de larguero en viga madrina.

$$A = 4.13^2 = 17.06 \text{ cm}^2.$$

Carga de larguero sobre viga madrina:



$$C = (680 \times 0.75) \times 1.125 = 573.75 \text{ kg.}$$

$$f = \frac{573.75}{17.06} = 33.63 \text{ kg/cm}^2.$$

Se considerará aceptable pues según reglamento:

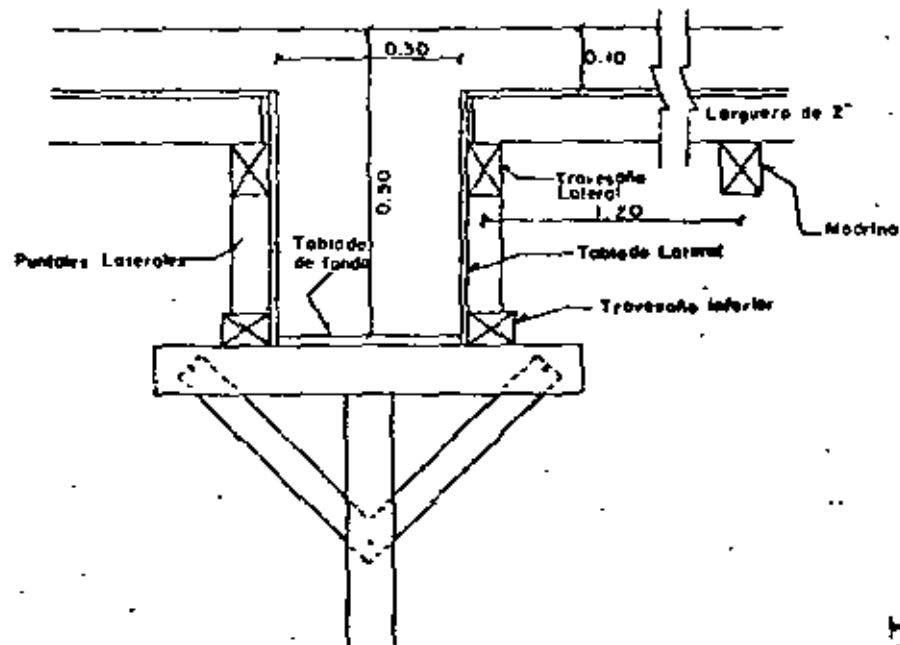
" sobre apoyos menores de 15 cm. de longitud localizados a 7 cm. ó más del extremo de una pieza, el esfuerzo permisible a compresión perpendicular a la fibra puede incrementarse por el factor.

###

$$\frac{L + 1 \text{ cm.}}{L} = \frac{4.13 + 1}{4.13} = 1.24$$

$$f_{ad} = 32.52 \times 1.24 = 40.3 \text{ kg} > 33.63$$

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA TRABE



La cimbra para la viga de 0.30 x 0.50 mostrada se usará varias veces.

El concreto será de peso volumétrico normal (2400kg/m<sup>3</sup>, se usará madera de pino de 1a. con una densidad de 0.6

###

18

1.- Tablado de Fondo.

Cargas que soporta.

$$\begin{array}{r} \text{Carga muerta} = 0.30 \times 0.50 \times 2,400 = 360 \\ \text{Carga viva} = 0.30 \times 200 = \underline{60} \\ \hline 420 \text{kg/m.} \end{array}$$

Se usará tablón de 1 1/2" de espesor nominal.

el espesor efectivo es 1 5/16" = 3.33 cm.

$$b \times h = 30 \times 3.33 = 99.9 \text{ cm}^2.$$

$$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{30 \times 3.33^2}{6} = 55.44 \text{ cm}^3.$$

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{30 \times 3.33^3}{12} = 92.32 \text{ cm}^4.$$

Por flexión:  $f = 196 \gamma \approx 120 \text{ kg/cm}^2.$

$$l_{\text{max}} = 0.32 \sqrt{\frac{fS}{w}} = 1.27 \text{ m.}$$

Por flecha.  $E = 196,000 \gamma = 117,600 \text{ kg/cm}^2.$

$$l_{\text{max}} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{EI}{w}} = 0.98 \text{ m.}$$

Por corte.

$$l_{\text{max}} = 23.33 \frac{bh}{w} = 5.5 \text{ m.}$$

Se usarán apoyos @ 1.00 m.

2.- Tablado Lateral.

El tablado lateral y el travesaño inferior que soportan las presiones laterales se calculan en forma similar a el --

\*\*\*

caso de cimbra para muro. Se supondrá que triplay de 3/4" y travesaño inferior de 2 x 4 pulgs. resultaron adecuados. A razón de 1.00 de espaciamiento de puntales, que resultó por el tablado de fondo se pondrán también los puntales laterales que bajan las cargas de los largueros de la losa a través del travesaño lateral.

Cálculo del travesaño lateral:

Cargas en la losa: peso propio concreto	240 kg/m <sup>2</sup> .
carga viva	<u>200</u>
	440

$$\text{Cargas en travesaño} = 440 \times \frac{1.20}{2} = 264 \text{ kg/m.}$$

Por flexión.

$$S = \frac{10 wl^2}{f} = \frac{10 \times 264 \times 1.2^2}{120} = 22 \text{ cm}^3.$$

Por flecha.

$$\frac{l}{360} = \frac{wl^4}{128 E} \times 10,000$$

$$l = \frac{360 wl^3}{128 E} \times 10,000$$

$$l = \frac{360 \times 264 \times 1.2^3 \times 10,000}{128 \times 117,600} = 63.14 \text{ cm}^4.$$

CT

\*\*

Por corte.

$$bh = \frac{wl}{23.33} = \frac{264 \times 1}{23.33} = 11.32 \text{ cm}^2.$$

usar 2" x 4"

$$b \times h = 4.13 \times 10.2 = 42.13$$

$$I = \frac{4.13 \times 10.2^3}{12} = 365$$

$$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{4.13 \times 10.2^2}{6} = 71.61$$

### 3.- Cálculo de puntales principales.

Determinando la carga total sobre estos puntales tenemos:

Por carga de trabe:

$$420 \text{ kg/m} \times 1.00 = 420$$

Por losas:

$$2 \times 264 \times 1.00 = \frac{528}{948 \text{ kg.}}$$

Deberá diseñarse un puntal para una carga de 948 kg. tomando en cuenta la esbeltez que tenga en función de su altura.

\*\*

### DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA COLUMNA.

Sección de columna 0.45 x 0.45 m.

Altura de columna 3.50 m ( $\approx$  12 pies)

Colado en una hora a temperatura 15°C ( $\approx$  60°F)

La cimbra se usará varias veces.

#### 1.- Presión lateral (según fórmula ACI)

$$p = 150 + \frac{9000 R}{T}$$

P: lb/pie<sup>2</sup>.

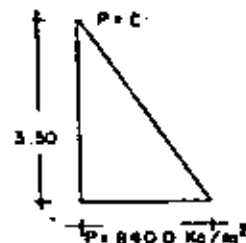
R: pies/hr.

T: °F.

$$R = 12 \text{ pies/hr.}$$

$$P = 150 + \frac{9000 \times 12}{60} = 1950 \text{ lb/pie}^2 (\approx 9580 \text{ kg/m}^2)$$

$$P_{\text{max}} = \gamma h = 2400 \text{ kg/m}^3 \times 3.50 \text{ m} = 8400 \text{ kg/m}^2.$$



#### 2.- Espaciamiento de yugos ó abrazaderas, colocando el

primer yugo a 15 cm. de la base:

$$P = \frac{8400 \times 3.35}{3.50} = 8040 \text{ kg/m}^2.$$

-41-

usando tablas de 1 pulgada (espesor efectivo= 25/32"

$$= 1.98 \text{ cm})$$

$$bh = 45 \times 1.98 = 89.1 \text{ cm}^2.$$

$$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{45 \times 1.98^2}{6} = 29.40 \text{ cm}^3.$$

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{45 \times 1.98^3}{12} = 29.11 \text{ cm}^4.$$

Para  $P_1 = 8040 \text{ kg/m}^2$ ,

$$l \text{ flexión} = 0.32 \sqrt{\frac{fs}{w}}$$

$$l \text{ flecha} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{E1}{w}}$$

$$l \text{ corte} = 23.33 \cdot \frac{bh}{w}$$

con  $\gamma = 0.6$  en madera

$$w = 8040 \times 0.45 = 3618 \text{ kg/m.}$$

$$l \text{ flexión} = 0.32 \text{ m.}$$

$$l \text{ flecha} = 0.32 \text{ m.}$$

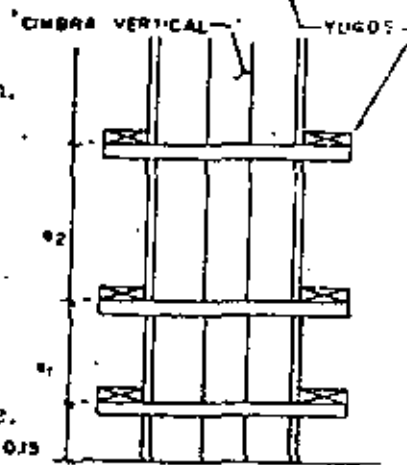
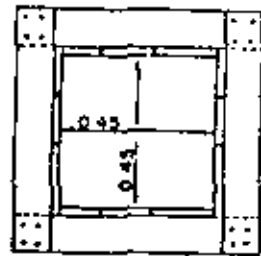
$$l \text{ corte} = 0.57 \text{ m.}$$

usar  $e_1 = 0.30 \text{ m.}$

Presión a 0.45 m. de la base.

$$P_2 = 8400 \times \frac{3.50 - 0.45}{3.50} = 7320 \text{ kg/m}^2.$$

$$w = 7320 \times 0.45 = 3294 \text{ kg/m.}$$



##

-42-

$$l \text{ flexión} = 0.33$$

$$l \text{ flecha} = 0.33 \text{ usar } e_2 = 0.30$$

$$l \text{ corte} = 0.63$$

$$P_3 = 8400 \times \frac{3.50 - 0.75}{3.50} = 6600 \text{ kg/m}^2.$$

$$w = 6600 \times .45 = 2970 \text{ kg/m.}$$

$$l \text{ flexión} = 0.35$$

$$l \text{ flecha} = 0.35 \text{ usar } e_3 = 0.35$$

$$l \text{ corte} = 0.70$$

$$P_4 = 8400 \times \frac{3.50 - 1.10}{3.50} = 5760 \text{ kg/m}^2.$$

$$w = 5760 \times .45 = 2592 \text{ kg/m.}$$

$$l \text{ flexión} = 0.37$$

$$l \text{ flecha} = 0.36 \Rightarrow e_4 = 0.35$$

$$P_5 = 8400 \times \frac{3.50 - 1.45}{3.50} = 4920 \text{ kg/m}^2.$$

$$w = 4920 \times .45 = 2214 \text{ kg/m.}$$

$$l \text{ flexión} = 0.40$$

$$l \text{ flecha} = 0.38 \Rightarrow e_5 = 0.35$$

$$P_6 = 8400 \times \frac{3.50 - 1.80}{3.50} = 4080 \text{ kg/m}^2.$$

$$w = 4080 \times 0.45 = 1836 \text{ kg/m.}$$

$$l \text{ flexión} = 0.44$$

$$l \text{ flecha} = 0.41 \Rightarrow e_6 = 0.40$$

21

##



-43-

$$-41 P_7 = 8400 \times \frac{3.50 - 2.20}{3.50} = 3120 \text{ kg/m}^2.$$

usando tablas de 1 yugad. (espesor efectivo = 2532)  
 $w = 3120 \times 0.45 = 1404 \text{ kg/m}.$

$$l \text{ flexión} = 0.51$$

$$h_b = 45 \times 1.98 - 85 \Rightarrow e_7 = 0.40$$

$$l \text{ flecha} = 0.44$$

$$S = bh^2$$

$$P_8 = 8400 \times \frac{3.50 - 2.60}{3.50} = 2160 \text{ kg/m}^2.$$

$$I = bh^3$$

$$w = 2160 \times 0.45 = 972 \text{ kg/m. } 11 \text{ cm}^4.$$

$$l \text{ flexión} = 0.61 \text{ kg/m}^2.$$

$$l \text{ flecha} = 0.50 \sqrt{\frac{I_s}{w}} \Rightarrow e_8 = 0.50$$

$$P_9 = 8400 \times \frac{3.50 - 3.10}{3.50} = 960 \text{ kg/m}^2.$$

$$w = 960 \times 0.45 = 432 \text{ kg/m}.$$

$$l \text{ flexión} = 0.91$$

con  $\gamma = 0.6$  en madera

$$l \text{ flecha} = 0.65$$

$$w = 8400 \times 0.45 = 3618 \text{ kg/m}.$$

3.- Diseño de Yugos.

$$l \text{ flexión} = 0.52 \text{ m}.$$

Los elementos que forman los yugos estarán trabajando a flexo tensión. Deberán proporcionarse de

$$l \text{ corte} = 0.57 \text{ m}.$$

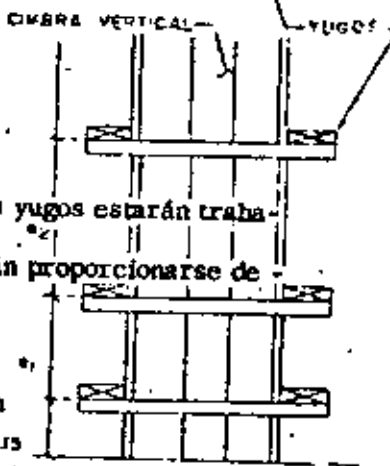
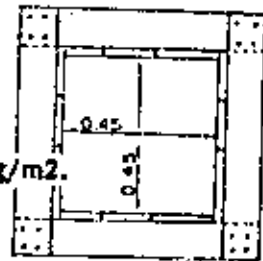
tal forma que:

$$\text{usar } e_1 = 0.30 \text{ m}.$$

$$P_{re} = \frac{P}{A} = 0.5 \frac{M}{S} \text{ la } \leq \frac{f_m}{1.5}$$

$$P_2 = 8400 \times \frac{3.50 - 0.45}{3.50} = 7320 \text{ kg/m}^2.$$

$$w = 7320 \times 0.45 = 3294 \text{ kg/m}.$$



###

##

-44-

-42- Se usará la siguiente distribución de yugos.

$$l \text{ flexión} = 0.33$$

$$l \text{ flecha} = 0.35 \text{ usar } e_2 = 0.30$$

$$l \text{ corte} = 0.63$$

			0.10
$l = 8400$	$\frac{3.50 - 0.45}{3.50} = 0.87$	$S = 691 \text{ kg/m}^2.$	0.40
$w = 6600$	$0.45 = 2070$	$\text{kg/m}.$	
$l \text{ flexión} = 0.35$			0.40
$l \text{ flecha} = 1.35$		usar $e_3 = 2.35$	
$l \text{ corte} = 1.70$			0.40
$l = 8400$	$\frac{3.50 - 1.10}{3.50} = 0.69$	$760 \text{ kg/m}^2.$	
$w = 5760$	$0.45 = 2592$	$\text{kg/m}.$	0.40
$l \text{ flexión} = 0.36$			$e_4 = 1.35$
$l \text{ flecha} = 1.36$			0.35
$l = 8400$	$\frac{3.50 - 0.45}{3.50} = 0.87$	$S = 491 \text{ kg/m}^2.$	
$w = 4920$	$0.45 = 2214$	$\text{kg/m}.$	0.35
$l \text{ flexión} = 0.40$			$e_5 = 0.3$
$l \text{ flecha} = 1.38$			0.35
$l = 8400$	$\frac{3.50 - 1.80}{3.50} = 0.49$	$4030 \text{ kg/m}^2.$	
$w = 4030$	$0.45 = 1813$	$\text{kg/m}.$	0.30
$l \text{ flexión} = 0.41$			$e_6 = 0.4$
$l \text{ flecha} = 0.41$			0.15

22  
21

##

donde:

P: Fuerza axial (kgs)

A : Area de la sección transversal (cm<sup>2</sup>)

M : Momento flexionante (kg-cm)

S : Módulo de sección (cm<sup>3</sup>)

para yugo 2.

$$P_2 = 7320 \text{ kg/m}^2.$$

$$q = 7320 \times 0.30 = 2196 \text{ kg/m} \quad P = \frac{2196 \times 0.45}{2} = 494 \text{ kg.}$$

$$M = \frac{q l^2}{10} = \frac{2196 \times 0.45^2}{10} = 44.47 \text{ kg-m} = 4447 \text{ kg-cm.}$$

$$S \text{ requerida} = \frac{M}{f} = \frac{4447}{120} = 37 \text{ cm}^3.$$

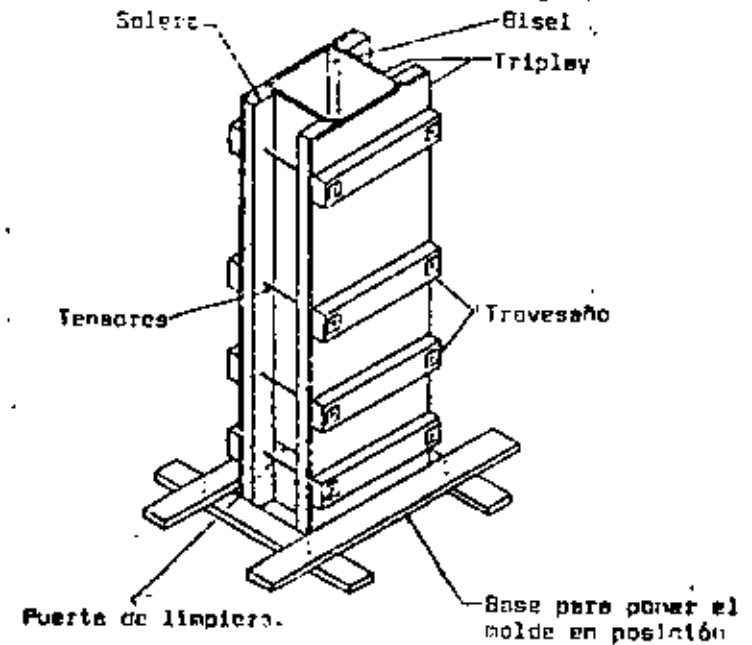
Probar tira 1 1/2" x 4" (espesor efectivo 1 5/16"=3.33cm)

$$A = 3.33 \times 10.2 = 33.97 \text{ cm}^2.$$

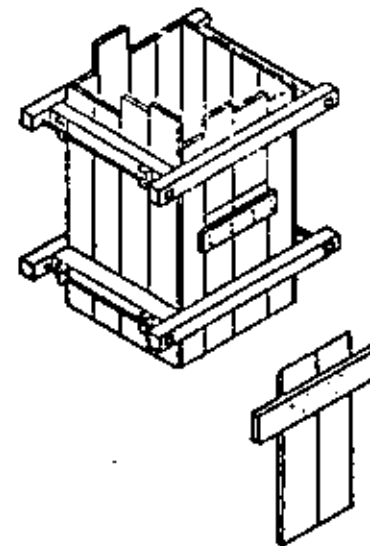
$$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{3.33 \times 10.2^2}{6} = 57.74$$

$$\frac{P}{A} + \frac{M}{S} = \frac{494}{33.97} + \frac{4447}{57.74} = 14.54 + 77.01 = 91.55$$

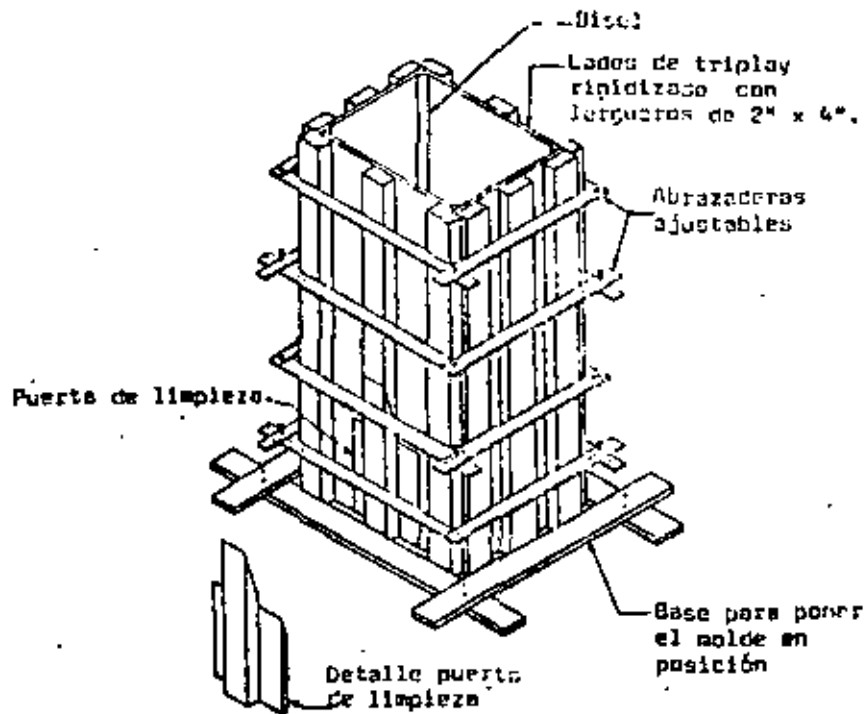
$$f_m = 196 \text{ } \psi = 196 \times 0.6 = 120 \text{ kg/cm}^2.$$



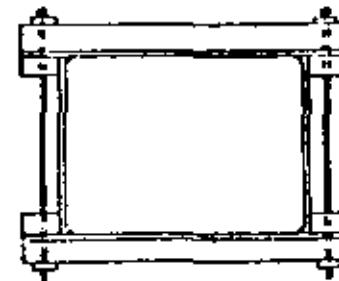
Cimbra típica para columnas ligeras.



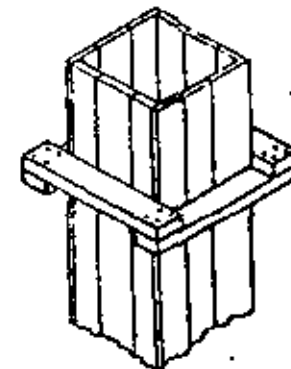
Cimbra típica para columnas con puerta de limpieza.



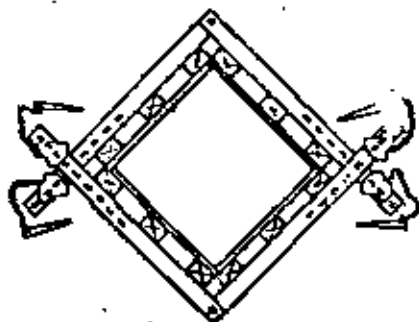
Cimbra típica para columnas



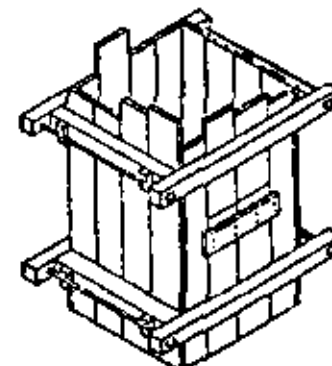
Triplay con yugo combinado de madera y parras



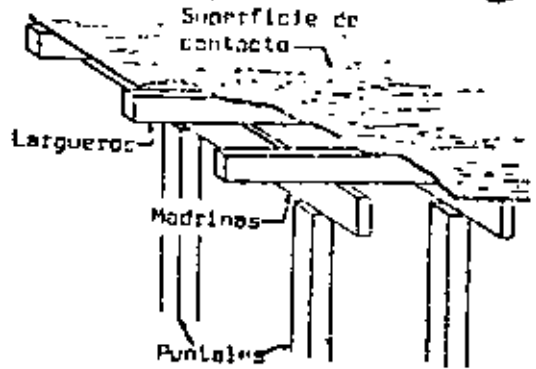
Cimbra de losas  
Doble de madera con  
yugos de madera



Triplay y yugos metálicos

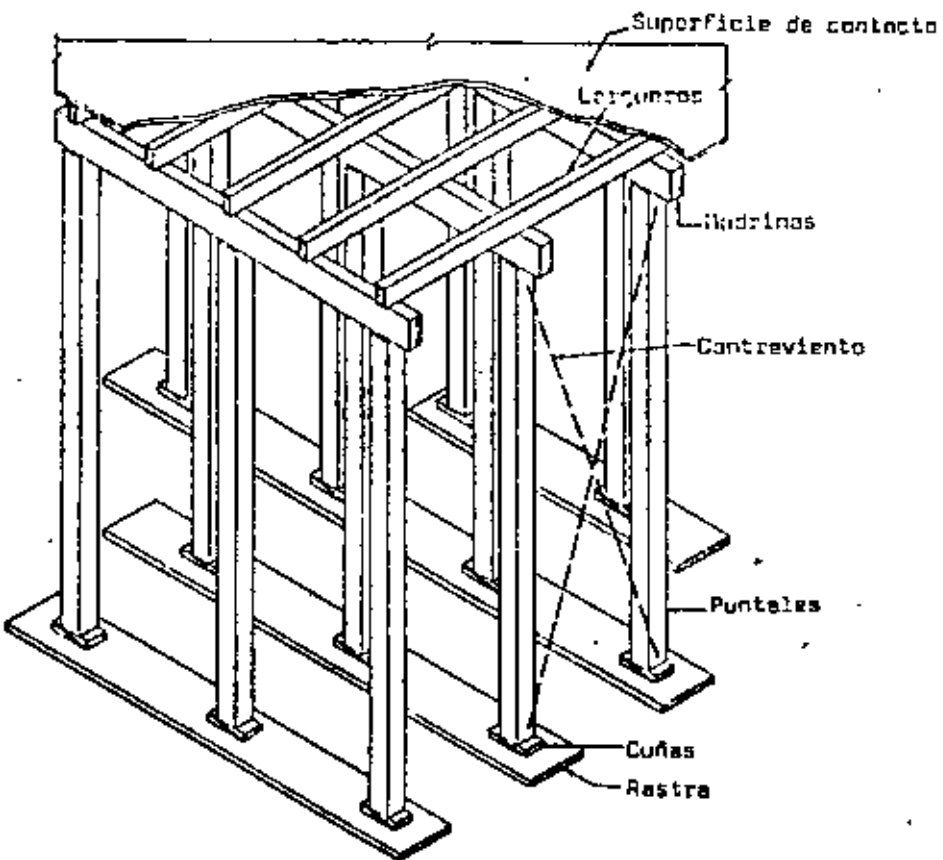


Doble de madera con  
yugos combinados de  
madera y parras.

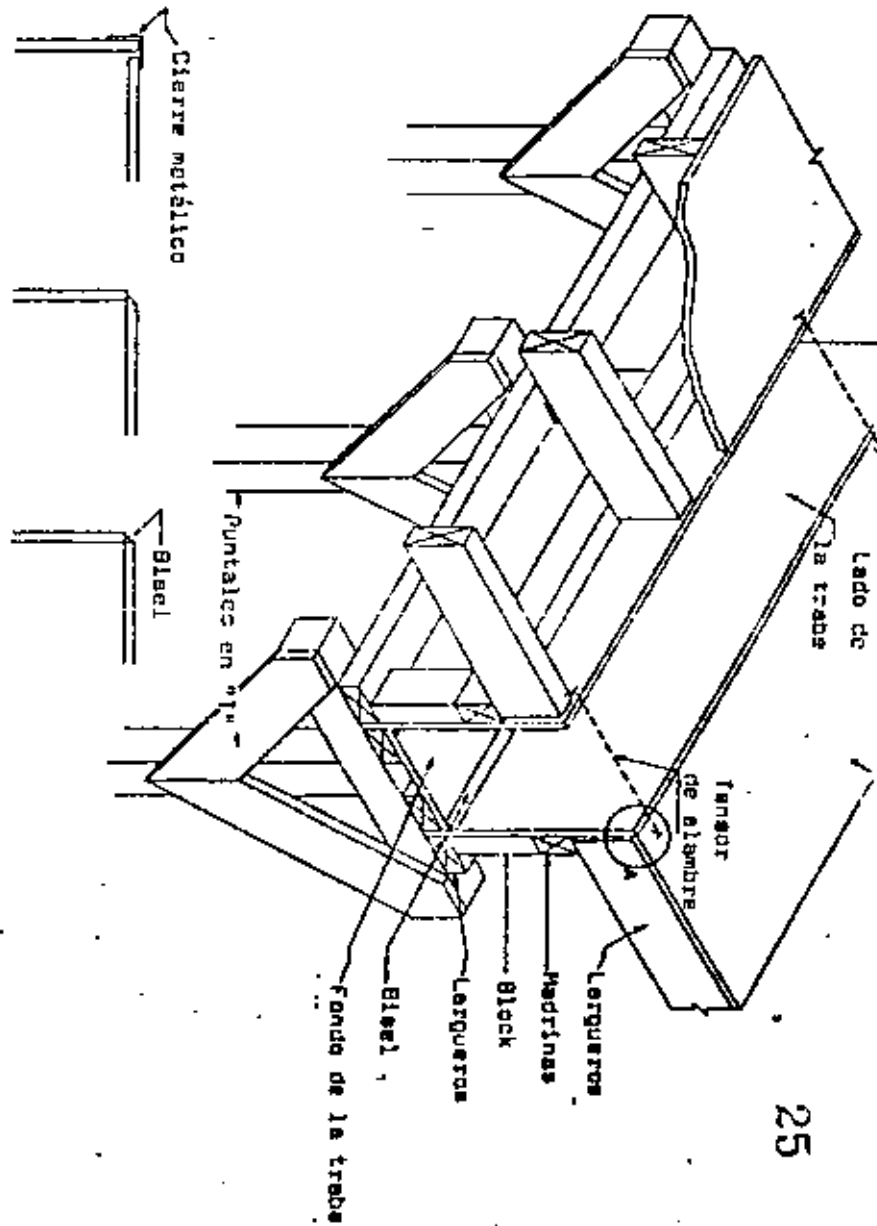


Cimbra típica de losa

46



Componentes típicos para cimbras de losas.



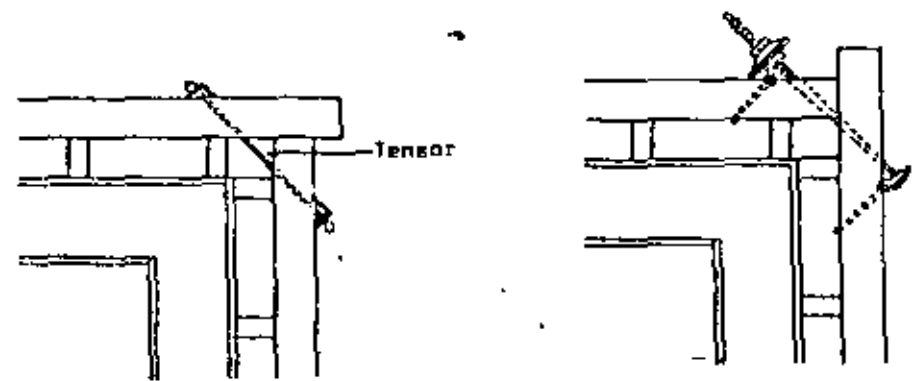
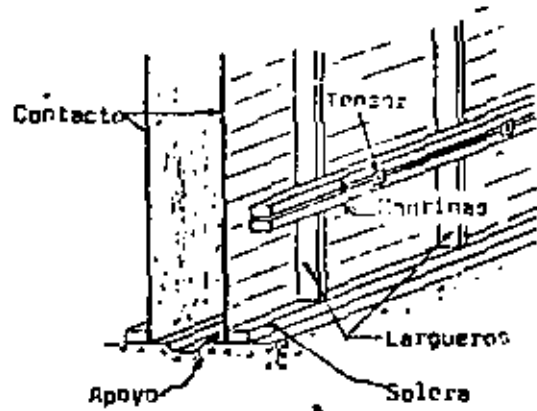
25

50

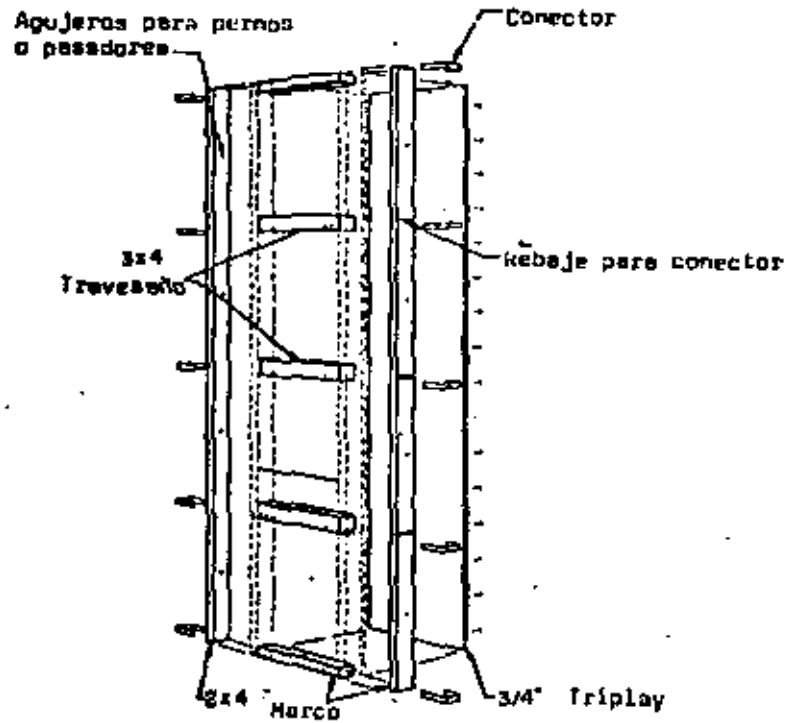
Diferencia en altura de recibir las esquinas

Cimbra típica de cimbras para trabe y losa

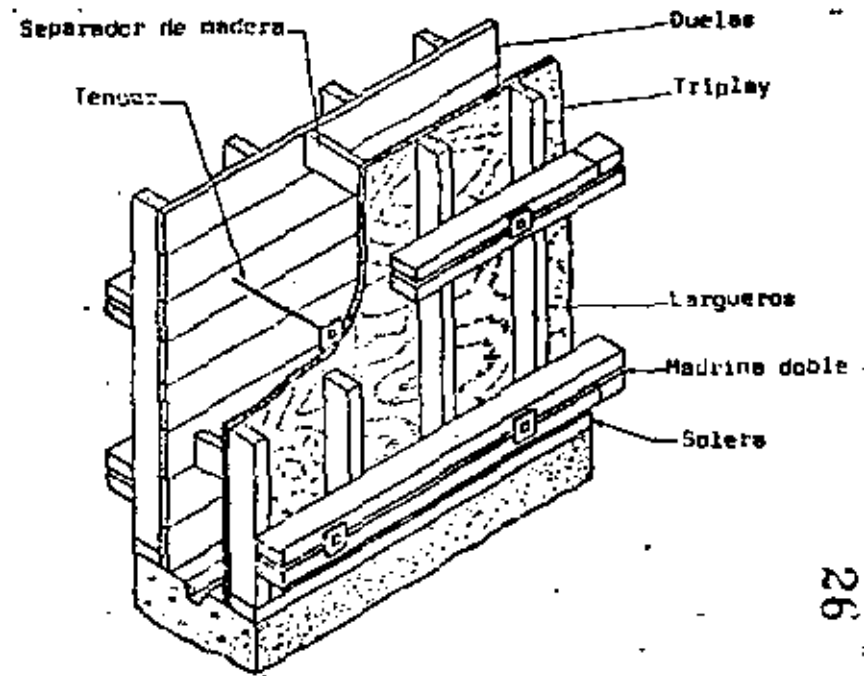
Cimbra típica de muro



Varias formas de fijar esquinas

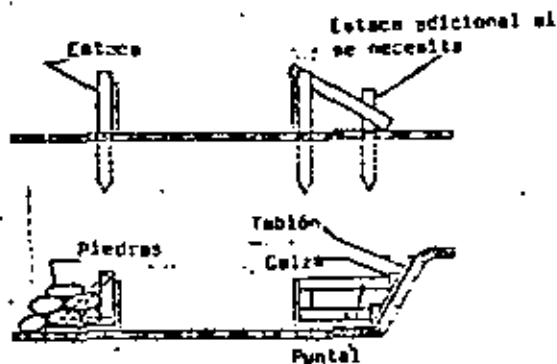
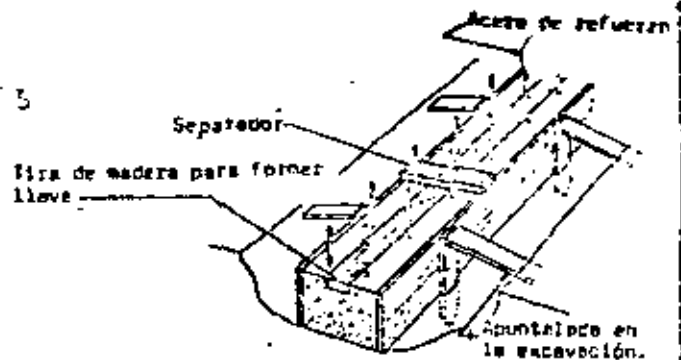


Ensamble típico de cimbra de muro



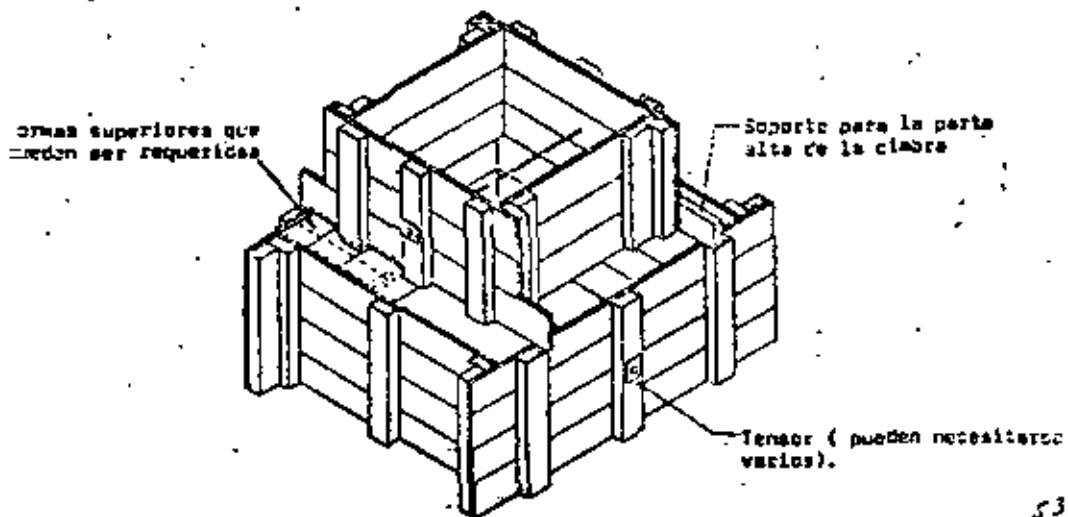
Cimbra típica para muro: Se muestran varias alternativas de materiales, el separador - con frecuencia parte del - - tensor.

53

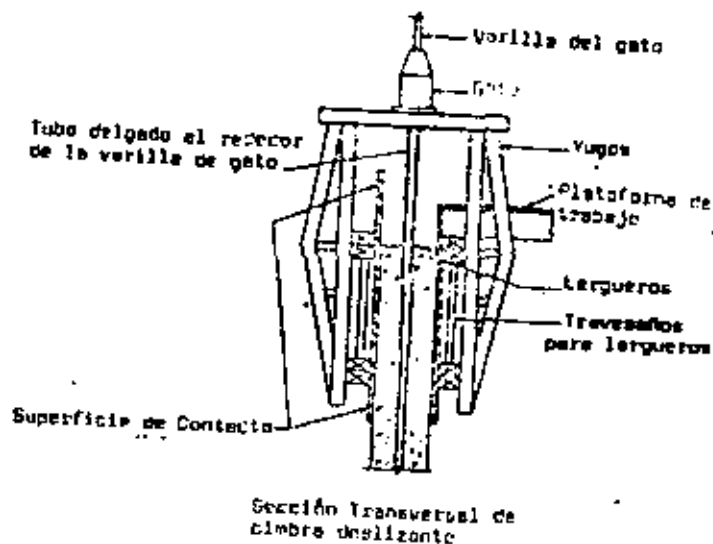


Varias alternativas para sujetar delgadas, más gruesas pueden requerir tensores

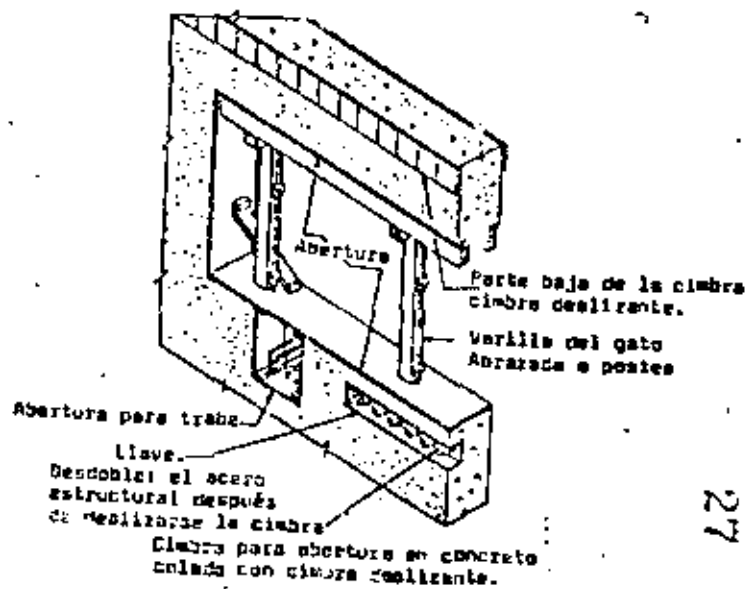
Cimbra para zapata y doko



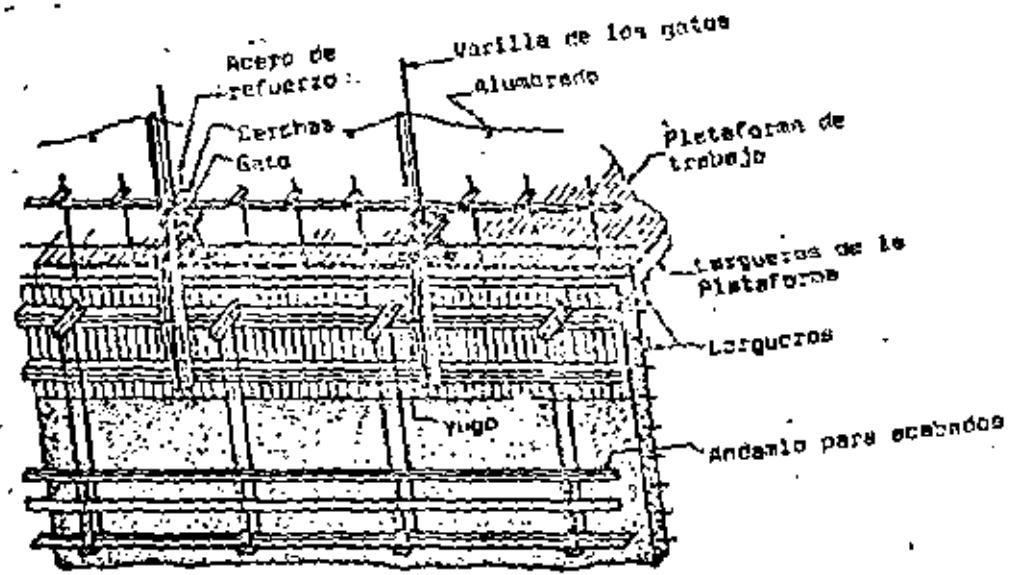
53



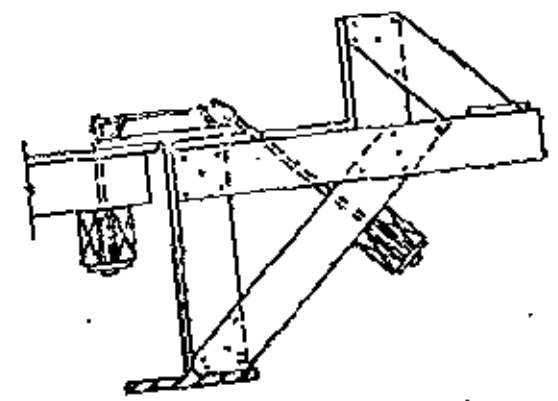
Sección transversal de cimbra deslizable



27



Cimbra deslizante típica



Marco cargado con tensor inclinado para volteo en vigas metálicas.

Hoja de triplay pulido. Espesor neto.	No. de capas.	Espesor de las capas (nominal)			I cm. de ancho con la vena visible paralela al claro.			I cm. de ancho con la vena visible perpendicular al claro.			Hoja de 1.22 x 2.44	Aproximado (Kg)
		Externas	Interiores	Central (para 5 y 7 capas)	Área de la sección transversal	Momento de inercia	Módulo de sección	Área de la sección transversal	Momento de inercia	Módulo de sección.		
3.20	3	1.60	1.60		0.16	0.0023	0.0145	0.1575	0.0003	0.0041	7.2640	244.00
4.75	3	2.12	2.12		0.26	0.0081	0.0343	0.2100	0.0008	0.0074	9.080	305.00
6.35	3	2.82	2.82		0.35	0.1944	0.0512	0.2793	0.0019	0.0132	11.350	381.00
9.50	3	3.20	4.80		0.47	0.0626	0.1321	0.4725	0.0089	0.0378	16.344	549.00
9.50	5	2.54	2.12	2.12	0.53	0.0512	0.1079	0.4200	0.0204	0.0644	16.344	549.00
12.70	5	3.20	3.20	2.54	0.76	0.1359	0.1987	0.5040	0.0440	0.1071	22.246	747.00
15.90	5	3.20	4.80	2.54	0.95	0.2271	0.2867	0.6300	0.1048	0.1890	26.332	885.00
19.00	5	3.20	4.80	2.54	0.95	0.3413	0.3598	0.9450	0.2325	0.3265	32.234	1083.00
19.00	7	3.20	2.12	3.20	0.95	0.3889	0.4097	0.9450	0.1849	0.2701	32.234	1083.00
22.20	7	3.20	4.00	3.20	1.27	0.5807	0.5241	0.9450	0.3305	0.3796	37.682	1266.00
25.40	7	3.20	3.20	4.80	1.11	0.7344	0.5799	1.4175	0.6256	0.6073	43.584	1464.00
28.60	7	3.20	4.80	4.80	1.42	1.0485	0.7362	1.4175	0.8881	0.7491	48.578	1632.00

57



Triplay usado en la dirección más resistente.



Triplay usado en la dirección menos resistente.



## CARGA VERTICAL PARA DISEÑO DE CIMENTAS DE LOSAS.

TABLA 5-1

Espesor de losa (cm)	Carga (kg/m <sup>2</sup> )	
	1600 kg/m <sup>3</sup>	2000 kg/m <sup>3</sup>
7.5	370	400
10	410	450
12.5	450	500
15	490	550
17.5	530	600
20	570	650
22.5	610	700
25.0	650	750
27.5	690	800
30.5	738	860

Carga viva de 250 kg/m<sup>2</sup>. Esta carga es válida para colados comunes. Si se usan carrillos motorizados (vogues) para transporte de concreto deberá incrementarse a 500 kg/m<sup>2</sup>.

## RADIO MINIMO DE DOBLADO PARA TRIPLAY

TABLA 4-4

Espesor		Curva perpendicular a la veta	Curva paralela a la veta
pulg.	mm.		
1/4	6	38.10	60.96
3/8	10	91.44	137.16
1/2	13	182.88	243.84
5/8	16	243.84	304.80
3/4	19	304.80	365.76

PRESIONES HORIZONTALES PARA DISEÑO

DE CIMBRAS DE MUROS.

TABLA 5-2

Velocidad vertical de colado (m/h)	Máxima presión lateral (kg/m <sup>2</sup> ) para la temperatura indicada					
	32°C	27°C	21°C	15°C	10°C	5°C
.30	1220	1280	1355	1465	1610	1830
.60	1710	1830	1985	2195	2490	2930
.90	2195	2380	2615	2930	3365	4025
1.20	2685	2930	3240	3660	4245	5125
1.50	3170	3475	3870	4390	5125	6220
1.80	3660	4025	4495	5125	6000	7320
2.10	4150	4575	5125	5855	6880	8420
2.45	4300	4750	5320	6080	7155	8760
2.75	4450	4920	5515	6310	7425	9100
3.00	4600	5090	5710	6540	7700	9440

NOTA: No se utilicen presiones de diseño mayores, de 10,000 kg/m<sup>2</sup>, ó 2,400 x altura en metros, del concreto fresco dentro de la forma, la que sea menor.

MAXIMA PRESION HORIZONTAL PARA

DISEÑO DE CIMBRAS DE COLUMNAS.

TABLA 5-3

cm.por hr.	32°C	27°C	21°C	15°C	10°C	5°C
	.30	1220	1280	1355	1465	1610
.60	1710	1830	1985	2195	2490	2930
.90	2195	2380	2615	2930	3365	4025
1.20	2685	2930	3240	3660	4245	5125
1.50	3170	3475	3870	4390	5125	6220
1.80	3660	4025	4495	5125	6000	7320
2.10	4150	4580	5125	5855	6880	8420
2.40	4635	5125	5750	6590	7760	9515
2.75	5125	5675	6380	7320	8635	10615
3.00	5610	6220	7000	8050	9515	11710
3.35	6100	6775	7630	8785	10395	12810
3.65	6590	7320	8260	9515	11270	13910
3.95	7075	7870	8890	10250	12150	14640
4.25	7565	8420	9515	10980	13030	
4.90	8540	9515	10770	12445	14640	
5.50	9515	10615	12025	13910		
6.10	10490	11710	13280	14640		
6.70	11470	12810	14540			
7.30	12445	13910	14640			
7.95	13420	14640				
8.55	14395					
9.15	14640					

NOTA: No se utilicen presiones de diseño mayores de 15,000 kg/m<sup>2</sup> ó 2400 x altura en metros del concreto dentro de la forma, la que sea menor.

MINIMA FUERZA LATERAL. PARA DISEÑO DE  
CONTRAVENTEO DE CIMBRAS DE LOSAS.

TABLA 5-4

Espesor de la losa (cm)	Carga muerta kg/ m <sup>2</sup>	Fuerza lateral por metro de losa para el ancho de losa indicada ( kg)				
		6.0(m)	12(m)	18(m)	24(m)	30(m)
10	317	148	148	148	153	192
15	439	148	148	160	213	266
20	561	148	148	204	272	340
25	683	148	166	249	332	414
30	805	148	195	293	391	488
35	927	148	225	337	450	562
40	1049	148	255	382	509	636
50	1293	157	314	471	628	784

MINIMA FUERZA LATERAL PARA DISEÑO DE  
CONTRAVIENTOS DE CIMBRAS DE MUROS. -  
APLICADA EN LA PARTE ALTA DEL MOLDE.

TABLA 5-5

Altura del muro (m)		Fuerza lateral para la presión de viento (prescrita por los códigos) indicada (kg/m <sup>2</sup> )			
		73kg/m <sup>2</sup>	98kg/m <sup>2</sup>	122kg/m <sup>2</sup>	146kg/m <sup>2</sup>
(sobre el terreno)					
1.22 ó menos	29.6	44.4	59.2	74.0	88.8
1.83	44.4	66.6	88.8	111.0	133.2
2.44	148.0	148.0	148.0	148.0	148.0
3.05	148.0	148.0	148.0	185.0	222.0
3.66	148.0	148.0	177.6	222.0	266.4
4.27	148.0	155.4	207.2	259.0	310.8
4.88	148.0	177.6	236.4	296.0	355.2
5.49	148.0	199.8	266.4	333.0	399.6
6.10	148.0	222.0	296.0	370.0	444.0
6.70 ó mas	24.4 h	36.6 h	48.8 h	61.0 h	73.2h

Bajo el terreno

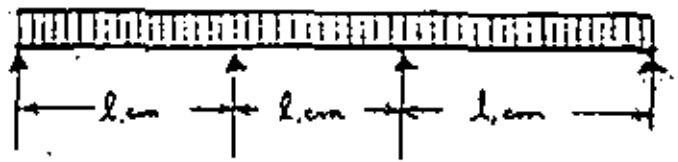
VIGA CONTINUA SOBRE 2 CLAROS IGUALES,  
CARGA UNIFORME



$$M_{max} = \frac{wl^2}{8}$$

$$\Delta_{max} = \frac{wl^4}{105 EI}$$

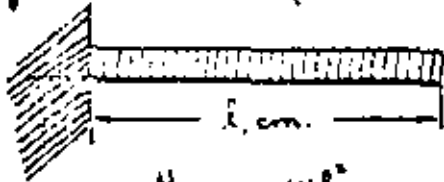
VIGA CONTINUA SOBRE 3 O MÁS CLAROS  
CARGA UNIFORME



$$M_{max} = \frac{wl^2}{10}$$

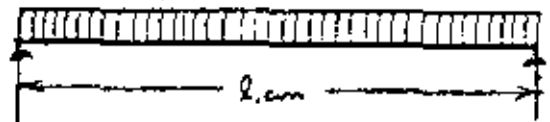
$$\Delta_{max} = \frac{wl^4}{145 EI}$$

VIGA CANTILIVER (CARGA UNIFORME)



$$M_{max} = \frac{wl^2}{2}$$

$$\Delta_{max} = \frac{wl^4}{8 EI}$$

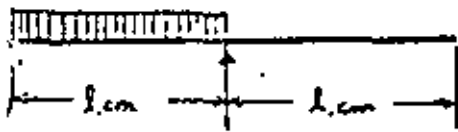


VIGA SIMPLEMENTE APOYADA (CARGA UNIFORME)

$$M_{max} = \frac{wl^2}{8}$$

$$\Delta_{max} = \frac{5wl^4}{384 EI}$$

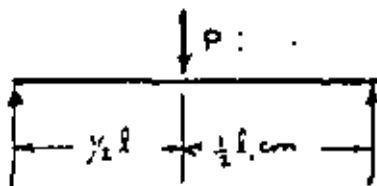
VIGA EN 2 APOYOS SOBRESALIENDO UN EXTREMO,  
CON CARGA UNIFORME ENTRE APOYOS.



$$M_{max} = \frac{wl^2}{8}$$

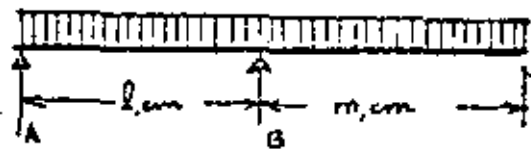
$$\Delta_{max} = \frac{5}{384} \frac{wl^4}{EI}$$

VIGA SIMPLEMENTE APOYADA, CON CARGA  
CONCENTRADA AL CENTRO.



$$M_{max} = \frac{Pl}{4}$$

$$\Delta_{max} = \frac{Pl^3}{48 EI}$$



VIGA APOYADA EN DOS PUNTOS EXTERIOS, PERO SOBRESALIENDO UNO CON CARGA UNIFORME.

$$M_{max} = \frac{w}{8l^2} (l+m)^2 (l-m)^2$$

$$V_{max} = \frac{w}{2l} (l^2 + m^2)$$



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

CONTROL DE OBRAS

ING. PEDRO LLANO MARTINEZ.

1982.

## 1. CHECK LIST PARA INICIAR UN PROYECTO

Para poder iniciar un Proyecto nuevo o iniciar una Ampliación de un Proyecto en proceso. La Gerencia de Construcción respectiva necesitará:

- a) El Contrato del mismo debidamente firmado o bien la aprobación de la Dirección correspondiente para poder iniciar sin él. En el segundo caso se deberá poner la fecha compromiso de firma.
- b) Adjuntar los Precios Unitarios aprobados o bien los de tabulador con los que se estimará en tanto se obtiene la aprobación de los definitivos, y su calendario de aprobación.
- c) Presentar la Planeación Integral del mismo, que constará de:

Programa General  
 Programa de Subcontratos  
 Programa de Materiales  
 Programa de Equipo  
 Programa de Personal Técnico  
 Programa de Personal de Obra,

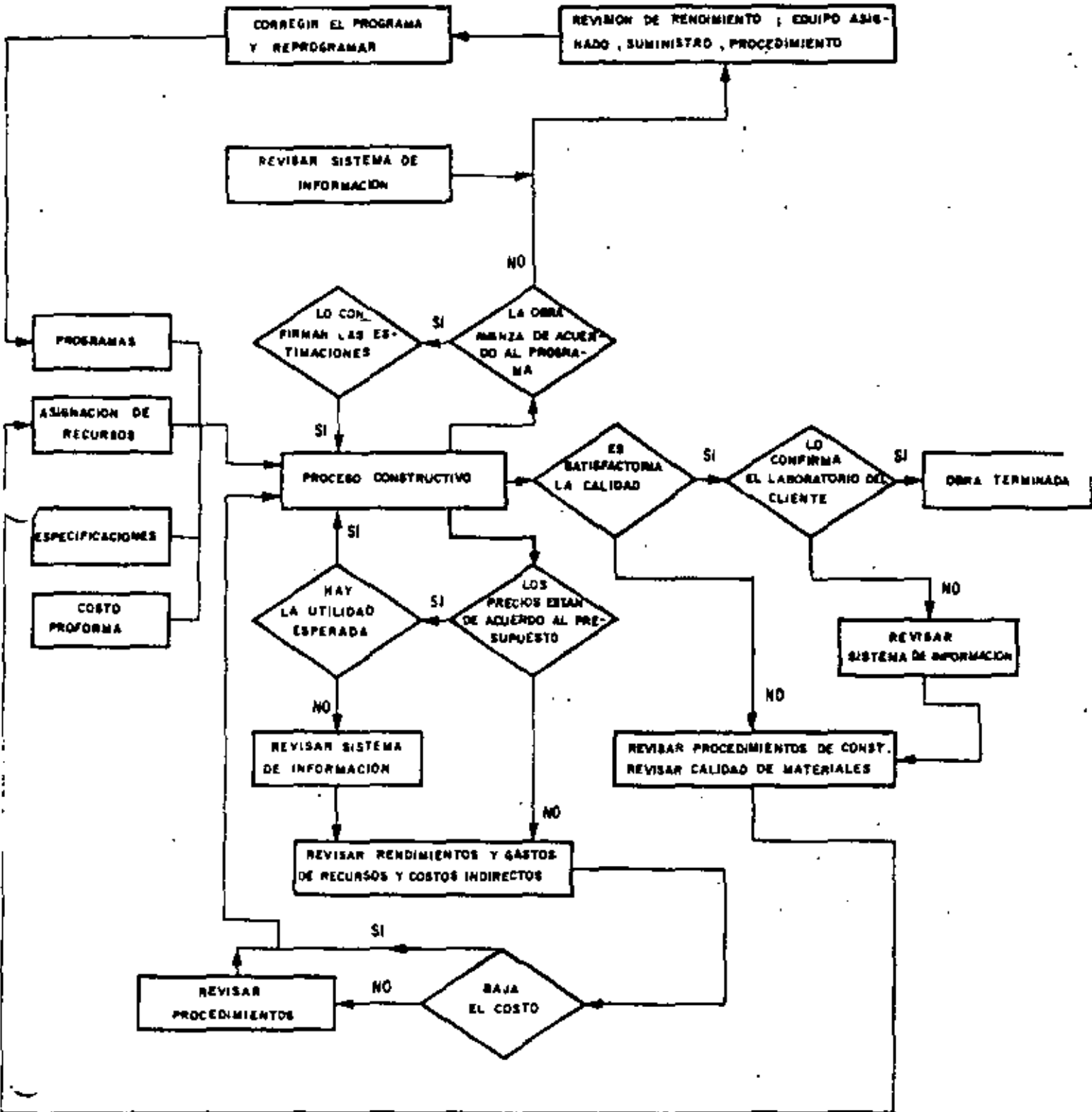
así como su planeación financiera, que incluirá el Cash-Flow y su programa de Remesas.

En caso de no contar con lo anterior, se hará una Planeación de Emergencia, que será válida únicamente por el primer mes y en tanto se integren los definitivos.

En caso de aceptación del Programa de Emergencia, los definitivos deberán entregarse en ese lapso y en caso contrario, se suspenderán los suministros totales, hasta su cumplimiento.

- d) Los Objetivos del Proyecto, desde su iniciación hasta su terminación y derivados del programa.
- e) Para la iniciación, una vez contando con lo anterior y para que las áreas de apoyo le den trámite a las solicitudes de Remesas, Materiales, Subcontratos, Equipo y Personal, la hoja de Iniciación deberá tener la firma de recepción de la Gerencia Técnica y de la Gerencia de Finanzas, las cuales indicarán la recepción de conformidad de los datos necesarios.

DIAGRAMA DE FLUJO DE INFORMACION



NOMBRE \_\_\_\_\_ DEPARTAMENTO: \_\_\_\_\_

PROYECTO (S) \_\_\_\_\_

OBJETIVOS RESPECTO AL DEPARTAMENTO: \_\_\_\_\_

OBJETIVOS DE OBRAS:

PROBABLES

CONTRATADAS

OBJETIVOS APROBADOS EN FECHA: \_\_\_\_\_

FIRMAS: \_\_\_\_\_

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	ESTANDARES DE MEDICION DE AVANCE	RESULTADOS EN FECHA	PLAN DE ACCION	RECURSOS NECESARIOS	OBJETIVOS RELACIONADOS



# INFORME MENSUAL DE AVANCE Y ESTIMACION

CORRESPONDIENTE AL MES DE \_\_\_\_\_ DE 197 \_\_\_\_\_

DE LA OBRA: \_\_\_\_\_

NOMBRE \_\_\_\_\_ No. \_\_\_\_\_

GERENCIA \_\_\_\_\_

PARA: GERENCIA TECNICA

MONTO CONTRATADO

DEL MES ANTERIOR							
ADICIONES DURANTE EL MES							
A LA FECHA							

(CIFRAS EN PESOS Y CENTAVOS)

CONCEPTO		ACUMULADO AL MES ANTERIOR	MES ACTUAL	CAMBIOS DE CLASIFICACION DEL MES (VER NOTA AL MARGEN)		ACUMULADO A LA FECHA
				AÑADIR	SUSTRAR	
AVANCE ESTIMADO	CON CONTRATO	①				
	SIN CONTRATO	②				
TOTAL DE AVANCE ESTIMADO ①+②		③				
AVANCE NO ESTIMADO	CON CONTRATO	CON P. U. APROBADOS	④			
		SIN P. U. APROBADOS	⑤			
		RECLAMACIONES EN TRAMITE	⑥			
	SIN CONTRATO	CON P. U. APROBADOS	⑦			
		SIN P. U. APROBADOS	⑧			
		RECLAMACIONES EN TRAMITE	⑨			
TOTAL DE AVANCE NO ESTIMADO ④+⑤+⑥+⑦+⑧+⑨		⑩				
AVANCE TOTAL ③+⑩		⑪				
PASIVOS EN OBRA		⑫				
VALOR DEL ALMACEN		⑬				
PASIVOS POR GASTOS FINANCIEROS		⑭				

CAMBIOS DE CLASIFICACION. DEBE USARSE CUANDO SE OBTIENE CONTRATO, AUTORIZACION DE PRECIOS UNITARIOS O SE RESUELVE UNA RECLAMACION PARA QUE LA COLUMNA ACUMULADA A LA FECHA ESTE SIEMPRE ACTUALIZADA.

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

NOMBRE _____	NOMBRE _____	NOMBRE _____	C.C.P. RECIBIDO
FIRMA _____	FIRMA _____	FIRMA _____	G. DE CONSTR _____
			G. DE FINAN _____
			CONTAB _____

# INFORME MENSUAL SOBRE COSTO APROXIMADO DE OBRA

CORRESPONDIENTE AL MES DE \_\_\_\_\_ DE 197\_\_

DE LA OBRA \_\_\_\_\_  
 NOMBRE \_\_\_\_\_  
 GERENCIA \_\_\_\_\_  
 PARA: GERENCIA TECNICA

AVANCE ACUMULADO A LA FECHA

(CIFRAS EN MILES DE PESOS)

CONCEPTOS	ACUMULADO AL MES ANTERIOR		COSTO DEL MES		ACUMULADO A LA FECHA		% SOBRE AVANCE REAL			
	OBRA	OF. CENT.	OBRA	OF. CENT.	OBRA	OF. CENT.	COSTO ACUMULADO REAL	COSTO PROGRAMADO	DIFERENCIA	
MATERIALES										
FLETES Y ACARREOS										
TOTAL MATERIALES										
RAYA										
DESTAJOS										
TOTAL MANO OBRA										
TOTAL EQUIPO										
TOTAL SUBCONTRATOS										
TRABAJOS EN ADMINISTRACION										
TOTAL COSTO DIRECTO										
TOTAL INDIRECTOS EN OBRA										
TOTAL COSTO OBRA										
OBSERVACIONES										
NOMBRE _____	NOMBRE _____	NOMBRE _____								
FIRMA _____	FIRMA _____	FIRMA _____								
E. ABRADO P. T.	M. E. DE F. T. O. T. O.	E. DE CONSTRUCCION								
							E.C.P.	RECIBIDO		
							E. DE CONSTR.			

NOTA-LAS RAYAS Y DESTAJOS DEBERN INCLUIR IMPUESTOS, SEGURO SOCIAL, ETC.

# INFORME MENSUAL DE ESTIMACIONES

CORRESPONDIENTE AL MES DE \_\_\_\_\_ DE 197

DE LA OBRA \_\_\_\_\_

NOMBRE \_\_\_\_\_ No.

GERENCIA \_\_\_\_\_

PARA GERENCIA TECNICA

CIFRAS EN MILES DE PESOS

CONTRATOS <small>(VER NOTA AL MARGEN)</small>		ACUMULADO AL MES ANTERIOR	ESTIMACION DEL MES					ACUMULADO A LA FECHA	TOTAL DE RECLAMACIONES EN TRA- MITE
NUMEROS	MONTOS TOTAL		PRECIOS UNITARIOS	SUMINISTROS	TRABAJOS POR ADMON.	ADITIVAS (DEDUCTIVAS)	ESTIMACION TOTAL		
1	2	3	4	5	6	7	8=1+5+6+7	9=3+8	10
<b>TOTAL</b>									

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

NOTAS—LISTAR TODOS LOS CONTRATOS QUE FORMAN LA OBRA  
EL TOTAL ESTIMADO DEBE SER EL MISMO QUE EL REPORTADO  
EN LA FORMA CI-3

NOMBRE _____	NOMBRE _____	NOMBRE _____	C.C.P. RECIBIDO _____
FIRMA _____	FIRMA _____	FIRMA _____	E. DE CONSTR. _____
E. DE CONSTR. _____	E. DE CONSTR. _____	E. DE CONSTR. _____	C. DE FINAN. _____
E. DE CONSTR. _____	E. DE CONSTR. _____	E. DE CONSTR. _____	CONTAS _____

# INFORME MENSUAL DE SUBCONTRATISTAS

76

CORRESPONDIENTE AL MES DE \_\_\_\_\_ DE 1957

DE LA OBRA: \_\_\_\_\_

NOMBRE \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

GERENCIA \_\_\_\_\_

PARA GERENCIA TÉCNICA

(CIFRAS EN MILES DE PESOS)

CLAVE (VER NOTAS)	SUBCONTRATISTAS DE OFICINA CENTRAL Y LOCALES (MARCAR LOS LOCALES CON ?)	FECHA		MONTO DEL CONTRATO		AVANCE		TOTAL AUTORIZA- DO EN OBRA	TOTAL PAGADO EN OBRA	TOTAL MATERIA- LES ENTRE- GADOS AL SUBCON- TRATISTA
		INICIO	TERMINA- CIÓN	INICIAL	ACTUAL	DEL PERIODO	ACUMULADO A LA FECHA			

NOTA—CLAVE ASIGNADA POR GERENCIA TÉCNICA

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

ELABORADO POR: \_\_\_\_\_ JEFE DE PROYECTO: \_\_\_\_\_

NOMBRE: \_\_\_\_\_ NOMBRE: \_\_\_\_\_ NOMBRE: \_\_\_\_\_

FIRMA: \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_

C.E.P. RECIBIDO

E. DE CONSTRUCCION

7

G. M. D.

AVANCE ( c )	P					
	A					
	REAL					
ESTIMACION CERTIFICADA.	P					
	A					
	REAL					
INGRESO BRUTO POR ESTIMACIONES.	P					
	A					
	REAL					
ANTICIPOS.	P					
	A					
	REAL					
INGRESO NETO. ( a ) ( aplicadas TODAS las deducciones)	P					
	A					
	REAL					
EGRESOS. ( b )	P					
	A					
	REAL					
COSTO TOTAL. ( d )	P					
	A					
	REAL					
FINANCIAMIENTO. ( n-b )	P					
	A					
	REAL					
DIFERENCIA. ( c-d )	P					
	A					
	REAL					

# GRAFICA INDICE ESTIMACIONES SEMANAL

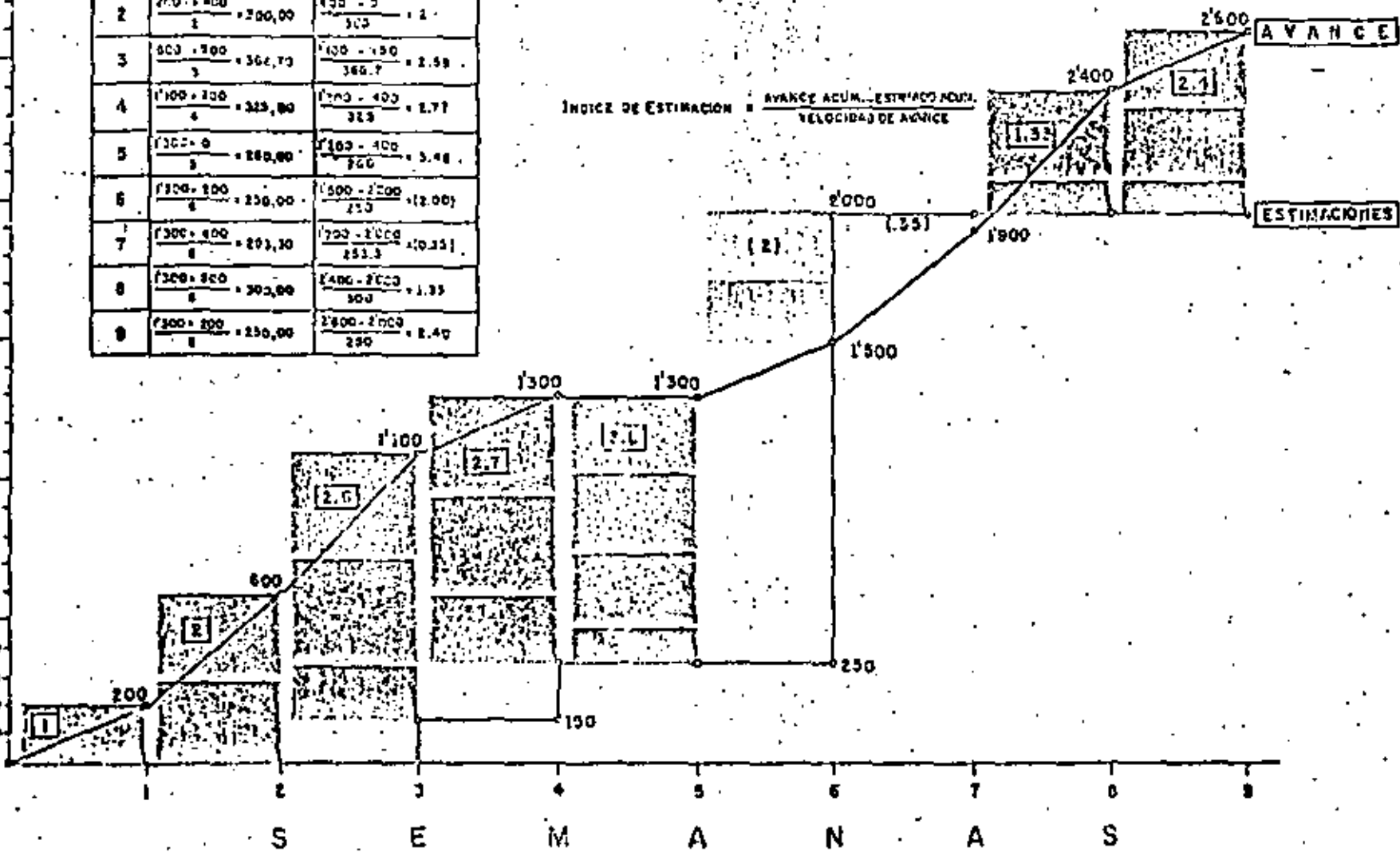
96

3000  
2500  
2000  
1500  
1000  
500  
200  
100  
0

SEMANA	VELOCIDAD AVANCE	INDICE ESTIMACION
1	$\frac{200}{1} = 200,00$	$\frac{200 - 0}{200} = 1$
2	$\frac{200 + 400}{2} = 300,00$	$\frac{400 - 0}{300} = 1,33$
3	$\frac{600 + 600}{3} = 400,00$	$\frac{600 - 0}{400} = 1,50$
4	$\frac{1000 + 800}{4} = 450,00$	$\frac{1000 - 0}{450} = 2,22$
5	$\frac{1300 + 900}{5} = 460,00$	$\frac{1300 - 0}{460} = 2,83$
6	$\frac{1500 + 1000}{6} = 416,67$	$\frac{1500 - 0}{416,67} = 3,60$
7	$\frac{1700 + 1000}{8} = 412,50$	$\frac{1700 - 0}{412,50} = 4,12$
8	$\frac{1700 + 900}{9} = 333,33$	$\frac{1700 - 0}{333,33} = 5,10$
9	$\frac{1700 + 800}{9} = 311,11$	$\frac{1700 - 0}{311,11} = 5,47$

VELOCIDAD DE AVANCE =  $\frac{\text{SUMA AVANCE PROPIO}}{\text{NUMERO DE SEMANAS}}$

INDICE DE ESTIMACION =  $\frac{\text{AVANCE ACUM. ESTIMACION}}{\text{VELOCIDAD DE AVANCE}}$



## C O N T R O L

### Introducción

En el campo de la Ingeniería Civil se plantea constantemente la necesidad de construir obras para solucionar los problemas socio-económicos del país.

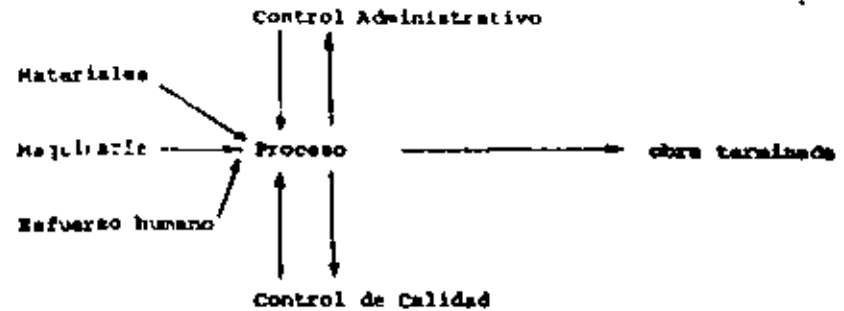
El proceso se inicia con estudios:

- a) Exploratorios
- b) Preliminares
- c) De Factibilidad
- d) Detallado

Determinado el proyecto definitivo, se planea la obra y se inicia posteriormente la etapa de construcción y es en esta donde se establece propiamente el proceso fundamental del control, partiendo de un Estándar (Proyecto).

La transformación de los materiales, maquinaria y esfuerzo humano se manifiestan en un proceso siendo el producto la obra terminada. Para que sea integral el aprovechamiento de los recursos, se debe ejercer un control de tipo administrativo y un control de calidad del trabajo que se realiza, para obtener estándares de medición que permitan comparar los resultados con las normas establecidas.

Si formamos un modelo Insumo-Producto con la integración de las consideraciones anteriores, este nos quedaría de la siguiente forma:



Del modelo podemos deducir que el control es un punto muy importante para obtener el producto deseado y que existe además una interacción entre el control y el proceso. Esta interacción nos indica que cuando los objetivos específicos no cumplan con las normas establecidas, se puede modificar el proceso por medio de una retroalimentación que nos permita conocer las causas de las desviaciones al compararnos con los estándares.

Esto conduce a planear nuevamente el proceso con base a la información de los hechos por medio de la retroalimentación.

### Control

El control es una función administrativa que nos permite establecer métodos de actuación concretos para alcanzarlos, y es una parte importante del proceso de planeación, procurando siempre que las operaciones se ajusten a lo planeado o lo más cercano posible.

No se puede enunciar en unas cuantas palabras los objetivos universales aceptables y que estos son reflejo de la experiencia propia.

El control es comparable al sistema nervioso del cuerpo humano que se encuentra por todo el cuerpo como el control se encuentra en toda la organización.

#### Objetivos del Control.

El objetivo del control es lograr que se obtenga eficiencia que para la empresa significa productividad.

Los objetivos ejercen su función en calidad de normas para que podamos medir el resultado organizativo e individual.

No podemos hablar del control si no se fijan las metas y se establece el estándar de medición.

#### Procedimiento del Control.

El proceso del control se compone de cuatro etapas o fases que son:

- I.- Establecimiento de las normas o estándares
- II.- Información de los resultados obtenidos
- III.- Comparación de los resultados reales con las normas
- IV.- Corrección de las desviaciones.

Estos elementos siempre intervienen independiente de lo que se controle.

Aunque el procedimiento del control básico puede ser sencillo, su aplicación trae consigo muchas interrogaciones, como son:

- ¿ Cuándo y dónde debe hacerse la revisión?
- ¿ Que estándares habrá que usar para calificar?
- ¿ Quien debe hacer las valoraciones ?

¿ A quien deben comunicarse los resultados de las valoraciones?

¿ De que manera podrá determinarse todo el procedimiento oportuno, equitativamente y con un gasto razonable ?

Nuestra respuesta a preguntas como éstas determinarán la efectividad de cualquiera que sea el sistema de control.

#### Bases del Control.

Determinar cuando y en que medida hay que controlar y seleccionar los sistemas adecuados es una de las decisiones que compete a la gerencia, para poner en práctica un programa general de control.

El control ha de practicarse hasta que la organización puede mantenerse en condiciones de estabilidad y lograr sus objetivos.

Para crear las bases de control, es importante conocer ciertas ideas básicas que son el principio del control.

#### 1 CONTROL EN EL PUNTO ESTRATEGICO

El control óptimo solo puede ser logrado si los puntos críticos, claves o limitativos pueden ser identificados y se pueden ajustar.

#### 2 LA RETROALIMENTACION

El proceso de ajustar las acciones futuras con base a la información acerca de la experiencia se conoce como retroalimentación.



### 1.- EL CONTROL FLEXIBLE

Cualquier sistema de control debe responder a las condiciones cambiantes.

### 2.- ADAPTACION A LA ORGANIZACION

Los controles deben ser hechos a la medida de la organización.

### 3.- AUTOCONTROL

Las unidades deben ser planeadas para controlarse a sí mismas.

### 4.- CONTROL DIRECTO

Cualquier sistema de control debe ser diseñado para mantener contacto directo entre el que controla y lo que es controlado.

### 5.- EL FACTOR HUMANO

Cualquier sistema de control que incluya a personas se ve afectado por la manera psicológica como los seres humanos ven el sistema.

### Establecimiento de las Normas o Estándares.

No existen reglas fijas que nos indiquen cuánto hay que controlar. El punto en que hemos de detenarnos es a menudo complejo y puede ser arriesgado intentar mantener un sistema de control siendo sencillo.

Los estándares o normas pueden ser tangibles, indefinidos o concretos, pero hasta que todos los interesados comprendan bien cuales son los resultados que se desean tener, los controles solo provocan confusiones.

El primer paso en la formulación de estándares para fines de control es aclarar cuales son los resultados que deseamos obtener. Por lo general, el enfoque de los estándares se centra en la Producción, Costo y fuentes de recursos.

### INFORMACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Uno de los factores más importantes en el establecimiento de un sistema de control, es la comunicación.

El término "comunicación" significa el intercambio de hechos, ideas, o impresiones emotivas entre dos o mas personas. El intercambio se realiza con éxito solo cuando produce un mutuo entendimiento. No basta que digamos; el receptor debe ENTENDER el mensaje que desea comunicarle el expedidor. Es posible que no estén de acuerdo ambos y que, sin embargo la comunicación se haya realizado, porque por lo menos uno de ellos comprenda lo que el otro quiso trasmitir.

Uno de los principales problemas al que nos enfrentamos al formar redes de comunicación es la confiabilidad en el canal de mando. Desde hace muchas décadas los hombres de negocios han utilizado el canal de mando como la arteria principal de las comunicaciones en las empresas. El canal puede ser estrecho, pero permita

que los mensajes esenciales circulan en dos sentidos: al emplea-  
do espera recibir la información acerca de su trabajo y los plan-  
tes de la empresa de su jefe inmediato; por su parte si desea --  
hacer proposiciones o formular preguntas, recurre a su jefe. Los  
problemas se manifiestan cuando el "jefe" con ideas antiguas --  
(sea Director, Gerente, o Jefe de departamento), considera que to-  
da tentativa de desviar el canal de información de entrada o sal-  
ida de su área, para que no pase por su mesa de trabajo, infringe  
sus prerrogativas y su autoridad.

Los negocios modernos pueden permitir que el canal de  
comunicaciones circule por un solo canal, pues cada gerente viene  
a constituir un "cuello de botella" potencial en el flujo de los  
informes esenciales.

La experiencia ha demostrado que el hombre es mal tras-  
misor de ideas. Otra deformación más ocurre cuando el mensaje sube  
o baja por el canal de mando. Entre el subalterno y el jefe existe  
la tendencia de interponer un tamiz protector, después de dos o  
tres tamices de este tipo, la información que llega, quedará pro-  
bablemente muy deformada.

En virtud de que las comunicaciones que fluyen por el  
canal de mando tienden a ser lentas y deformables, las compañías  
casi siempre utilizan otros canales más. Estos canales que perm-  
ten distribuir los informes operacionales por toda la organización,  
funcionan en forma similar a lo del canal sanguíneo que lleva oxí-  
geno a todas las partes del cuerpo humano.

Las redes de comunicación que dispone una empresa, es muy  
amplia, un gran caudal de información fluye "horizontalmente" en  
impresos, en formas preconcebidas con vocabulario especial; otras  
veces a manera de informes en resumen para gran cantidad de datos  
directamente entre operadores y sobrestantes, otras mas en boleti-  
nes oficiales.

La comunicación escrita en ocasiones suelen fallar, cuan-  
do se trata de comunicar estados de ánimo o nuevos factores que  
necesitan ponderarse. En cambio, el intercambio verbal posee va-  
rias ventajas de las cuales carece el mensaje escrito, estas son:

- a) La falta de oportunidad de la respuesta inmediata.
- b) Cuando nos enfrentamos a problemas no comunes que  
requieren explicación adicional y su confirmación.
- c) Intercambio de impresiones.

Por lo tanto, aunque se reconozca la necesidad de las  
comunicaciones escritas, también debemos dar cabida al intercambio  
verbal para que nuestra red sea lo más efectiva posible.

Hemos mencionado anteriormente algunas ventajas de la  
comunicación verbal, cabría ahora la oportunidad de citar también  
las desventajas que tiene este sistema de comunicación como es:

- a) Mayor cantidad de palabras.
- b) La atención se guía por el propio interés.
- c) La intención se refleja de actitudes anteriores.

Para terminar con los sistemas de comunicación en una --  
empresa, mencionaremos el conducto clandestino por el cual circulan los rumores, los cuales existen y no es posible negarlo.

Los informes de control que resumen y comunican los resultados de las observaciones realizadas, constituyen una etapa indispensable del proceso de control, por lo menos en los casos más --  
extensos, es preciso poner más atención en ellos, porque la ineficiencia en cualquier etapa necesaria podría provocar el hundimiento de todo el proceso.

Es preciso que la información necesaria para controlar sea lo más homogénea posible, por lo que la mayoría de las empresas --  
diseñan formas específicas para cada tipo de control específico --  
evitando de esta manera interpretaciones erróneas o bien informaciones sin trascendencia, que solo origina gastos innecesarios.

La información para efectos de control debe ser breve, --  
ágil, oportuna y varía.

#### Diseño del sistema para el Control

Definimos el diseño del sistema para el control como:  
"Idear y planear mentalmente una unidad de muchas partes diversas para ejercer una influencia moderada o directora en la actividad que deseamos controlar"

Un diseño de sistema es un enigma de tipo particular.  
El problema existe para una persona cuando ésta tiene un objetivo

definido que no puede alcanzar con la norma del comportamiento que tiene ya dispuesta. Se plantea la solución cuando algún obstáculo se opone a la consecución de un objetivo. No hay dificultad ni --  
el camino a la solución está despejado. Únicamente cuando hay que descubrir medios para salvar un obstáculo se prepara el escenario para su solución.

Para obtener una solución correcta, necesitamos escoger entre nuestras experiencias anteriores similares al caso y organizarlas.

#### GUIA PARA EL DISEÑO LOGICO DE SISTEMAS DE CONTROL.

Paso 1.- DARSE CUENTA DEL PROBLEMA.- Aunque estamos rodeados de problemas sin resolver, no se convierten en tales mientras no vemos que lo son.

Paso 2.- DEFINIR EL PROBLEMA.- Una vaga noción del problema a --  
nadie llevará a ninguna parte, más si hacemos un esfuerzo para delimitar el problema con precisión, en su momento surgirá buenas ideas.

Paso 3.- LOCALIZAR, VALORAR Y ORGANIZAR LOS DATOS  
Para preparar una solución provisional a un problema es ante todo necesario reunir datos.

Paso 4.- DESCUBRIR RELACIONES Y FORMULAR HIPOTESIS  
Con los datos obtenidos se hacen hipótesis y suposiciones.

Paso 5.- VALORAR LAS HIPOTESIS.- Hay que someter a rigurosa prueba de modo sistemático la solución provisional. Primero es necesario determinar si la respuesta satisface o no las exigencias del problema.

Paso 6.- APLICAR LA SOLUCION.- El paso de la aplicación no siempre es fácil de apreciar en algunos problemas puramente especulativos y es posible que no siempre se encuentre en la solución del diseño del sistema.

El análisis de sistemas se compone de tres pasos:

A) Diagrama de trámites.

Consiste este paso en mostrar la marcha que siguen los trámites burocráticos mediante un diagrama.

B) Diseño de formas o impresos

Todas las formas se diseñan o rediseñan para su eficaz empleo.

C) Manual de procedimientos

Las instrucciones por etapas deben puntualizarse por escrito para que se vea el funcionamiento del trámite mejorado.

Diagrama de trámites.

Conocida la organización es esencial detallar un cuadro gráfico del flujo de papeles.

Todo lenguaje necesita sus reglas, como que la gráfica debe empezar en la margen superior izquierda y avanza hacia la derecha.

El eje vertical muestra la sucesión cronológica de los acontecimientos estando los primeros arriba. Las columnas pueden utilizarse para representar diferentes formas o impresos; por ejemplo, los diferentes departamentos por los que pasa el trámite. El solo diagrama de ésta serviría muy poco y lo que procede después, es analizar para estudiar las posibles mejoras. El mejor método de hacerlo es preguntando cosas como estas:

LISTA DE PREGUNTAS

- ¿ Puede eliminarse alguna copia ?
- ¿ Puede suprimirse algún trámite ?
- ¿ Puede hacer mejor las operaciones alguna otra persona ?
- ¿ Pueden combinarse algunos trámites en forma ventajosa ?
- ¿ Puede mejorarse la sucesión de los trámites ?
- ¿ Pueden subdividirse algunos trámites en forma conveniente ?
- ¿ Puede el iniciador de una forma proporcionar más y mejor información ?
- ¿ Podría hacer la operación un empleado que gana menos ?
- ¿ Puede eliminarse alguna operación de archivo ?
- ¿ Para que conservar la forma ?
- ¿ Se lleva registro en más de un lugar ?

Hay otras preguntas que podrían plantearse y conviene acostumbrarse a ello ya que ninguna lista reemplaza jamás la idea creadora del hombre.

#### Diseño de formas.

El diseño de formas empleadas en el procedimiento burocrático es sencillamente la aplicación del sentido común. En general se deben tener presente lo fácil que es añadir o quitar información, sea manuscrita o a máquina, pero como es difícil recordar tantas cosas lo mejor es tener una lista lo más completa posible.

#### LISTA PARA EL DISEÑO DE FORMAS.

- ¿ Es necesaria esta forma o podría otra servir también para tal fin ?
- ¿ Tiene esta forma un encabezado que describa verdaderamente su fin ?
- ¿ Tiene la forma suficientes instrucciones para uso general ?
- ¿ Tiene un tamaño apropiado para archivarla ?
- si la forma está destinada a viajar ¿ Necesita un espacio para indicar al destinatario y el remitente ?
- ¿ Hay en ella márgenes adecuados para encuadernarla ?
- ¿ Puede utilizarse ambos lados ?
- ¿ Corre riesgo de mancharse ? En caso afirmativo ¿ como hay que protegerla ?

- ¿ Está junta toda la información que necesita una persona ?
- ¿ Están separados los datos que pudieran ser causa de graves errores de transcripción ?
- ¿ Está la información en el orden necesario para su transcripción ?
- ¿ Es posible imprimir más información en lugar de llenarse a mano ?
- ¿ Son adecuados los espacios que deban llenarse a mano ?
- ¿ Están las líneas impresas de acuerdo con el espaciador de la máquina de escribir ?
- ¿ Está dispuesto el impreso para un número mínimo de topes de tabulador de la máquina de escribir ? (los topes deben confrontarse con otros impresos comerciales en uso)
- ¿ Contribuirán a reducir los errores líneas verticales y horizontales ?
- ¿ Pueden emplearse recuadros de señalamiento en lugar de la información escrita a mano ?
- ¿ Es susceptible de interpretarse erróneamente algún texto ?
- ¿ Es nece, via toda la información ?
- ¿ Da buen aspecto el documento ? ¿ Creará buena imagen mental en el que se sirva de él ?
- ¿ Sería útil para la identificación o el archivo un papel de color ?

¿ Puede sugerir mejoras el empleado que utiliza la forma ?

#### COMPARACION DE LOS RESULTADOS REALES CON LAS NORMAS

El registro oficial de los resultados y de las comparaciones con los estándares es sencillo y rudimentario. Intervienen pocas personas, los datos son conocidos por todos y el propósito principal del control es sencillamente llamar la atención hacia la forma en que el desempeño a los estándares determinados para que puedan iniciarse reajustes y rectificaciones de las definiciones.

La valoración de los rendimientos servirá de poco, hasta que se comuniquen los resultados a los jefes facultados para corregir las deficiencias. Esta información es una fase vital de la valoración utilizable.

Es preciso que la actuación resultante de las valoraciones de control se lleve a efecto por parte de las personas principalmente responsables de que se evalúa la operación.

La rapidez es una gran virtud cuando se trata de informes de control. Si se está ejecutando mal un trabajo, mientras más pronto se informe acerca de él y se corrija, menos daño se causará. Además, si no es evidente la causa de una dificultad, es probable que la investigación rápida revele las causas verdaderas y no la realice cuando las circunstancias ya no están frescas en la memoria de las personas interesadas.

La distinción entre los controles destinados a la valoración global y los que tienen por objeto principal llamar la atención, afectan la importancia que tiene la prontitud. La oportunidad es especialmente urgente para el último grupo, porque pierden los controles casi todo su impacto, si son tardíos.

#### CORRECCION DE LAS DESVIACIONES

Los informes de control llaman la atención hacia las desviaciones del rendimiento respecto de los planes, pero, solo dan la señal de alarma. El resultado final llega cuando se pone remedio a las deficiencias. La investigación de control debe orientar a la de las dificultades para decidir oportunamente la forma de vencerlas y reajustar en seguida las operaciones.

El informe destinado a controlar suele servir para iniciar un nuevo ciclo administrativo: nuevas planeaciones y organización, mejores medidas directivas y otro conjunto de valoraciones e informes.

La distinción entre nuevos planes y reajustes para corregir deficiencias no es muy clara. Por conveniencia, hablamos de "medidas correctivas" cuando los planes quedan sustancialmente sin modificar y si seguimos esforzándonos por llegar al mismo resultado final. Si nuestra valoración de los problemas del momento indica que conviene hacer cambios importantes en los planes o en los objetivos, entonces debemos "volver a formular planes". En ambos tipos de actuación, los datos de la valoración sirven de retroalimentación a los ejecutivos que modifican sus operaciones.

Por lo tanto, cuando nuestras valoraciones para controlar indica que no todo marcha bien, tenemos que investigar muchas causas posibles para hallar la que origina la dificultad. Una vez que se ha localizado el problema como resultado de la investigación provocada por el informe de control que sea desfavorable, rápidamente efectuamos los ajustes para corregirla. Si las circunstancias operatorias han cambiado lo que se planeó, tomaremos medidas para hacer que vuelva a la normalidad.

#### Conclusiones

Controlar, como sucede con muchos otros aspectos de la administración, es cosa sencilla por lo que respecta a los elementos básicos, sin embargo, exige inventiva y destreza aplicar el control. La formulación de estándares de control en puntos estratégicos, el muestreo y la valoración de los resultados cualitativos, el equilibrio adecuado entre la oportunidad y la exactitud de los informes, la aplicación de estos a la forma de actuar para corregir deficiencias, todos estos son ejemplos de la multitud de cuestiones fundamentales que tenemos que resolver hábilmente para que el sistema de control tenga la potente efectividad.

#### CONTROL DE PRODUCCIÓN

Planeación.- Es el método por el cual el ingeniero ve hacia el futuro y descubre las diferentes alternativas para realizar un proceso constructivo. La función de planeación ha recibido una mayor atención a medida que las empresas crecen y las teorías administrativas se desarrollan.

No podemos hablar de planeación si no establecemos en forma concisa y explícita los objetivos finales que queremos alcanzar.

Los planes a altos niveles de una empresa pueden ser generales y amplios o pueden ser detallados "día a día". El método de planeación puede empezar con un vago presentimiento o un elemento de intuición con el cual el ingeniero o grupo de ingenieros tropiezan. Al planear una obra, cada trabajador no necesita entender los detalles de todos los planos relativos a la construcción, pero debe comprender que su trabajo encaja en forma precisa en el desarrollo general de la misma.

La planeación no sólo incluye el predeterminar el proceso de una acción referente a una actividad, sino que incluye el buscar los posibles problemas que puedan presentarse. La probabilidad y estadística es una técnica muy valiosa que nos permite manejar incertidumbres.

El programa de una obra, es anunciar por escrito el proceso constructivo en forma cronológica las actividades que se planean realizar en un proyecto. Para programar una obra se requiere:

- 1.- Conocer el proyecto
- 2.- Conocer donde se va a realizar
- 3.- Analizar como se va a ejecutar
- 4.- Analizar cuando se va hacer
- 5.- Analizar con que recursos se va hacer

#### Recursos.-

Son aquellos elementos indispensables para la posible y correcta realización de una actividad. Para una construcción se requiere contar con los siguientes recursos:

- a- Materiales
- b- Mano de obra
- c- Equipo
- d- Personal técnico
- e- Financiamiento

Existen dos diferentes niveles de programación en una obra, la programación general y la programación de obra.

**Programación General.-** Es recomienda que la realicen los proyectistas conjuntamente con el contratista de la misma, para determinar los sistemas constructivos más convenientes, disponibilidad de materiales, disponibilidad de recursos; así como, la duración aproximada de la construcción y determinación de planes completos o detalles necesarios de la obra. Esta programación pocas veces se realiza, viéndose afectada la mayoría de las veces la construcción en tiempo y costo.

#### Programación de Obra.

Esta programación es la que normalmente se conoce y la realiza el constructor, tomando en cuenta a las personas que serán las responsables de la ejecución de la obra para que conozcan el proyecto y sepan como, cuando y con que recursos lo tendrán que realizar.

Los métodos más comunes para programar obras son:

#### I Sistema de barras

#### II Sistema C.P.M. (Mata crítica)

El mejor sistema será aquel que nos brinde mayor información y facilite la interpretación permitiendo hacer la corrección de las desviaciones.

Los programas deben ser realistas alimentando nuestra programación con datos veraces, para que los resultados no sean erróneos siendo recomendable revisar mensualmente el avance.

Se ha mencionado hasta aquí el concepto de planeación de la producción que a veces se confunde con el control de la producción. Puede al acaso, establecerse la distinción de que planeamiento se refiere a dictar los requisitos, lo que se quiere hacer, mientras control se refiere a valor porque así se haga, o sea el control revisa el pasado, la combinación de las dos funciones administrativas, juntas, sirven de perspectivas para la persona que toma decisiones en el presente. Ambas han sido objeto de una investigación considerable y han desarrollado teorías sueltas.

10



Existen en la actualidad muchos libros referentes al control de la producción, enfocados principalmente a la industria manufacturera. Sin embargo los conceptos de control pueden ampliarse hasta abarcar proyectos para carreteras, presas y construcciones de edificios. Los métodos usados para diseñar sistemas de control son idénticos y muchos de los procedimientos aplicados a la toma de decisiones son intercambiables.

El objetivo del control de producción, en la forma más amplia, es planear las corrientes de materiales que llegan a la fábrica, pasan por ella y salen de la misma, regulandola de tal manera que se alcance la posición óptima en cuanto a beneficios, dentro del marco de las metas que la empresa se ha fijado. Para una construcción se puede definir el objetivo del control, como:

"El establecimiento de sistemas que permitan planear el flujo de los materiales que llegan a la obra, hasta su correcta colocación detectando errores, causas y sus soluciones oportunamente para obtener el mayor beneficio"

Un tipo de sistema para el control de la producción no bastaría para contemplar todos los diferentes productos elaborados. El sistema de control de una planta de ensamble de automóviles es completamente diferente del que necesita una compañía constructora. La clase de sistema empleado para el control depende de la producción, por lo cual es importante conocer las diferencias que existen.

### Comparación de la producción

Empresa Constructora  
obras en diferentes lugares  
(trabajos variados)

Empresa Automotriz  
Planta de ensambles  
(Producción de serie)

- |   |   |
|---|---|
| 1.- Máquinas diferentes, con sus provisiones diferentes   | 1.- Máquinas dispuestas según el orden de las operaciones necesarias para hacer un producto.                                    |
| 2.- Los ciclos de fabricación son largos  | 2.- Los ciclos de fabricación son cortos y las fechas de entrega tempranas  |
| 3.- Las cargas de trabajo están desequilibradas y las máquinas pueden pasar días enteros inactivas                                  | 3.- Las cargas de trabajo tienden a equilibrarse más y se hace cuanto es posible para que las máquinas funcionen todo el tiempo |
| 4.- Los operarios de las máquinas, no siempre son muy expertos  | 4.- Los mecánicos son muy expertos, pero solo en una clase de operación   |
| 5.- En ocasiones el espacio es reducido para tener depósitos satisfactorios de materia prima, además de la diversidad de materiales | 5.- Puede haber grandes depósitos de materias primas por las cantidades de material consumido. Lo ideal                         |
| 6.- Debido a lo largo del ciclo de fabricación y son diferentes conceptos, las existencias de materiales en elaboración son grandes | 6.- Las existencias de material en elaboración son generalmente pequeñas en comparación con las grandes cantidades producidas   |
| 7.- Los costos del manejo de materiales es mayor  |   |

- 8.- La falta de espacios impiden en ocasiones buenos accesos
- 9.- El control de la producción tiende a ser más complejo porque hay muchos trabajos a la vez, lo cual implica muchas instrucciones, chequeadores de tiempo, de máquina, etc para cumplir los programas
10. El rendimiento de trabajo en obras es más flexible que el de la producción en serie
- 7.- El fin del trabajo en línea es reducir los costos del manejo de materiales.
- 8.- El espacio puede utilizarse con más eficiencia.
- 9.- El control de la producción no será muy complejo porque lo que interesa principalmente es el suministro de materiales a las líneas de trabajo
- 10.- Los costos unitarios de la línea de producción serán más bajos si la producción se mantiene cerca del nivel óptimo.

Para ser posible el control de la producción se requiere implantar sistemas de control en bloque. Como es en función del tiempo el avance diario, semanal o mensual, o bien por unidad como al m<sup>3</sup> de concreto colado, toneladas de acero habilitadas, etc. que nos permiten conocer resultados medibles en un periodo de tiempo determinado.

Es difícil enumerar los objetivos del control de la producción o avance porque en las diferentes empresas constructoras se combinan diferentes actividades. Las diferencias se deben a la tradición, a las variaciones de los contratos y mercados y a otras muchas razo-

nes.

El fin del control de la producción es coordinar las diferentes obras, instalaciones de las oficinas centrales, y otros medios de producción y de ahí que haya muchos puntos de contacto y comunicación con otros departamentos. Todos tienen un interés común en que la obra se haga de acuerdo con el programa establecido y a costo óptimo, pero en lo que a veces no hay acuerdo es en los métodos para alcanzarlo.

La Gerencia de Promoción y Desarrollo, tiene interés en promover nuevas obras, pero sólo puede conseguirse si el cliente está satisfecho, y lo normal es que esté si la ejecución de la obra encomendada cumple con las especificaciones y normas de calidad señaladas, a costo razonable y de acuerdo con la fecha convenida. En general suele ser la fecha de entrega el punto de fricción entre el control de la producción y la Gerencia de Promoción. Para ésta, la fecha convenida es más importante que el quedar dentro del presupuesto, porque un antecedente de poca formalidad en la entrega puede producir en las relaciones con el cliente un daño irreparable.

El Departamento de compras necesita que las solicitudes sean entregadas antes del tiempo en que se vaya a necesitar el material. También le conviene fijar pedidos por el total de material necesario para las obras en el año, con el propósito de abaratar los precios de adquisición y garantizar las entregas.

El Departamento de control de calidad se preocupa porque el producto elaborado satisfaga las normas sin tomar en cuenta los pro-

gramas de obras. Esto a veces provoca un conflicto declarado, pero lo más frecuente es que todos los departamentos concilien sus intereses comunes y trabajen en armonía.

En las empresas constructoras la Gerencia de Construcción tiene contacto con todas las demás Gerencias y departamentos y su personal como son los superintendentes Generales, Superintendentes de frente, Residentes, etc. están en contacto directo con otras personas dentro y fuera de la obra y de la empresa. Por eso se comprende que las Relaciones Industriales juegan un papel primordial.

Una compañía que lucha con pocas dificultades llega a alcanzar un estado de "equilibrio" en que cada persona sabe lo que se espera de ella. El personal se acostumbra al ambiente que reina en la empresa y sabe como reaccionarán sus compañeros de trabajo en determinadas ocasiones. Esto es muy difícil de lograr en las empresas de la industria de la construcción en México, debido a que las variaciones de otorgamiento de contratos es muy inconsistente provocando altibajas constantemente lo que motiva a organizar a las empresas del ramo de la construcción para adaptarse al cambio, reduciendo el personal cuando las obras se acaban e incrementándolo cuando existe mucha construcción. Sin embargo, estos aspectos no deben ser causa de que el personal que labora se identifique con la política general de la empresa, para su propio desarrollo.

Para el correcto desarrollo de un proceso constructivo, se enlistan varias funciones relacionadas con la producción, que en una obra son coordinadas por el Superintendente General, estas fun-

ciones son:

I.- Función de Fabricación

- 1.- Función de recepción y Almacenamiento
- 2.- Función de producción
- 3.- Función de estimación

- 1.- La función de recepción y almacenamiento asume la responsabilidad de aceptar los materiales que entrega el transportista, y almacenarlos adecuadamente hasta su uso. También asume la responsabilidad de determinar si se ha recibido la cantidad adecuada de materiales, aunque por lo general, no tiene responsabilidad alguna de la calidad del material recibido.
  - 2.- La función de producción, asume la responsabilidad de transformar la materia prima en un producto acabado, aceptable y económico.
  - 3.- La función de estimación asume la responsabilidad de cuantificar la obra ejecutada para la elaboración de la estimación documentación de apoyo para el cobro.
- Por lo tanto, puede decirse que las funciones de fabricación tienen la responsabilidad del manejo y la transformación física de los materiales hasta lograr el producto terminado.

22

II.- Funciones de Control

En este grupo de funciones debemos incluir a aquellas que se ocupan de controlar la producción, los costos y la calidad. Las funciones incluidas son:

- 1.- Control de producción.
- 2.- Control de calidad.
- 3.- Control de costos
- 4.- Control de procedimientos
- 5.- Inspección

1.- La función de control de producción tiene la responsabilidad de establecer pronósticos, planes de producción, programas de producción, asignación de labores, niveles de existencia en base a la retroalimentación

2.- La función de control de calidad es responsable de establecer y mantener el necesario control de calidad de los materiales adquiridos, materiales en proceso de elaboración, y acabados. Es responsable, además, del examen del producto acabado, para ver si se ajusta a las especificaciones y también a la calidad.

3.- La función de control de costos habrá de ser responsable de determinar y dar cuenta del costo de la obra terminada y de compararlo con las cantidades asignadas en los presupuestos.

4.- La función del control de procedimientos establece procedimientos tipo dentro de la empresa. También establece y coordina todos los impresos y formularios que habrá de utilizarse.

5.- La función de Inspección cuida de examinar los materiales en curso de fabricación como es el concreto, soldaduras, etc. y los productos terminados. Compactaciones, concretos, etc. Los resultados de estos exámenes se comunican a los departamentos relaciona-

dos para su determinación.

### III Funciones de Sostentamiento.

En este grupo de funciones habremos de incluir las que sostienen las actividades de las funciones mencionadas con anterioridad. Las funciones excluidas son:

- 1.- Abastecimiento o compras
- 2.- Promociones
- 3.- Conservación y mantenimiento de equipo
- 4.- Personal

1.- La función de abastecimiento o compras consiste en adquirir los materiales y equipo necesarios, de la calidad adecuada y al precio más favorable asegurando su entrega en la fecha establecida. Esta función llevará un control de todos los proveedores, para fijar políticas de compra para el futuro.

2.- La función de promoción es responsable de conseguir los contratos y concursos necesarios manteniendo el nivel de producción fijado en los objetivos, y de conservar las buenas relaciones con el cliente después de terminado el trabajo encomendado.

3.- La función de conservación y mantenimiento del equipo, es responsable del buen funcionamiento del mismo para garantizar el activo fijo de la empresa, la conciliación de costos de producción y mantenimiento, y tener en disponibilidad el equipo para operar el número de horas previsto en su vida útil.

4.- La función del personal es responsable en contratar y adiestrar a los empleados y de poner fin a sus relaciones con la empresa. Debe velar para que se disponga de trabajadores de las especialidades necesarias en el número, lugar y momento que se necesiten y hagan falta.

Es sabido que estas funciones no cubren la totalidad que requieren las empresas constructoras, además los nombres o títulos que se le asignan pueden ser diferentes y difieren además las labores. Sin embargo, son algunas de las funciones más importantes y se hace necesario examinarlas al estudiar el control de producción.

Hemos mencionado las diferentes funciones de las empresas constructoras necesarias para realizar adecuadamente un proceso constructivo, debiendo hacer mención a continuación de los "Documentos" necesarios para el control de la producción. También, al igual que las funciones se mencionan únicamente los más importantes.

#### DOCUMENTOS.

Los documentos de que nos ocuparemos son:

- 1.- Pronóstico de promociones: Un cálculo estimativo del volumen de venta en base a la retroalimentación de años anteriores, para fijar metas concretas para algún período futuro de tiempo.
- 2.- Programa de producción: Un plan de corto, mediano y largo plazo para crear los objetivos de la empresa en cuanto a la creación de activos, nuevas empresas filiales o formación de grupo de empresas.

2. Programa de producción: Un plan de corto, mediano y largo plazo para crear los objetivos de la empresa en cuanto a la creación de activos, nuevas empresas filiales o formación de grupo de empresas.
3. Plan de producción: por lo general un plan dividido en trabajos específicos, que habrá de regular la producción durante un período intermedio de tiempo. Este plan se suele revisar a intervalos periódicos para corregir desviaciones de pronósticos o incapacidades de atender la obra prevista.
4. Calendario de obras: Es una prolongación del plan de producción, tendiente a controlar la producción de cada obra durante su proceso constructivo. Por lo general en tiempos cortos y se emplean los diagramas de barras, ruta crítica etc.
5. Contratos: autoriza a la gerencia de construcción a realizar la obra encomendada indicando lo que ha de realizarse, el lugar y tiempo señalado, cumpliendo con las especificaciones estipuladas.
6. Terminación de obra: Informe de finiquito de los trabajos en que se da cuenta de haber dado cumplimiento al contrato encomendado no quedando obra, pagos y cobros pendientes.
7. Inventario de existencias: Un registro del recuento de partidas de materiales, refacciones, herramienta, equipo, etc. que se tienen en existencia. Las existencias pueden ser artículos almacenados o artículos en proceso de colocación.

8. Planos y croquis: definen totalmente los trabajos a realizar con dimensionamiento y anotaciones necesarias para la correcta realización de la obra.
9. Especificaciones: definen la calidad del producto y bajo que condiciones debe funcionar. Puede describir las pruebas que habrán de utilizarse para la aceptabilidad o el rechazo.
10. Descripción de procesos constructivos: Define el proceso detallado que debe seguirse en determinados casos para la correcta construcción de la obra, como son los casos de algunas cimentaciones, montajes, etc.
11. Presupuestos: es un cálculo estimativo de costos que habrá de emplearse en la construcción de la obra de acuerdo a un programa preestablecido. Puede ser parte de la información presentada para concursos, o asignación directa de obra.
12. Rendimientos: relación de tiempos obtenidos por experiencias propias o ajenas del personal para la realización de un trabajo en condiciones normales.
13. Solicitud de compra: La petición que la gerencia de construcción hace al Departamento de compras para que le proporcione determinados materiales o equipo de acuerdo con

un plan dado.

14. Orden de compras: contrato con el proveedor para que proporcione el artículo o artículos en el especificador a un precio determinado y dentro de un plazo de entrega fijada.
15. Informe de recepción: el reconocimiento oficial de haber recibido materiales o equipo de acuerdo con la descripción y en la cantidad estipulada en el pedido de compra. No reconoce la aceptabilidad de la calidad del material.
16. Informe de laboratorio: Contiene el resultado de las pruebas realizadas a los materiales durante el proceso.
17. Recepción de obra: documento que expresa la terminación de los trabajos de acuerdo a las especificaciones, quedando pendiente una garantía por vicios ocultos en la construcción.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

PROGRAMACION DE OBRAS.

ING. PEDRO LLANO MARTINEZ

1982.

\* I N D I C E \*

I.) OBJETIVOS.

II.) REFERENCIA HISTORICA.

III.) CARACTERISTICAS Y VENTAJAS.

IV.) TECNICAS DEL METODO.

V.) RELACION TIEMPO-COSTO.

VI.) ASIGNACION Y NIVELACION DE RECURSOS.

BIBLIOGRAFIA.

1. OBJETIVOS

Dos son los objetivos esenciales que se pretenden cubrir durante el desarrollo del tema:

1) Presentar al C.P.M. como un sistema general para el control de proyectos.

- Es frecuente considerar al C.P.M. (Critical Path Method) como un método de programación, más que como un sistema de control. Su aplicación se ha orientado en la mayor parte de los casos a la programación de tiempo ejecutado únicamente, desaprovechando así su gran potencial como herramienta de programación y control general de proyectos y obras.

En realidad el C.P.M. es un sistema procesador de información con varios niveles de aplicación, que puede utilizarse para producir la información requerida en la mayoría de las decisiones gerenciales, tanto de quien solicita los trabajos, como de quien los ejecuta.

A fin de cubrir este objetivo, se involucrarán en la programación los distintos recursos que se presentan durante el desarrollo de un proyecto u obra (tiempo, personal, materiales, equipo y dinero), mostrando la interrelación que guardan entre sí todos ellos.

2) Proporcionar la técnica necesaria para la utilización inmediata del C.P.M. en la forma más práctica posible.

- A partir de la fecha del nacimiento de estas técnicas en 1958 se han desarrollado una gran cantidad de variaciones o "presentaciones" que difieren entre sí en ciertos elementos de forma, conservando en todos ellos la técnica básica de fondo.

Para lograr el presente objetivo, se estudiarán las técnicas básicas del método, mediante una "presentación" convencional en la que se proporciona la información a través de los eventos y de gráficos tabulares.



Inmediatamente después y en base a las técnicas básicas anteriores, se ofrecerá una "presentación" bastante práctica mediante mapas de proyecto, para ser utilizada directamente por el personal de una obra.

Posteriormente se analizará el impacto que tiene la relación tiempo-coste en la programación y control de un proyecto. Por último y en forma general, se asentará las bases para la asignación y nivelación de los recursos que comprenda la programación de manera que sirvan como elementos de control.

## II. EXPERIENCIA HISTORICA

-- Métodos utilizados para el control de proyectos:

- 1) Experiencia e intuición (antes de 1870)
- 2) Taylor.- Primeros estudios de tiempo y movimiento (1870)
- 3) Diagrama de Gantt.- (1915)
- 4) Diagrama de flechas y ruta crítica (1958)
- 5) Combinación de diagrama de flechas y estadística (1963).

Posteriormente a los estudios de tiempo y movimiento de F. Taylor, surgió la teoría de Gantt, aplicable a cualquier tipo de industria.

Henry Gantt, basándose en los rudimentarios diagramas de barras, usó su sistema por primera vez durante la primera guerra mundial y en febrero de 1918 publicó un artículo sobre esta tema en "Industrial Management".

La gráfica de Gantt contiene solamente líneas rectas. La primera empleada en la industria de la construcción, fue desarrollada por el profesor David S. Porter de la Universidad de Nueva York y miembro del Staff de Gantt en Frankford, habiendo sido aplicada en la construcción de un Arsenal en 1917.

Otras de las gráficas originales de Gantt fueron para los siguientes conceptos:

Comportamiento Hombre-Máquina

Lay-out (trabajo vs. maquinaria y lugares de trabajo).

Gráficas de carga

A la muerte de Gantt, Wallace Clark siguió desarrollando esta técnica en planeación y desarrollo de trabajos en proyectos y programas industriales (Wallace Clark, "The Gantt Chart" The Ronald Press Company, New York 1922).

El uso del método de Gantt es muy amplio, tanto en labores de planeación como de control y forma base de un gran número de tableros de planeación, que se encuentran disponibles en la actualidad.

Posteriormente en 1958 la Armada de los E. U. U. contrató a la compañía de consultores administrativos Booz, Allen & Hamilton para estudiar la aplicabilidad de métodos modernos estadísticos y matemáticos a la programación y control de proyectos. De sus estudios se desarrolló la técnica conocida como PERT (Program Evaluation and Review Technique).

En 1958, también surgió el de C.P.M. o método del Camino Crítico desarrollado por Kelley y Walker. Tanto el PERT como el C.P.M. son utilizados para la planeación y control de proyectos, teniendo como base común el diagrama de flechas.

El PERT maneja como recurso fundamental al tiempo, en tanto que el C.P.M. el costo.

## 171. CARACTERISTICAS Y VENTAJAS

El C.P.M. difiere de los métodos tradicionales de planeación y programación en dos cosas fundamentales:

- 1) Separa la planeación de la programación. Planeación consiste en determinar qué actividades se van a efectuar en un

proyecto y qué orden de ejecución deben tener. Programación es el acto de trasladar el plan a una tabla de recursos.

2) Relaciona directamente tiempo y costo. Esto indica que los tiempos de una actividad en un proyecto pueden acortarse por medio de un aumento en el costo mínimo de esa actividad.

Resulta conveniente destacar la necesidad de actualizar constantemente la información vertida en el C.P.M., con objeto de contar con resultados acordes a la realidad. En ocasiones la ruta crítica original cambia debido a situaciones propias que se presentan durante el desarrollo de un proyecto.

Las principales ventajas que ofrece el método son las siguientes:

- a) Suministra una base disciplinada para la planeación de un proyecto.
- b) Proporciona una idea clara del alcance del proyecto.
- c) Es un vehículo importante para la evaluación de estrategias y objetivos.
- d) Elimina con gran medida la posibilidad de omitir un trabajo que pertenezca al proyecto.
- e) Mostrando las interrelaciones entre los trabajos, señala las responsabilidades de los diferentes grupos o departamentos involucrados.
- f) Hace posible la "dirección por excepción" llamando la atención del ejecutivo a aquellas actividades que están o estarán en dificultades.
- g) Forma un útil y completo record del desarrollo de las obras y proyectos.

#### IV. TÉCNICAS DEL MÉTODO

El C.P.M. es aplicable a todo tipo de proyectos, entendiéndose por tal al conjunto de actividades dirigidas a la consecución

de un objetivo único. Un proyecto comprende una acción futura y todos los actos involucrados en obtener el fin fijado.

Cada proyecto tiene una estructura propia, debido a las dependencias y circunstancias esenciales de las actividades individuales requeridas para su terminación. Cualquier plan para la ejecución de un proyecto debe tomar en cuenta estas dependencias.

En estas condiciones el C.P.M. perfila la conveniencia de planear primero y programar después, dejando solo a la programación el aspecto cuantitativo.

El método se inicia con un diagrama de flechas que incorpora todos los elementos de un proyecto. Las operaciones, métodos y recursos (tiempo, dinero, personal, equipo y material) más las condiciones impuestas (diseño, tiempo de entrega, aprobación, presupuesto, fecha de terminación, etc.) están agrupadas en un plan coordinado que es el diagrama de flechas.

La "presentación" que a continuación se expone, tiene un enfoque pedagógico muy conveniente a efectos de proporcionar una base técnica en el alumno que le permita interpretar las distintas "presentaciones" que existen en la práctica y desarrollar las bases fundamentales del método de acuerdo a sus propias necesidades.

Cada actividad se representa en este diagrama por una flecha.



La longitud o dirección de una flecha no tienen significado. El tiempo se dice que fluye de la cola a la punta de la flecha. Las flechas se interconectan para mostrar la secuencia en que las actividades deben desarrollarse, obteniéndose como resultado final el Diagrama de Flechas.

Cada vez que se va a trazar una flecha deben hacerse tres preguntas:

- a) ¿Qué otra(s) actividad(es) debe(n) estar terminada(s) antes de que pueda iniciar esta?
- b) ¿Qué actividad(es) puede(n) efectuarse simultáneamente con esta?
- c) ¿Qué actividad(es) debe(n) seguir a esta?

Con un conocimiento completo del proyecto por efectuarse, las respuestas a estas preguntas no deben presentar problemas y con ellas se puede desarrollar una red completa que represente un plan lógico para el desarrollo del proyecto.

La preparación del diagrama de flechas tiene tres reglas básicas que deben respetarse siempre:

Regla I - Eventos

Todas las actividades tienen un evento de origen y un evento final.



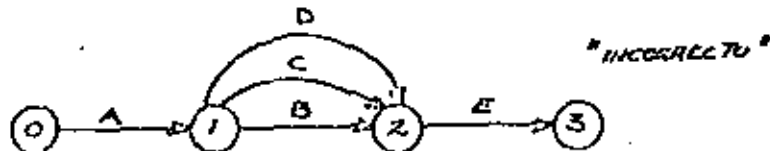
La actividad A tiene un origen (evento 1) y un final (evento 2)

La actividad B tiene un origen (evento 2) y un final (evento 3)

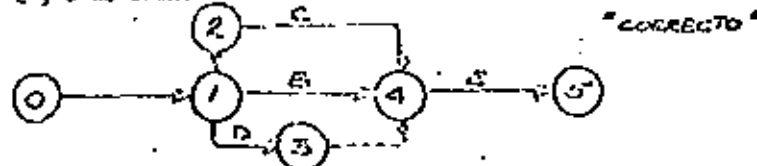
Después de que se termina la red, se le asignan números a los eventos para identificarlos, de preferencia en orden de secuencia de ejecución.

Regla II - Barras Concurrentes

Una actividad de tiempo cero o "dummy" se usa para mantener la secuencia lógicamente correcta. Estas actividades se indican con flechas de líneas no continuas, y también tienen eventos inicial y final. Cuando dos o más actividades tienen eventos inicial y final iguales, se utilizan "dummies" para todas las ramas con excepción de una, con el fin de que cada actividad pueda identificarse separadamente por los números de los eventos inicial y final.



B, C y D se identificarían todas como (1, 2).



Actividad B identificada como (1, 4)

Actividad C identificada como (2, 4)

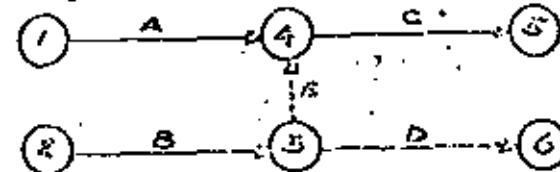
Actividad D identificada como (1, 3)

Regla III - Barras dependientes e independientes

En todo proyecto existen relaciones de secuencia entre sus diferentes actividades, tales como:



En este ejemplo no se puede iniciar C sin haber terminado A y B. Si se añade otra actividad D que dependa de B pero que es independiente de A y C, el diagrama quedaría como sigue:



El diagrama ahora indica que C depende de A y B y que D depende solamente de B.

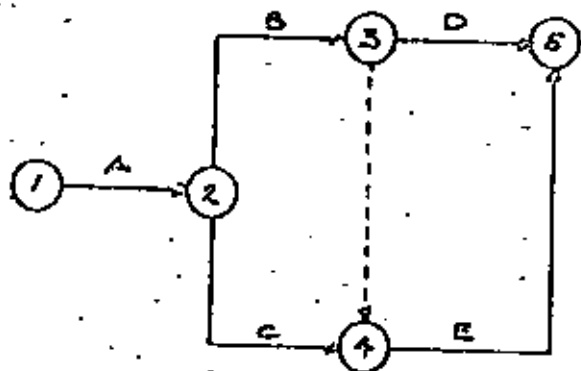
### Numeración de Eventos

La numeración de eventos debe ser tal que siempre el número en el evento final de cada flecha es mayor que el del evento inicial. Sin embargo, los números no es necesario que sean consecutivos o que se inicien con el 1.

### Ejercicios

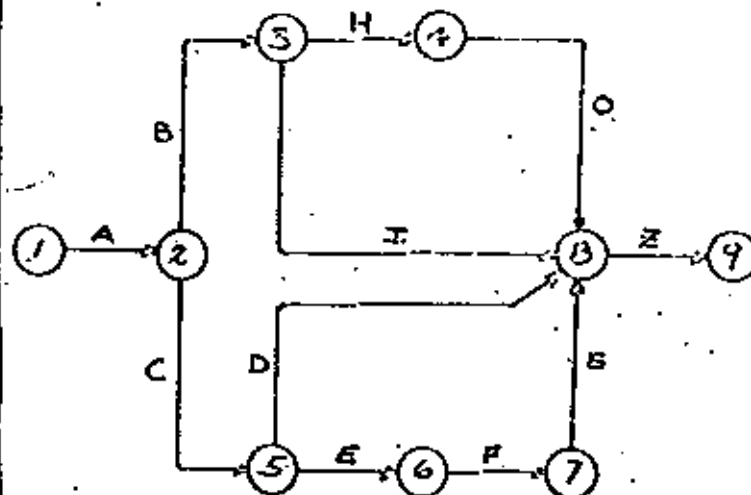
1. Un proyecto consiste de cinco actividades A, B, C, D, E. Dibujar el diagrama de flechas numerando los eventos, si:

- Las actividades B y C dependen solo de A.
- La actividad D depende de B, pero no de C.
- La actividad E depende de C y B.
- El proyecto se termina con D y E.



2. Dibujar un diagrama de flechas numerando los eventos con la siguiente información:

- A es la primera actividad del Proyecto.
- D y C son concurrentes en el inicio y dependen de A.
- D y E son paralelas y dependen solamente de C.
- F sigue a E y precede a G.
- H e I pueden iniciarse después de B.
- O sigue a H.
- O, I, D y G deben terminarse antes que pueda iniciarse X que es la última actividad.

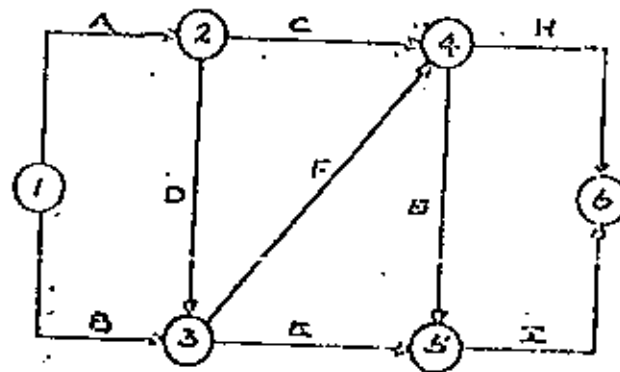


3. Un proyecto consta de 9 actividades: A, B, C, D, E, F, G, H, I.  
Dibujar el diagrama de flechas numerando los eventos si:

- 1) A y B pueden iniciarse inmediatamente.
- 2) C y D dependen de A y parten de un inicio común.
- 3) E depende de B y D.
- 4) F sigue a B y a D.
- 5) H puede empezar cuando terminen C y F.
- 6) G sigue a C y F.
- 7) Al terminar G y E puede empezar I.
- 8) El proyecto se termina con H e I.

*Solución d Ejercicio # 3*

Desarrollo



(Solución en la siguiente hoja)

### Fecha más Temprana de Iniciación

Al buscar la fecha de iniciación para una actividad, no encuentras algunas veces que exista una posible variación en esa fecha. Ciertas actividades pueden iniciarse en cualquier fecha dentro de un determinado período sin afectar la fecha de terminación del proyecto completo.

Otras actividades no pueden tener variación en su fecha de iniciación sin afectar la duración del proyecto.

Cualquier actividad que no acepta variación en su fecha de iniciación es crítica, y cualquier actividad cuya fecha de iniciación puede variar dentro de un período es no-crítica.

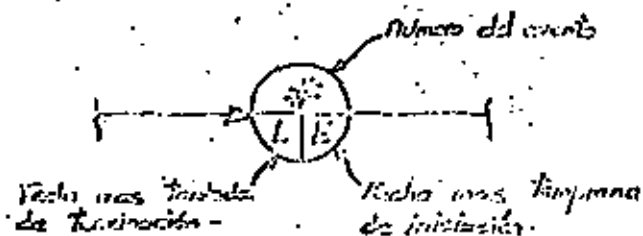
Para encontrar la "fecha más temprana de iniciación" de cada actividad, se requieren tres cosas:

- 1) Fecha de iniciación del proyecto.
- 2) La secuencia de interrelación de todas las actividades.
- 3) La duración de cada actividad.

La primera puede eliminarse durante la fase de planeación considerando pero la fecha de iniciación del proyecto, a reserva de más tarde ponerle fecha. Esto tiene dos ventajas: a) Se puede iniciar la planeación y programación aunque no se conozca la fecha exacta de iniciación, b) es más conveniente trabajar con números como 2 ó 10 que con fechas de calendario.

La segunda condición queda cubierta con el diagrama de flechas y la duración de cada actividad se estima de acuerdo con el método pre-seleccionado (historia, experiencia, rendimiento, etc.).

Como convención en esta "presentación" se utilizará la siguiente anotación para cada evento:

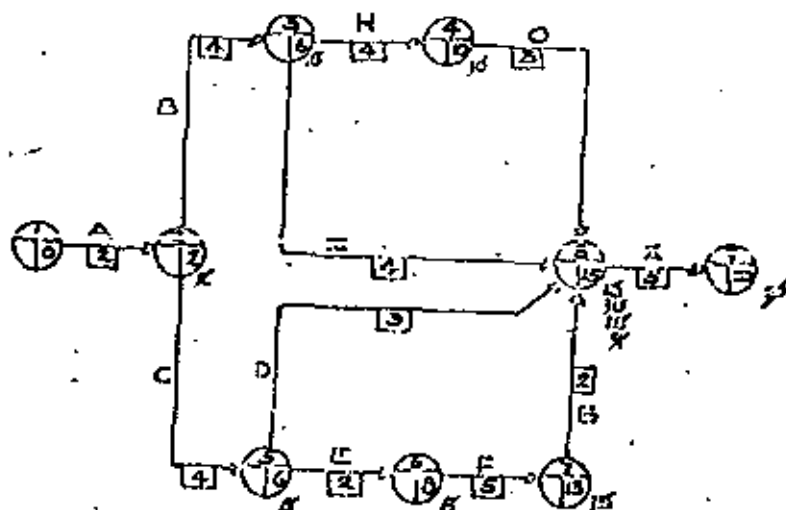


### Procedimiento Práctico de Cálculo

- 1) A cada evento, empezando con el primero y usando el valor de E en éste, calcílese la fecha más temprana de terminación de todas las actividades que se inicien en ese evento. Márquese estos valores con lápiz cerca de la punta de la fecha correspondiente. Pasee al siguiente evento.
- 2) Seleccione el valor mayor de las fechas más tempranas de terminación para todas las actividades que terminan en ese evento. Colóquese este valor en el lugar correspondiente del círculo. Bórrese los números sobrantes y prosígase con el siguiente evento volviendo al paso 1.

Ejemplo:

Ejercicio # 2. (plantado en la pág. 9)



Duraciones: (V.C. días)			
A=2	D=3	I=2	G=2
B=4	E=2	H=4	J=5
C=4	F=3	K=4	

### Fecha más Tardada de Iniciación

Después de determinarse la fecha más temprana de iniciación, el siguiente paso es establecer lo crítico de cada actividad; esto es, determinar si hay posibilidad de variación en la fecha de iniciación. La variación posible en la fecha de inicio se llama "tiempo flote total", o "flote total" y cualquier actividad con un flote total igual a cero es crítica.

Para encontrar el flote total es necesario conocer primero la fecha más temprana de iniciación y después la fecha más tardada de iniciación. La primera ya se vio cómo calcular.

En ausencia de cualquier otro método directo para obtener la fecha más tardada de iniciación, ésta puede encontrarse sustrayendo la duración de la actividad de la fecha más tardada de terminación por lo que, se procederá a explicar cómo calcular esta última para cada actividad.

### Procedimiento Práctico

El procedimiento para encontrar la fecha de iniciación más tardada puede resumirse de la manera siguiente:

- Fecha de iniciación más tardada = Fecha de terminación más tardada - Duración.
- La fecha de terminación más tardada de todas las actividades que terminan en un mismo evento se representa por el símbolo L.
- El procedimiento se inicia estableciendo:  
 $L \text{ último evento} = E \text{ último evento}$
- Los valores de L se encuentran en cada evento regresando en secuencia inversa del último evento hasta al primero.
- En cada evento:  
 $L = \text{la menor fecha de iniciación más tardada de las actividades que salen del evento.}$

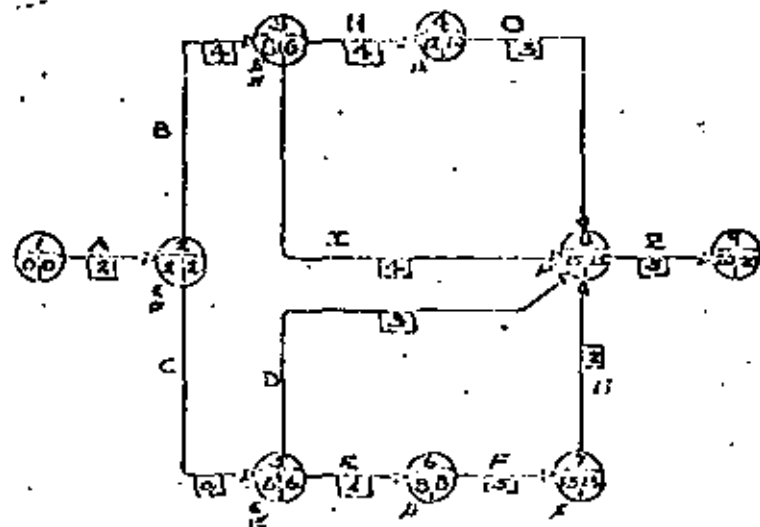
Esto significa que en cualquier evento, la fecha de terminación más tardada de las actividades que terminan en él, afectará la iniciación de todas las actividades que salgan del evento; por tanto, la fecha de terminación más tardada de las actividades que terminan en un evento es necesariamente igual numéricamente al menor valor de fecha de iniciación más tardada para las actividades que salen del mismo evento.

En cada evento, empezando por el último, encuentre la fecha de iniciación más tardada de todas las actividades que terminan en el evento, anote estos valores cerca del círculo del siguiente evento de cada una de las actividades. Pase entonces al siguiente evento (en secuencia inversa), seleccione el valor menor de las fechas de iniciación más tardadas anotadas junto a él, anótelas en el lugar correspondiente y tache o borre los otros números; encuentre la fecha de iniciación más tardada para todas las actividades que terminan en el evento y prosiga de la misma forma.

1)  $L \text{ primer evento} = E \text{ primer evento} = 0$

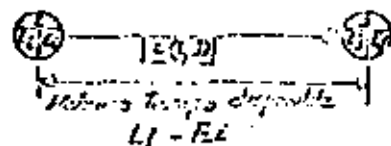
### Ejemplo

Ejercicio #2 (plantado en la pág. 9)



### Tiempo Flote Total

La posible variación en las fechas de iniciación para una actividad dada representa el tiempo flote total.



Tal como se indica en la figura anterior, el máximo tiempo disponible para ejecutar una actividad está definido por la diferencia entre la fecha más tardada de terminación ( $L_j$ ) y la fecha más temprana de iniciación ( $E_i$ ). Es obvio que si al máximo tiempo disponible se le resta el tiempo requerido de ejecución o duración de una actividad, se obtiene el tiempo flote total.

Por lo tanto, se puede definir el tiempo flote total como el sobrante del tiempo disponible con respecto a la duración de una actividad. El resultado de este exceso o sobrante es la posible variación de la fecha de iniciación.

$$\text{Flote total} = L_j - E_i - D(i, j)$$

### Camino Crítico

Si una actividad no tiene tiempo flote total es crítica y todas las actividades críticas forman el camino crítico. Aunque puede haber más de un camino crítico dentro de un proyecto, no puede existir una actividad crítica que esté fuera de alguno de los caminos críticos.

Se puede establecer algunas consecuencias de lo mencionado hasta aquí:

- 1) La duración de un proyecto es igual a la suma de las duraciones de las actividades que forman el camino crítico desde el principio hasta el final del proyecto. Esto es, que el camino crítico es la "cadena" más larga del principio al final.

- 2) Un retraso en la iniciación o terminación de una actividad crítica retrocederá al proyecto el mismo tiempo.
- 3) Si se aplican más recursos para reducir la duración del proyecto, las actividades a las que se apliquen deberán seleccionarse entre las críticas.
- 4) La prioridad para el uso de los recursos deberá dársele a las actividades críticas. Si los recursos son ilimitados, deberán programarse las actividades críticas para iniciarse en la fecha más temprana y las actividades no críticas se programarán de modo que se nivelen los recursos.

### Tabla de Tiempos

Generalmente toda la información que se obtiene de un diagrama de flechas se vierte en una tabla de la forma siguiente y que corresponde al proyecto que se usó de ejemplo para ilustrar el procedimiento a seguir, tanto al calcular la fecha de iniciación más temprana como la más tardada.

Act. (i, j)	Dur. en días	Fecha más temprana		Fecha más tardada		Flote	
		Iniciación	Terminación	Iniciación	Terminación		
1-2	2	0	2	0	2	0	
2-3	4	2	6	4	8	2	
2-4	4	2	6	2	6	0	
3-4	4	6	10	8	12	2	
3-6	4	6	10	11	15	5	
4-6	3	10	13	12	15	2	
5-6	2	6	8	6	8	0	
5-8	5	6	11	12	17	6	
6-7	5	13	18	13	18	0	
7-8	2	13	15	13	15	0	
8-9	5	15	20	15	20	0	
11	12	Columna 4		Columna 5		Columna 6	11

Los valores de la tabla se obtienen de la siguiente manera:

Para 1): La columna 1 se llena haciendo una lista de todas las actividades en orden ascendente del evento inicial y para cada valor de este evento, enumerado en orden ascendente del evento final, o dicho de otra manera, se colocan en orden ascendente de 1 y para cada valor de 1, en orden ascendente de 2.



Paso 2): La columna 2 se llena con las duraciones de cada actividad correspondiente a la columna 1. Estos valores se toman del diagrama.

Paso 3): La columna 3 se llena tomando los valores de E de cada evento del diagrama. Esto se puede hacer rápidamente puesto que corresponde el mismo valor numérico para todas las actividades que tengan la misma i.

Paso 4): En la columna 4 se obtienen estos valores sumando los correspondientes de las columnas 2 y 3.

Paso 5): La columna 6 se llena tomando los valores de L de cada evento del diagrama. Debe recordarse que corresponde el mismo valor numérico para todas las actividades que tengan la misma j.

Paso 6): La columna 5 se llena con el resultado de restar a los valores de la columna 6 los correspondientes de la columna 2.

Paso 7): Hay cuatro flotes para obtener los valores del tiempo flote total). Todos son equivalentes y dan resultados idénticos, pero los dos primeros son los mejores.

Método 1 - El flote total es la diferencia entre las fechas de iniciación o sea la fecha más tardada de iniciación menos la más temprana. Columna 5 menos columna 3.

Método 2 - El flote total es la diferencia entre las fechas de terminación o sea la fecha más tardada de terminación menos la más temprana. Columna 6 menos columna 4.

Método 3 - Por definición el flote total es el exceso del tiempo disponible sobre el tiempo requerido o sea la fecha más tardada de terminación menos la fecha más temprana de iniciación menos la duración. Columna 6 menos columna 3 menos columna 2.

Método 4 - El flote total se lee directamente del diagrama. Este método es prácticamente equivalente al Método 3.

La elaboración de esta tabla puede efectuarse mediante el auxilio de computadores. Existen en la actualidad varios programas "paquete" que realizan en forma mecanizada todas las operaciones concernientes al CPM.

Flote (holgura) libre

Es el tiempo en el que el inicio de una actividad puede ser retrasado sin interferir con el inicio de ninguna otra actividad que le siga. Por lo anterior, el tiempo flote libre no puede ser mayor que el tiempo flote total.

$$\text{Flote libre} = E_j - (\text{duración} + E_i)$$

Flote (holgura) de interferencia

Es la diferencia entre el flote total y el libre de una actividad.

MAPAS DEL PROYECTO

Los diagramas de flechas referidos a tiempos o "mapa del proyecto", son útiles no solamente para indicar programaciones sino para reportar progreso sin la ayuda de computadores. Cuando un diagrama de flechas convencional se vuelve a preparar con referencia a tiempos o calendario, se obtiene la ventaja de mayor facilidad para comprender el conjunto del proyecto, sirve además de base para la programación y por medio de líneas de diferentes colores, se lleva el control del proyecto resultando los atrasos o las actividades terminadas.

Sin embargo cabe aclarar que no es necesario hacer primero la red de flechas mediante el sistema convencional anteriormente descrito para después pasar a elaborar el mapa del proyecto. Ambas formas o "presentaciones" son independientes entre sí.

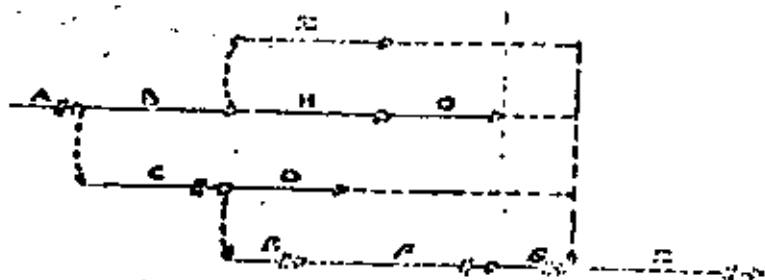
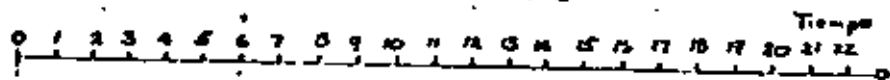
Las ventajas de esta "presentación" son aparentes de inmediato sobre todo para trabajos de construcción.

Se analizarán a continuación algunas reglas del procedimiento a seguir:

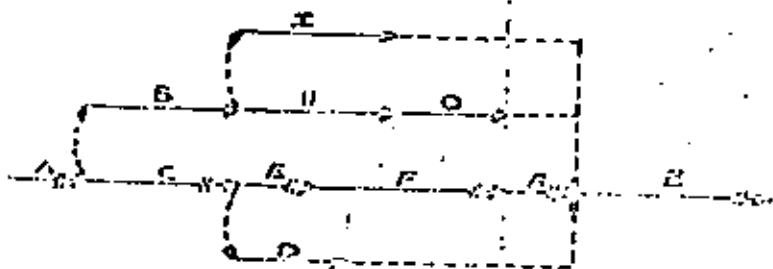
1. Preparar gráficas con divisiones verticales igualmente espaciadas. Cada una representará una unidad de tiempo.
2. Vertir la información que se tiene de la planeación en las gráficas, de acuerdo a las precedencias e interrelaciones.
3. Trazar el camino crítico como línea recta horizontal segmentada en el centro de la página donde la longitud de cada segmento o flecha, sea igual a la duración de la actividad que represente.
4. Trazar las actividades no críticas como una línea sólida igual a su duración y con una línea punteada el resto. Separar los dos segmentos con una marca vertical para evitar confusión. La línea sólida debe trazarse indicando el tiempo de iniciación y de terminación.

## Ejemplo

Ejercicio 02 (plantado en la pág. 9)



UNA BUENA REPRESENTACION ES LA



línea crítica

## Ejemplo

(Ejercicio 03)

Un proyecto consta de 9 actividades: A, B, C, D, E, F, G, H, I.  
Dibujar el "mapa del proyecto", sí:

- 1) A y B pueden iniciarse inmediatamente.
- 2) C y D dependen de A.
- 3) E depende de B y D.
- 4) F sigue a B y a D.
- 5) H puede empezar cuando terminen C y F.
- 6) G sigue a C y F.
- 7) Al terminar G y E puede empezar I.
- 8) El proyecto se termina con H e I.

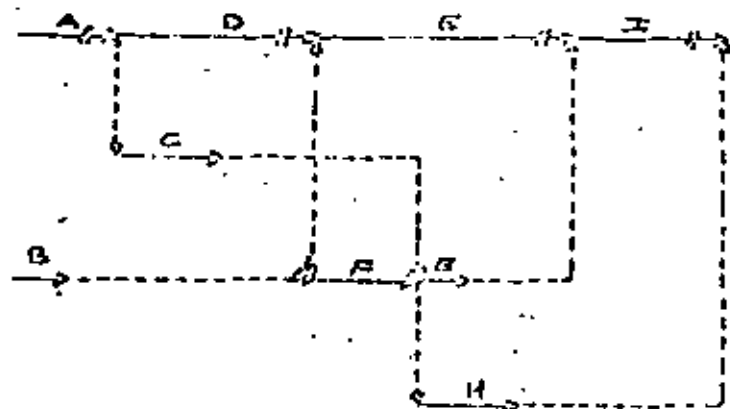
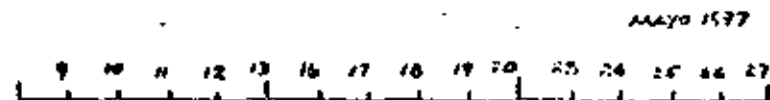
Duraciones de las actividades en días, considerando semanas con cinco días de trabajo:

A = 2	D = 6	G = 1
B = 1	E = 5	H = 2
C = 2	F = 2	I = 3

## Desarrollo

(Solución en la siguiente hoja)

**PROBLEMA 13**



(SEMANAS CON CINCO DIAS DE TRABAJO)

— H-4 CRITICO

Se ha visto como preparar un Diagrama de flechas y como calcular el camino crítico. Después de obtener esto, se deberá analizar cada actividad crítica, contestando estas tres preguntas:

- a) ¿La estimación de tiempo es correcta?  
¿Se incluyó tiempo para contingencias?  
Si es así, se deberá quitarlo.
- b) ¿Se debe terminar por completo esta actividad crítica antes de iniciar la siguiente?
- c) ¿Hay alguna alternativa que podría acelerar los trabajos eliminando restricciones?

La falla más común es incluir un factor de reserva o contingencias. La manera más sana de planear es eliminando todas las contingencias, especialmente de las actividades críticas. Después de que se ha encontrado el camino crítico y la duración del proyecto, se puede añadir un tiempo para contingencias totales del proyecto con el fin de llegar a una fecha realista de terminación.

RELACION TIEMPO-COSTO

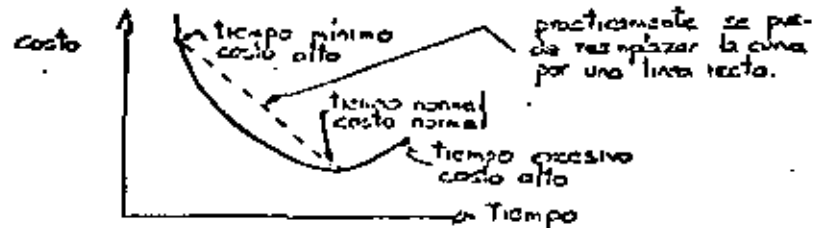
Los pasos a seguir para hacer una estimación de tiempo y costo son los siguientes:

- a) Determinar el método de ejecución decidiendo qué tipo de recurso usar (hombre, máquina, etc.).
- b) Considerar los recursos disponibles.
- c) Considerar la duración del uso de cada tipo de recurso.
- d) Reducir todos los recursos al factor común de pesos multiplicando la duración por el costo unitario del uso de cada recurso.

12

Cuando se habla de duración debe tenerse cuidado de ser explícitos ya que ésta depende del método de ejecución empleado, existiendo una relación entre tiempo y costo para ejecutar una actividad. Esta relación debe tenerse en cuenta al establecer una duración estimada para cualquier actividad.

Se puede trazar una curva de relación costo-duración para cualquier actividad que tendrá básicamente la forma de la curva de la figura:



El costo mínimo y la duración correspondiente se seleccionan como costo y tiempo "normales". Cada vez que se reduce el tiempo, el costo sube como se ve en la curva. Para determinar el incremento en el costo al reducir el tiempo, se pueden estimar el tiempo normal y mínimo y suponer una relación lineal costo-duración (línea recta entre los dos puntos).

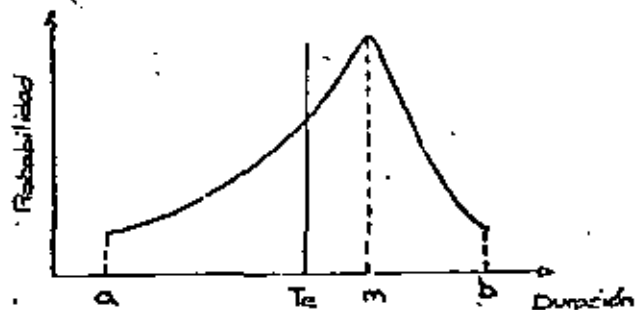
Hasta aquí la suposición hecha ha sido que se conoce el trabajo por efectuarse y su duración y costo se ha obtenido de la experiencia adquirida en trabajos anteriores. Sin embargo, no siempre es este el caso y pueden presentarse actividades por desarrollar que no se conozcan a fondo. Para manejar estas situaciones, se tiene un procedimiento basado en la estadística y que consiste en utilizar tres estimaciones de tiempo para cada actividad:

- 1) Optimista (a) Duración que resultaría si todo va mejor de lo esperado.
- 2) Normal (m) Duración si todo resulta como se espera.
- 3) Pesimista (b) Duración si todo sale mal.

Con estas tres estimaciones se procede a calcular el tiempo "probable"  $T_e$  para una actividad con la siguiente fórmula:

$$T_e = \frac{a + 4m + b}{6}$$

La teoría detrás de esta fórmula es dividir la incertidumbre, suponiendo un 50% de probabilidades de acertar. Esto es, si se grafican los valores estimados de duración contra sus probabilidades de serlo, el valor de  $T_e$  dividirá la curva en dos partes de área igual (ver figura). La distribución beta se usa para permitir posibles deformaciones hacia la izquierda o derecha.



Sin embargo, se debe ser realista. Lo que se desea es una estimación de duración para encontrar el camino crítico y el que se haya obtenido por experiencia, estándares o fórmula, no asegura que sea exacta, por lo tanto, es muy importante hacer revisiones, anotar las diferencias y tomar medidas de corrección inmediata.

VI. ASIGNACION Y NIVELACION DE RECURSOS

En esta etapa, la principal preocupacion ha sido desarrollar el plan optimo basandose en la secuencia de actividades, duraciones esperadas y la seleccion de una fecha de terminacion. Una vez que este plan optimo se ha terminado y solo entonces, se podra empezar con la programacion.

La programacion de un proyecto indica las fechas de iniciacion y terminacion de cada actividad debiendo suministrar los recursos requeridos, en la secuencia apropiada, en las fechas y en las cantidades indicadas en la planeacion. Por lo tanto, no se puede programar si no se toman en cuenta los limites de los recursos, sabiendo utilizarse al programar dos elementos fundamentales:

- a) Los requerimientos y limites de recursos (tiempo, materiales, dinero, maquinaria y mano de obra).
- b) Un medio de representar el programa con base al calendario como lo es, por ejemplo, el correspondiente a mapas de proyecto. Existen otros metodos o formas ligadas al metodo convencional, sin embargo la que se analiza en este trabajo tiene la ventaja de ser bastante practica para los trabajos de campo.

El programa establece las fechas esperadas de iniciacion y terminacion para cada actividad y se obtiene basandose en la asignacion de los recursos de acuerdo con su disponibilidad y los requerimientos establecidos en la planeacion.

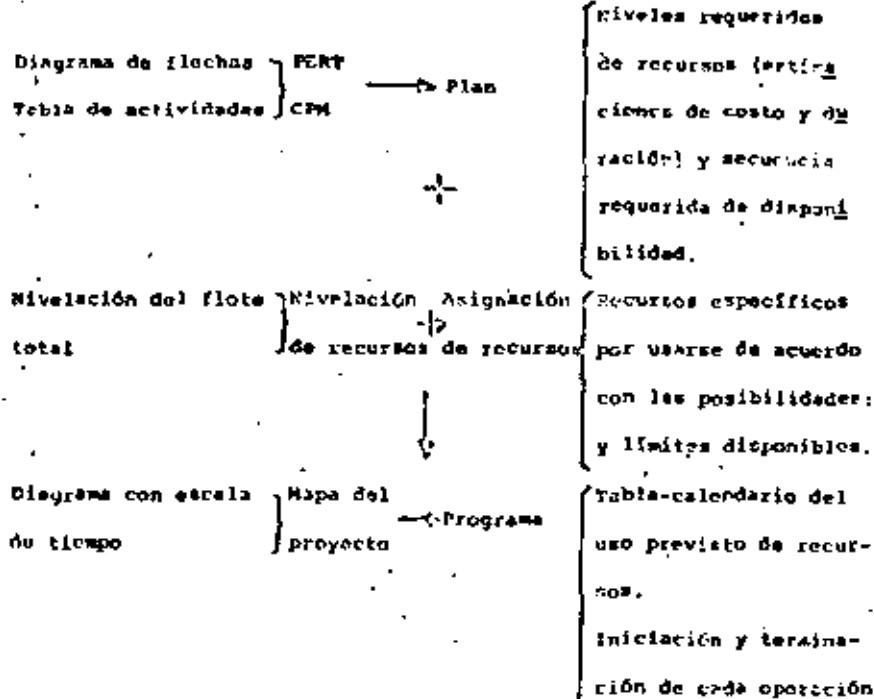
Existen varios metodos para obtener un programa:

- a) Todas las actividades se programan para iniciarse tan pronto sea posible y se asignan recursos de acuerdo a esto. Lo anterior puede tener un costo excesivo.
- b) Se establece un limite arbitrario para los recursos y de acuerdo a esto, se prepara el programa. Si el limite es muy bajo, la duracion del proyecto sera excesiva y si es muy alto, el costo sera alto.

Estos metodos son inadecuados porque no toman en cuenta la posibilidad de "nivelacion de recursos".

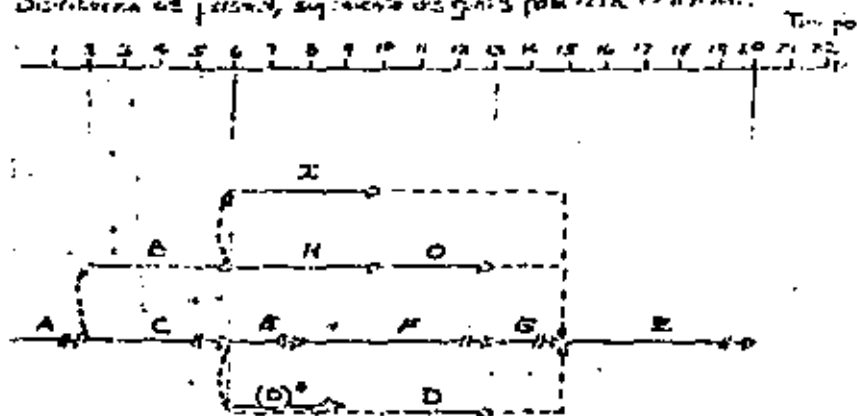
La nivelacion se logra utilizando el flote total. El programa indica la fecha de iniciacion de cada actividad y las actividades criticas deben programarse para la fecha mas temprana de iniciacion a menos que se desee prolongar la duracion del proyecto (no es posible hacer nivelacion de recursos con las actividades criticas). Por otro lado, las actividades no criticas permiten una variacion en la fecha de iniciacion, siendo el flote total la medida de esta posible variacion.

A continuacion se indica el proceso para llevar a cabo el programa de un proyecto, nivelando los recursos:

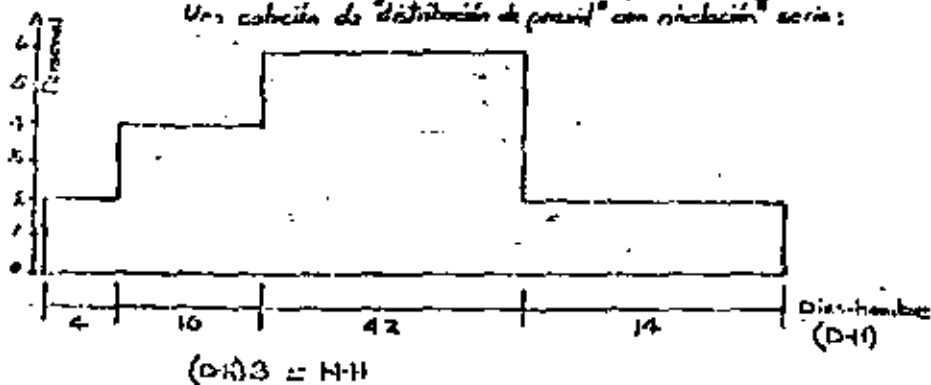


14

Ejercicio 12. (plantado en la pág. 9)  
Distribución de personal, aumento de gastos por cada actividad.



Una cadena de "distribución de personal" con "relación" sería:



- Conociendo el costo de la H-H según especialidad, se obtiene el costo de la H-H de A para el proyecto completo.
- El costo de las recursos múltiples, se puede medir en forma semejante.
- Las curvas de todas las costas, en los proyectos relacionados, representan el flujo de gastos para el proyecto.

### Ejemplo

(Ejercicio # 3)

Un proyecto consta de 9 actividades: A, B, C, D, E, F, G, H, I.  
Dibujar el "mapa del proyecto" y la "distribución del personal", si:

- 1) A y B pueden iniciarse inmediatamente.
- 2) C y D dependen de A.
- 3) E depende de B y D.
- 4) F sigue a B y a D.
- 5) H puede empezar cuando terminen C y F.
- 6) G sigue a C y F.
- 7) Al terminar G y E puede empezar I.
- 8) El proyecto se termina con H e I.

Duraciones de las actividades en días, considerando semanas con cinco días de trabajo:

A = 2	D = 4	G = 1
B = 1	E = 5	H = 2
C = 2	F = 2	I = 3

Personal involucrado de dos diferentes especialidades ("X" y "Y")

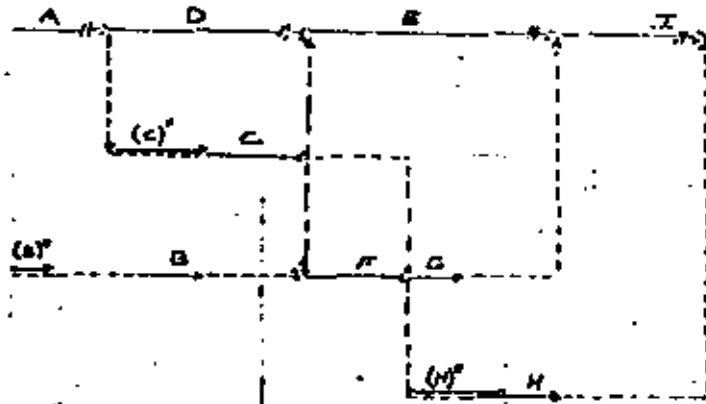
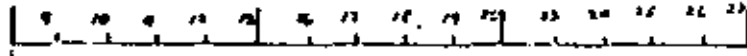
A = 3 "X"	D = 3 "X"	G = 2 "Y"
B = 3 "X"	E = 3 "X"	H = 2 "Y"
C = 3 "X"	F = 2 "Y"	I = 3 "Y"

### desarrollo

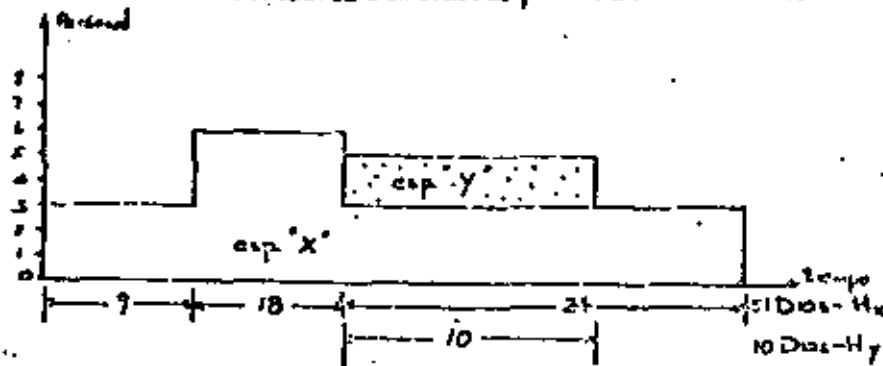
(Solución en la siguiente hoja)

Ejercicio # 3

Mayo 1997



Una solución de distribución de personal es a continuación:



$$\begin{aligned} 51(D_{10} - H_x) &= 50B \text{ en } 50B \\ 10(D_{10} - H_y) &= 50(H-H)y \end{aligned}$$

BIBLIOGRAFIA

- Martino R. L. Project Management and Control Vol. I: Finding the Critical Path American Management Association N.Y. 1963
- Martino R. L. Project Management and Control Vol. II: Applied Operational Planning American Management Association N.Y. 1964.
- Martino R. L. Project Management and Control Vol. III: Allocating and Scheduling Resources American Management Association N.Y. 1965
- Antill J.M. y Woodhead R.W. Método de la Ruta Crítica Limusa-Wiley, S. A.
- Horowitz J. Critical Path Scheduling The Ronald Press Co. N.Y.
- O'Brien J.J. CPM and Construction Management Mc. Graw Hill
- O'Brien J.J. Scheduling Handbook Mc. Graw Hill



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCION**

**ASPECTOS CONTABLES**

**C.P. DANIEL JIMENEZ Z.**

**1982.**



CONCEPTOS QUE INTEGRAN

COSTO INDIRECTO

Sueldos personal Técnico  
Sueldos personal Administrativo  
I.M.S.S. Cuotas  
I.M.S.S. Guarderías  
INEONAVIT  
1 % Sobre Remuneraciones  
Amortización de Instalaciones  
Pasajes  
Viáticos  
Comidas  
Honorarios  
Depreciación de Mobiliario y Equipo  
Papelería  
Copias  
Otros Gastos.

ESTADO DE RESULTADOS

Ingresos		\$75'000,000.00	100.00 %
Costo directo de obra		<u>47'500,000.00</u>	<u>63.33 %</u>
UTILIDAD DE CAMPO		\$27'500,000.00	36.67 %
<u>GASTOS INDIRECTOS</u>			
Costo Indirecto	\$8'500,000.00		11.33 %
Gastos Financieros	<u>4'000,000.00</u>	<u>12'500,000.00</u>	<u>5.34 %</u>
UTILIDAD DE OBRA		<u>\$15'000,000.00</u>	<u>20.00 %</u>

A C T I V O

CONCEPTOS QUE INTEGRAN

C O S T O   D I R E C T O

Materiales  
 Mano de obra por administración  
 Mano de obra por destajos  
 I.M.S.S. Cuotas  
 I.M.S.S. Guarderías  
 INFONAVIT  
 I & sobre Remuneraciones  
 Honorarios  
 Subcontratistas  
 Alquiler de maquinaria y equipo  
 Fletes y acarreos  
 Impuesto al Valor Agregado  
 Otros Gastos  
 Depreciación de Maquinaria y Equipo  
 Depreciación de herramienta.

C I R C U L A N T E

Caja	\$ 170,000.00	\$	\$
Bancos	1'000,000.00		1'170,000.00
Prestaciones por cobrar	5'000,000.00		
Estimaciones por cobrar	10'000,000.00		15'000,000.00
Anticipos a Proveedores	20'000,000.00		
Subcontratistas	15'000,000.00		
Deudores Diversos	500,000.00		35'500,000.00
Almacén			<u>5'000,000.00</u>

F I J O

Mobiliario y Eq. de Ofna.	500,000.00		
Depreciación acumulada	100,000.00		400,000.00
Maquinaria y equipo	15'000,000.00		
Depreciación acumulada	3'000,000.00		12'000,000.00
Equipo de transporte	2'000,000.00		
Depreciación acumulada	500,000.00		1'500,000.00
Herramienta	500,000.00		
Depreciación acumulada	150,000.00		<u>350,000.00</u>

D I F E R I D O

Instalaciones provisionales	1'000,000.00		
Amortización acumulada	500,000.00		500,000.00
Costos por aplicar			<u>1'500,000.00</u>

SUMA EL ACTIVO

\$72'920,000.00

P A S I V O

C I R C U L A N T E

Impuestos por pagar			\$ 1'250,000.00
Proveedores			5'000,000.00
Acreedores Diversos			<u>1'250,000.00</u>

SUMA EL PASIVO

\$ 7'500,000.00

C A P I T A L

Remesas de Ofna. Central	\$50'420,000.00		
Utilidad de obra	15'000,000.00		<u>\$65'420,000.00</u>

SUMA PASIVO Y CAPITAL

\$72'920,000.00

## ESTADO DE RESULTADOS

Los ingresos que se presentan en el Estado de Resultados -- por un período determinado, corresponden de acuerdo a las -- políticas de la Compañía a la obra ejecutada hasta ese mo- -- mento de corte, o en algunas otras ocasiones corresponde a -- los ingresos realmente cobrados por la obra.

El costo directo de la obra corresponde todos los gastos -- directamente identificables con la construcción; como son -- materiales, mano de obra, impuestos, pagos a Subcontratis- -- tas, alquiler de equipo, fletes, etc.

Al hacer la resta de los ingresos con nuestro costo directo, -- obtenemos una utilidad de campo.

A este resultado es necesario restarle todos los costos in- -- directos de la obra, como son los sueldos de personal técni- -- co y administrativo, pasajes, papelería, etc.; que propia- -- mente no son identificables con el costo de construcción.

Además, si nuestra Cobranza no alcanza para cubrir los gas- -- tos derogados en obra, tendríamos un costo financiero que -- también debe ser un costo indirecto de obra y que deberá -- deducirse de la obra de campo.

Restando estos dos conceptos anteriores a la Utilidad de -- Campo ya mencionada, vamos a obtener la Utilidad de Obra -- que es realmente el Resultado Financiero.

Aún falta de calcular los impuestos correspondientes que -- anteriormente eran de 3,75 % sobre los ingresos y que -- actualmente serán del 42 % sobre la Utilidad, pero en este -- caso no se tocará el aspecto impositivo.

El Balance General también conocido como Estado de Posición Financiera se compone de tres grandes rubros que son los siguientes:

I. ACTIVO.- Este concepto nos significa lo que se tiene en bienes dentro de la obra o puede ser clasificado en tres grandes rubros:

a) Circulante.- Que se consideran aquellos bienes de fácil realización o que se utilizarán en la obra. También integran este concepto nuestras cuentas por cobrar, ya sea a nuestros clientes o préstamos que se tengan otorgados.

Las entregas a cuenta o anticipos que se den a Proveedores y Subcontratistas, se identifican en este concepto, y por último se tienen las existencias de materiales en bodega para la obra.

b) Fijo.- Se consideran aquellos bienes que se utilizan en la construcción como es el mobiliario y equipo de oficinas, maquinaria, equipo de transporte y herramientas que se tengan dentro de la obra.

c) Diferido.- Se consideran aquellos gastos que se van a integrar al costo a medida que se vayan utilizando; casos específicos como son maderas, instalar provisionales.

II. PASIVO.- En este concepto se integran todas las partidas pendientes de pago hasta ese momento, que ya fueron incluidas dentro de los resultados de la obra, o bien, incluidas en algunas cuentas del Activo, como son materiales que estarán en la cuenta de Almacén sino han sido ocupados en la obra.

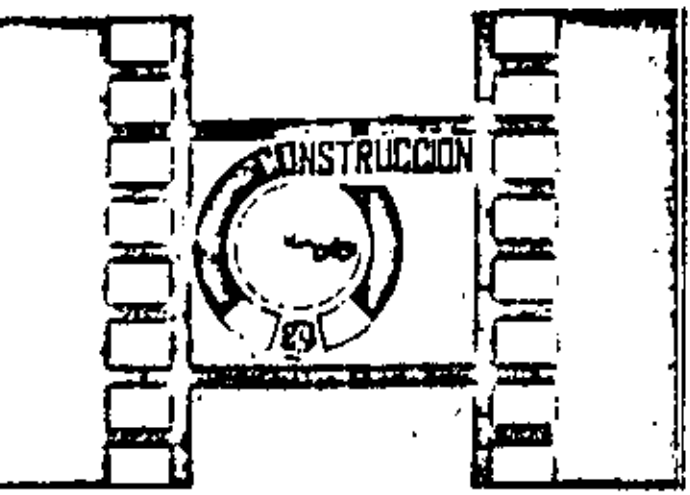
III. CAPITAL.- El Capital de una obra es propiamente las entregas que nos han efectuado las oficinas centrales, así como la utilidad que haya obtenido hasta ese momento en la obra.

VI

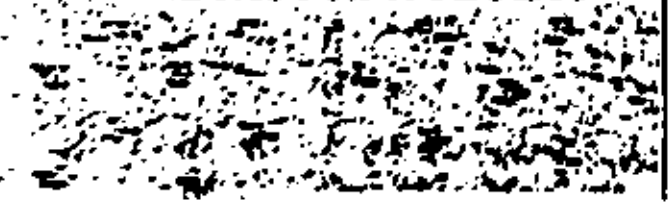
GUIÓN

DEL

AUDIOVISUAL



# COMPACTACION



COMPACTACION  
 ES EL AUMENTO ARTIFICIAL, POR ME-  
 DIOS MECANICOS, DEL PESO VOLUME-  
 TRICO DE UN SUELO,



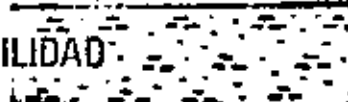
## REDUCCION DE VACIOS

ESTO SE LOGRA A COSTA DE LA REDUC-  
 CION DE LOS VACIOS DEL MISMO, AL  
 CONSEGUIR UN MEJOR ACOMODO DE LAS  
 PARTICULAS QUE LO FORMAN, MEDIAN-  
 TE LA EXPULSION DE AIRE Y AGUA -  
 DEL MATERIAL.

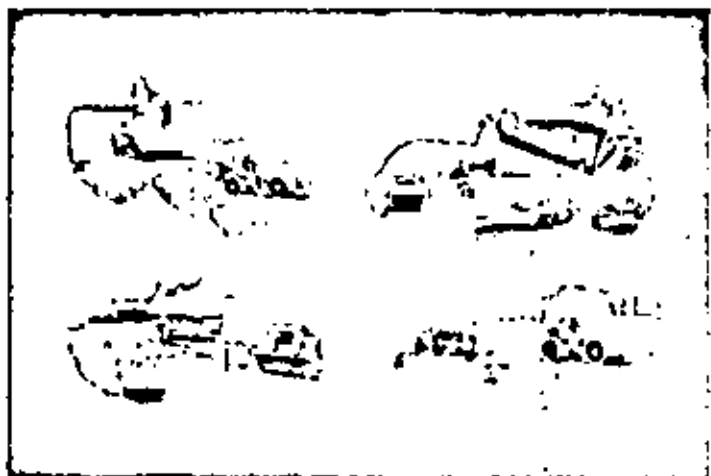
## RESISTENCIA MECANICA



## IMPERMEABILIDAD



LA COMPACTACION ES IMPORTANTE, -- PORQUE AL AUMENTAR EL PESO VOLUMETRICO DE UN SUELO, TAMBIEN AUMENTAN SU RESISTENCIA MECANICA Y SU IMPERMEABILIDAD, DISMINUYENDO, -- ASI MISMO, SU TENDENCIA A LAS DEFORMACIONES.

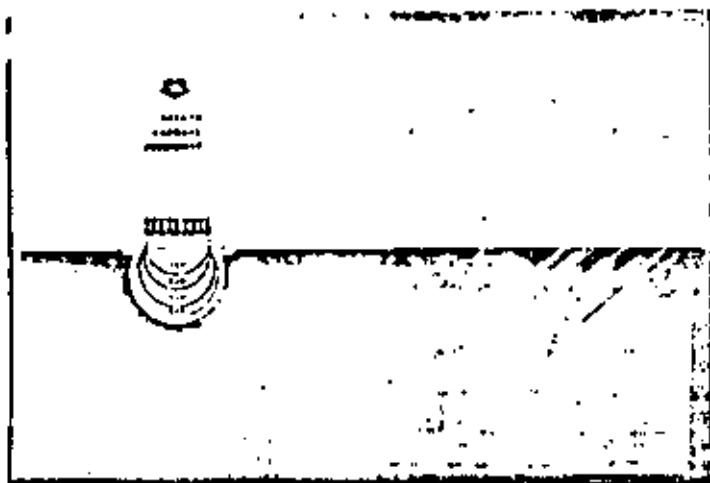


LAS TECNICAS DE COMPACTACION SE APLICAN A RELLENOS ARTIFICIALES, TALES COMO: CORTINAS DE TIERRA, CAMINOS, AEROPUERTOS, FERROCARRILES, PAVIMENTOS, ETC., HACIENDO USO DEL EQUIPO DE CONSTRUCCION ADECUADO.

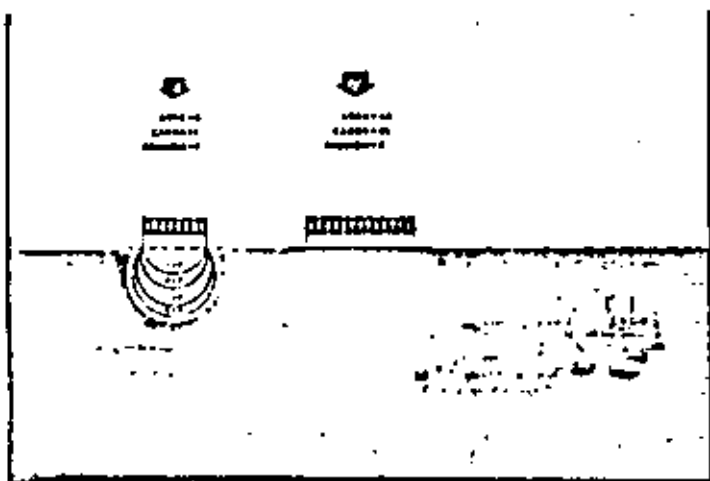
PARA COMPRENDER MEJOR EL TRABAJO DEL EQUIPO DE COMPACTACION SOBRE UN SUELO,



CONSIDEREMOS UNA PLACA RIGIDA -- CIRCULAR, DE AREA "A", COLOCADA SOBRE UN SUELO, A LA QUE SE APLICA UNA CARGA "L", DANDO UNA PRESION DE CONTACTO "P".

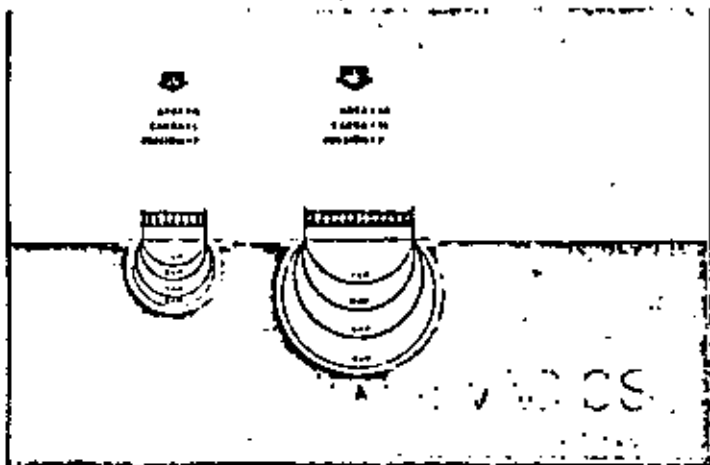


EN EL SUELO SE DESARROLLAN PRE--  
SIONES, SI UNIMOS LOS PUNTOS DE  
IGUAL PRESION, OBTENDREMOS SUPER  
FICIES LLAMADAS BULBOS DE PRESION



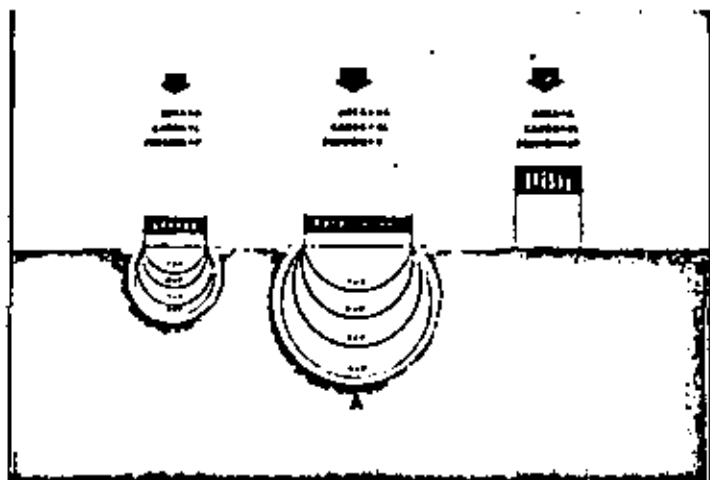
OBSERVESE LO SIGUIENTE:

SI AUMENTA EL TAMAÑO DE LA PLACA  
PERO LA PRESION PERMANECE CONS -  
TANTE, INCREMENTANDO LA CARGA, -



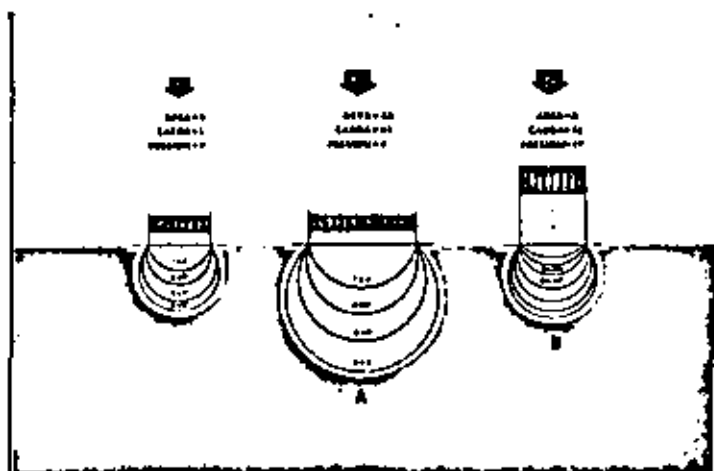
LA PROFUNDIDAD DEL BULBÓ DE PRE-  
SION AUMENTA,





SI AUMENTA LA PRESION Y EL AREA PERMANECE CONSTANTE,

LA PROFUNDIDAD DEL BULBO NO AUMENTA SIGNIFICATIVAMENTE, PERO LA PRESION SI, POR LO TANTO LA ENERGIA DE COMPACTACION AUMENTA.

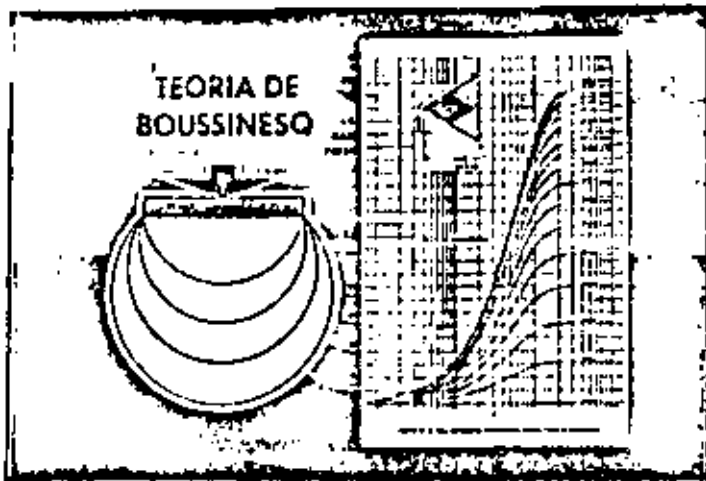


SI CONSIDERAMOS UN CIERTO EQUIPO DE COMPACTACION, TRABAJANDO CAPAS DE UN DETERMINADO ESPESOR:

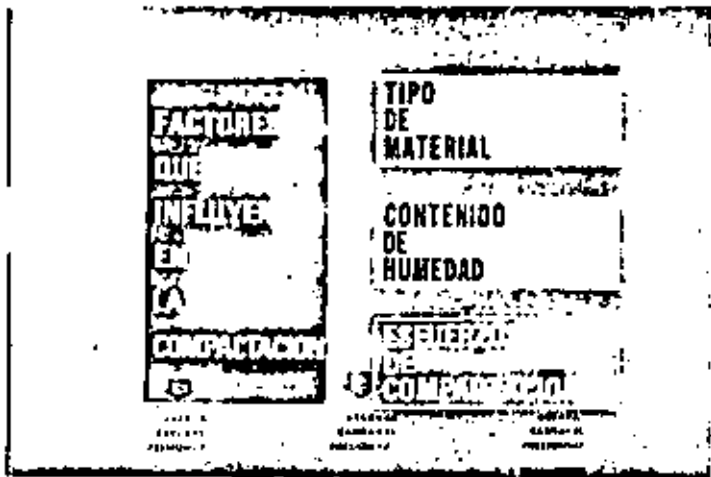
DE (A) Y (B) SE DEDUCE QUE ES NECESARIO CONTROLAR EL ESPESOR DE LAS CAPAS PARA TENER SUFICIENTE PRESION EN EL SUELO Y OBTENER LA COMPACTACION DESEADA.

DE (B) SE DEDUCE QUE NO PODEMOS AUMENTAR SIGNIFICATIVAMENTE EL ESPESOR DE LA CAPA DE COMPACTACION SIMPLEMENTE LASTRANDO EXCESIVAMENTE EL EQUIPO.

DE (A) SE DEDUCE QUE PARA AUMENTAR EL ESPESOR DE LA CAPA, DEBEMOS CAMBIAR EL EQUIPO POR OTRO QUE TENGA MAYOR SUPERFICIE DE CONTACTO, AUNQUE LA PRESION PERMANEZCA CONSTANTE.



LA TEORIA DE LOS BULBOS DE PRESION FUE DESARROLLADA POR BOUSSINESQ, PARA UN MEDIO ELASTICO Y CONTINUO. PARA FINES PRACTICOS TODOS LOS SUELOS SON ELASTICOS Y LA TEORIA ES RAZONABLEMENTE CIERTA AUN PARA SUELOS GRANULARES.



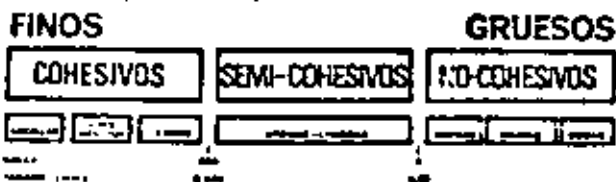
LOS FACTORES MAS IMPORTANTES QUE INFLUYEN EN LA COMPACTACION SON:

- TIPO DE MATERIAL
- CONTENIDO DE HUMEDAD Y
- ESFUERZOS DE COMPACTACION

#### TIPO DE MATERIAL

ES CLARO QUE LA NATURALEZA O TIPO DE SUELO CON QUE SE TRABAJA INFLUYE DE MANERA DECISIVA EN EL PROCESO DE COMPACTACION.

## CLASIFICACION DE SUELOS



PREVALECE AUN LA CLASIFICACION USUAL ENTRE SUELOS FINOS Y GRUESOS O ENTRE COHESIVOS Y NO COHESIVOS O FRICCIONANTES.

LOS FINOS SON AQUELLOS CUYAS PARTICULAS SON MENORES QUE LA MALLA Nº 200.

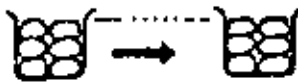
Y LOS GRUESOS LOS QUE SE RETIENEN EN ELLA.

LOS SUELOS FINOS COMPRENDEN LAS ARCILLAS Y LIMOS.

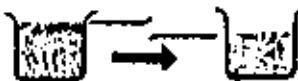
LOS SUELOS GRUESOS, LAS ARENAS Y GRAVAS, SIENDO LA FRONTERA ENTRE ESTAS ULTIMAS LA MALLA Nº 4.

## INFLUENCIA DE LA GRANULOMETRIA

SUELO MAL GRADUADO



COMPACTACION



SUELO BIEN GRADUADO

UN SUELO QUE CONTIENE UN TAMAÑO - MUY UNIFORME DE PARTICULAS, MAL - GRADUADO, SERA DIFICILMENTE COM- - PACTADO. EN CAMBIO UN SUELO CON AMPLIA GAMA DE TAMAÑOS, BIEN GRA- - DUADO, SE COMPACTA MEJOR YA QUE - LAS PARTICULAS DE MENOR TAMAÑO -- OCUPARAN LOS ESPACIOS FORMADOS -- ENTRE LAS PARTICULAS DE MAYOR TA- - MAÑO.

POR LO ANTERIOR ES MUY IMPORTANTE CONSIDERAR EL COEFICIENTE DE UNI- - FORMIDAD ( $C_u$ ), QUE ES LA RELACION ENTRE EL  $D_{60}$  Y EL  $D_{10}$

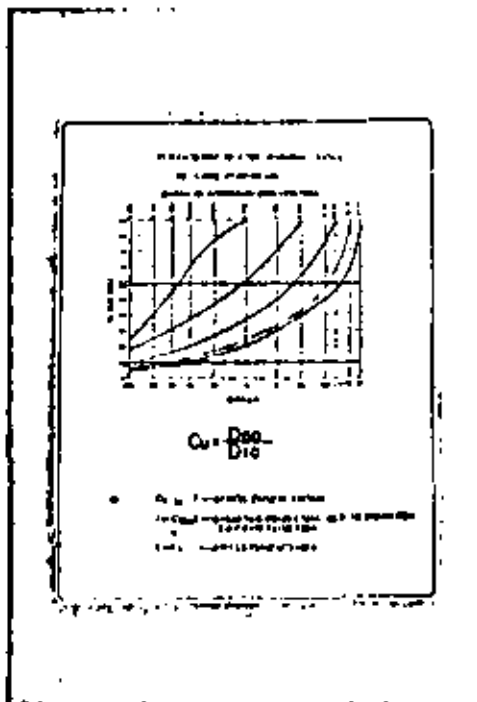
EL  $D_{60}$  : ES EL TAMAÑO DE MALLA POR EL QUE PASA EL 60% DEL -- MATERIAL.

EL  $D_{10}$  : ES EL TAMAÑO DE MALLA POR EL QUE PASA EL 10% DEL -- MATERIAL

SI EL COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD ES MAYOR O IGUAL A 7, SE TIENE - UN EXCELENTE SUELO PARA COMPAC- - TAR.

SI EL COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD ES MENOR QUE 7 Y MAYOR O IGUAL -- QUE 3, SE TIENEN SUELOS, CON CIER- - TOS PROBLEMAS PARA LA COMPACTA -- CION. SI SE MEJORA LA GRANULOME- - TRIA SE OBTIENEN BUENOS RESULTA- - DOS.

SI EL COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD ES MENOR O IGUAL QUE 3 NO SE PUE- - DE COMPACTAR.



# CONTENIDO DE HUMEDAD



## CONTENIDO DE HUMEDAD

EL AGUA ES UN LUBRICANTE ENTRE LAS PARTICULAS DEL MATERIAL A COMPACTAR. LA FALTA O EXCESO DE HUMEDAD EXIGIRA UN MAYOR ESFUERZO DE COMPACTACION, POR LO QUE DEBE RECORDARSE QUE TODO MATERIAL TIENE UN CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD, PARA EL CUAL SE OBTIENE, BAJO UNA CIERTA ENERGIA DE COMPACTACION UNA DENSIDAD MAXIMA. NO OLVIDAR COMPACTAR SIEMPRE EN LA HUMEDAD OPTIMA.

# ESFUERZOS DE COMPACTACION

PRESION ESTATICA  
AMASAMIENTO  
IMPACTO  
VIBRACION

## ESFUERZOS DE COMPACTACION

LOS ESFUERZOS MECANICOS EMPLEADOS EN LA COMPACTACION, SON COMBINACION DE UNO O MAS DE LOS SIGUIENTES EFECTOS:

- PRESION ESTATICA
- AMASAMIENTO
- IMPACTO Y
- VIBRACION

# PRESION ESTATICA



PRESION ESTATICA.- ES LA APLICACION DE UNA FUERZA POR UNIDAD DE AREA.

## AMASAMIENTO



AMASAMIENTO.- ES LA ACCION DE --  
 AMASADO, REORIENTACION DE LAS --  
 PARTICULAS PROXIMAS CAUSANDO UNA  
 REDUCCION DE VACIOS.

## IMPACTO

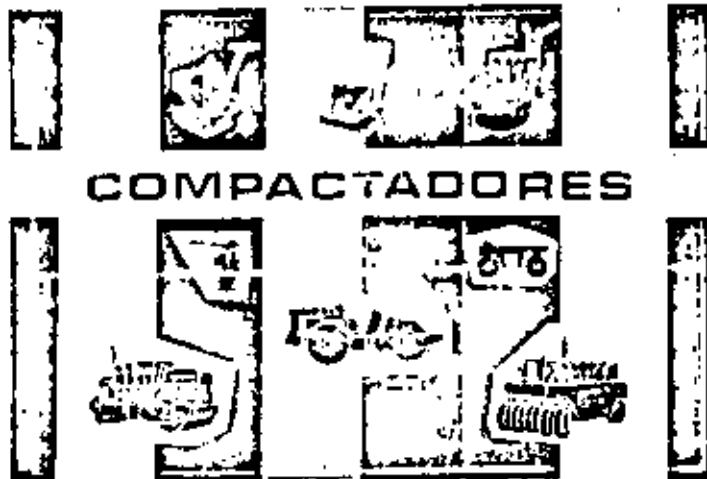


IMPACTO.- GOLPEO CON UNA CARGA -  
 DE CORTA DURACION, BAJA FRECUEN-  
 CIA Y ALTA AMPLITUD.

## VIBRACION

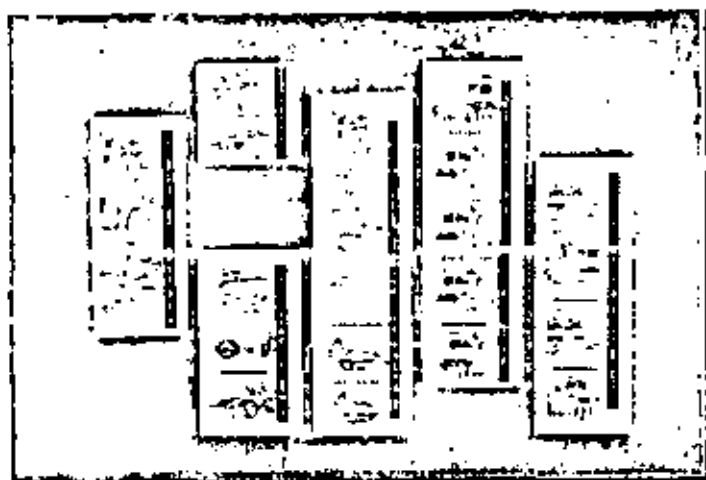


VIBRACION.- GOLPEO CON UNA CARGA  
 DE CORTA DURACION, ALTA FRECUEN-  
 CIA Y BAJA AMPLITUD.



## COMPACTADORES

CON ESTOS CONOCIMIENTOS PASEMOS A ESTUDIAR LOS DIFERENTES TIPOS DE COMPACTADORES.



HAY UNA GRAN VARIEDAD DE EQUIPOS DE COMPACTACION, POR LO QUE NO -- LOS DESCRIBIREMOS TODOS, SINO UNICAMENTE LOS DIFERENTES TIPOS DE COMPACTADORES, AGRUPADOS POR SU FORMA DE TRABAJAR.

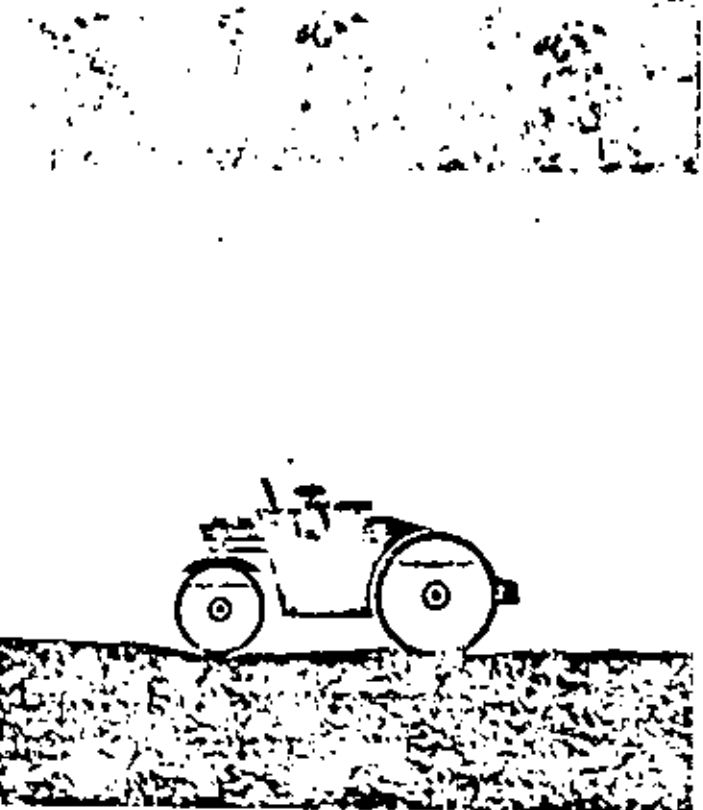
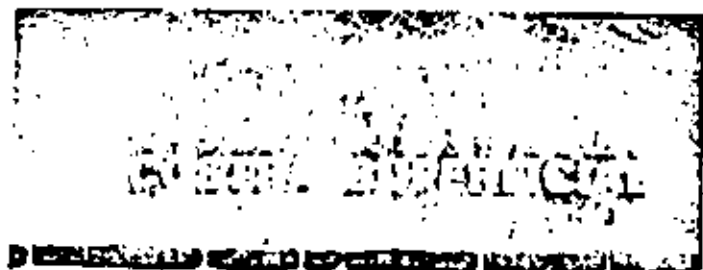
### RODILLO METALICO



### RODILLOS METALICOS

UN RODILLO METALICO UTILIZA SOLAMENTE PRESION ESTATICA, CON UN -- MINIMO DE AMASAMIENTO EN MATERIALES PLASTICOS.

BULBOS DE PRESION BAJO UN RODILLO METALICO

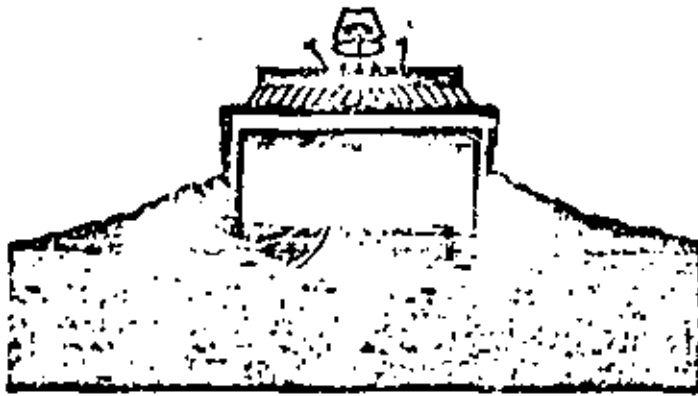


CUANDO ESTOS RODILLOS INICIAN LA COMPACTACION DE UNA CAPA, EL AREA DE CONTACTO ES MAS O MENOS GRANDE PRODUCIENDOSE UN BULBO DE PRESION CON CIERTA PROFUNDIDAD, CONFORME AVANZA LA COMPACTACION EL AREA DE CONTACTO SE REDUCE, Y -- POR LO TANTO TAMBIEN SE REDUCE LA PROFUNDIDAD DEL BULBO DE PRESION, AUMENTANDO LOS ESFUERZOS DE COMPRESION EN LA CERCANIA DE LA SUPERFICIE.

ESTOS ESFUERZOS SON CON FRECUENCIA SUFICIENTES PARA TRITURAR -- LOS AGREGADOS EN MATERIALES GRANULARES Y PUEDEN CAUSAR LA FORMACION DE UNA COSTRA EN LA SUPERFICIE DE LA CAPA.

SI A ESTO SE AGREGA LA COSTUMBRE DE HACER RIEGOS ADICIONALES DURANTE LA COMPACTACION PARA COMPENSAR LA EVAPORACION, EN UNA CAPA EN DONDE LA PENETRACION DEL AGUA ES DIFICIL, POR LA MISMA -- COMPACTACION DEL MATERIAL, LLEGAREMOS A UN ESTADO DE ESTRATIFICACION DE LA HUMEDAD. EN ESTE MOMENTO LA FORMACION DE LA COSTRA ES INEVITABLE.

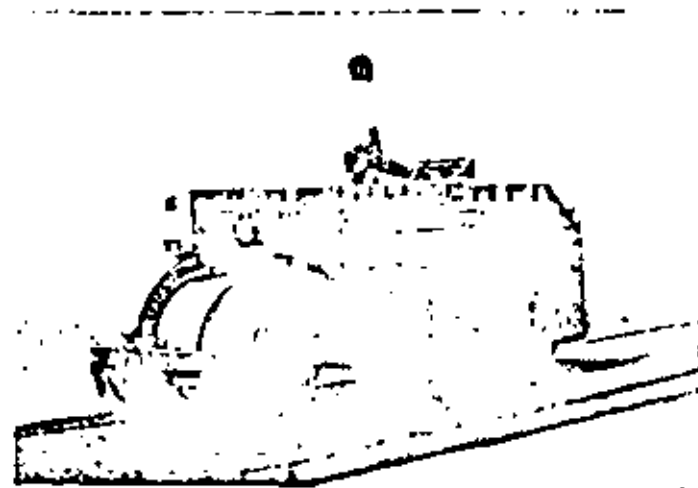
TAMBIEN ES COSTUMBRE MAS O MENOS GENERALIZADA, LASTRAR ESTOS EQUIPOS CUANDO NO SE ESTA OBTENIENDO LA COMPACTACION, PARA AUMENTAR LA PENETRACION Y PROFUNDIDAD DEL BULBO DE PRESION, ESTO GENERALMENTE TIENE COMO CONSECUENCIA -- CONTRARIA EL SOBRE-ESFORZAR LA CAPA.



UN RODILLO METALICO, NO COMPACTA PEQUEÑAS AREAS SUAVES O BAJAS, - DEBIDO A QUE LA RIGIDEZ DE LA -- RUEDA LAS PUNTEA, ESTAS AREAS - BAJAS SE PRESENTAN CON FRECUEN - CIA EN TERRACERIAS DEBIDO A LA - IRREGULARIDAD DE LA CAPA,

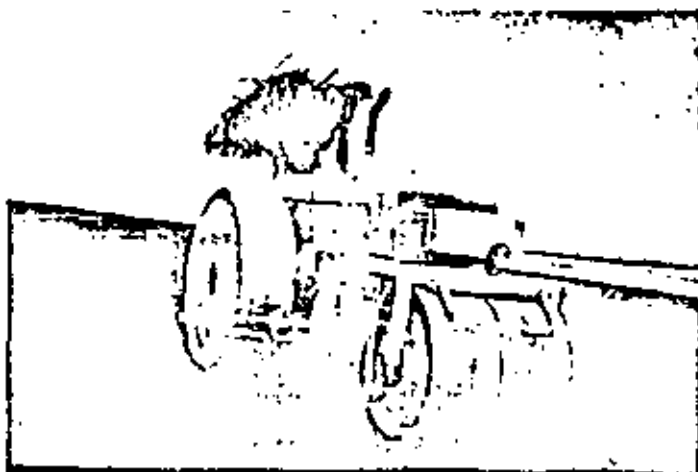
LOS RODILLOS METALICOS SON HUE - COS Y SE PUEDEN LASTRAR CON AGUA O ARENA, DENTRO DE ESTE GRUPO SE PUEDEN ENCONTRAR LOS SIGUIENTES EQUIPOS:

- PLANCHAS TANDEM Y
- PLANCHAS DE TRES RUEDAS



#### PLANCHAS TANDEM

QUE TIENEN GENERALMENTE DOS RODI - LLOS PARALELOS IGUALES.



#### PLANCHAS DE TRES RUEDAS

SON QUIZAS LAS DE MÁS ANTIGUO -- DISEÑO, TIENE DOS RUEDAS GRANDES TRASERAS Y UNA PEQUEÑA DELANTERA, QUE SE TRASLAPAN DE MANERA QUE - CUBREN UNA FRANJA UNIFORME.



LAS PLANCHIAS TIENEN BAJAS VELOCIDADES DE OPERACION CON Poca SEGURIDAD AL COMPACTAR LAS ORILLAS DE TERRAPLENES ALTOS, LO QUE PROVOCA BAJOS RENDIMIENTOS POR LO QUE HAN PERDIDO TERRENO EN LA COMPACTACION DE GRANDES MOVIMIENTOS DE TIERRA, ASI COMO EN LA COMPACTACION DE CARPETAS ASFALTICAS, SIENDO REEMPLAZADAS POR OTROS EQUIPOS DE COMPACTACION.



RODILLO  
PATA DE CABRA



RODILLOS PATA DE CABRA

SON AHORA RARAMENTE USADOS, EXCEPTO EN COMPACTACION DE ARCILLAS, DONDE LA ESTRATIFICACION DEBE SER ELIMINADA.



COMO EN EL CORAZON IMPERMEABLE DE UNA CORTINA DE MATERIALES GRADUADOS, DONDE ALGUNAS VECES SON PEDIDOS EXPRESAMENTE EN ESPECIFICACIONES.



BULBO DE PRESION BAJO UNA PATA DE CABRA

EL AREA DE CONTACTO DE UNA PATA DE CABRA Y EL ALTO PESO DE ESTOS EQUIPOS, HACE QUE EL BULBO DE PRESION SEA INTENSO Y POCO PROFUNDO, POR LO QUE LA COMPACTACION SE CONSIGUE POR AMASAMIENTO MAS QUE POR EFECTO DEL BULBO DE PRESION.



LOS RODILLOS PATA DE CABRA SON LENTOS, TIENEN UNA GRAN RESISTENCIA AL RODAMIENTO, POR LO QUE CONSUMEN MUCHA POTENCIA, CON POCO RENDIMIENTO POR LO QUE HAN SIDO REEMPLAZADOS POR OTROS EQUIPOS QUE HACEN LO MISMO MAS EFICIENTEMENTE.

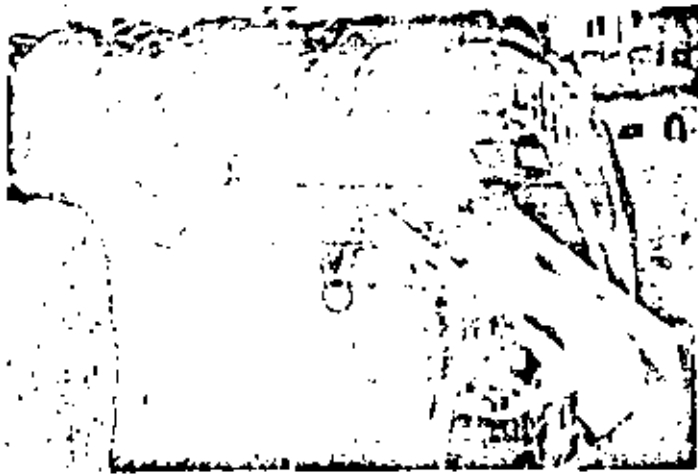
RODILLO  
DE REJA



#### RODILLO DE REJA

ESTE COMPACTADOR FUE DESARROLLADO ORIGINALMENTE PARA DISGREGAR Y COMPACTAR ROCAS POCO RESISTENTES A LA COMPRESION, COMO ROCAS SEDIMENTARIAS Y ALGUNAS METAMORFICAS, PARA HACER CAMINOS DE PENETRACION TRANSITABLES TODO EL AÑO.

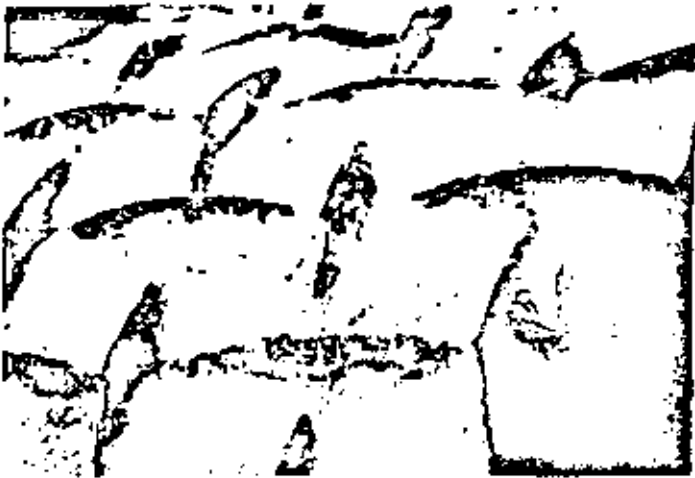
EL RODILLO TRANSITA SOBRE LA ROCA SUELTA EN EL CAMINO, QUEBRANDOLA Y PRODUCIENDO FINOS QUE RELLENAN LOS VACIOS FORMANDO UNA SUPERFICIE UNIFORME Y ESTABLE.



ESTE EQUIPO TIENE UN DISEÑO DE PUNTOS ALTOS Y BAJOS QUE AL RODAR PRODUCEN EFECTO DE IMPACTO Y AMA-SAMIENTO, Y CUANDO ES REMOLCADO A ALTA VELOCIDAD, PRODUCE EFECTO DE VIBRACION COMO TAMBIEN PRODUCE PRESION ESTATICA, POR LO QUE ESTE EQUIPO ES CAPAZ DE COMPACTAR -- TODO TIPO DE SUELOS.

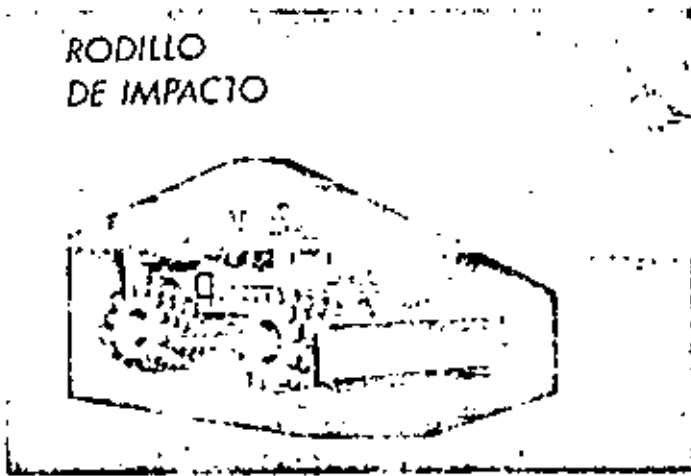


SIN EMBARGO ESTOS RODILLOS, DEBI-DO A SU CONFIGURACION NO PUEDEN DEJAR UNA SUPERFICIE TERSA COMO PUEDE SER UNA BASE, POR LO QUE SU USO SE LIMITA A TERRACERIAS,



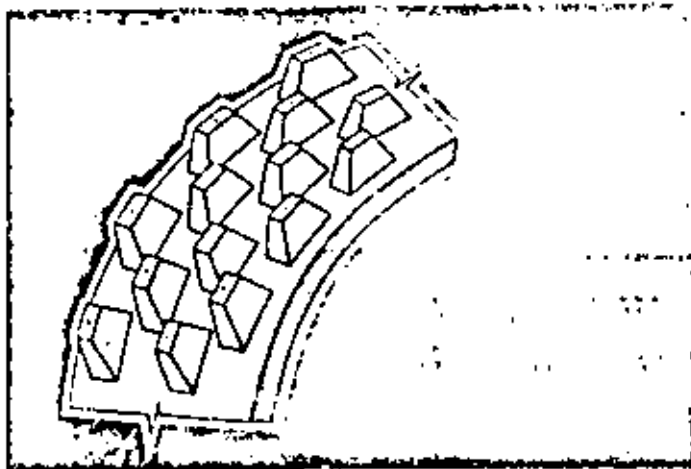
COMO ESTAS SON GENERALMENTE PLAS-TICAS, ESTOS RODILLOS TIENDEN A ATASCARSE CON EL MATERIAL, PERDIEN-DO EL EFECTO DE IMPACTO, NECESI-TANDO SER LIMPIADOS CON MUCHA FRE CUENCIA.

RODILLO  
DE IMPACTO



BUSCANDO MANTENER LAS VENTAJAS --  
DEL RODILLO DE REJA, SIN SUS DES-  
VENTAJAS, SE CREO EL.

RODILLO DE IMPACTO

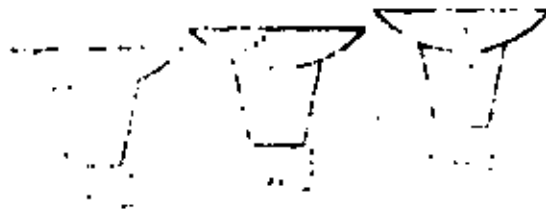


ESTE ES UN RODILLO METALICO CON --  
SALIENTES EN FORMA DE PIRAMIDE, --  
UNAS MAS ALTAS QUE OTRAS, SIGUIEN-  
DO EL MISMO DISEÑO DE PUNTOS AL-  
TOS Y BAJOS DEL RODILLO DE REJA,



ESTO LE PERMITE TENER LAS MISMAS  
VENTAJAS, LIMPIANDOSE FACILMENTE  
POR MEDIO DE DIENTES SUJETOS A --  
UN MARCO.

## AJUSTE DEL AREA DE APOYO



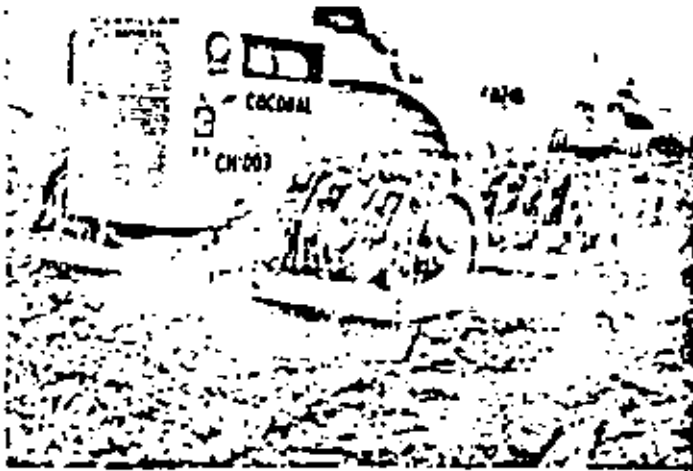
EL DISEÑO DE LAS SALIENTES DE --  
ESTE RODILLO, PERMITE QUE EL --  
AREA DE CONTACTO, SE INCREMENTE  
CON LA PENETRACION, AJUSTANDOSE  
INMEDIATAMENTE LA PRESION A LA --  
RESISTENCIA DEL SUELO COMPACTADO



EL DISEÑO PERMITE UNA FACIL ENTRA  
DA Y SALIDA A LA CAPA, LO CUE DIS  
MINUYE LA RESISTENCIA AL RODAMIENT  
TO.



CUANDO UN RODILLO DE IMPACTO CO--  
MIENZA UNA NUEVA CAPA, LOS BULBOS  
DE PRESTON Y LAS ONDAS DE IMPACTO,  
PROVEEN SUFICIENTE AMASAMIENTO --  
CON LA CAPA INFERIOR PARA ELIMI--  
NAR LA ESTRATIFICACION, POR LO --  
QUE SUSTITUYEN CON MUCHAS VENTA -  
JAS AL RODILLO PATA DE CABRA.



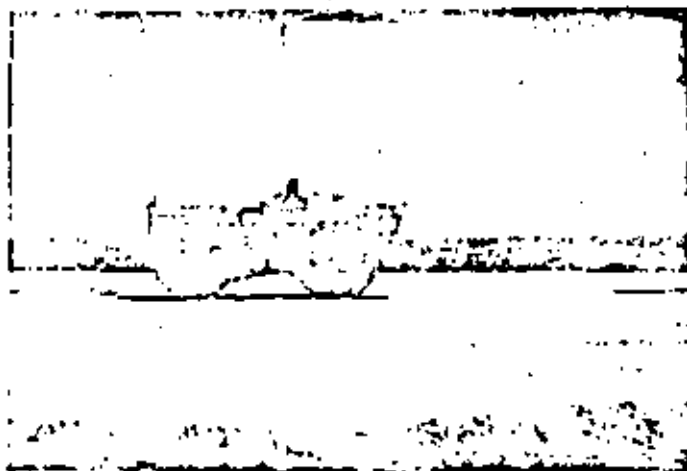
EL RODILLO DE IMPACTO ES UNO DE -  
LOS MAS VERSATILES Y ECONOMICOS -  
COMPACTADORES, CAPAZ DE COMPACTAR  
EFICIENTEMENTE LA MAYOR PARTE DE  
SUELOS, LIMITANDOSE GENERALMENTE  
A TERRACERIAS, PORQUE NO SON CAPA  
CES TAMPOCO DE REALIZAR UNA SUPER  
FICIE TERSA.

### RODILLO VIBRATORIO

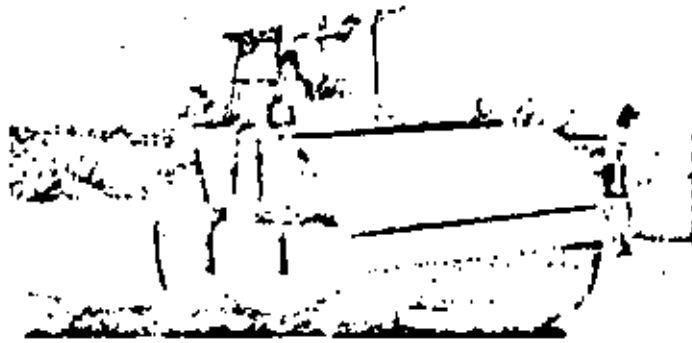


### RODILLOS VIBRATORIOS

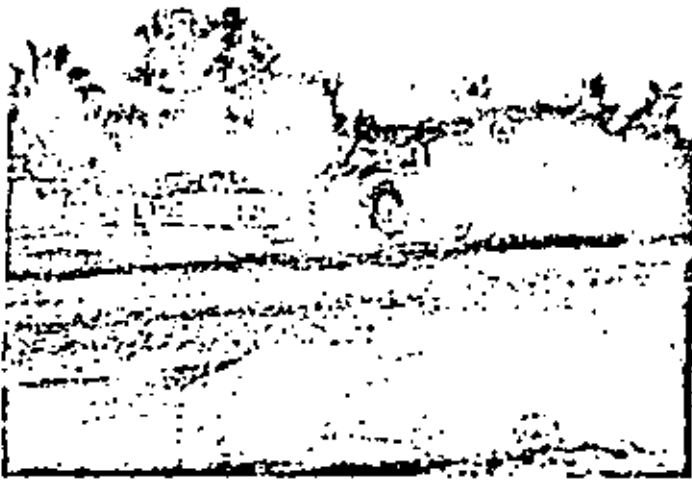
ESTOS RODILLOS DISMINUYEN TEMPO -  
RALMENTE LA FRICCIÓN INTERNA DEL  
SUELO POR LO QUE SU EFICIENCIA --  
ESTA LIMITADA CASI A SUELOS GRANU  
LARES (GRAVAS Y ARENAS), YA QUE -  
LA RESISTENCIA A LA COMPRESION --  
DEPENDE PRINCIPALMENTE DE LA FRIC  
CIÓN INTERNA.



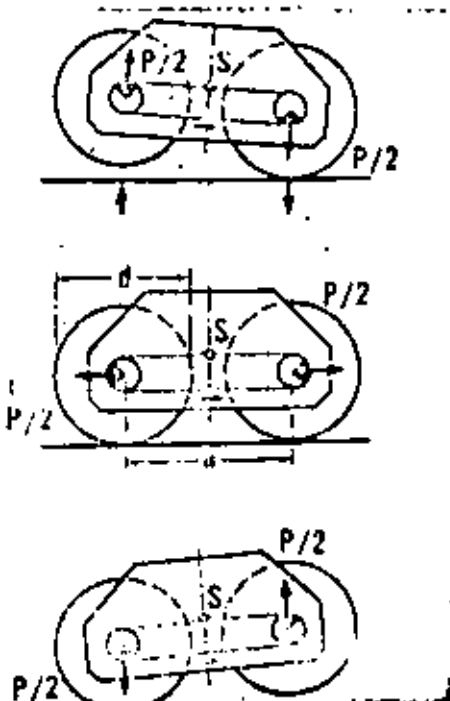
LA VIBRACION REACOMODA LAS PARTI  
CULAS DEL SUELO, INCREMENTANDO SU  
PESO VOLUMETRICO, ALCANZANDO PRO  
FUNDIDADES HASTA DE 80 CM.



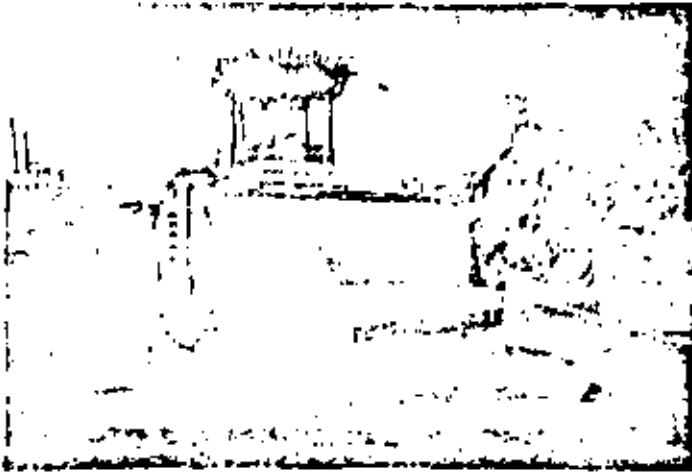
ESTOS RODILLOS PRODUCEN UN GRAN TRABAJO DE COMPACTACION EN RELACION A SU PESO ESTATICO YA QUE LA PRINCIPAL FUENTE DE TRABAJO ES LA FUERZA DINAMICA DE COMPACTACION.



PARA SUELOS COHESIVOS SE HAN DESARROLLADO RODILLOS PATA DE CABRA VIBRATORIOS, EN LOS QUE SE HAN AUMENTADO LA FUERZA Y LA AMPLITUD DE LA VIBRACION.



CON EL MISMO OBJETO SE HAN ACOPLADO DOS RODILLOS VIBRATORIOS, "FUERA DE FASE", A UN MARCO RIGIDO PARA OBTENER UN GRAN EFECTO DE AMASAMIENTO ENTRE LOS RODILLOS.



TODOS LOS RODILLOS VIBRATORIOS DEBEN MANEJARSE A VELOCIDADES DE -- 2.5 A 5 KM/H. VELOCIDADES MAYORES NO INCREMENTAN LA PRODUCCION Y CON FRECUENCIA NO SE OBTIENE LA COMPACTACION.

### RODILLO NEUMATICO



### RODILLOS NEUMATICOS

LOS RODILLOS NEUMATICOS SON MUY EFICIENTES EN LA COMPACTACION DE SUB-BASES, BASES Y CARPETAS, SUS BULBOS DE PRESION SON SEMEJANTES A LOS DE LOS RODILLOS METALICOS, PERO EL AREA DE CONTACTO PERMANECE CONSTANTE POR LO QUE NO SE PRODUCE EL EFECTO DE REDUCCION DEL BULBO.

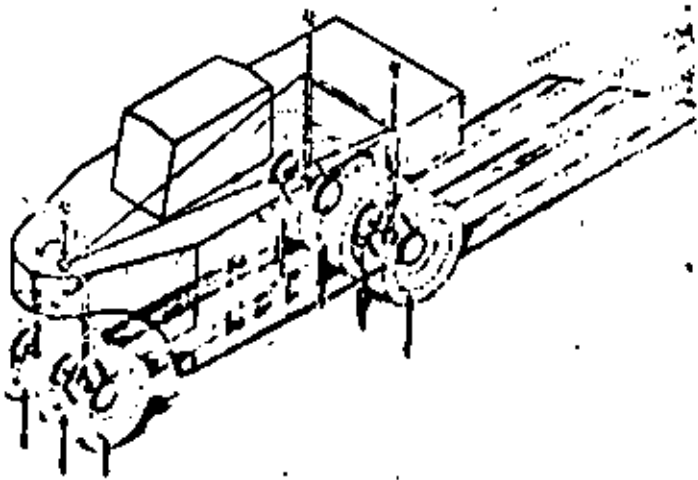


ESTOS COMPACTADORES PUEDEN SER JALADOS O AUTOPROPULSADOS.

DEPENDIENDO DEL TAMAÑO DE SUS LLANTAS SE CLASIFICAN EN:

- COMPACTADORES DE LLANTAS PEQUEÑAS
- COMPACTADORES DE LLANTAS GRANDES



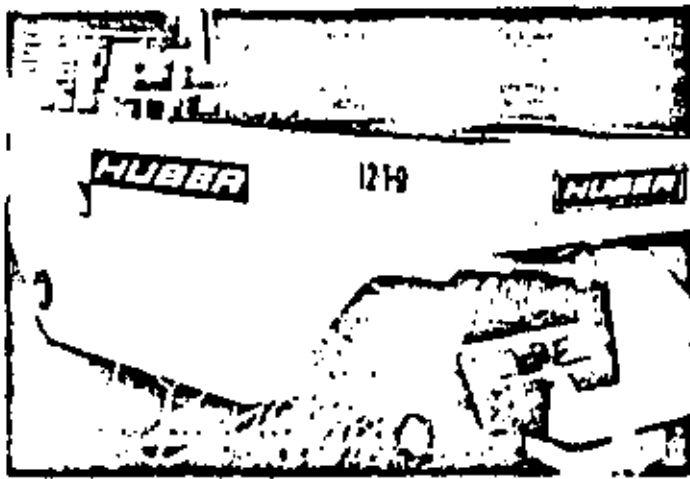


LOS DE LLANTAS PEQUEÑAS, GENERAL-  
 MENTE TIENEN 2 EJES EN TANDEM Y --  
 EL NUMERO DE LLANTAS VARIA DE 7 A  
 13.

EL ARREGLO DE LAS LLANTAS ES  
 TAL QUE LAS TRASERAS TRASLAPAN --  
 CON LAS DELANTERAS.



ALGUNOS DE ESTOS COMPACTADORES -  
 TIENEN SUS RUEDAS MONTADAS EN --  
 TAL FORMA "QUE OSCILAN" AL RODAR,  
 PARA AUMENTAR SU EFECTO DE AMASA-  
 MIENTO, Y PODER COMPACTAR PEQUE-  
 ÑAS AREAS BAJAS.



ESTOS COMPACTADORES PROPORCIONAN UNA PRESION DE CONTACTO SEMEJANTE A LA DE EQUIPOS DE MAYOR PESO, SON MUY MANIOBRABLES Y TIENEN POCAS PROFUNDIDAD DE ACCION.



LOS DE LLANTAS GRANDES SON GENERALMENTE ARRASTRADOS POR TRACTOR Y PESAN DE 15 A 50 TONS. TIENEN 4 O 6 LLANTAS EN UN MISMO EJE Y POR EL TAMAÑO DEL AREA DE TRABAJO PUEDEN COMPACTAR CAPAS HASTA DE 50 CM.



SON EQUIPOS PESADOS Y POCO MANIOBRABLES POR LO QUE SUELEN USARSE DONDE HAYA PEQUEÑAS PENDIENTES, TRAMOS LARGOS Y ANCHOS, Y DE FACIL ACCESO, SON CASI ESPECIFICOS EN CONSTRUCCIONES DE AEROPUERTOS.

EN ESTOS COMPACTADORES ES IMPORTANTE LA PRESION DE INFLADO QUE ESTA LIGADA INTIMAMENTE A LA CARGA DE LA LLANTA. LA PRESION DE CONTACTO DEBE SER LA ADECUADA -- PARA EJERCER EL ESFUERZO DE COMPACTACION REQUERIDO (ES ACONSEJABLE NO ALEJARSE MUCHO DE LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE) -- HAY QUE CUIDAR LA TENDENCIA AL REBOTE.

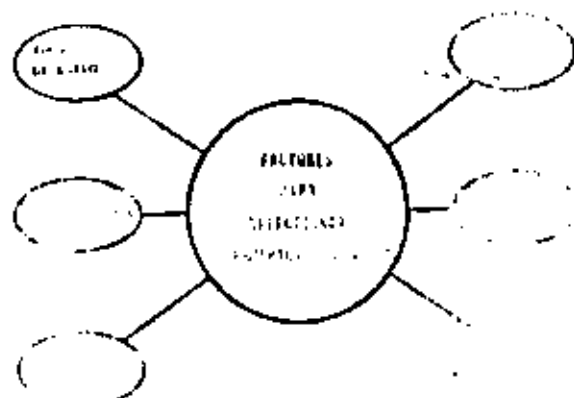


TIENEN GRAN UTILIDAD PARA SELLAR LAS CAPAS SUPERIORES, CON LO QUE SE LOGRA UNA BUENA IMPERMEABILIDAD.

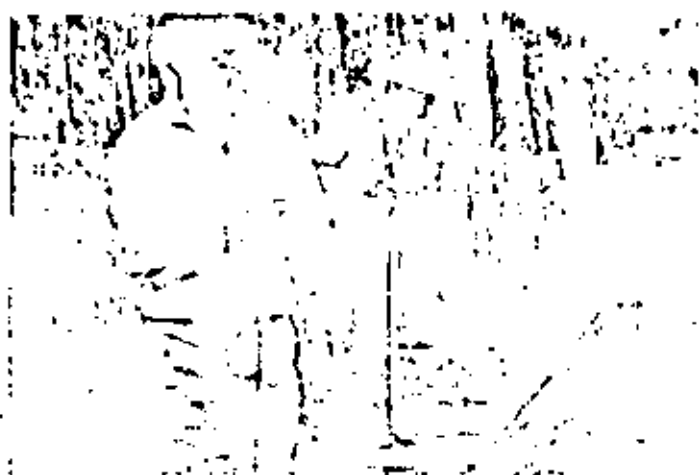


#### SELECCION DE COMPACTADORES

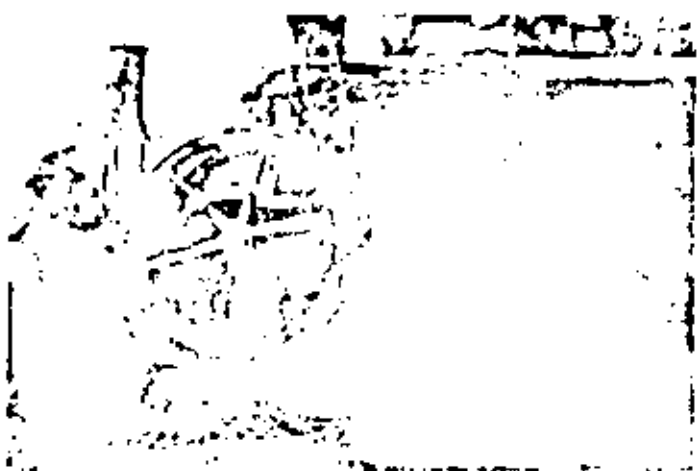
LA SELECCION DEL COMPACTADOR MAS ADECUADO NO SIEMPRE ES SENCILLA, YA QUE DEPENDE DE MUCHOS FACTORES REGIDOS POR EL ASPECTO ECONOMICO:



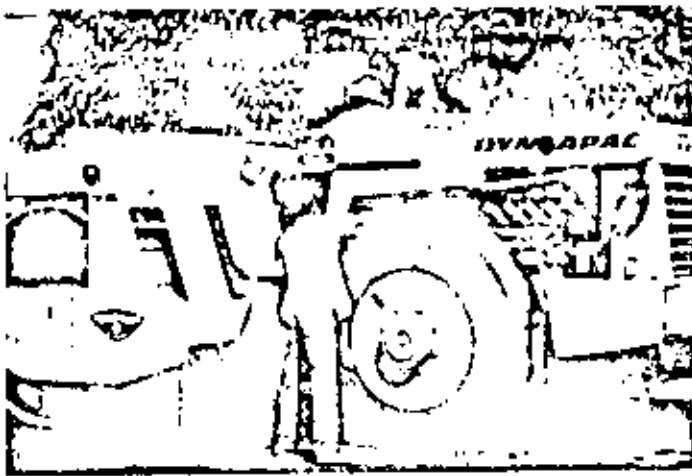
TIPO DE SUELO, TIPO DE TRABAJO, METODO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS, COMPATIBILIDAD CON EQUIPO DE OTRAS ACTIVIDADES, COMPACTADORES DISPONIBLES, CONTINUIDAD DE TRABAJO, ETC.



COMO YA DIJIMOS HAY TAMBIEN UNA GRAN VARIEDAD DE COMPACTADORES, DESDE ESTE COMPACTADOR ELEMENTAL ACCIONADO CON MOTOR DE PULQUE,



ESTA PLANCHA QUE TODAVIA COMPACTA



HASTA ESTE COMPACTADOR  
ALTAMENTE SOFISTICADO.

ES FRECUENTE Y MUY EFICIENTE EL  
USO DE VARIOS EQUIPOS QUE COMBI  
NEN LOS DIFERENTES EFECTOS DE -  
COMPACTACION.

FACTORES  
MAS  
IMPORTANTES  
EN LA  
SELECCION  
DE  
COMPACTADORES

EL MATERIAL  
A  
COMPACTAR

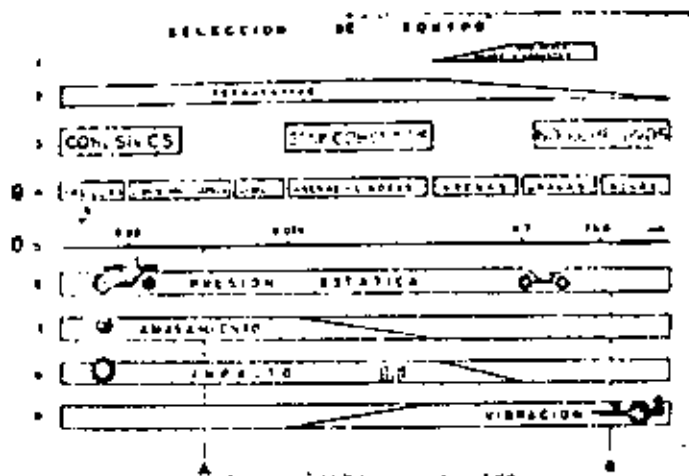
EL TAMAÑO  
DE  
LA OBRA

REQUERIMIENTOS ESPECIALES

LOS FACTORES MAS IMPORTANTES QUE  
DEBEN TOMARSE EN CUENTA PARA --  
ESTA SELECCION SON:

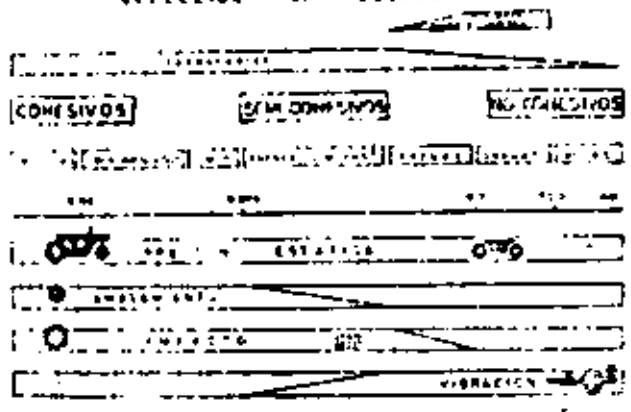
- EL MATERIAL A COMPACTAR
- EL TAMAÑO DE LA OBRA
- REQUERIMIENTOS ESPECIALES

EL TAMAÑO DE LA OBRA Y LOS REQUE  
RIMIENTOS ESPECIALES SON ESPECIFI  
COS DE CADA TRABAJO POR LO QUE -  
SOLO APRENDEREMOS A SELECCIONAR--  
COMPACTADORES PARA LOS DIFEREN--  
TES MATERIALES.



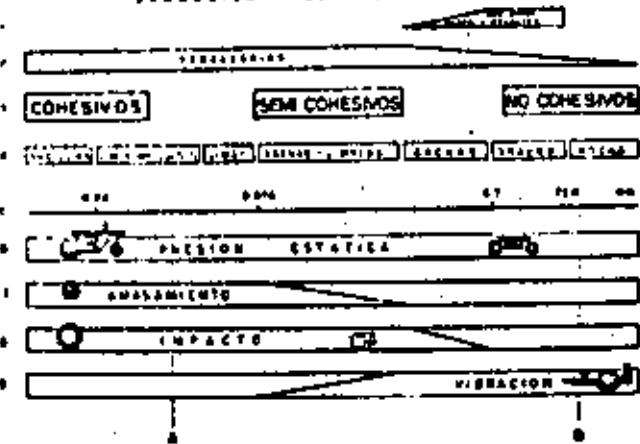
EN LA GRAFICA SE MUESTRA, EN LOS  
RENGLONES 4 Y 5, LOS DIFERENTES  
MATERIALES Y SU RESPECTIVO TAMA  
ÑO EN MM.

SELECCION DE EQUIPO



EN EL RENGLON 3 SE CLASIFICAN EN COHESIVOS, SEMICOHESIVOS Y NO -- COHESIVOS (UNA CLASIFICACION DE FINOS A GRANULARES)

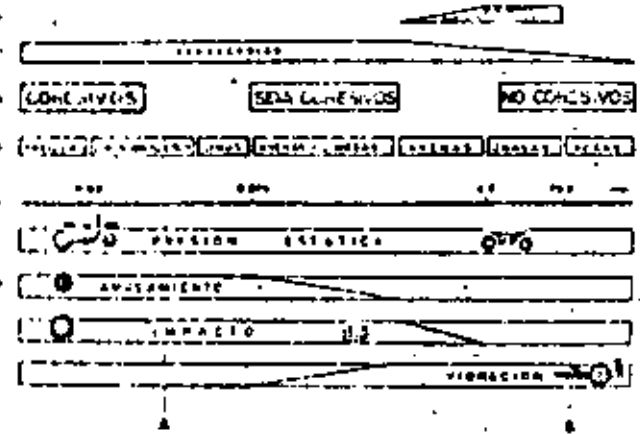
SELECCION DE EQUIPO



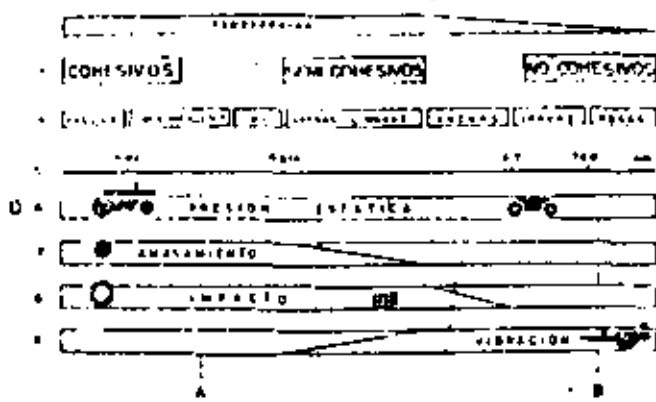
EN LOS RENGLONES 1 Y 2 SE INDICA SU USO MAS FRECUENTE.

RENGLON 1) SON MATERIALES QUE SE USAN PARA SUB-BASES, BASES Y CARPETAS, SIEMPRE MATERIALES NO -- COHESIVOS (ARENAS Y GRAVAS).

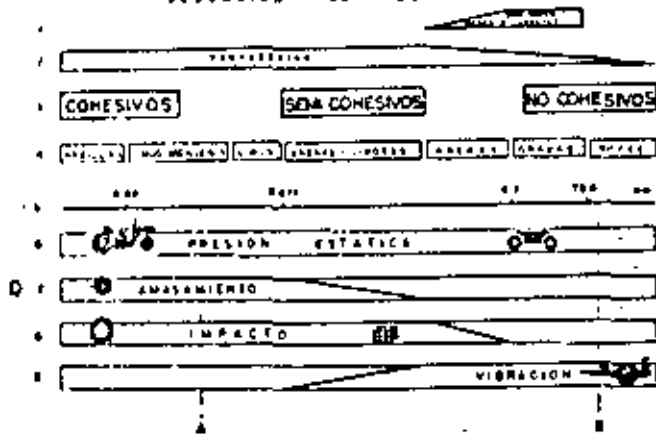
SELECCION DE EQUIPO



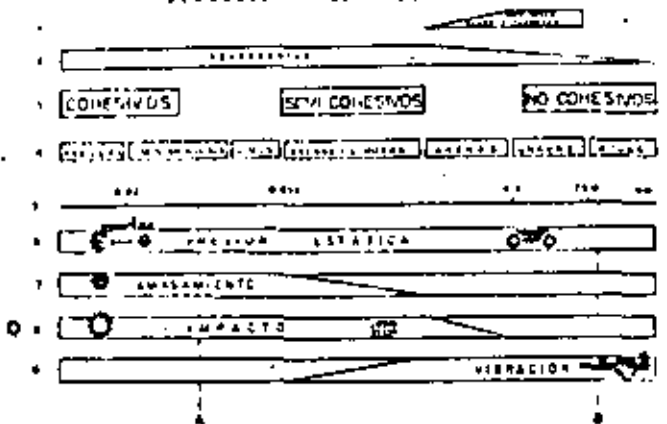
RENGLON 2) SON MATERIALES QUE SE USAN PARA TERRACERIAS, NORMALMENTE MATERIALES COHESIVOS Y SEMI--COHESIVOS, A VECES NO COHESIVOS.



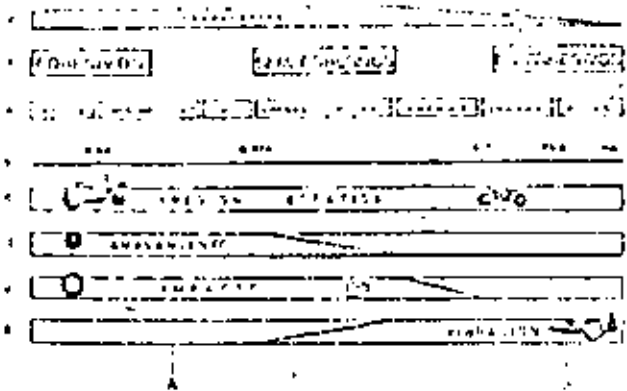
EN EL RENGLON 6, SE REPRESENTA LA COMPACTACION POR PRESION ESTATICA, LA QUE SE PUEDE APLICAR -- CON RODILLOS METALICOS Y NEUMATICOS A TODOS LOS SUELOS. LA UNICA LIMITACION DE ESTOS EQUIPOS -- ES EL BAJO RENDIMIENTO, EXCEPTO EN LOS COMPACTADORES DE NEUMATICOS GRANDES.



EN EL RENGLON 7, SE REPRESENTA LA COMPACTACION POR AMASAMIENTO UTILIZANDO RODILLO PATA DE CABRA -- VIBRATORIA EN SUELOS COHESIVOS Y SEMICOHESIVOS, COMO SON ARCILLAS, LIMOS Y ALGO EN ARENAS LIMOSAS. LA UNICA LIMITACION ES EL ALTO -- COSTO DE LA PATA DE CABRA ESTATICA.



EN EL RENGLON 8, SE REPRESENTA LA COMPACTACION POR IMPACTO LA CUAL SE REALIZA CON RODILLO DE IMPACTO Y RODILLO DE REJA EN TODOS LOS TIPOS DE SUELO. POR EL MAL ACABADO QUE DAN A LA CAPA SOLO SE APLICAN EN TERRACERIAS, NORMALMENTE ARCILLAS Y LIMOS A VECES ARENAS. LA UNICA LIMITACION ES QUE EL RODILLO DE REJA SE ATASCA CON LOS MATERIALES COHESIVOS Y HAY QUE PASAR FRECUENTEMENTE PARA LIMPIARLO, SIN EMBARGO ES UN MAGNIFICO DISGREGADOR EN TERRACERIAS.



EN EL RENGLON 9, SE REPRESENTA LA COMPACTACION POR VIBRACION, UTILIZANDO RODILLO LISO VIBRATORIO, PARA SUELOS NO COHESIVOS COMO SON LAS ARENAS Y GRAVAS, ALGUNAS VECES EN SUELOS SEMICOHESIVOS COMO ARENAS LIMOSAS.

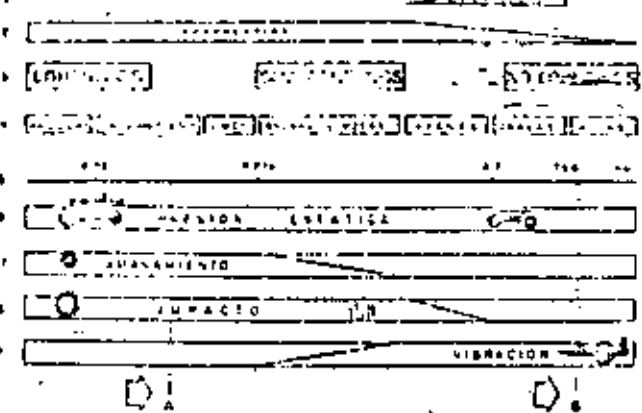
SUELO	COMPACTADOR
COHESIVO	<ul style="list-style-type: none"> <li>PATA DE CABRA VIBRATORIO</li> <li>RODILLO DE IMPACTO</li> </ul>
NO COHESIVO	<ul style="list-style-type: none"> <li>RODILLO LISO VIBRATORIO</li> <li>RODILLO NEUMATICO</li> </ul>

EN RESUMEN PODREMOS CONSIDERAR LAS SIGUIENTES CONCLUSIONES:

PARA SUELOS COHESIVOS SE DEBE PREFERIR PATA DE CABRA VIBRATORIA O RODILLO DE IMPACTO.

PARA SUELOS NO COHESIVOS ES MAS USUAL EL RODILLO LISO VIBRATORIO

PARA TODOS LOS SUELOS; - RODILLO NEUMATICO.



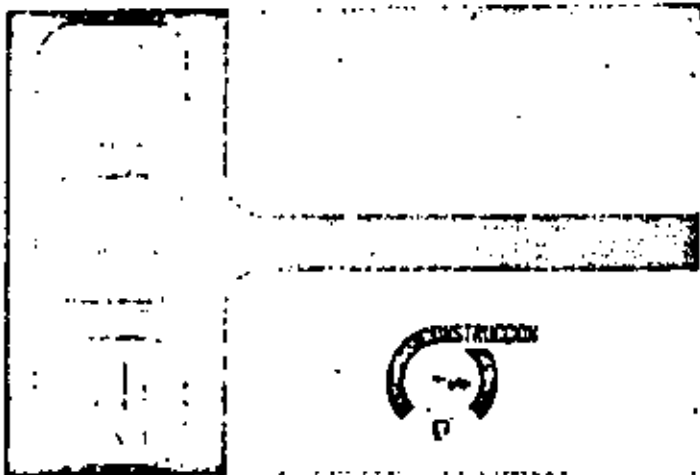
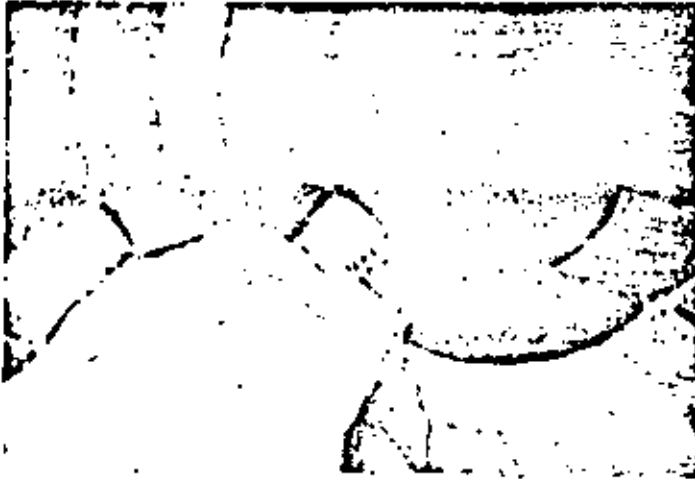
LAS MEJORES COMBINACIONES LAS-PODEMOS OBSERVAR EN LAS LINEAS "A" Y "B".

POR EJEMPLO EN LA LINEA "A" PARA SUELOS COHESIVOS PODEMOS COMBINAR NEUMATICO GRANDE Y PATA DE CABRA O NEUMATICO Y RODILLO DE IMPACTO.

EN LA LINEA "B" PARA SUELOS NO COHESIVOS SE PUEDE COMBINAR NEUMATICO GRANDE Y RODILLO VIBRATORIO.



Y ES ASI, QUE CON ESTOS  
 PRINCIPIOS BASICOS DE  
 COMPACTACION, PODEMOS  
 SELECCIONAR EL COMPACTADOR  
 MAS ADECUADO EN NUESTRA  
 VIDA PROFESIONAL, EN LA  
 COMPACTACION DE CORTINAS  
 DE TIERRA, CAMINOS, AEROPISTAS  
 TERRAPLENES DE FERROCARRIL O  
 PAVIMENTOS, DEPENDIENDO  
 DEL TIPO DE SUELO . . .  
 . . . Y LA MARAVILLA DE NUESTRA  
 CIENCIA Y TECNOLOGIA,  
 QUE AL AVANZAR EN ELLA,  
 YA SEA EN NIVELES SENCILLOS  
 O COMPLEJOS,  
 EN LUGAR DE AGOTAR EL OBJETIVO  
 DE NUESTRO ESTUDIO,  
 ABRAMOS PUERTAS MAS LEJANAS  
 Y A UN CONOCIMIENTO MAS  
 ABUNDANTE . . .



F I N



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

MOVIMIENTO DE TIERRAS  
COMPACTACION

ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO.

1982.

ANTECEDENTES

La necesidad de compactar los suelos que habrían de integrar una obra de tierra fué quizás uno de los primeros conocimientos empíricos que el constructor primitivo derivó de su experiencia; posiblemente por accidente, (como se han ocasionado los grandes inventos); descubrió que los suelos compactados tienen un mejor comportamiento comparado con los sueltos. Indicios de esto son los bordos construidos en China antes de nuestra era, así como los erigidos en América por los Mexicanos en el siglo XV.

La compactación fué entonces generada como un medio para obtener obras más duraderas y con mejores propiedades mecánicas.

Como consecuencia del auge en la construcción de obras de tierra, en la tercera década del siglo XX se iniciaron los esfuerzos racionalizar la compactación en varias partes del mundo, principalmente en Estados Unidos en Norteamérica. Tales investigaciones condujeron al establecimiento de métodos para la especificación y la verificación de los trabajos de campo, mediante el uso de patrones de compactación en el laboratorio. Estos patrones se fijaron, naturalmente, atendiendo a las necesidades específicas y a los procedimientos de construcción de la época. A partir de ese momento se observa la tendencia a referir todo trabajo de compactación a aquellos patrones, independientemente de los requerimientos particulares de la obra. Ello implica proceder como si la compactación fuese un fin en sí misma, independiente de las características de la estructura por construir, y no solo un medio para lograr las propiedades mecánicas adecuadas, como lo sabían ya los primeros constructores de presas.

Actualmente aún persiste la idea de que la compactación consiste en: "incrementar el peso volumétrico del material por medios mecánicos y que a mayor peso volumétrico mejor obra se está ejecutando".

Esto desde luego en términos generales no es cierto ya que dentro del comportamiento mecánico de los suelos intervienen otras variables como se comentará más adelante.

Una definición que considera a la compactación como un medio para alcanzar el objetivo principal de los antiguos constructores es la siguiente:

"Compactación es el proceso, por medios artificiales, por el cual se pretende obtener mejores características en los suelos, de tal manera que la obra resulte duradera y cumpla con el objetivo para el que fué proyectada".

Las características que se pretende mejorar con la compactación son:

- a). - Resistencia.
- b). - Compresibilidad.
- c). - Relación esfuerzo-deformación.

- d).- Permeabilidad
- e).- Flexibilidad.
- f).- Resistencia a la erosión

Las tres primeras son por lo general requeridas en cualquier obra, en obras se busca además una adecuada permeabilidad y una buena - flexibilidad. Y por último una consecuencia del proceso de compactación es favorecer la resistencia a la erosión del suelo compactado.

Es importante anotar que en cada caso particular la relación entre estas características es diferente, por lo que propiedades que son deseables en una obra pueden ser menos importantes en otra. Por lo tanto se puede decir que el obtener una buena compactación implica la obtención de la relación idónea de las características antes anotadas en el suelo - procesado.

EFFECTOS DE LOS DIFERENTES FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA COMPACTACION

1).- Efectos del contenido de agua.

a).- En el peso volumétrico seco.

Es un hecho empírico que la eficiencia de cualquier proceso de compactación depende del contenido de agua del suelo. La forma de dicha dependencia es la mostrada por cualquiera de las curvas experimentales  $V_s$ .

El peso volumétrico seco resultante de la compactación -- es tanto mayor cuanto menor es la diferencia entre el contenido de agua de compactación y el contenido de agua óptimo, y alcanza un máximo para dicho óptimo.

b).- En el grado de saturación.

El efecto del contenido de agua en el grado de saturación  $G_w$  de un suelo compactado también puede verse de inmediato en el diagrama  $V_s$  vs.  $W$  para cualquier par de valores y  $W$ ,  $G_w$  puede calcularse mediante la expresión.

$$GW(\%) = W (\%) Y_d/Y_w + Y_d/s_s (100)$$

en que  $Y_w$  es el peso volumétrico del agua y  $s_s$  la densidad de los sólidos. La misma ecuación permite dibujar las curvas de  $G_w$  constante que se muestra en la fig. 8.12, siendo constantes las otras  $W$  condiciones.

Se ve que el grado de saturación disminuye rápidamente al disminuir el contenido de agua por debajo del óptimo, y que el grado de saturación de muestras compactadas con contenido de agua superior al óptimo es casi constante y relativamente alto.

2).- Efectos de la energía de compactación.

a).- En el peso volumétrico seco.

La fig. 8.12 muestra un conjunto de curvas de compactación de un mismo suelo con el mismo procedimiento pero diferentes energías de compactación. Se ve al aumentar la energía de compactación que las curvas se - -

desplazan hacia arriba y hacia la izquierda, es decir, aumenta el peso volumétrico seco máximo y disminuye el contenido de agua óptimo. Puede observarse también que el incremento de peso volumétrico seco que se logra con cierto aumento en la energía de compactación es tanto mayor cuanto menor sea el contenido de agua del suelo, de modo que cualquier incremento de energía aplicado a un suelo con contenido de agua superior al óptimo se "gasta" en deformar angularmente, pero no en reducir el volumen del suelo. Esto se debe a que un suelo con contenido de agua superior al óptimo es más deformable y su fase fluida menor compresible (por su bajo contenido de aire).

b).- En el grado de saturación.

Como el proceso de compactación en suelos finos (poco permeables) se realiza a contenido de agua constante, todo aumento de peso volumétrico seco logrado por incremento de la energía de compactación da lugar a un aumento bien determinado del grado de saturación. Por tanto un suelo compactado con cierto contenido de agua resultará con un grado de saturación tanto más alto cuando mayor sea la energía empleada en la compactación, excepto para contenidos de agua superiores al óptimo, para los que todo intento de compactación adicional involucra un proceso muy ineficiente, por las razones señaladas en el párrafo anterior.

c).- En la estructura:

Toda energía aplicada a un suelo durante la compactación se gasta en 1) reducir su volumen, 2) inducirle deformaciones angulares. Por tanto el grado de orientación adicional de las partículas de un suelo arcilloso, inducido por un incremento en la energía de compactación es una función creciente del contenido de agua. Por lo señalado en los dos párrafos anteriores, si el contenido de agua de compactación es superior al óptimo, toda la energía adicional aplicada será empleada en acercar la estructura del suelo a la condición extrema a) de la fig. 8.11.

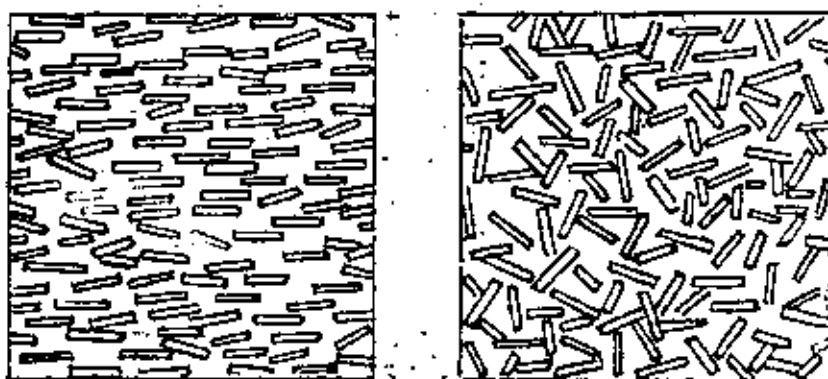


fig. 8.11 Estructuras extremas de un suelo arcilloso: a) alto grado de orientación de partículas. b) bajo grado de orientación de partículas.

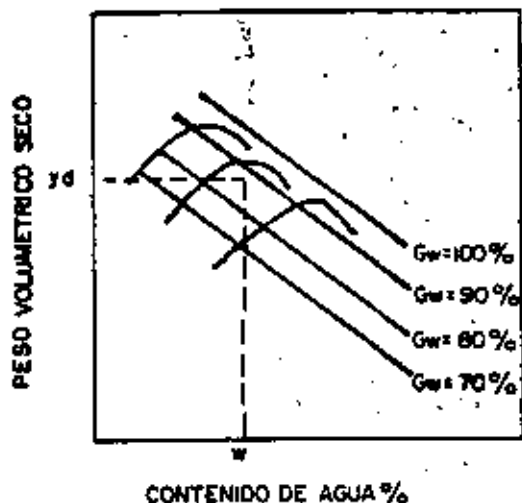


fig. 8.12 Curva  $Y_d$  vs.  $W$  con curvas  $G_w = 100\%$   
90% 80% y 70%

3.- Efectos del método de compactación.

Al tratar de métodos de compactación diferentes no es posible hacer comparaciones a igual energía de compactación, a causa de los factores imponderables que influyen en la eficiencia del proceso de compactación y en la magnitud misma de la energía aplicada al suelo. Interesa sin embargo, saber cuál es la diferencia resultante de compactar un mismo suelo a  $W$  y  $d$  dados por dos procedimientos diferentes. En tales condiciones, cualquier diferencia de propiedades solo puede deberse a una diferencia en la magnitud de las deformaciones angulares inducidas por el método de compactación.

Por tanto, a igualdad de  $W$  y de  $d$ , el máximo grado de orientación de las partículas se lograría, en el laboratorio, mediante compactación por amasado y el mínimo por compactación estática; la compactación por impactos daría resultados intermedios. En el campo, la compactación con rodillo pata-de-cabra produce un grado de orientación de partículas ligeramente mayor que el rodillo neumático.

Por otra parte, una diferencia muy conocida entre los resultados de las pruebas de compactación por amasado y por impactos en el laboratorio es que el lugar geométrico de los óptimos corresponde a grados de saturación mayores en la primera que en la segunda prueba mencionada.

El orden de magnitud de dicha diferencia para una arcilla arenosa bien graduada y poco plástica es menor que para suelos más plásticos.

4).- Efectos de la fracción gruesa.

El efecto principal de la fracción gruesa de un suelo en los resultados de la compactación se manifiesta principalmente en el peso volumétrico seco. En el efecto de la fracción gruesa en el peso volumétrico seco máximo de una mezcla bien graduada de arcilla, arena y grava, se ve

que el peso volumétrico seco máximo aumenta y hasta cierto límite al -- aumentar de porcentaje de fracción gruesa, para después decrecer. Puede decirse que mientras la fracción fina constituye una matriz dentro de la cual las partículas gruesas no establecen cadenas continuas, el peso volumétrico seco máximo aumenta con el porcentaje de gruesos, ocurriendo lo contrario a partir del momento en que la fracción gruesa forma una estructura continua.

Si a contenido de gruesos constante, se cambia la granulometría de la fracción gruesa, el peso volumétrico seco máximo aumenta sistemáticamente al mejorar la distribución granulométrica de la fracción gruesa. Por esta razón es inadecuado el procedimiento de compactación de laboratorio en el que la fracción retenida en cierta malla (generalmente la de 3/4") se sustituye por el mismo peso de material que pasa por aquella malla y es retenido en la No. 4. Los resultados de la compactación por tal método obviamente no son aplicables a la verificación de la compactación de campo.

El efecto de la fracción gruesa en la posición de la curva de óptimos es muy pequeño. De su influencia en la estructura no tienen evidencias claras; pero cabe esperar que no sea muy importante.

#### COMPACTACION DE PROYECTO

El requisito de compactación se fija básicamente buscando el balance óptimo de las siguientes propiedades:

- 1).- Homogeneidad.
- 2).- Características favorables de permeabilidad.
- 3).- Baja compresibilidad para evitar al desarrollo de presiones de poro excesivas o deformaciones inaceptables. Este requisito es más importante a mayor altura del terraplén.
- 4).- Razonable resistencia al esfuerzo cortante.
- 5).- Permanencia de las propiedades mecánicas en condiciones de saturación.
- 6).- Flexibilidad, para soportar asentamientos diferenciales sin agrietamiento.

El cumplimiento de la condición 1 depende sólo del equipo de compactación que se use y del buen control del proceso. El conjunto de los requisitos 3 y 4 es conflictivo con los 5 y 6 y frecuentemente con el 2.

Dados el suelo y la energía de compactación de campo, la mejor solución al conflicto es la compactación con un contenido de agua muy próximo al óptimo de campo. Cuando uno de los grupos de requisitos en conflicto se considera más importante que el otro, debe modificarse en el sentido que convenga la especificación del contenido de agua de compactación por ejemplo, si las condiciones 3 y 4 se consideran de mayor interés que las 5 y 6, debe especificarse un contenido de agua menor que el óptimo, y mayor, en caso contrario.

La condición 5 pueda investigarse mediante pruebas de consolidación en que la muestra se someta a saturación bajo diversas cargas, así se llegará a un valor mínimo aceptable del contenido de agua de compactación.

Para estimar el máximo contenido de agua de compactación aceptable desde el punto de vista de las condiciones 4 y 5 se pueden realizar pruebas triaxiales sin consolidación ni drenaje, con mediación de los coeficientes de presión de poro A y B. El contenido de agua mínimo necesario para satisfacer la condición 6 sólo se puede estimar cualitativamente, pues por ahora no hay disponible ninguna correlación entre el comportamiento probable del prototipo y las propiedades esfuerzo-deformación de los suelos.

Al especificar el mínimo peso volumétrico seco debe considerarse sobre todo la experiencia acumulada en la construcción de obras similares.

En rigor el requisito de compactación se fija en términos del equipo que se vaya a usar, del resultado que se espera obtener o por una combinación de ambas cosas. La formulación de un requisito adecuado requiere un conocimiento detallado de la sensibilidad del suelo compactado, a todas las variables de importancia en el proceso de compactación; de éstas, el contenido de agua es probablemente lo que más influye. Muchas veces en el requisito de compactación se omite toda referencia al contenido de agua y entonces tal especificación puede cumplirse con un amplio intervalo de contenidos de agua, ajustando el tipo de equipo y su modo de empleo. Pero en tal caso, el suelo que se compacte puede tener también una amplia variedad de comportamientos, independientemente de que se alcance el mismo peso volumétrico seco.

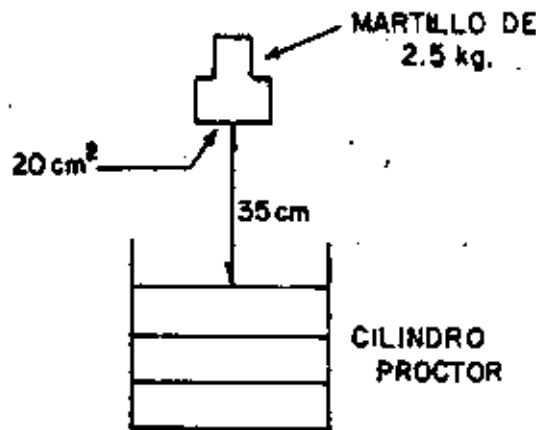
#### PRUEBAS DE LA COMPACTACION

En la construcción de terraplenas sería ideal poder medir la resistencia del suelo para determinar cuando se ha alcanzado la resistencia necesaria, pero el equipo para medir esta resistencia (especialmente a esfuerzos de compresión y cortante) es difícil de manejar, es caro y no es aplicable a todos los suelos.

R.R. Proctor estableció que hay una correspondencia entre el peso volumétrico seco de un suelo compactado y su resistencia. El equipo para hacer pruebas de compactación en la obra es un equipo económico y sencillo. Proctor estableció una prueba que consiste en:

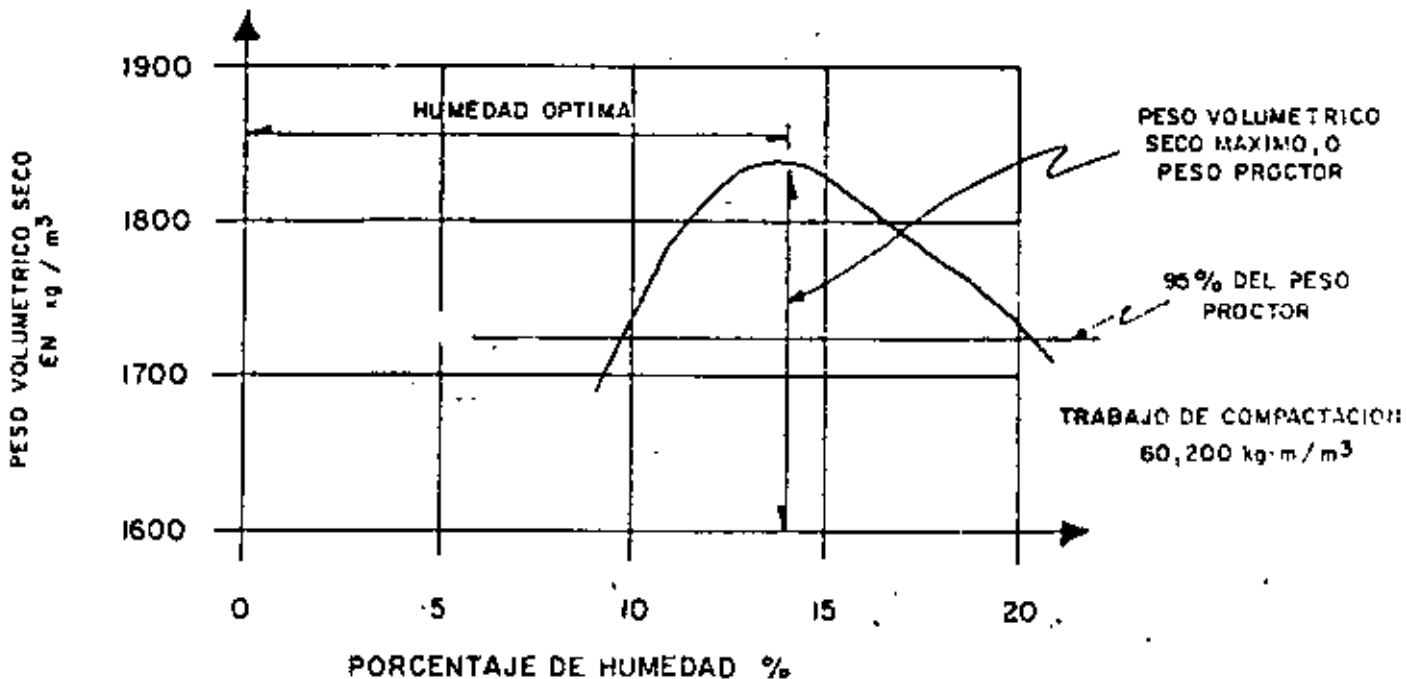
- 1).- Se toma una muestra representativa del suelo a compactar, de humedad conocida.
- 2).- Se toma un cilindro de 4" de diámetro x 4½ de altura, se llena en tres capas aproximadamente iguales con material de prueba.
- 3).- Cada capa se compacta con 25 golpes de un martillo de 2.5 kg. con un área de contacto de 20 cm<sup>2</sup>, el que se deja caer de 35 cms. de altura. Todo esto con el objeto de siempre dar al material la misma energía de compactación.





- 4).- Se pesa el material y como el volumen es conocido se calcula el peso volumétrico húmedo, simplemente dividiendo el peso del material entre su volumen. Como la humedad es conocida, se resta el peso del agua y se obtiene el peso volumétrico seco para esa humedad.
- 5).- Se repite la prueba varias veces, variando cada vez el grado de humedad, con lo que se obtienen pares de valores Humedad-Peso volumétrico seco.

Con estos pares de valores se dibuja una gráfica:



Puede observarse que hay un cierto contenido de humedad para el cual el peso volumétrico es máximo, este peso se conoce como: "Peso volumétrico seco máximo" (P.V.S.M.), 6 peso Proctor, y el contenido de humedad como humedad óptima.

El diseñador entonces especifica el porcentaje del peso proctor que debe obtenerse en la construcción del terraplén y la humedad óptima.

Por ejemplo: si el proyectista especifica 95% Proctor en el caso de la gráfica, tenemos P.V.S.M. = 1820 kg/M<sup>3</sup>

$$95\% \text{ de P.V.S.M.} = 0.95 \times 1820 = 1729 \text{ kg/M}^3.$$

Es decir el constructor debe obtener un peso volumétrico seco de 1729 kg/M<sup>3</sup> en ese material.

Debe hacerse notar que con un trabajo de compactación de 60,200 kg. m/m<sup>3</sup>, sería imposible obtener el 95% proctor si el contenido de humedad estuviera abajo del 10% o arriba del 21%.

La razón de la existencia de un peso volumétrico máximo es que en todos los suelos, al incrementarse su humedad, se les proporciona un medio lubricante entre sus partículas, que permite un cierto acomodo de estas cuando se sujetan a un cierto trabajo de compactación. Si se sigue aumentando la humedad, con el mismo trabajo de compactación, se llega a obtener un mejor acomodo de sus partículas y en consecuencia un mayor peso volumétrico, si se aumenta la humedad todavía, el agua empieza a ocupar el espacio que debería ocupar las partículas del suelo y por lo tanto comienza a bajar el peso volumétrico del material, para el mismo trabajo de compactación.

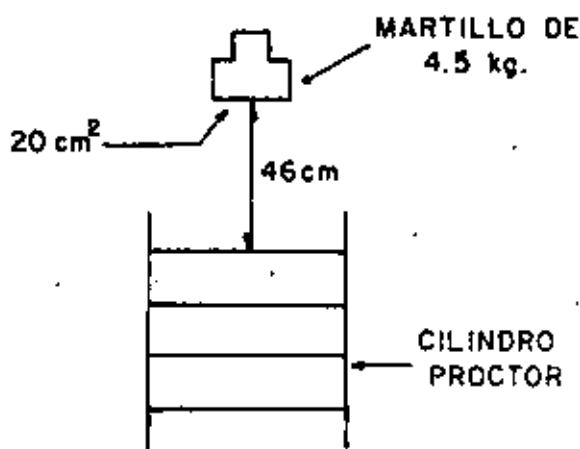
Por lo tanto, si se aumenta o disminuye la humedad será necesario aumentar el trabajo del equipo de compactación, lo que, en general no es económico. En caso de bajar la humedad el aumento de  $c$  puede provocar ruptura de partículas en suelos granulares, y en caso de aumentar la humedad el aumento de  $c$  puede dar  $d$ , superior al estandar con otras características distintas del supuesto por el proyecto.

#### PRUEBA PROCTOR MODIFICADA

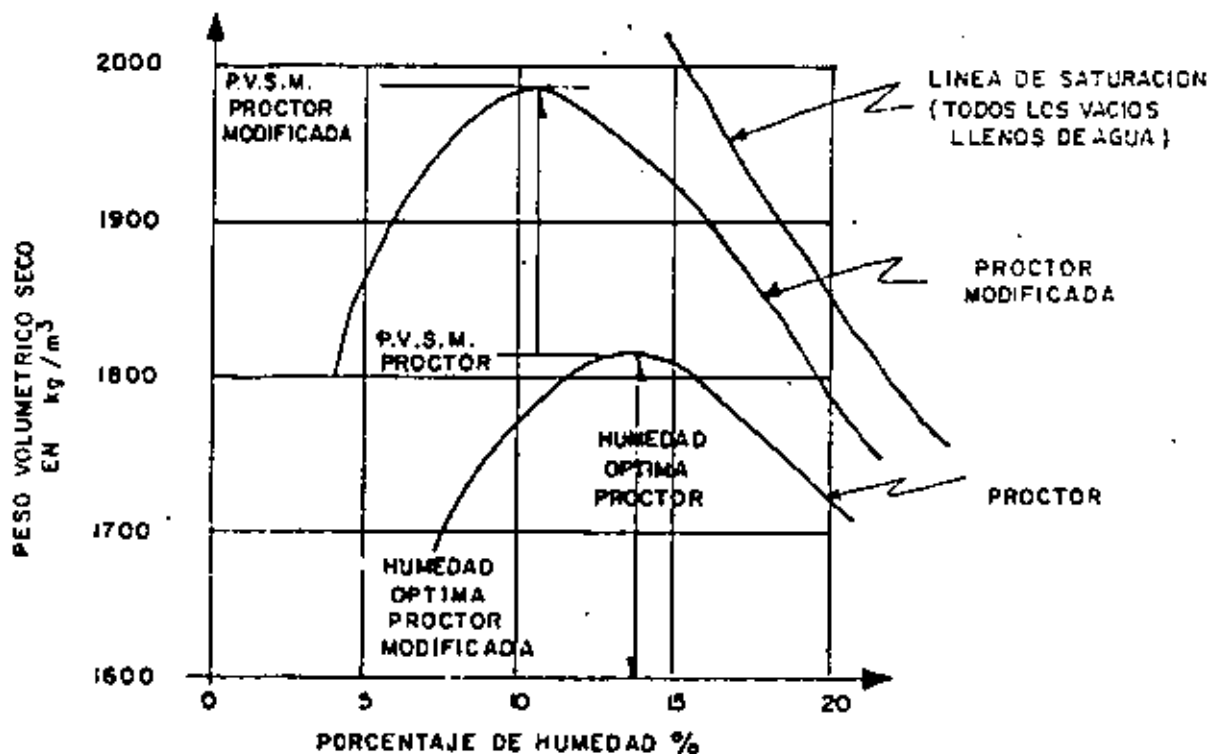
Conforme fueron aumentando las cargas sobre las terracerías por el uso de camiones y aeroplanos cada vez más pesados, se vió la necesidad de desarrollar mayores densidades y resistencias en muchos materiales usando mayor trabajo de compactación. Por esta razón se desarrolló la prueba Proctor modificada.

Para esta prueba se usa el mismo cilindro proctor, pero el material se compacta en 5 capas con un martillo de 4.5 kg. y cayendo de una altura de 46 cms. dando 25 golpes por capa, el trabajo de compactación se incrementa de 60,200 kg.m/m<sup>3</sup> a 297,500 g.m/m<sup>3</sup>.

En todos los aspectos las dos pruebas son semejantes, únicamente el trabajo de compactación se ha incrementado aproximadamente 4.5 veces.



La gráfica siguiente es un ejemplo de la prueba proctor y la prueba proctor modificada efectuadas en el mismo material.



Observese que en esta gráfica aunque el trabajo de compactación se ha incrementado 4.5 veces, la densidad solamente se incrementó 9% y que la humedad óptima disminuyó 3%. Esto último es invariablemente cierto.

PRUEBA PORTER

La prueba Proctor modificada ha dado muy buen resultado en suelos cuyos tamaños máximos son de 10 mm. (3/8"); en suelos con partículas mayores, el golpe del martillo no resulta uniforme y por lo tanto la prueba puede variar de resultados en un mismo material.

Para obviar esta dificultad se ideó la prueba Porter que consiste en lo siguiente:

- 1).- Se toma una muestra del material a probar y se seca.
- 2).- Se pasa por la malla de 25 mm. (1") y se determina el porcentaje en peso retenido en la malla, si el porcentaje es menor del 15% se usará para la prueba el material que pasó la malla. Si el porcentaje retenido es mayor del 15% se prepara del material original una muestra que pase la malla de 1" y que sea retenida en la malla No. 4, de esta muestra se pesa un tanto igual al peso del retenido el que se agrega al material que pasó la malla de 1"; con este nuevo material se procede a la prueba.
- 3).- A 4 kg. de la muestra así preparada se le incorpora una cantidad de agua conocida y se homogeniza con el material..
- 4).- Con este material se llena en tres capas, un molde metálico de 6" de diámetro por 8" de altura con el fondo perforado. Cada capa se pica 25 veces con una varilla de 5/8" (1-9 cms) de diámetro por 30 cms. de longitud con punta de bala.
- 5).- Sobre la última capa se coloca, una placa circular ligeramente menor que el diámetro interior del cilindro, y se mete el molde en una prensa de 30 tons.
- 6).- Se aplica la carga gradualmente de tal manera que en cinco minutos se alcance una presión de 140.6 kg/cm<sup>2</sup>., la cual debe mantenerse durante un minuto, e inmediatamente se descarga en forma gradual durante un minuto.

Si al llegar a la carga máxima no se humedece la base del molde, la humedad ensayada es inferior a la óptima.

- 7).- Se prosigue por tantos hasta que la base del molde se humedezca al alcanzar la carga máxima. La humedad de ésta prueba es la humedad óptima. Se determina entonces el peso volumétrico seco de la muestra dentro del cilindro, a este peso se le conoce como el "Peso Volumétrico Seco Máximo Porter", y que será el peso comparativo para el trabajo de campo.

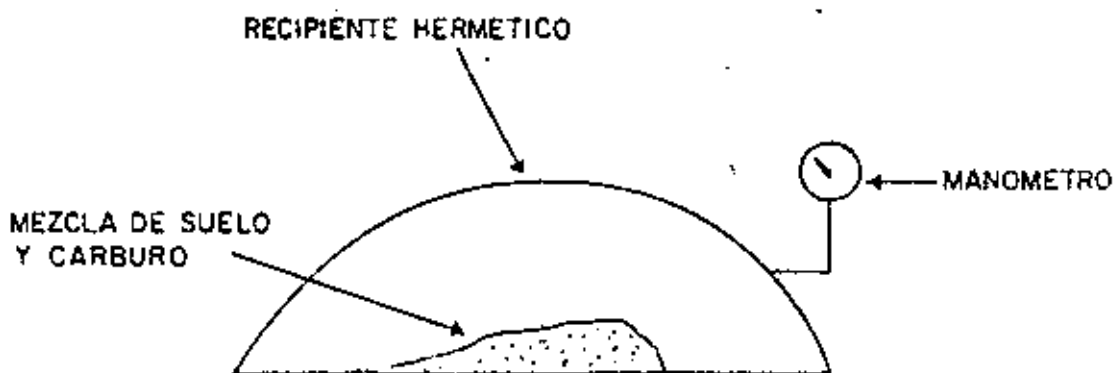
Por ejemplo si en la prueba Porter obtuvimos un "Peso Volumétrico Seco Máximo" de 2.000 kg/M<sup>3</sup> y el diseñador ha pedido el 95% Porter, entonces tendremos que alcanzar un peso volumétrico seco de  $0.95 \times 2.000 = 1.900$  kg/M<sup>3</sup>.

MÉTODOS DE CONTROL

Para medir en la obra si se ha alcanzado el peso volumétrico especificado hay dos métodos principales:

- a).- Medida física de peso y volumen
- b).- Mediciones nucleares.

En cualquiera de los métodos existentes el principal problema radia en la determinación de la humedad para poder calcular el peso volumétrico seco en función del peso volumétrico húmedo que es el que se obtiene en las pruebas de campo. Normalmente se calienta una parte del material hasta secarlo y por diferencia se obtiene la humedad, pero este método es lento y peligroso porque en algunos suelos se altera el peso volumétrico con el calentamiento, debido a la evaporación de partes orgánicas principalmente. Nunca debe llegarse a la calcinación que también puede alterar el peso volumétrico. Para evitar esto se han desarrollado - - - últimamente algunos métodos entre los que destaca principalmente el denominado "Speedy", que consiste en colocar un peso conocido de suelo resacaclado con carburo de calcio dentro de un recipiente hermético provisto de un manómetro. El carburo reacciona con la humedad del suelo, produciendo acetileno y por lo tanto una presión que es registrada en el manómetro el que se puede inclusive graduar en gramos de agua, determinándose rápidamente de esta manera el porcentaje de humedad.



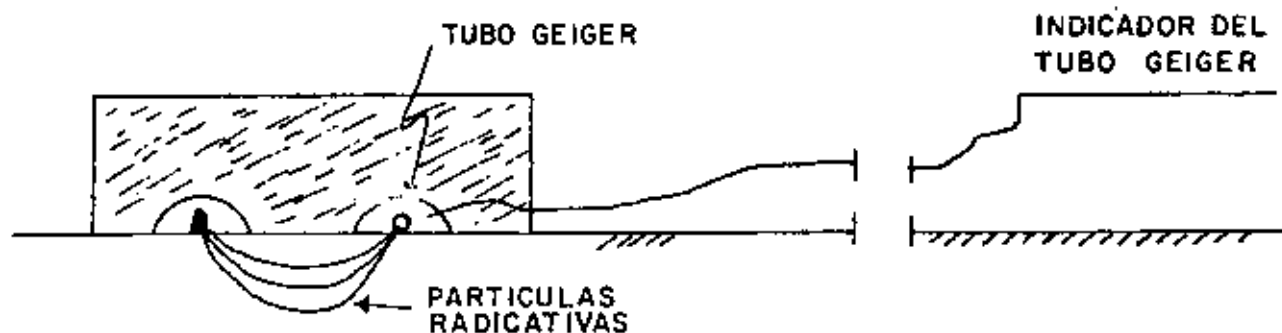
Veamos ahora los dos métodos mencionados anteriormente para hacer las determinaciones.

La primera es la más exacta y consiste en:

- 1).- Se excava un agujero de 10 a 15 cms. de diámetro a la misma profundidad de la capa por probar.
- 2).- El material excavado es cuidadosamente recogido y pesado. Se seca para determinar la humedad y el peso volumétrico seco.
- 3).- El volumen del agujero es medido. El método usado generalmente es llenándolo con una arena de peso volumétrico constante que se tiene en un recipiente graduado.
- 4).- Conocidos el peso seco de la muestra y el volumen del agujero, se calcula el peso volumétrico de la muestra, que debe ser igual o mayor que el peso volumétrico seco especificado.

### PRUEBA DE MEDICION NUCLEAR

Para evitar el tiempo y costo que significa la prueba anterior se han ideado varios métodos, uno de ellos es el Método nuclear, que consiste en un bloque de plomo que contiene un isótopo radiactivo y un tubo geiger.



El bloque de plomo se coloca sobre la capa a probar, el número de partículas que llegan al tubo Geiger están en función de la masa del material que tienen que atravesar, es decir, es función del peso volumétrico, entonces la medida del indicador debe compararse con otra medida hecha en una capa que tenga el peso volumétrico especificado.

Estos aparatos necesitan frecuentemente calibración, no siempre hay una indicación clara cuando el aparato no funciona bien y su exactitud varía con el tipo de suelo.

Estas desventajas sin embargo son despreciadas por los constructores en grandes trabajos de terracerías, pues el aparato le permite asegurar que una cierta capa ha sido compactada, prosiguiendo el trabajo de inmediato con la siguiente capa.

Tres o cuatro pasadas del equipo de compactación con frecuencia hacen llegar el material cerca del peso volumétrico especificado, tendiendo y compactando la siguiente capa se pueda alcanzar la compactación especificada debido al esfuerzo de compactación que se transmite a través de la capa superior. Haciendo las pruebas en la 2a. capa de arriba hacia abajo se pueden evitar pasadas innecesarias.

COMPACTACION Y COMPACTADORES.

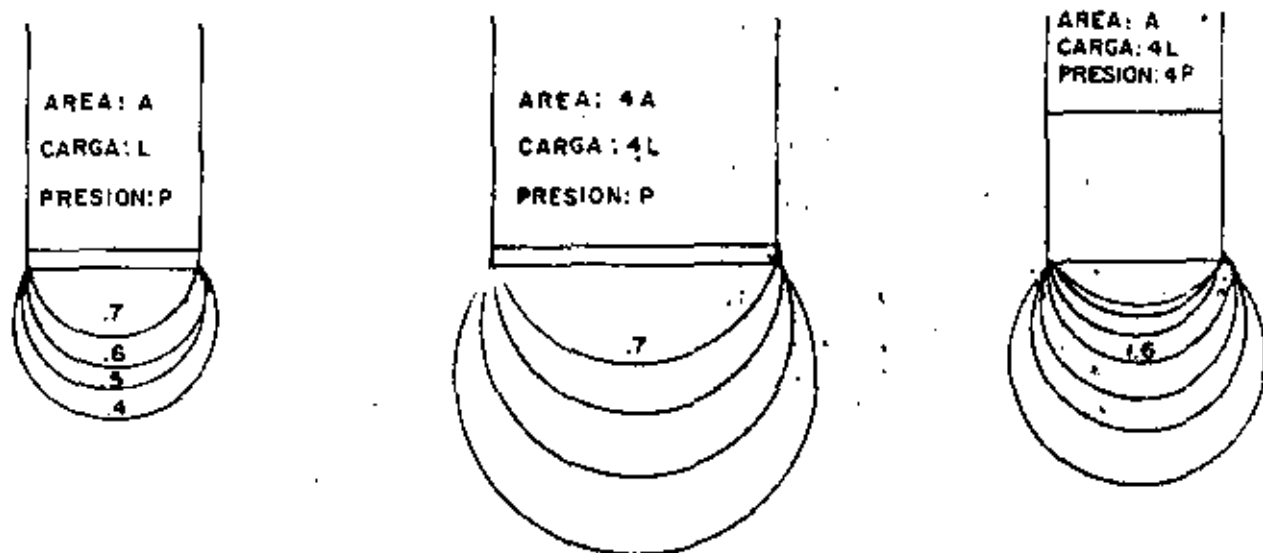
Los esfuerzos mecánicos empleados en la compactación, son una combinación de uno o más de los siguientes efectos:

- 1).- Presión: La aplicación de una fuerza por unidad de área.
- 2).- Impacto: golpeo con una carga de corta duración, alta amplitud y baja frecuencia.
- 3).- Vibración: golpeo con una carga de corta duración, alta frecuencia y baja amplitud.
- 4).- Manipulación: Acción de amasado, reorientación de partículas -- próximas, causando una reducción de vacíos.

De hecho, los cuatro son métodos de aplicar esfuerzos sobre un vacío.

Consideramos una placa rígida, circular de área "A", colocada sobre un suelo, a la que se aplica una carga L, dando una presión de contacto "p".

En el suelo se desarrollan presiones, si unimos los puntos de igual presión, obtendremos superficies llamadas bulbos de presión.



Obeérvase lo siguiente:

- 1).- Si aumenta el tamaño de la placa pero la presión permanece constante incrementando la carga, la profundidad del bulbo de presión aumenta.
- 2).- Si aumenta la presión y el área permanece constante: la profundidad del bulbo no aumenta significativamente, pero la presión y por lo tanto la energía de compactación, si aumenta.

Si consideramos un cierto equipo de compactación, trabajando capas de un determinado espesor.

De 1 y 2 se deduce que es necesario controlar el espesor de las capas para tener suficiente presión en el suelo para obtener la compactación deseada.

De 2 se deduce que no podemos aumentar significativamente el espesor de la capa de compactación simplemente lastrando excesivamente el equipo.

De 1 se deduce que para aumentar el espesor de la capa debemos cambiar el equipo por otro que tenga mayor superficie de contacto, aunque la presión permanezca constante.

La teoría de los bulbos de presión fué desarrollada por Boussinesq para un medio elástico. Para fines prácticos todos los suelos son plásticos y la teoría es razonablemente cierta aún para suelos granulares.

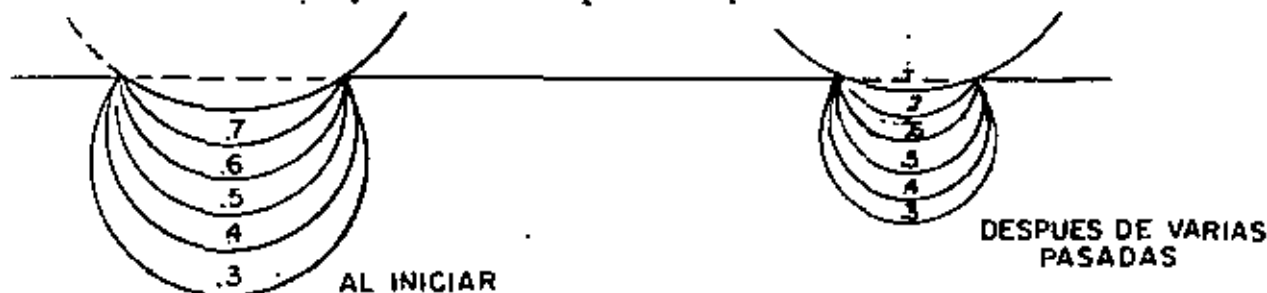
TIPOS DE COMPACTADORES.

Hay una gran variedad de equipos de compactación, describiremos sus características básicas:

1).- Rodillos Metálicos.

Un rodillo metálico utiliza solamente presión con un mínimo de manipulación en materiales plásticos.

Cuando estos rodillos inician la compactación de una capa el área de contacto es más o menos ar... y se forma un bulbo de presión de una cierta profundidad, conforme avanza la compactación, el ancho del área de contacto se reduce, y por lo tanto también se reduce la profundidad del bulbo de presión, aumentan los esfuerzos de compresión en la cercanía de la superficie. Estos son con frecuencia suficientes para triturar los agregados en materiales granulares, e invariablemente causan la formación de una costra en la superficie de la capa (encarpetamiento).





*Bulbos de presión bajo un rodillo metálico.*

Si a esto se agrega la costumbre de hacer riegos adicionales durante la compactación, para compensar la evaporación, en una capa en donde la penetración del agua es difícil por la misma compactación del material llegamos a un estado de estratificación de la humedad, en este momento la formación de la costra es inevitable.

También es costumbre más o menos generalizada, el sobre lastrar estos equipos, con un doble efecto negativo:

a).- El incremento de energía de compactación.

b).- La reducción del contenido de humedad.

De acuerdo con el comportamiento del suelo para estos cambios, deben esperarse altísimos pasos volumétricos que se aprecian como encarpetamientos con los defectos conocidos para esta condición.

2).- Rodillos pata de cabra.

Consisten en cilindros dentados con diferentes diseños de "pata". Ver fig. 8.5, trabajan en forma eficiente en materiales cohesivos y se dice -- que compactan de abajo hacia arriba, ya que al comenzar a transitar sobre el material suelto depositado, se hundían aplicando todo el peso en los niveles inferiores de la capa. Así al aplicar varias pasadas van aflorando porque el incremento de compactación permite que el equipo sea soportado por la capa, para el compactador la última fracción de capa queda generalmente suelta y pasa a formar parte del espesor de la capa siguiente. Con lo anterior se consigue:

a).- Una compactación uniforme.

b).- Una integración entre las capas compactadas, evitando estratificaciones indeseables.

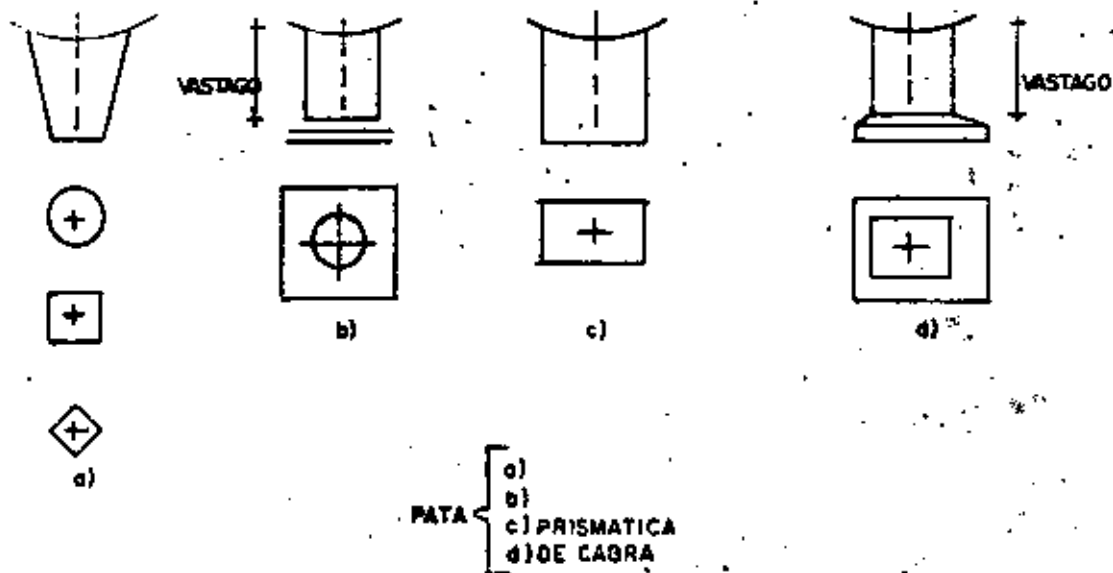


Fig. 8.5 Tipos usuales de patas de rodillos pata de cabra.

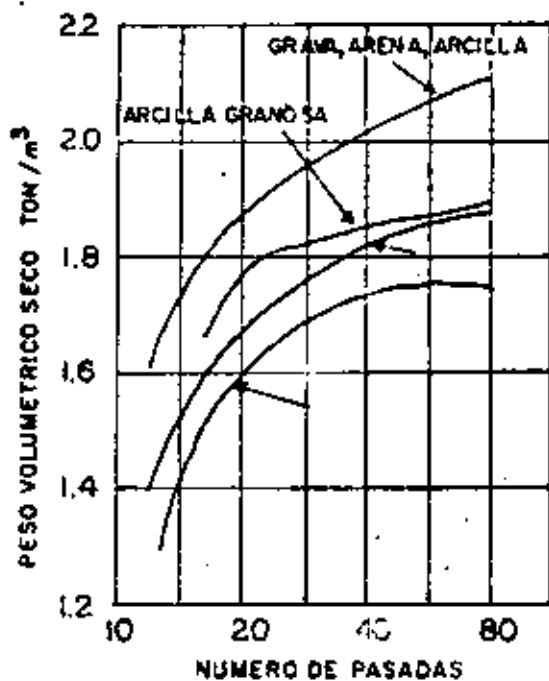


Fig. 8.6 Compactación con rodillo pata de cabra del número de pasadas en el grado de compactación de diversos suelos.

El número de pasadas, el tipo de material y el área de la pata, influye en el peso volumétrico obtenido así como en el contenido de humedad del material. (ver figura 8.6 (arriba) y 8.7 en la hoja siguiente).

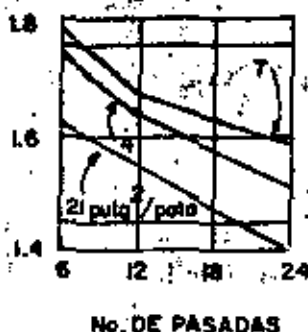
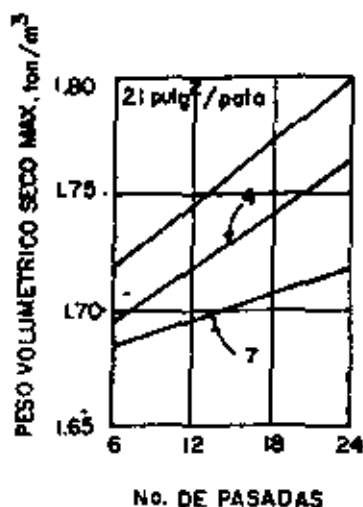


Fig. 8.7 - Compactación con rodillo pata de cabra: efecto del área de contacto de las patas en el peso volumétrico seco y en el contenido de agua óptimo de campo.

### 3).- Rodillos de Reja.

Este compactador fue desarrollado originalmente para disgregar y compactar rocas poco resistentes a la compresión, como rocas sedimentarias y algunas metamórficas, para hacer caminos de penetración transitables todo el año.

El rodillo transita sobre la roca suelta sobre el camino, rompiéndola y produciendo finos que llenan los vacíos formando una superficie suelta y estable. Como una gata la roca que se pueda escarificar también se puede disgregar.

Al ser usado este equipo se encontró que era capaz de compactar a alta velocidad una gran variedad de suelos. Los puntos altos de la reja producen efectos de impacto, y cuando es remolcado a alta velocidad, produce efecto de vibración, efecto en materiales granulares. El perfil alternado alto y bajo de la rejilla produce efecto de manipulación por lo que este rodillo también es eficiente en materiales plásticos. Desafortunadamente, como los materiales plásticos suelen ser pegajosos, se atascan de material los huscos de la reja y se reduce la eficiencia.

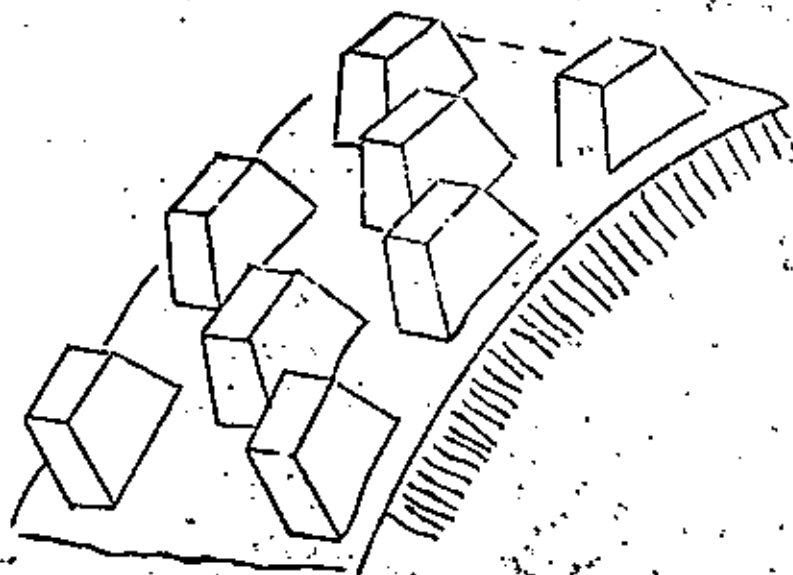


Configuración de la reja.

Estos rodillos, debido a su misma configuración no pueden dejar una superficie tersa como ser una base de una carretera.

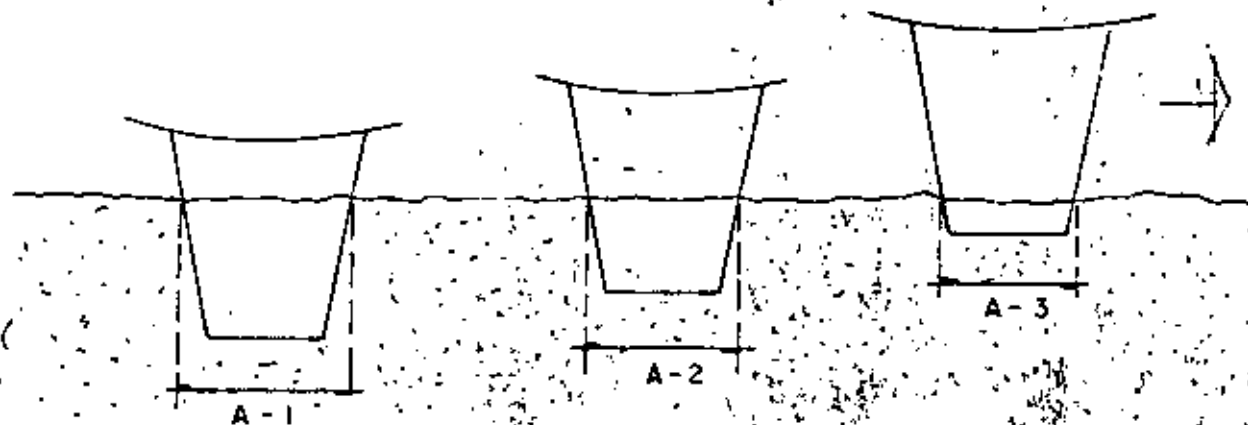
4).- Rodillo de Impacto (Tamping Roller).

A causa de los problemas de limpieza del rodillo de reja, se diseñó un nuevo rodillo usando los mismos principios: el rodillo de impacto, -- este es un rodillo metálico, al que se han fijado uñas saliendo en forma aproximada de una pirámide rectangular truncada.



Sección de un rodillo de impacto, mostrando la distribución y forma de las pirámides.

Estas pirámides no son de la misma altura pues hay unas más altas que otras, siguiendo el modelo de puntos altos y bajos del rodillo de reja, esto le da las mismas ventajas, pudiéndose limpiar fácilmente por medio de dientes sujetos al marco.



El diseño contempla una fácil entrada y salida de la capa, lo que disminuye la resistencia al rodamiento.

Estos rodillos han probado ser muy eficientes y eliminan estratificación en los terraplenes, esto es importante en corazones impermeables de presas.

Cuando un rodillo de impacto empieza una nueva capa, que no sea mayor de 30 cm. los bulbos de presión y las ondas de impacto proveen suficiente manipulación con la capa inferior para eliminar la estratificación que ocurre en cualquier otro compactador excepto la pata de cabra.

El rodillo de impacto ha probado ser uno de los más versátiles y económicos compactadores en terracerías, capaz de compactar eficientemente la mayor parte de los suelos.

#### 5).- Rodillos vibratorios.

Estos rodillos funcionan disminuyendo temporalmente la fricción interna del suelo. Como en los suelos granulares (gravas y arenas) su resistencia depende principalmente de la fricción interna (en los suelos plásticos depende de la cohesión), la eficiencia de estos rodillos está casi limitada a suelos granulares.

La vibración provoca un reacomodo de las partículas del suelo que resulta en un incremento del peso volumétrico, pudiendo alcanzar espesores grandes de la capa (0.80 m.).

Estos rodillos pueden producir un gran trabajo de compactación en relación a su peso estático ya que la principal fuente de trabajo es la fuerza dinámica de compactación.

Buscando extender estas ventajas a suelos cohesivos se han desarrollado rodillos de impacto (Tamping Roller) vibratorios, en que la fuerza y la amplitud de la vibración se han aumentado.

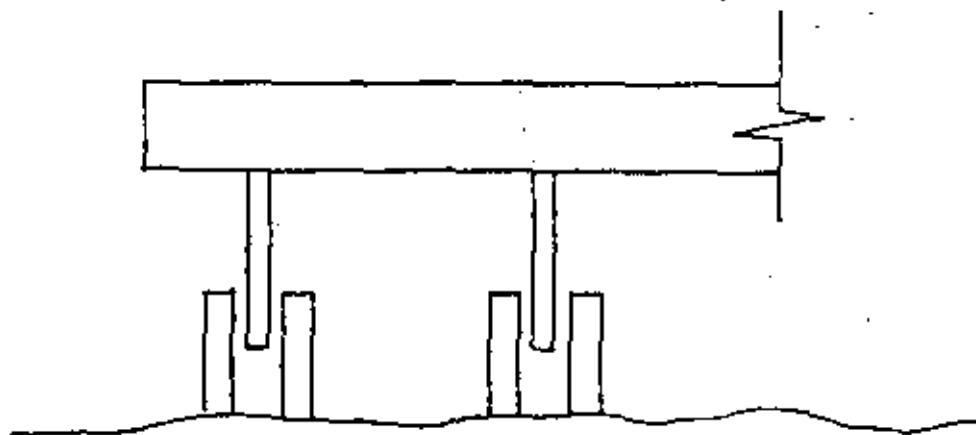
Con el mismo objeto se han acoplado dos rodillos vibratorios, "fuera de fase" a un marco rígido para obtener efecto de manipulación.

Estos rodillos se clasifican por su tamaño, pequeños hasta 9.000 kg. de fuerza dinámica y grandes de más de 9.000 pudiendo llegar hasta 20.000 kg. o más. Los grandes pueden llegar a sobreesforzar suelos débiles por lo que haya que manejarlos con cuidado.

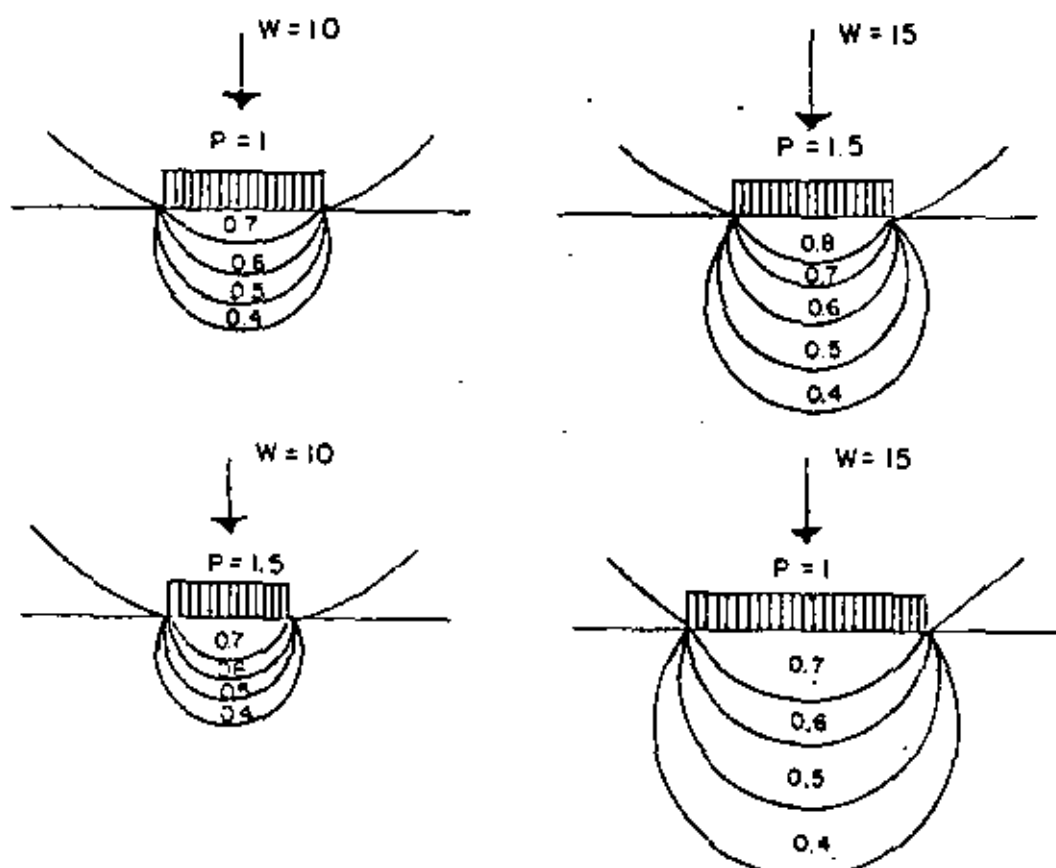
Todos los vibradores deben de manejarse a velocidades de 2.5 a 6 km./h. velocidades mayores no incrementan la producción, y con frecuencia no se obtiene la compactación.

#### 6).- Rodillos Neumáticos.

Los rodillos neumáticos son muy eficientes y a menudo esenciales para la compactación de sub-bases, bases y carpetas, sus bulbos de presión son semejantes a los de los rodillos metálicos, pero el área de contacto permanece constante por lo que no se produce el efecto de reducción del bulbo. Por otra parte, el efecto de puenteo del rodillo metálico sobre zonas suaves, se elimina con llantas de suspensión independiente.



La presión de inflado es importante, pero está ligada íntimamente a la carga de la llanta si  $W$  es el peso del compactador y " $p$ " es la presión de contacto:



Podemos observar que si aumentamos el peso sin aumentar la presión, aumentamos la profundidad del bulbo, pero no aumentamos la presión, esto nos permitirá trabajar capas relativamente mayores, pero el aumento de eficiencia es casi nulo, y las llantas durarán menos pues estamos aumentando el trabajo de deformación de la llanta.

Si aumentamos la presión sin aumentar la carga disminuimos la profundidad del bulbo de presión, y podemos llegar a encarpetar la capa, - esto puede ser eficiente si la capa es delgada como suele serlo en bases y sub-bases.

Si aumentamos el peso y la presión, estamos aumentando la presión efectiva sobre la capa y por lo tanto el trabajo de compactación sobre la capa sin embargo esto nos pueda disminuir la vida útil de las llantas y del equipo.

En el concepto moderno de un compactador neumático la carga sobre la llanta y la presión de inflado, deben ser las adecuadas para dar la presión de contacto suficiente para ejercer el esfuerzo requerido de compactación (es aconsejable no alejarse mucho de las recomendaciones del fabricante).

Las presiones de inflado usuales son del orden de 50 psi en compactadores grandes (de 0 a 60 tons.).

La presión de inflado no es igual a la de contacto ya que interviene (en mucho) la rigidez de la llanta inflada.

Los rodillos de neumáticos grandes proveen excelente manipulación en materiales cohesivos, con llantas grandes y cargas grandes son capaces de compactar capas gruesas (0.50 a 0.80 m.), sin embargo en materiales plásticos pueden causar excesivo desplazamiento del material superficial. Las llantas grandes tienen una cierta tendencia a rebotar con las desigualdades del terreno (desgaste).

El gran peso y la resistencia al rodamiento requieren grandes unidades tractoras, y sus velocidades de operación son bajas, resultando normalmente costos altos de compactación.

#### APLICACIONES

La selección del compactador más adecuado no siempre es sencilla, ya que depende de muchos factores: tipo de suelo, tipo de trabajo, método de movimiento de tierras, compatibilidad con equipo de otras actividades, -- compactadores disponibles, continuidad de trabajo. Al final se da una tabla de selección que se intenta como guía únicamente pero en la selección final deben hacerse intervenir, cuando menos, los factores arriba mencionados. Es frecuente la combinación de varios equipos que combinen los diferentes efectos de compactación.

#### 1). - Rodillos metálicos y neumáticos.

Eficientemente se aplican en carpetas, sub-bases, bases y acabados de terracerías. Se pueden usar en terraplenas a expensas de la economía. Se limitan a capas hasta de 0.15 m. excepto los neumáticos grandes, de más de 10 ton. por rueda que pueden compactar capas substancialmente más gruesas.

2).- Patas de Cabra.

Se usa solamente para compactación de suelos cohesivos, y en aquellos lugares en donde la estratificación no es permitida. Solo debe usarse si no hay un rodillo de impacto disponible.

3).- Rodillo de reja.

Tiene gran número de aplicaciones. Es particularmente efectivo en suelos granulares, su limitación en suelos plásticos es el congestionamiento de la reja. Compacta económicamente capas hasta de 0.20 m., en gravas y arenas de 0.50 m., en rellenos rocosos. Es un excelente disgregador llenando los huecos con los finos que produce el disgregado.

4).- Rodillos de impacto (Tamping Rollers).

Pueden compactar casi todos los suelos. No son muy efectivos en materiales muy sueltos como arenas de duna. Normalmente la capa económica es de 0.20 m. pero son capaces de compactar capas hasta de 0.30 m. y excepcionalmente de 0.50 m.

5).- Rodillos vibratorios.

Casi específicos en materiales granulares, donde son muy efectivos en capas de 0.20 a 0.60 m., dependiendo del material. Muy recomendables en bases, sub-bases y terracerías poco plásticas.

VELOCIDADES DE OPERACION

1).- Rodillos metálicos y patas de cabra.

Son lentos por naturaleza, entre más rápido mejor, limitado solo por la seguridad, 5 km/hr. es un buen máximo.

2).- Rodillos de reja y de impacto.

Entre más rápido mejor, limitado solo por la seguridad, normalmente de 10 a 20 km./Hr.

3).- Rodillos neumáticos.

Entre más rápido mejor, excepto que haya rebotes, lo que puede ocasionar ondulaciones de la capa y una compactación disparada. Velocidades muy bajas de 4 a 5 km/h.

4).- Rodillos vibratorios.

La máxima eficiencia se obtiene entre 3 y 5 km/hr., a velocidades más altas la eficiencia baja muy rápidamente, y se puede llegar a no obtener la compactación.



SELECCION DE COMPACTADORES

TIPO DE MATERIAL

TIPO DE MATERIAL		Redillo de rejilla	Redillo de impacto.	Pata de cabra	Redillo vibratorio.	Redillo metálico.	Redillo neumático.		
ACABADOS DE CAMINOS Y BASES Y SUB-BASES.	ACABADO DE SUPERFICIES ASFALTICAS							0	
	BASES ASFALTICAS							0	
	BASES GRANULARES					0		x	0
	SUB-BASES GRANULARES.					0		x	0
ROCAS	ROCA CON FINOS		0	0					
GRAVAS LIMPIAS	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos.	0	0		0			
	GP	Gravas mal graduadas, mezclas de gravas y arenas con poco o nada de fino.	0	0		0			
GRAVAS CON FINOS	GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo.	0	0		0	0		
	GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla.	0	0		0	0		
ARENAS LIMPIAS	SW	Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poco o nada de finos.	0	0		0			
	SP	Arenas mal graduadas, arenas con gravas con poco o nada de finos.	0			0			
ARENAS CON FINOS	SM	Arenas limosas, mezclas de arenas y limos.	0	0		0	x	0	
	SC	Arenas arcillosas, mezclas de arenas y arcilla	x	0		0	x	x	0
ARCILLAS Y LIMOS	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.	x	0		0		x	0
	CL	Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas c/arena, arc. limpias, arc. pobres.	x	0	0	x		x	0
	OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.	x	0	0	x		x	0
	MH	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, limos elásticos.		0	0	x		x	0
	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.		0	0	x			0
	OH	Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.		0	0	x			0
	Pt	Turbas y otros suelos altamente orgánicos							



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

CIMENTACIONES

ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO.

1982.

## INDICE

1. INTRODUCCION . . . . .	3
2. ANALISIS . . . . .	6
3. PROBLEMAS DE LOS PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS . . . . .	13
4. COMENTARIOS GENERALES . . . . .	16

## INTRODUCCION

Una cimentación es aquella parte de una estructura que está en contacto con el suelo, transmitiendo sus cargas.

Las cimentaciones pueden dividirse en dos grandes grupos:

### Cimentaciones superficiales

- . zapatas aisladas
- . zapatas corridas
- . retícula de zapatas
- . losas
- . cajones superficiales

### Cimentaciones profundas

- . cajones profundos
- . pilotes { fricción  
          punta
- . pilas
- . cajones + pilotes (mixta)
- . cilindros

Sin embargo pueden encontrarse cimentaciones especiales no clasificadas aquí, que a final de cuentas encuadrarían en alguna de ellas, i.e. los pilotes de control, entrelazados, etc.

La selección del tipo de cimentación obedece esencialmente a la capacidad de carga y a la deformabilidad del suelo, bajo las cargas impuestas. Interviene también la geometría de la estructura y el valor de las cargas que bajan a cimentación.

Ejemplifiquemos, para ver la secuencia de selección, el caso de que se tuviera una estructura ligera, con claros pequeños y localizada en alguna zona de alta compresibilidad y baja resistencia; probablemente pudiera cimentarse con zapatas aisladas, quizá ligadas con trabes entre éstas.

En caso de que no pasara por hundimientos (dominan el diseño en este caso) debería pensarse en aumentar el área de contacto para dis

minuir la presión, pasando a una solución de zapatas corridas, a una retícula de zapatas o bien a una losa de cimentación.

En caso de que la losa fuera insuficiente, esperándose aún hundimientos intolerables, tendría que pensarse en una cimentación parcialmente compensada (cajón de cimentación) o totalmente compensada. El pensar en esta solución implicaría aumento de carga por el peso del propio cajón.

A medida que el proyecto aumente sus cargas o sus claros podría llegar a pensarse en la necesidad de pilote: (de fricción o punta) o pilas.

Ahora bien si el suelo fuera más consistente y menos compresible (arcillas duras), más compacto (arenas compactas) o sumamente resistente y poco compresible (tepetates o roca) podría ser suficiente con una cimentación superficial a base de zapatas, corridas o aisladas.

Ustedes como constructores saben que otro aspecto importante es la economía, desde el punto de vista pesos y desde el punto de vista tiempo. Este aspecto, en algunos casos, implica escoger un tipo de cimentación específico, claro cumpliendo con lo ya mencionado de capacidad de carga y deformabilidad.

Entonces definido un proyecto podrá uno de antemano imaginarse algún tipo de cimentación, suponiendo ciertas características estratigráficas del subsuelo.

Por ejemplo me ha tocado trabajar con algunos estructuralistas que de antemano se inclinan por algún tipo de cimentación para un proyecto dado.

Enseguida, después de la definición del proyecto, habrá que programar una serie de trabajos de campo encaminados a determinar las características del suelo (de resistencia y compresibilidad) en el sitio de estudio. Si se trata de un sitio dentro de la zona urbana del Distrito Federal se podrán auxiliar con alguna referencia (1), (2) y (3), incluso si el sitio quedara dentro de la zona urbana de alguna de las principales ciudades del interior de la República podría recurrirse a publicaciones de la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos para imaginar el tipo de suelo que podríamos encontrar. En caso de no tener ninguna información será preciso visitar el sitio y tratar de imaginar, geológicamente, la formación de éste.

Bajo las bases anteriores habrían de proponerse cuando menos dos sondeos, uno de tipo exploratorio y otro mixto. El exploratorio será para determinar la estratigrafía del sitio y el mixto para extraer muestras de los estratos representativos cuyo comportamiento nos interese conocer.

El número de sondeos y profundidad de exploración será función de la importancia de la obra, en cuanto a transmisión de esfuerzos y en cuanto a inversión.

Determinadas las características estratigráficas y los índices de la exploración podremos determinar si se trata de un problema de capacidad de carga o de hundimientos.

- 
- (1) El Subsuelo de la Ciudad de México
  - (2) Va. Reunión Nacional de Mecánica de Suelos
  - (3) Publicación nueva de la Ciudad de México.

Definido el problema habrán de programarse pruebas de laboratorio para cuantificar los parámetros de resistencia y/o deformabilidad.

Una vez definidos los parámetros anteriores se entrará de lleno al análisis revisando desde una cimentación a base de zapatas aisladas hasta la más complicada que podamos imaginarnos. Se recomienda resolver las cimentaciones de la manera más sencilla y económica posible. Un índice económico es que si una solución de cimentación propuesta representa entre el 10 y 12% del costo total del proyecto es adecuada, desde el punto de vista económico (no olvidemos que habrá de revisarse que su comportamiento sea adecuado también).

2. ANALISIS

2.1 Capacidad de carga

a) Cimentaciones superficiales

Para el cálculo de la capacidad de carga de cimentaciones superficiales se utiliza generalmente la expresión de Terzaghi:

$$q_a = \frac{c N_c}{FS} + \gamma D_f N_q + 1/2 \gamma B N_\gamma$$

En el caso de que se trate de un suelo exclusivamente cohesivo se utiliza la expresión de Skempton:

$$q_a = \frac{c N_c}{FS} + \gamma D_f$$

Para ambos casos las literales significan los mismo:

- $q_a$  = presión de contacto admisible
- $c$  = cohesión media de los materiales afectados por la posible superficie de falla
- $N_c, N_q$  y  $N_\gamma$  = parámetros de capacidad de carga, función del ángulo de fricción interna ( $\phi$ ), ver figuras 1 y 2
- $\gamma$  = peso volumétrico del material que se desplazaría en el caso de la falla (el asociado a  $D_f$  sería el valor correspondiente al material ubicado arriba de la profundidad de desplante y el asociado a B, el del material afectado por abajo del cimbrado).
- $D_f$  = profundidad de desplante
- $B$  = ancho del cimbrado
- $FS$  = factor de seguridad

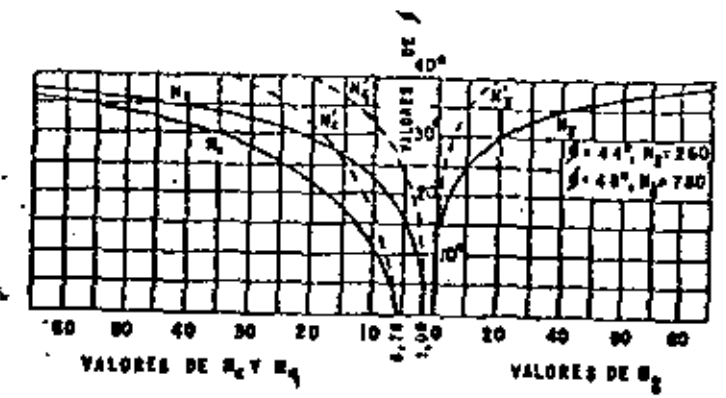


Figura 1

Parámetros de capacidad de carga para la teoría de Terzaghi.

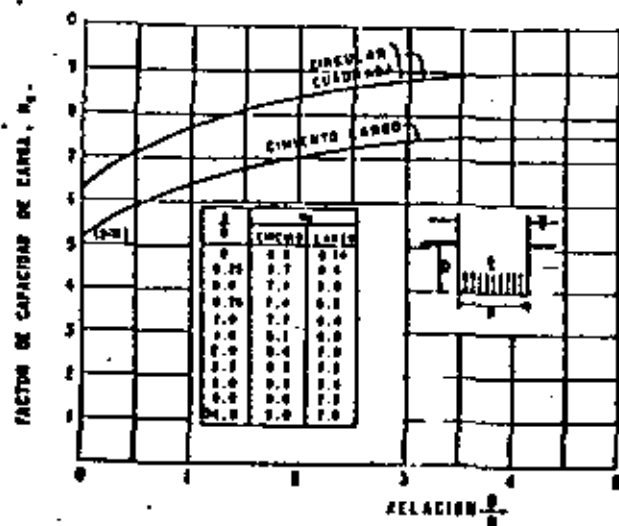


Figura 2

Parámetros de capacidad de carga para la Teoría de Skempton

Deberá procederse con criterio al determinar todos y cada uno de los factores que intervienen en las expresiones mencionadas.

#### b) Cimentaciones profundas

La capacidad de carga para cajones profundos se determina en forma semejante a la ya discutida para cajones superficiales.

En el caso de pilotes, pilas y cilindros que trabajen por punta la capacidad de carga se determina con la expresión de Meyerhof:

$$q_u = \frac{c N_c + \sqrt{D_f N_q}}{F S}$$

Todas las literales tienen el mismo significado que el anteriormente descrito. Los parámetros de capacidad de carga deberán obtenerse ahora de la figura 3.

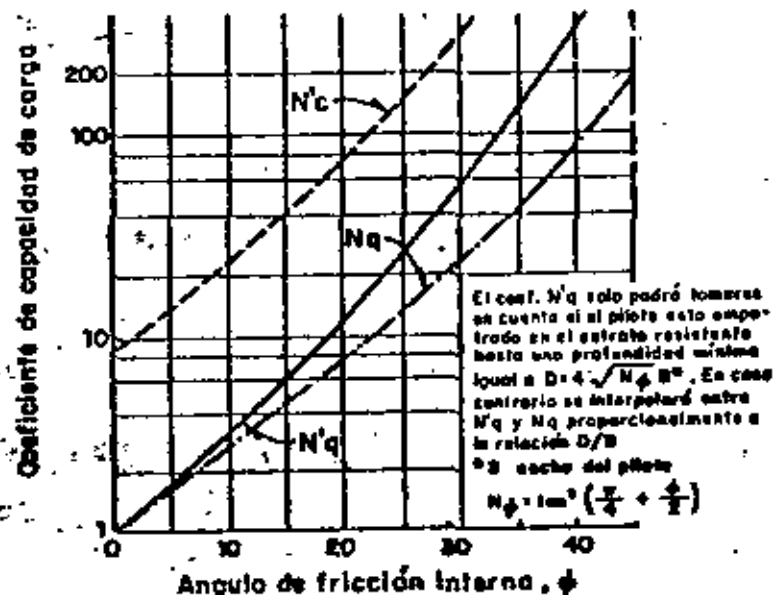


Figura 3

Parámetros de capacidad de carga para la Teoría de Meyerhof

Debe notarse que el valor de  $N_q$  es función del empotramiento efectivo en el manto resistente de apoyo. Podrá suponerse un empotramiento total si se penetra  $D$  dentro del manto de apoyo:

$$D = 4 \sqrt{N_q B} \quad Y$$

$$N_q = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

En caso de no lograr empotramiento total podrá interpolarse entre los valores máximo y mínimo, proporcionalmente a la relación D/B.

Para el caso de pilotes de fricción enbebidos en arcilla la capacidad de carga se obtendrá con la siguiente expresión:

$$Q_f = \text{perim} \times \text{long} \times \text{cohesión}$$

Para el caso de pilotes de fricción enbebidos en arena la capacidad de carga se obtendrá con la siguiente expresión:

$$Q_f = \frac{1}{2} K_0 \bar{\sigma}_H \tan \delta A_f \quad (\text{carga directa})$$

donde:

- $K_0$  = coeficiente de empuje en reposo
- $\bar{\sigma}_H$  = presión efectiva en la punta del pilote
- $\delta$  =  $2/3 \phi$  ( $\phi$  = ángulo de fricción interna)
- $A_f$  = área del fuste del pilote

En el caso de pilotes o platas apoyadas de punta enbebidos en materiales cohesivos donde exista el fenómeno de consolidación regional habrá de considerarse, en disminución de la capacidad por punta, la capacidad por fricción.

## 2.2 Hundimientos

El problema del cálculo de hundimientos es un poco más complicado que el de capacidad de carga porque intervienen factores

a determinar como la distribución de esfuerzos bajo el área de cimentación (debidos a la presión de contacto recomendada) y los tiempos para diferentes porcentajes de consolidación (que en un momento dado pudieran interesarnos).

Suponiendo que se tiene una masa de suelo saturado como la que se muestra en la figura 4,

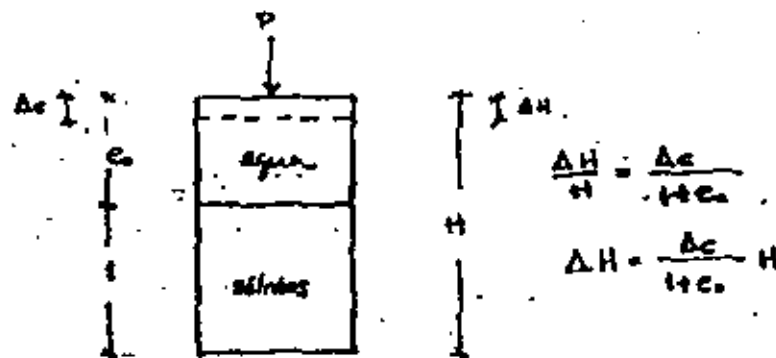


Figura 4

Croquis representativo de la masa del suelo.

La distribución de esfuerzos puede obtenerse con la teoría de Boussinesq. Para obtener valores prácticos de dicha distribución vs la profundidad podrán exponerse las siguientes reglas prácticas para el caso del cálculo bajo el centro de áreas uniformemente cargadas:

- Áreas pequeñas (zapatas): distribución a  $45^\circ$
- Áreas grandes (cajonas o losas): distribución a  $30^\circ$
- Áreas muy grandes (cajonas o losas de más de  $25 \times 25m$ ): distribución vertical

al aplicarle la carga  $P$  ( $\sigma = P/A$ ) reducirá su volumen (se consolidará) exclusivamente por expulsión de agua y en la dirección vertical.

El decremento en la relación de vacíos ( $\Delta e$ ) puede obtenerse fácilmente de la curva de compresibilidad correspondiente al estrato por consolidarse, considerando el incremento de esfuerzo a la profundidad media de dicho estrato (ver figuras 5a y b).

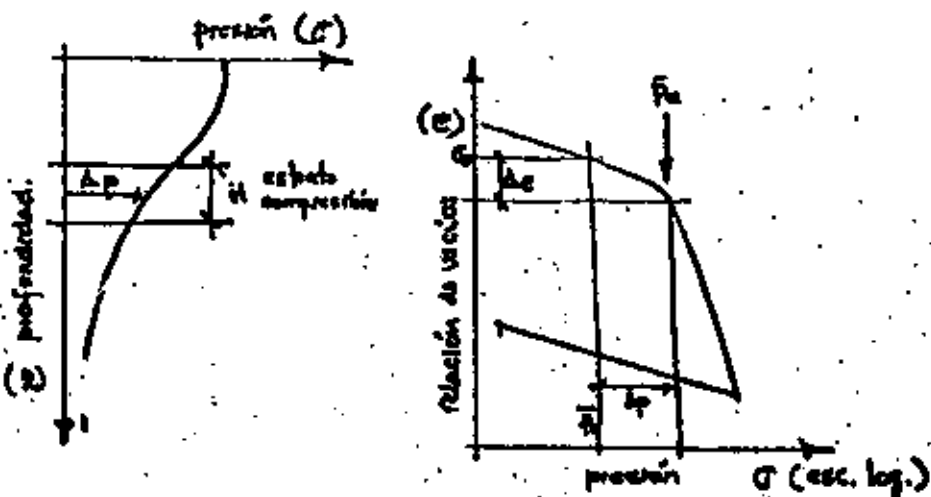


Figura 5

a) Distribución de esfuerzos b) Curva de compresibilidad

El asentamiento total final será igual a la suma de los asentamientos de todos y cada uno de los estratos compresibles afectados.

En todos los casos habrá de definirse una distribución de presiones bajo cada punto que nos interese conocer los hundimientos.

El incremento de presión ( $\Delta p$ ) habrá de aplicarse a partir del  $P_0$  (presión efectiva inicial a la profundidad media del estrato de interés).

Para el caso de cimentaciones superficiales deberá considerarse la distribución de esfuerzos desde el nivel de contacto cimentación-suelo, para el caso de pilotes de fricción\* desde dos terceras partes de su longitud hasta los materiales incompresibles y para cimentaciones de punta no habrá hundimientos. En éste último caso, debido al hundimiento regional de la Ciudad de México, se presentarán emersiones. Dichas emersiones podrán estimarse según datos de emersiones de edificaciones cercanas al proyecto en cuestión y son función de la intensidad del bombeo en la zona.

Es de primordial importancia estimar los hundimientos y emersiones lo más acertadamente posible (problema del mecánico de suelos) con objeto de prever los daños que pueden causarse a vecinos.

### 3. PROBLEMAS DE LOS PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

A menudo se requieren excavaciones que colindan con el vecino, teniendo que proteger o recibir su cimentación superficial. Para este caso podrá excavar por partes dejando, a manera de contrafuertes, bloques que impidan una falla de talud. En los tramos abier-

\* Solución aproximada propuesta por Peck, considerando un número de pilotes igual a los necesarios para equilibrar la carga del edificio.



tos se hará el recibimiento de dicha cimentación a base de muretes desplazados 0.5m por abajo del nivel de máxima excavación, troqueando contra el cuerpo ya construido del edificio en proceso; posteriormente se atacarán los tramos restantes completando el recibimiento y construyendo el cajón a la brevedad posible. Para esto habrá que revisar el diseño de los muros perimetrales del cajón para que sean capaces de resistir los empujes a los que estarán sujetos. Dichos empujes serán igual a la distribución de presiones totales, considerando sobrecargas laterales, afectadas por un coeficiente de empuje cercano al activo (0.45 aproximadamente). Para el caso de cofindancia con cajones profundos o cimentaciones ploteadas o sobre pilas podrá excavarse prácticamente a plomo, sin trabajos adicionales si la excavación no permanecerá abierta más de 15 días. En caso contrario (que se espera estar abierta más de 15 días) deberán hacerse también trabajos de recibimiento y/o protección contra intemperismo o flujo de agua. En ningún caso podrá excavarse por abajo del nivel de desplante de una cimentación superficial si no se contemplan bermas con ancho de corona amplias y taludes mínimos 1:1.

En caso de no haber sobrecargas laterales o vecinas podrá excavarse con talud vertical hasta una altura máxima  $H_p$ :

$$H_p = \frac{2c}{\gamma}$$

dónde  $H_p$  es la altura de corte permisible y las otras literales tienen el significado manejado anteriormente.

Para un material blando, como la arcilla típica del valle de México, puede esperarse 1.5 ton/m<sup>2</sup> para el valor de la cohesión (c) y 1.25 ton/m<sup>3</sup> para su peso volumétrico ( $\gamma$ ) por lo que  $H_p$ , para una excavación con corte vertical, no podrá ser mayor que 2.5m.

Otro problema, durante las excavaciones, es el abatimiento del nivel freático. Para el caso de los materiales porosos, dada su baja permeabilidad, las aportaciones de agua hacia la excavación son relativamente pequeñas por lo que puede manejarse el agua con un sistema de drenes, rellenos de grava, que descarguen a un cárcamo único de bombeo. En caso de que el área de excavación sea grande o las aportaciones de agua más importantes podrán utilizarse dos o más cárcamos de bombeo.

El área total o de una etapa de excavación queda definida o limitada generalmente por las expansiones que puedan presentarse durante dicha excavación. Estas expansiones se estiman considerando el suelo como elástico, a corto plazo. Este hecho redundará en la necesidad de atacar la excavación por etapas.

Para el caso de excavaciones en materiales muy permeables (arenas o gravas limpias e incluso con algo de finos) deberá determinarse el coeficiente de permeabilidad a través de pruebas in-situ para estimar las necesidades de bombeo y poder diseñar el sistema para lograr el abatimiento necesario.

Al excavar en materiales impermeables o de baja permeabilidad y abatir el nivel freático puede crearse un fuerte desequilibrio de presiones pudiendo ocasionar una falla de fondo por subpresión; sobre todo si existe, cerca del fondo de la excavación (por abajo), un manto arenoso que mantenga sus presiones piezométricas altas. El análisis se hace comparando el valor de la presión, equivalente al peso propio del suelo, al nivel del estrato arenoso contra su carga piezométrica; si la relación resulta menor que la unidad existirán posibilidades de falla.

Otro tipo de falla de fondo es cuando en una excavación se alcanza una profundidad tal que se iguala o sobrepasa la resistencia por cohesión a lo largo de una superficie potencial de falla. Esta se revisa con la siguiente expresión:

$$F.S. = \frac{c N_c}{\gamma D_f + q}$$

Todos los valores ya se discutieron anteriormente con excepción de  $q$  que representa cualquier sobrecarga (ver figura 6).

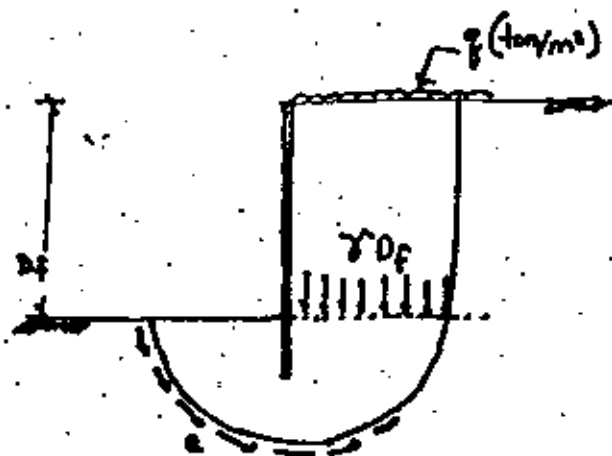


Figura 6

Mecanismo para la falla de fondo

#### 4. COMENTARIOS GENERALES

Otros problemas que se presentan a menudo son los de hincado de pilotes o los de colado in-situ de pilas. En todos los casos deberán pedirse especificaciones precisas para la hincado de pilotes de fricción o de punta como posición, longitud, armado, pendientes permisibles,

necesidades de perforación previa, características para la perforación previa, y características de rechazo en caso de pilotes de punta. Deberán preverse claramente los problemas de atornillamiento para en su caso efectuar perforaciones previas, además con todo, con ademe metálico, en saco, etc.

Existen algunas condiciones especiales en las que habrá que proceder con mucha cautela; por ejemplo donde se encuentren transiciones bruscas de material (de material compresible a no compresible), cuando se tenga un vecino cimentado a base de zapatas superficiales muy pegadas a nuestro proyecto, cuando quedamos de vecinos con alguna estructura apoyada por punta, etc.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

A N E X O S

1982.

SISTEMA	ESTIMACION DE COSTOS	No.	Hora de
SECCION DEL SISTEMA O APLICACION	ESTIMACION DE PRECIOS UNITARIOS	No.	Fecha 138
PROCEDIMIENTO	CRITERIO DE BASES Y NORMAS	No.	Fecha ultima rev.
Aprobado			

RESUMEN DE CARGOS QUE INTEGRAN UN PRECIO UNITARIO

CARGO	FORMULA	NOMENCLATURA
DIRECTO POR MANO DE OBRA	$M_o = \frac{S}{R}$	<p><math>M_o</math> = Cargo por mano de obra.  <math>S</math> = Salario del personal considerado en forma individual o por cuadrilla.  <math>R</math> = Rendimiento por unidad de tiempo, de acuerdo con el individuo o grupo considerando al valor <math>S</math>.</p>
DIRECTO POR MATERIALES	$M = V_u C$	<p><math>M</math> = Cargo por materiales.  <math>V_u</math> = Precio por unidad más económico del material del que se trate, puesto en la obra.  <math>C</math> = Consumo del material por unidad de obra, incluyendo mermas, desperdicios y número de usos, en su caso.</p>
DIRECTO POR MAQUINARIA	$CM = \frac{HMD}{RM}$	<p><math>CM</math> = Cargo por maquinaria.  <math>HMD</math> = Costo directo de la hora máquina.  <math>RM</math> = Rendimiento horario de la máquina.                      (Ver tabla de integración del costo de la hora máquina).</p>
DIRECTO POR HERRAMIENTA	$H_m = K M_o$	<p><math>H_m</math> = Cargo por herramienta de mano.  <math>K</math> = Coeficiente experimental según el tipo de obra.  <math>M_o</math> = Cargo unitario por mano de obra.                      NOTA: El cargo por herramientas especializadas se calculará en la misma forma que <math>HMD</math>.</p>
FOR INSTALACIONES		<p>Generales. Su costo se considerará como cargo indirecto.                      Específicas. Su costo se considerará ya sea como cargo directo, o como concepto de trabajo específico.</p>
CARGOS INDIRECTOS		<p>Gastos generales necesarios para la ejecución de la obra, no incluidos en los cargos directos, tales como: percepciones del personal técnico, directivo y administrativo, costo y operación de instalaciones temporales, costo de servicios, fletes y acarreos y gastos de oficina.</p>
UTILIDAD		<p>Garantía que debe permitir al contratista.</p>
CARGOS ADICIONALES		<p>Los correspondientes a obligaciones estipuladas en el contrato y que no están incluidos en los cargos directos, ni en los indirectos.</p>

ESTIMACION DE COSTOS

ESTIMACION DE PRECIOS UNITARIOS

CRITERIO DE BASES Y NORMAS

COSTO DE LA HORA MAQUINA (MMD)

139

Fecha de vigencia

Fecha última rev.

CARGO	FORMULA	NOMENCLATURA
CARGOS FIJOS	<p>DEPRECIACION</p> $D = \frac{V_a - V_r}{V_e}$	<p>D = Cargo por depreciación por hora efectiva de trabajo.</p> <p>V<sub>a</sub> = Valor de adquisición de la máquina.</p> <p>V<sub>r</sub> = Valor de rescate de la máquina.</p> <p>V<sub>e</sub> = Vida económica de la máquina en horas.</p>
	<p>INVERSION</p> $I = \frac{V_a + V_r}{T \cdot H_e} \cdot i$	<p>I = Cargo por inversión por hora efectiva de trabajo.</p> <p>V<sub>a</sub> = Valor de adquisición de la máquina.</p> <p>V<sub>r</sub> = Valor de rescate de la máquina.</p> <p>H<sub>e</sub> = Número de horas efectivas de trabajo de la máquina en un año.</p> <p>i = Tasa anual de intereses, expresada como fracción.</p>
	<p>SEGUROS</p> $S = \frac{V_a + V_r}{T \cdot H_e} \cdot s$	<p>S = Cargo por seguros por hora efectiva de trabajo.</p> <p>V<sub>a</sub> = Valor de adquisición de la máquina.</p> <p>V<sub>r</sub> = Valor de rescate de la máquina.</p> <p>H<sub>e</sub> = Número de horas efectivas de trabajo de la máquina en un año.</p> <p>s = Prima anual, expresada como fracción.</p>
	<p>ALMACENAJE</p> $A = E_n \cdot D$	<p>A = Cargo por almacenamiento por hora efectiva de trabajo.</p> <p>E<sub>n</sub> = Coeficiente calculado o experimental.</p> <p>D = Depreciación por hora efectiva de trabajo.</p>
	<p>MANTENIMIENTO</p> $T = Q \cdot D$	<p>T = Cargo por mantenimiento mayor y menor por hora efectiva de trabajo.</p> <p>Q = Coeficiente experimental.</p> <p>D = Depreciación por hora efectiva de trabajo.</p>
CONSUMOS	<p>COMBUSTIBLES</p> $E = c \cdot P_c$	<p>E = Cargo por combustible por hora efectiva de trabajo.</p> <p>c = Cantidad necesaria de combustible por hora efectiva de trabajo.</p> <p>P<sub>c</sub> = Precio unitario de combustible puesto en la máquina.</p>
	<p>LIBRICANTES</p> $L = a \cdot P_c$	<p>L = Cargo por lubricantes por hora efectiva de trabajo.</p> <p>a = Cantidad de aceite necesario por hora efectiva de trabajo.</p> <p>P<sub>c</sub> = Precio unitario del aceite puesto en la máquina.</p>
	<p>LLANTAS</p> $Ll = \frac{VII}{H_e}$	<p>Ll = Cargo por llantas por hora efectiva de trabajo.</p> <p>VII = Valor de adquisición de las llantas.</p> <p>H<sub>e</sub> = Vida económica de las llantas en horas.</p>
<p>OPERACION</p> $O = \frac{S_o}{H}$	<p>O = Cargo por operación por hora efectiva de trabajo.</p> <p>S<sub>o</sub> = Salario por turno del personal necesario para operar la máquina.</p> <p>H = Horas trabajadas por la máquina en el turno.</p>	
<p>TRANSORTE</p>	<p>Puede considerarse como directo, como un tipo de trabajo específico, o como indirecto.</p>	



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

FABRICACION, TRANSPORTACION Y COLOCACION DEL CONCRETO

ING. JORGE HUMBERTO DE ALBA C.

1982.

## FABRICACION DE CONCRETO

### INTRODUCCION

#### 1.1 ALCANCE.

En este trabajo se bosquejan métodos y procedimientos para lograr buenos resultados en la medición y mezcla de ingredientes para el concreto. Se revisan también equipos y métodos desarrollados recientemente.

#### 1.2 OBJETIVO.

Al hacer estas recomendaciones, se consideró:

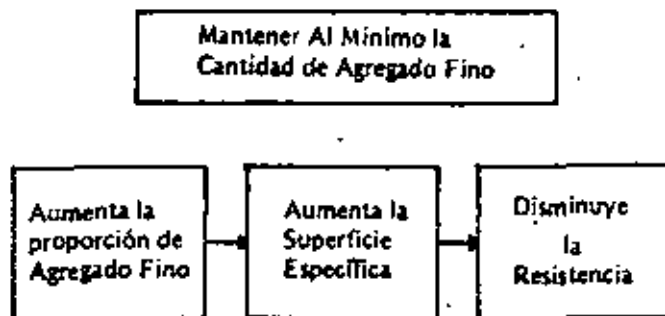
1. Que el adelanto en el mejoramiento de la construcción con concreto, dará un mejor resultado mediante la presentación de altos estándares de uso, en lugar de "prácticas comunes". En este aspecto, algunos consideran que los sistemas inferiores les bastan, pero estas recomendaciones se proponen tomando como base lo que "debería hacerse".
2. Es evidente que los sistemas empleados para producir y colocar concreto de alta calidad, pueden ser tan económicos como aquellos que nos dan un concreto de baja calidad.

#### 1.3 OTRAS CONSIDERACIONES.

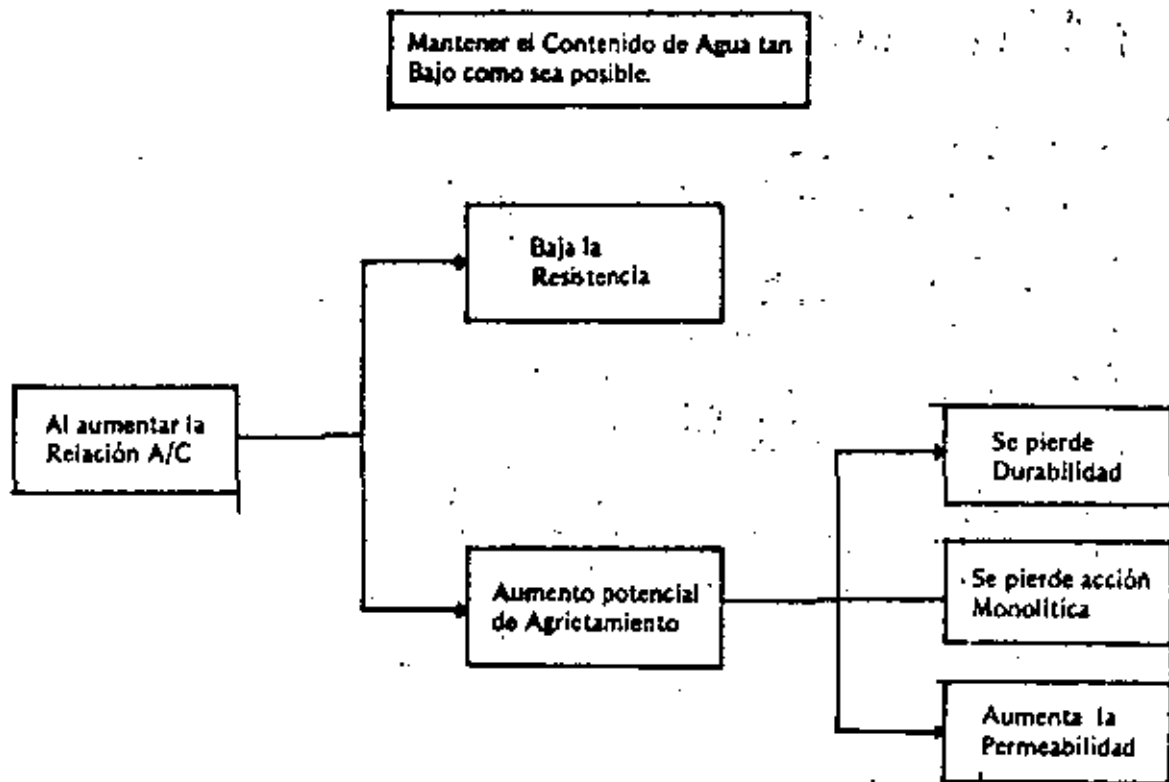
Todos aquellos que se ocupan en trabajos de concreto, deben tomar en cuenta la importancia de mantener el contenido unitario de agua tan bajo como lo permitan los requisitos de colocación. Aunque la relación agua-cemento se mantenga constante, un aumento del agua por unidad también aumenta potencialmente el agrietamiento por contracción durante el secado y con este agrietamiento el concreto pierde parte de su durabilidad y otras características deseable, por ejemplo: Su acción monesifica y baja permeabilidad. Cuando se aumenta arbitrariamente agua, se incrementa la relación agua-cemento y tanto la resistencia como la durabilidad se afectan adversamente. A medida que la cimbra se llena

con la correcta combinación de sólidos y la menor cantidad posible de agua, mejor será el concreto resultante. Debe practicarse un uso moderado en la cantidad de agua—cemento y agregado fino, junto con el uso del agregado graduado al tamaño máximo permitido por las aberturas de la cimbra y el espacio entre el refuerzo. También debe emplearse la estricta cantidad de cemento que se requiera para obtener la resistencia adecuada y otras propiedades esenciales. Únicamente se empleará la cantidad de agua y agregado fino que se requiera para hacer fácil su manejo, y obtener así un buen vaciado y consolidación por medio de la vibración.

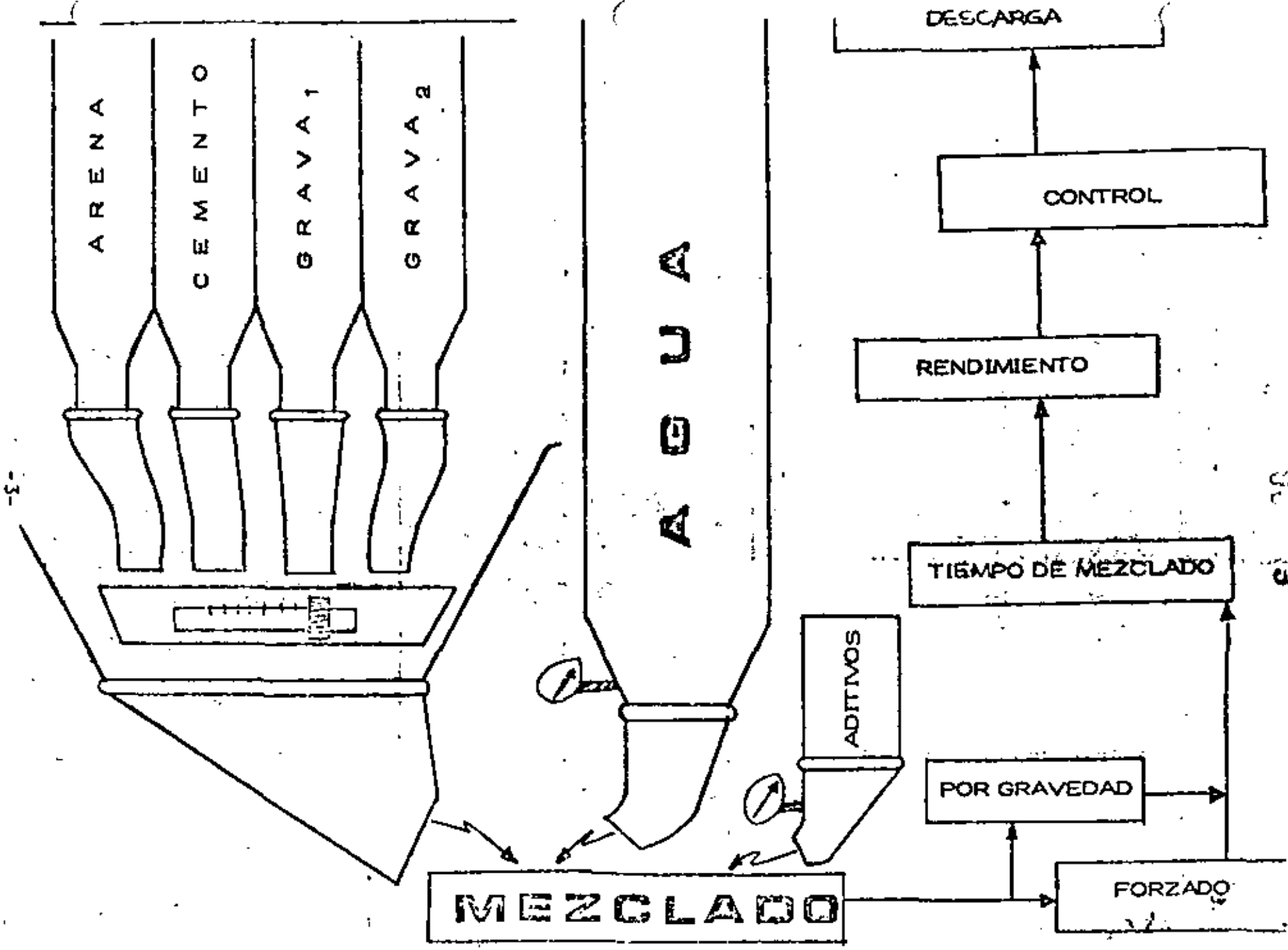
#### RECOMENDACION

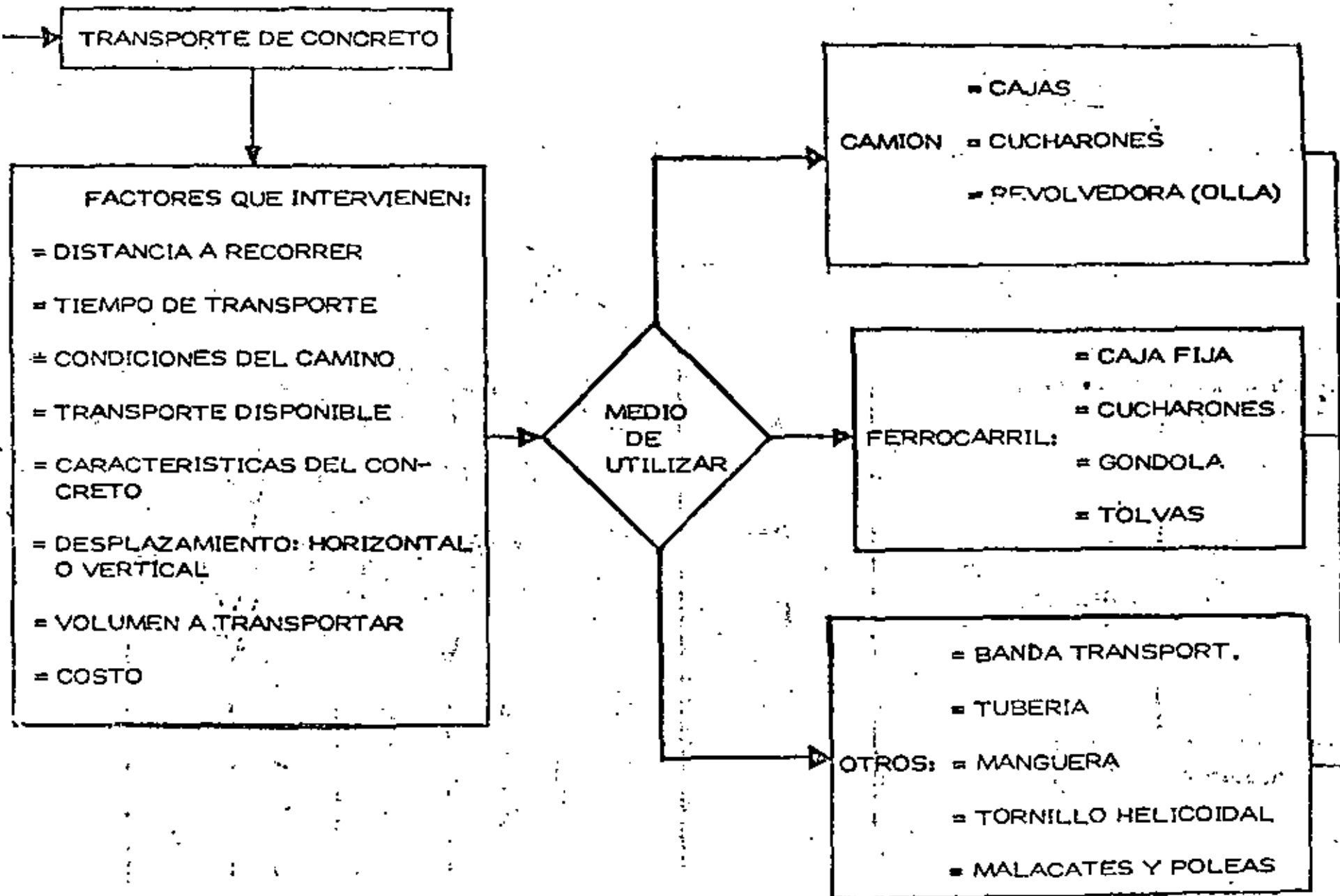


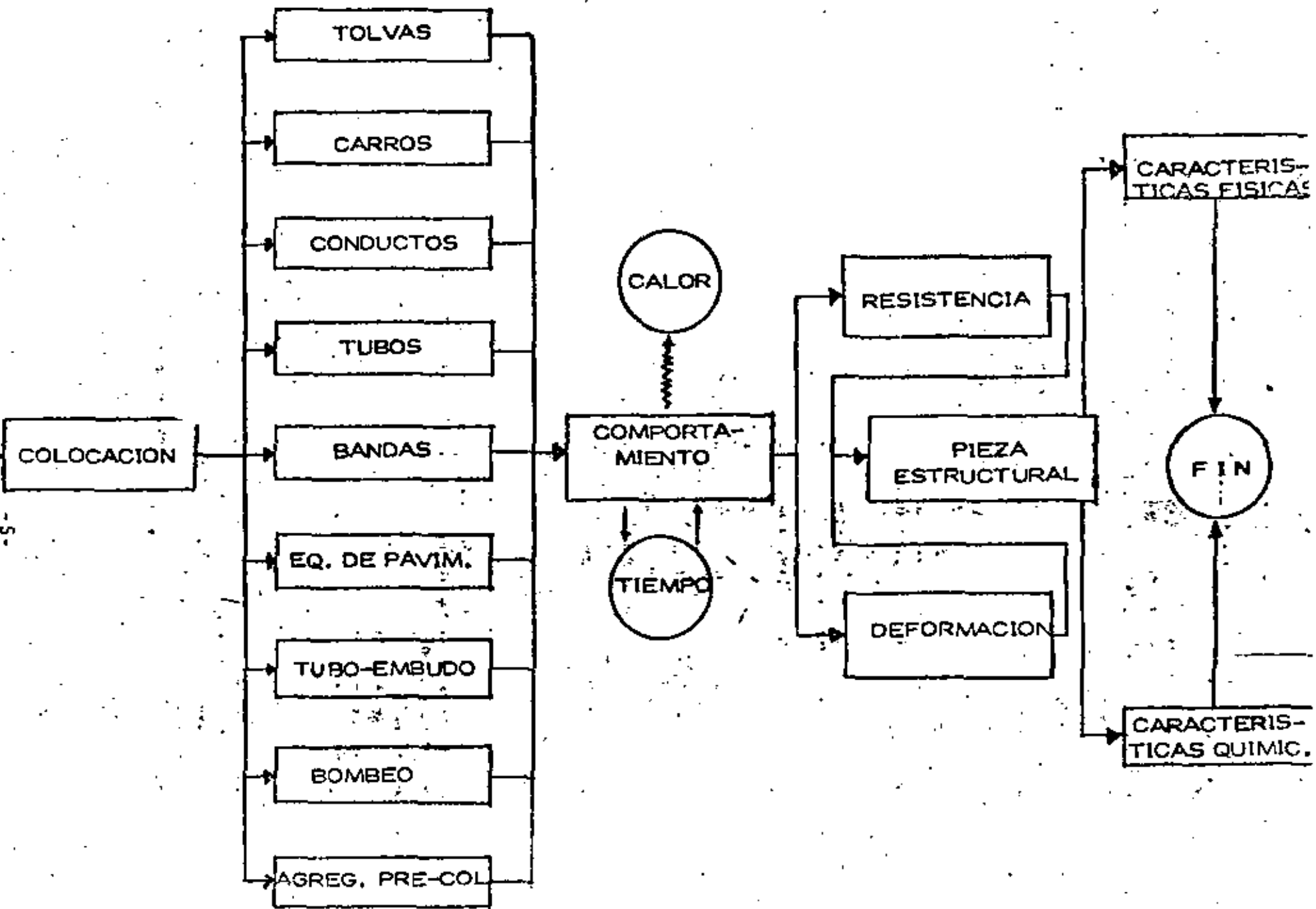
#### RECOMENDACION











## CONTROL, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES

### 2.1 AGREGADOS.

Los agregados fino y grueso, al descargarse en la tolva dosificadora por peso, deben ser de buena calidad, uniformes en granulometría y contenido de humedad. La producción de un concreto uniforme será difícil, si no se siguen las especificaciones relativas a la selección, preparación y manejo adecuado de los agregados.

#### 2.1.1 Agregado grueso.

##### 2.1.1.1 Tamaños.

La segregación en un agregado grueso se reduce prácticamente al mínimo, mediante la separación del material en fracciones de varios tamaños y de la dosificación de estas fracciones por separado. A medida que la variedad de tamaños de cada fracción disminuye y el número de separaciones por tamaño aumenta, la segregación disminuye aún más. El control eficaz de segregación y de materiales de inferior tamaño que lo normal se logra adecuadamente cuando la proporción de medidas máximas a mínimas en cada fracción se mantiene a no más de cuatro, para agregados menores de 25.4 mm. (1 pulgada) de diámetro, y de dos, para los tamaños mayores.

Ejemplos de algunas maneras de agrupar fracciones de agregados son las siguientes:

##### EJEMPLO 1.

- 4.76 hasta 20 mm (Núm. 4 hasta 3/4 de pulgada)
- 20 hasta 40 mm (3/4 hasta 1-1/2 pulgada)
- 40 hasta 75 mm (1-1/2 hasta 3 de pulgadas)
- 75 hasta 150 mm (3 hasta 6 pulgadas)

##### EJEMPLO 2.

- 4.76 hasta 125 mm (Núm. 4 hasta 1 pulgada)
- 25 hasta 50 mm (1 hasta 2 pulgadas)
- 50 hasta 100 mm (2 hasta 4 pulgadas)

#### 2.1.1.2 Control de material de menor tamaño.

Para un control eficaz de granulometría, es esencial que las operaciones de manejo no aumenten significativamente la cantidad de los materiales de menor tamaño en los agregados, antes de su uso en concreto. La granulometría del agregado al entrar en la revolvedora debe ser uniforme y dentro de los límites especificados. Los análisis de mallas del agregado grueso deben practicarse frecuentemente, para asegurarnos que cumple con los requisitos de granulometría. Cuando se emplean dos o más tamaños de agregado, deben hacerse cambios en las proporciones de los tamaños las veces que sea necesario, para mejorar la graduación total del agregado combinado.

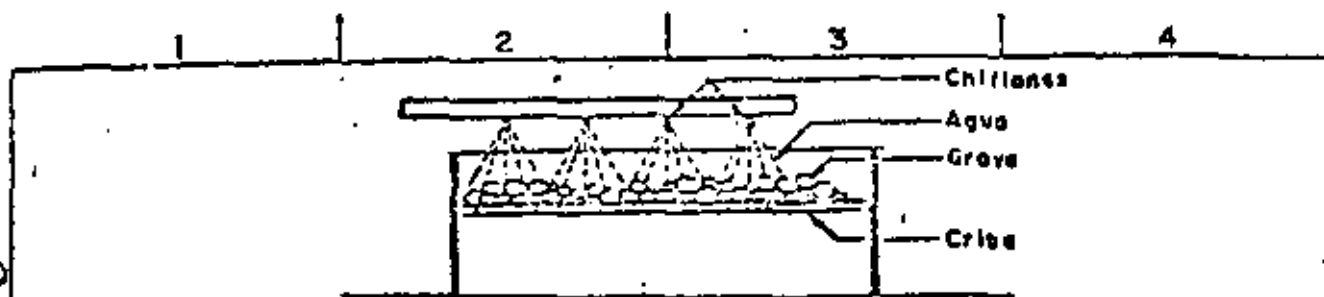
#### 2.1.2 Agregado fino (arena).

El agregado fino debe controlarse para reducir al mínimo las variaciones en la graduación, manteniendo las fracciones más finas uniformes y teniendo cuidado de evitar la excesiva eliminación de los finos durante el proceso.

#### 2.1.3 Almacenamiento.

El almacenaje en montones de agregados debe mantenerse al mínimo, pues aún bajo condiciones ideales los finos tienden a acumularse. Sin embargo, cuando es necesario almacenar en montones, el uso de métodos incorrectos acentúa problemas con los finos y también causa segregación, rompimiento del agregado y una excesiva variación en la graduación. Los montones deben construirse en capas horizontales o suavemente inclinadas, no por volteo. Sobre los montones no deben operarse camiones, bulldozers, y otros vehículos, puesto que, además de quebrar el agregado, a menudo dejan tierra sobre los depósitos. Debe proveerse una base dura para evitar la contaminación del material en el fondo, y el traslape de los diferentes tamaños debe evitarse mediante muros apropiados o amplios espacios entre los montones. No debe permitirse que el viento separe los agregados finos secos, y los depósitos no deben contaminarse oscilando cucharones o cangilones sobre los varios tamaños de agregados almacenados en montones.

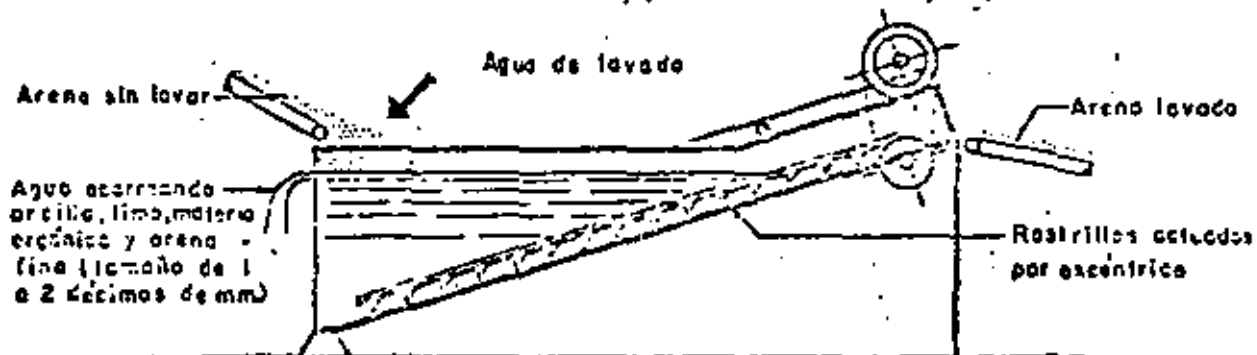
Los silos de agregados deben mantenerse tan llenos como sea práctico, para reducir al mínimo el res-



①

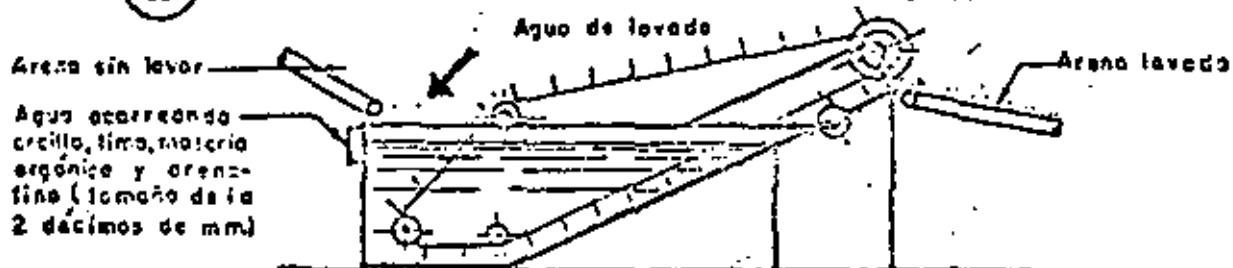
### LAVADO DE GRAVA

Se hará durante el cribado de la misma aplicándole chorros de agua a alta velocidad (chillonas) los que les removerán la arena y polvo adheridos a la grava.



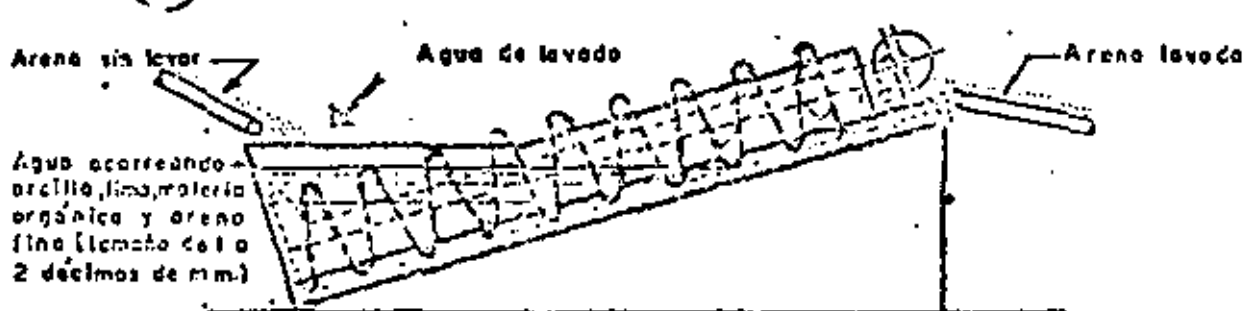
②

### RASTRILLOS ACTUADOS POR EXCÉNTRICO



③

### RASTRILLOS EN ESLABON O EN BANDA



④

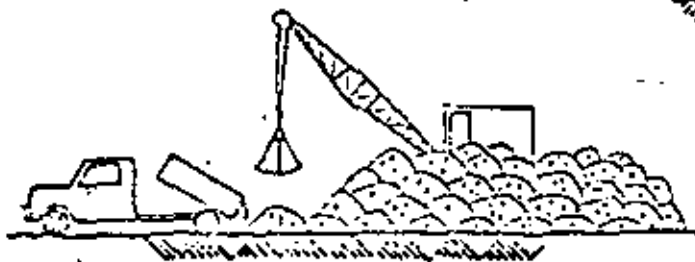
### ELEVADOR DE GUSANO LAVADO DE ARENA

Se hará con chillonas y dispositivos de aplicación similares a los mostrados en las figuras 2, 3 y 4.

Se deberá recuperar la arena fina por medio de un ciclón porque es útil para ocupar los espacios comprendidos entre los granos de la arena gruesa y grava, además proveer mayor plasticidad y trabajabilidad en las revelluras.

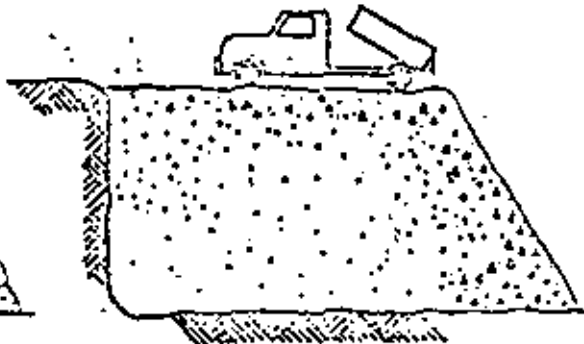
FIGURA

## LAVADO DE AGREGADOS



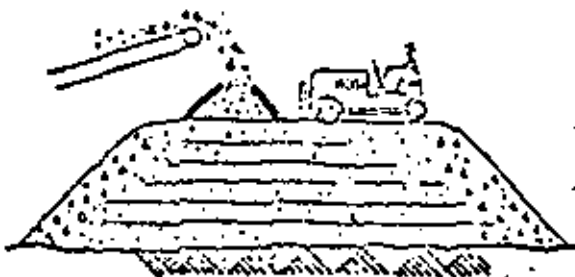
1 PREFERIBLE

El uso de grúas u otros medios para colocar material en pila, en unidades no mayores que una carga de camión la cual permanece donde se coloca sin rodar por la pendiente.



2 OBJETABLE

Emplear métodos que permitan al agregado rodar por las pendientes o medida que se agrega a la pila. Permitir al equipo de operación operar sobre el mismo nivel repetidamente.



3 ACEPTABILIDAD LIMITADA

Apilar rápidamente en capas horizontales por medio de un bulldozer desde los materiales conforme caen de la banda transportadora. Un acceso de roca puede ser requerido en este arreglo.



4 GENERALMENTE OBJETABLE

Acomodar el agregado por medio de un bulldozer en capas progresivas sobre pendientes no menores de 3 a 1. A menos que el material sea altamente resistente a la ruptura estos métodos son también objetables.

**MÉTODOS INCORRECTOS DE APILAR AGREGADOS**

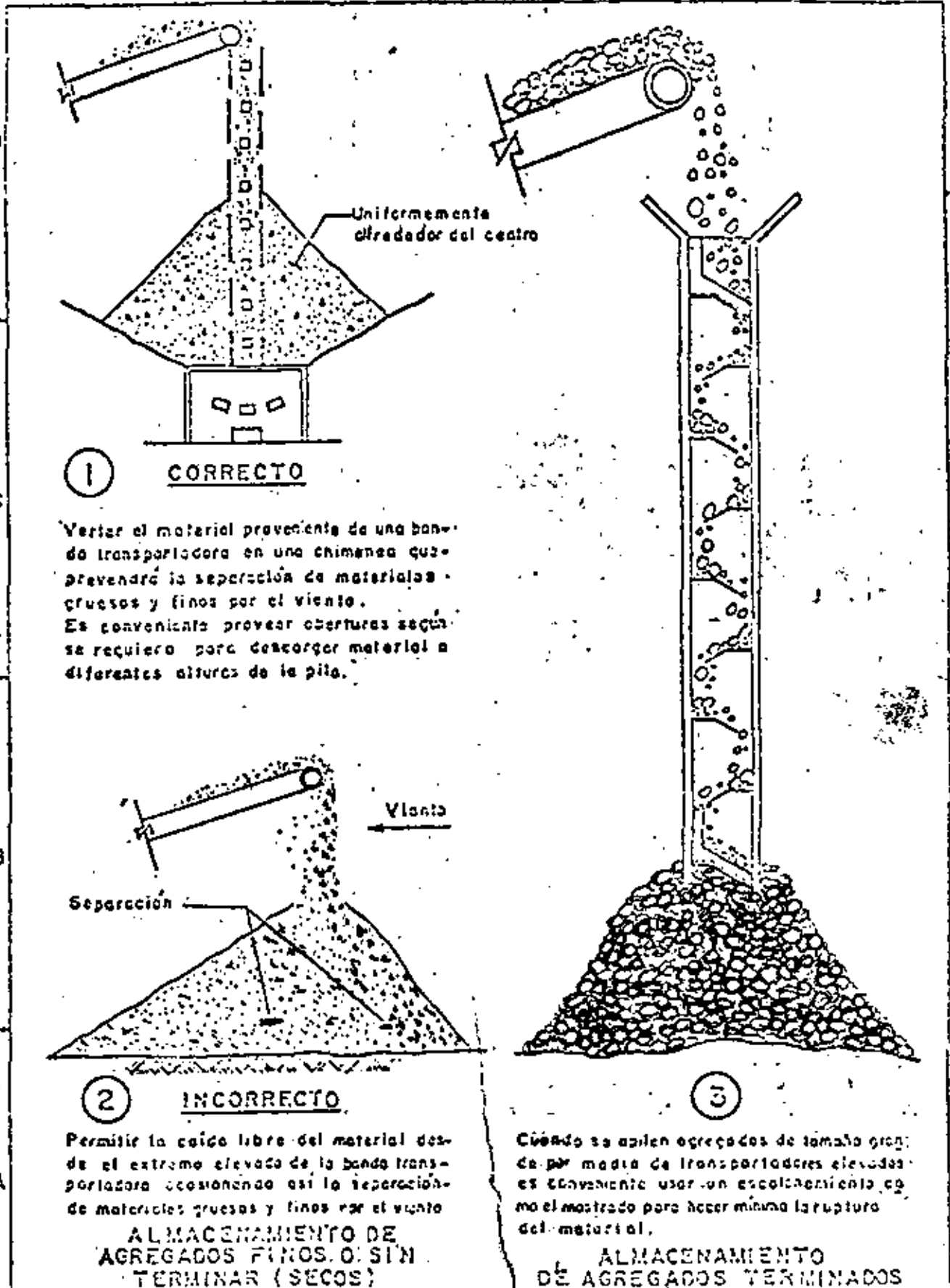
**CAUSANDO SEGREGACION Y RUPTURA**

Nota:

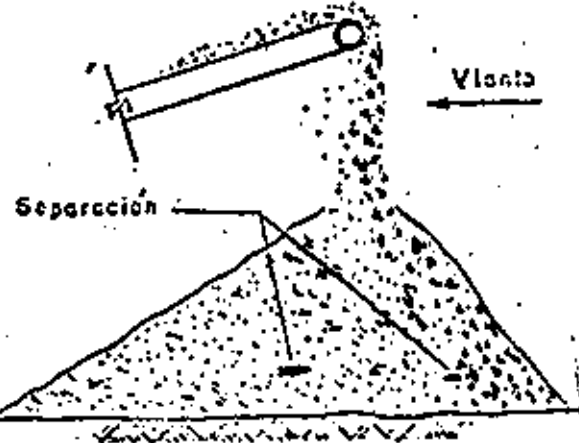
Se permitirá el apilamiento de agregado grueso cuando en la planta dosificadora se criebe al mismo.

TÍTULO

MANEJO DE AGREGADOS  
MÉTODOS RECOMENDADOS



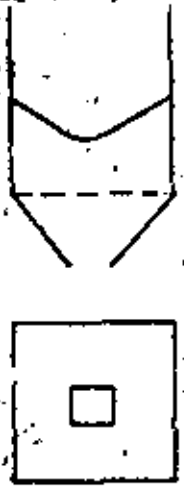
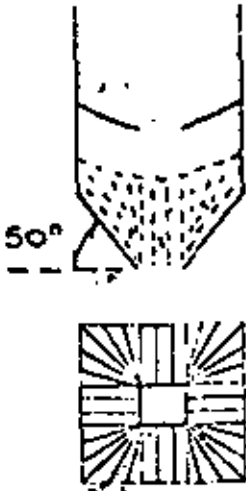
Verter el material proveniente de una banda transportadora en una chimenea que prevendrá la separación de materiales gruesos y finos por el viento. Es conveniente proveer aberturas según se requiera para descargar material a diferentes alturas de la pila.



Permitir la caída libre del material desde el extremo elevado de la banda transportadora ocasionando así la separación de materiales gruesos y finos por el viento

Cuando se apilen agregados de tamaño grande por medio de transportadores elevados es conveniente usar un escalonamiento como el mostrado para hacer mínima la ruptura del material.

a



**CORRECTO**

**INCORRECTO**

FONDO COMPLETO CON INCLINACION DE 50° EN RELACION CON LA HORIZONTAL EN TODOS LOS SENTIDOS HACIA LA SALIDA, CON LAS ESQUINAS DE LA TOLVA REDONDEADOS DE MODO QUE TODO EL MATERIAL SE DESUCE HACIA LA SALIDA

DEPOSITOS DE FONDO PLANO O CON CUALQUIER COMBINACION DEPENDIENTES QUE TENGAN ESQUINAS O AREAS OCASIONANDO QUE NO TODO EL MATERIAL EN LA TOLVA FLUYA FACILMENTE POR LA SALIDA

**INCLINACION DEL FONDO DE LAS TOLVAS PARA AGREGADOS**

b



**CORRECTO**

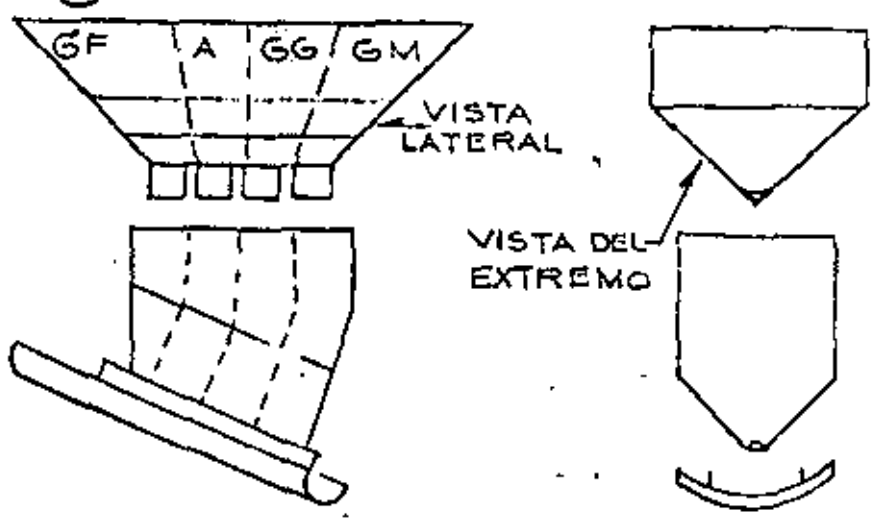
**INCORRECTO**

EL MATERIAL CAE VERTICALMENTE EN LA TOLVA, DIRECTAMENTE SOBRE LA ABERTURA DE DESCARGA, PERMITIENDO LA DESCARGA DEL MATERIAL MAS UNIFORME

CAIDA DEL MATERIAL DENTRO DE LA TOLVA EN ANGULO. EL MATERIAL QUE NO CAE DIRECTAMENTE SOBRE LA ABERTURA NO SIEMPRE RESULTA UNIFORME AL DESCARGARLO

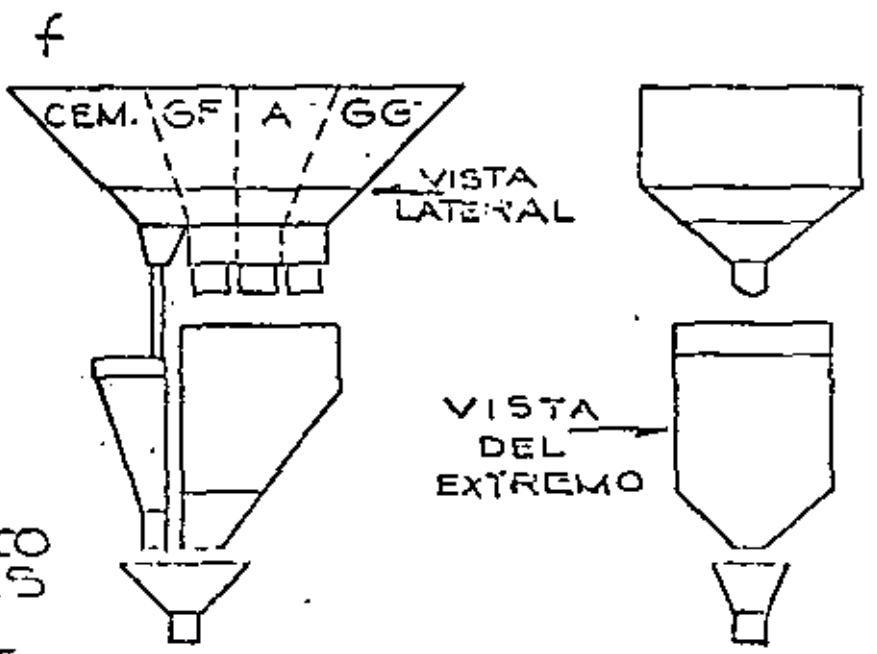
**LLENADO DE LAS TOLVAS DE AGREGADOS**





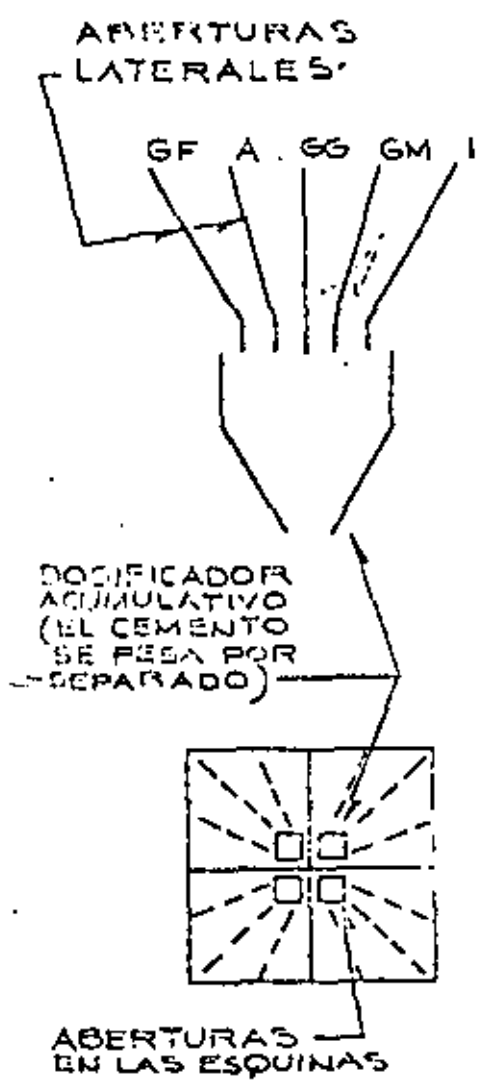
**DISPOSICION PREFERIBLE**

PESADA AUTOMÁTICA Y ACUMULADA DE AGREGADOS QUE SE LLEVAN A LA MEZCLADORA POR SANDA TRANSPORTADORA. EL CEMENTO PESADO SEPARADAMENTE SE DESCARGA EN FORMA CONTROLADA DE MANERA QUE EL CEMENTO FLUYA MIENTRAS LOS AGREGADOS SE DESCARGAN.



**DISPOSICION ACEPTABLE**

PESADA AUTOMÁTICA Y ACUMULADA DE AGREGADOS. EL CEMENTO PESADO SEPARADAMENTE SE DESCARGA EN FORMA CONTROLADA, DE MANERA QUE EL CEMENTO FLUYA MIENTRAS LOS AGREGADOS SE DESCARGAN.



**ACOMODOS POCO CONVENIENTES**

CUALCQUIERA DE LAS DISPOSICIONES (QUE SE VEN ARRIBA) PARA DESCARGA DE TOLVAS CON FUERTES PENDIENTES PROVOCAN SEGREGACION Y DETE-RIOR EN LA UNIFORMIDAD.

quebrajamiento y los cambios de graduación al extraer los materiales. Los materiales deben depositarse verticalmente en los silos y directamente sobre el orificio de salida.

#### 2.1.4 Control de Humedad.

Hay que hacer un esfuerzo para asegurar un contenido de humedad uniforme y estabilizar el agregado al dosificarlo. El uso de agregados que tienen cantidades variables de agua libre, es una de las causas más frecuentes de la pérdida de control de la consistencia del concreto (revenimiento). En algunos casos puede ser necesario mojar el agregado grueso en los montones de reserva o en las cintas de entrega, para compensar el alto grado de absorción, o suministrar enfriamiento. Posteriormente, los agregados deben pasarse sobre cribas secadoras apropiadas, para impedir que el exceso de agua libre vaya a los silos.

Debe darse tiempo suficiente para el drenaje del agua libre del agregado fino, antes de trasladarse a los silos de la planta de dosificación. El tiempo de almacenaje que se necesita depende sobre todo de la graduación y forma de las partículas del agregado. La experiencia ha demostrado que un contenido de humedad libre de hasta el 6% y de vez en cuando hasta del 8%, se mantendrá estable en el agregado fino. Sin embargo, algunas empresas que se dedican a la colocación de concreto a gran escala exigen que la variación de humedad en el agregado fino no sea mayor del 2% en 8 horas, o del 0.5% en 1 hora.

La insistencia en un contenido de humedad estable en el agregado; el uso de medidores de humedad para indicar variaciones en la humedad del agregado fino al dosificarlo; y el uso de compensadores de humedad para el rápido ajuste de peso de la dosificación, pueden reducir al mínimo la influencia de la variación de humedad en el agregado fino.

#### 2.1.5 Muestras para pruebas.

Las muestras representativas de los varios tamaños del agregado que se dosifica deben tomarse lo más cerca posible del punto de su mezcla con el concreto. La dificultad en conseguir muestras representativas aumenta de acuerdo con el tamaño del agregado. Por lo tanto, los aparatos de muestreo que se utilizan requieren un cuidadoso diseño si han de obtenerse resultados de pruebas significativos.

#### 2.2 Almacenamiento del Cemento.

Todo el cemento debe almacenarse en estructuras contra el mal tiempo, apropiadamente ventiladas, para impedir la absorción de humedad.

Las facilidades de almacenamiento para cemento a granel deben incluir compartimentos separados para cada tipo de cemento que se utiliza. El interior de un silo de cemento debe ser lizo, con una inclinación horizontal mínima de 50 grados en el fondo para un silo circular, y desde 55 a 60 grados para un silo rectangular. Los silos que no sean construcción circular, deben ser provistos de cojines de deslizamiento, que no se atasquen, por los cuales se pueda introducir a intervalos, pequeñas cantidades de aire a baja presión de 3 hasta 5 pies (aproximadamente 0.2 - 0.4 Kg/cm<sup>2</sup>.), para soltar el cemento que se haya compactado dentro de los silos.

Los silos de almacenaje deben ser limpiados con frecuencia, preferentemente una vez por mes, para impedir la formación de costras de cemento.

El cemento envasado en sacos debe ser apilado sobre plataformas, para permitir la apropiada circulación de aire. Para un período de almacenamiento de menos de 60 días, se recomienda evitar que se superpongan más de 14 sacos de cemento, y para períodos mayores no deben superponerse más de 7 sacos. Como precaución adicional, se recomienda que se utilice primero (hasta donde sea posible) el cemento más viejo.

#### 2.3 Almacenamiento de materiales puzolánicos.

Las puzolanas y otros materiales cementantes deben manejarse, trasladarse y almacenarse de la misma manera que el cemento.

#### 2.4 Aditivos.

Los aditivos fabricados en forma líquida deben almacenarse en tambores o tanques herméticos, protegidos de la congelación. La agitación de estos materiales durante su uso debe hacerse de acuerdo con las indicaciones dadas por el fabricante.

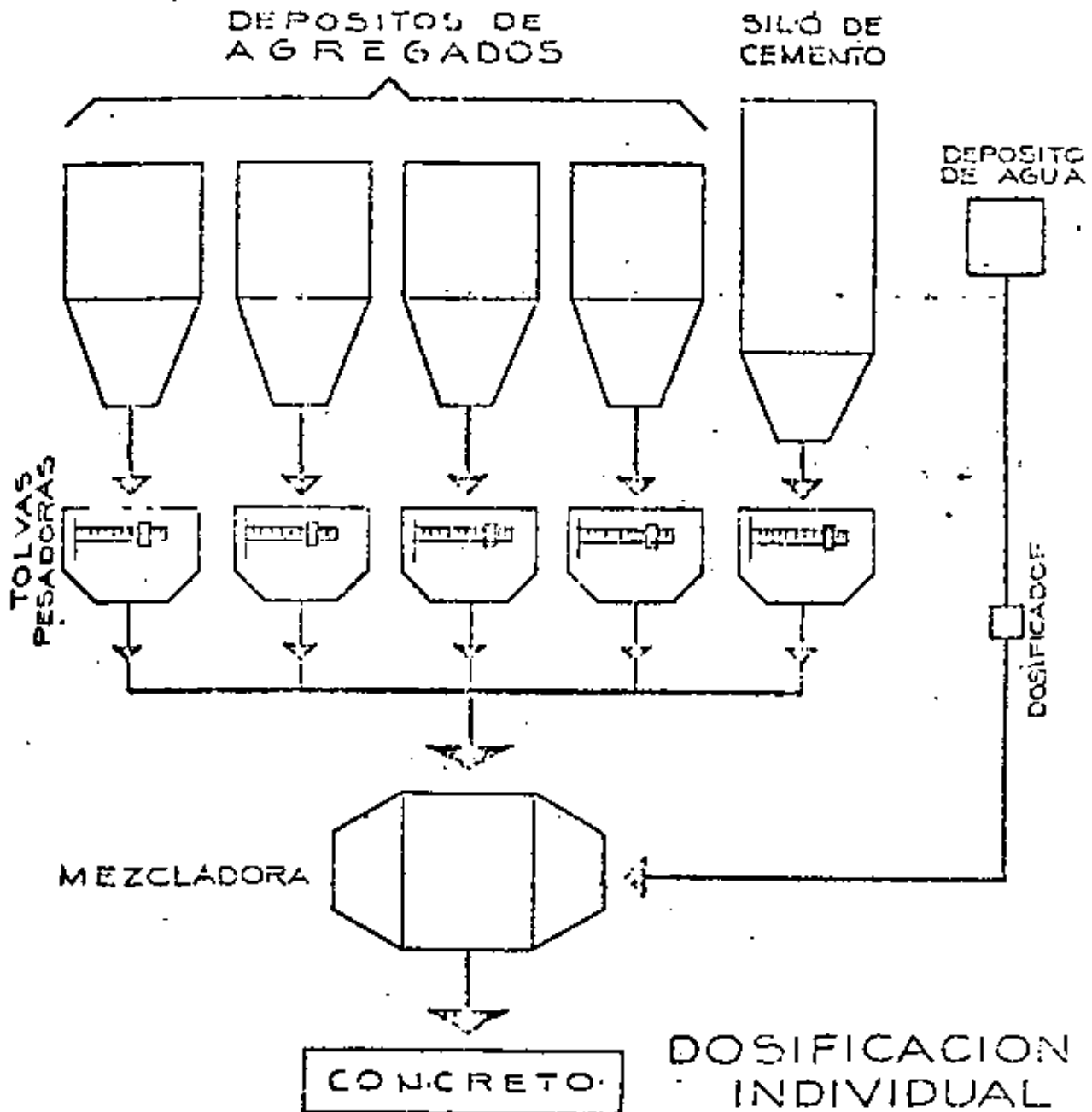
Con frecuencia es también conveniente licuar aditivos fabricados en forma de polvo para disolverse. Cuando esto se hace, los tambores o tanques de almacenaje, desde los cuales se suministrarán los aditivos, deben estar provistos de equipo de agitación o mezcla, para mantener los sólidos en suspensión.

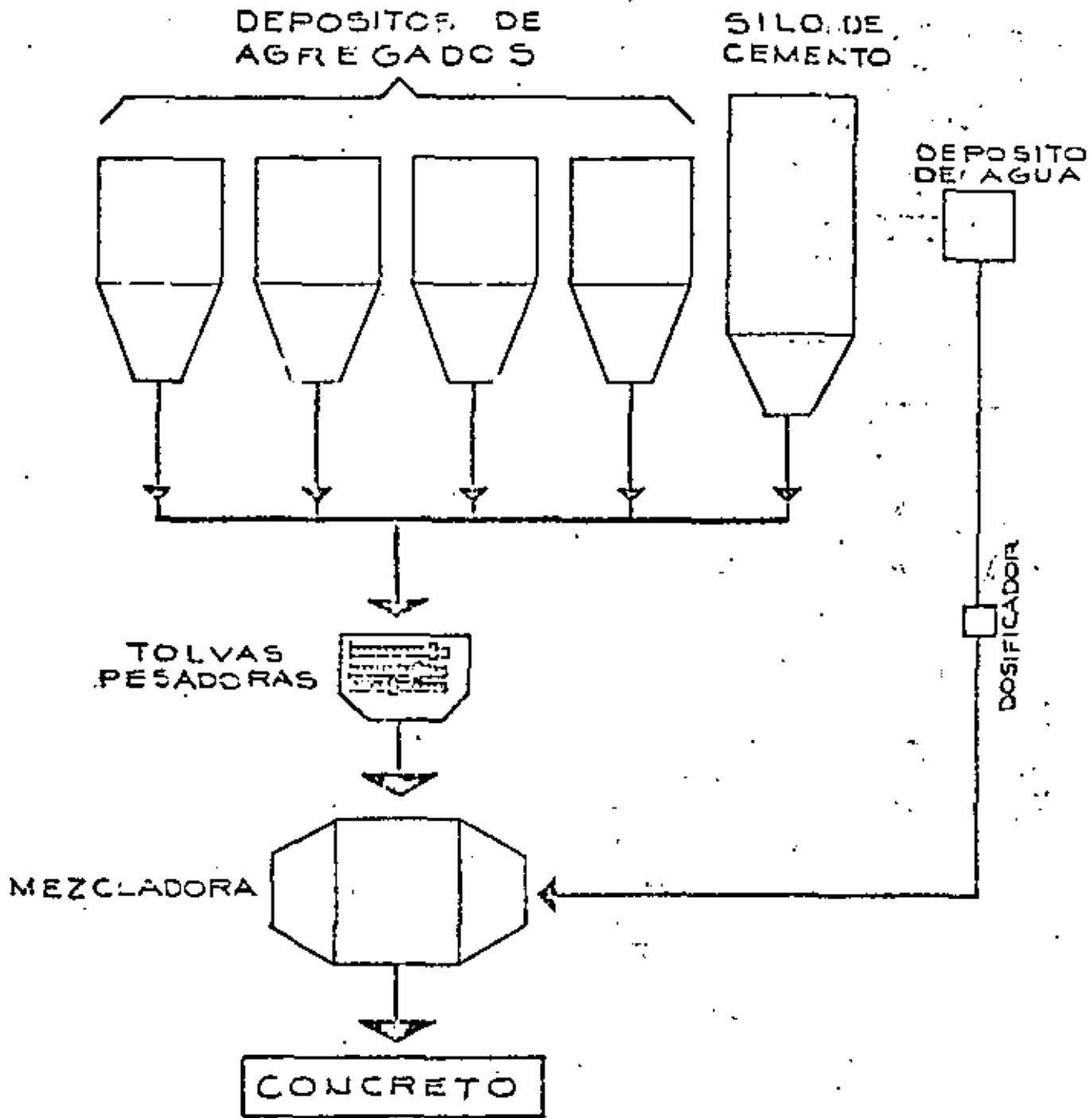
## MEDICION

## 3.1 Requisitos generales.

## 3.1.1 Objetivos.

Durante las operaciones de medición, los agregados deben manejarse de tal manera que mantengan la graduación deseada, pesándose todos los materiales a la tolerancia requerida para mantener homogéneas las reproducciones de la mezcla de concreto escogida. Además del peso exacto, otro objetivo importante para el éxito del mezclado es la apropiada secuencia y combinación de los ingredientes durante la carga de las revolvedoras. El objetivo final es obtener uniformidad, y homogeneidad en el concreto producido, como lo indican propiedades físicas tales como: peso unitario, revenimiento contenido de aire y resistencia.





DOSIFICACION ACUMULADA

**3.1.2 Tolerancias.**

La mayoría de las organizaciones de ingeniería, tanto públicas como privadas, emiten especificaciones que contienen requisitos detallados para el equipo de dosificación manual, semiautomático y automático de concreto.

El equipo de dosificación, de los que hay actualmente en el mercado, operará dentro de las tolerancias de peso de carga usualmente especificadas, mientras el equipo se mantenga mecánicamente en buen estado.

**TOLERANCIAS TÍPICAS DE MEZCLADO**

Ingredientes	Dosificación Individual	Dosificación Acumulada
Cemento y otros materiales cementantes	1 por ciento y 0.3 por ciento de la capacidad de la báscula el que mayor sea	
Agua (por volumen o peso), en por ciento (%)	± 1	No recomendado
Agregados por ciento (%)	± 2	± 1
Aditivos (por volumen o peso) por ciento (%)	± 3	No recomendado

**3.2 Silos de almacenamiento y tolvas pesadoras.**

Los silos de la planta dosificadora tendrá el tamaño adecuado para alimentar eficazmente la capacidad productora de la planta. Los compartimientos de los silos deben separar adecuadamente los diversos materiales de concreto, y la forma y disposición de los silos para agregado se harán de tal manera que prevengan la segregación y rotura del agregado. Las tolvas pesadoras deben estar compuestas de cajones de conchas de almeja o tipo socavación radial de fácil operación. Las compuertas empleadas para cargar dosificadores semi o totalmente automáticos deberán estar equipados con motor y con un apropiado control de "goteo" para lograr la exactitud deseada de peso. Se dispondrán las tolvas pesadoras con el debido acceso para obtener muestras representativas, o para lograr la apropiada secuencia y combinación de agregados durante la carga de la mezcladora.

**3.3 Tipo de planta.**

Los factores que afectan la selección del sistema apropiado de dosificación son: 1) tamaño de la obra; 2) volumen/hora requerida; y 3) normas de rendimiento que se requieren en la dosificación. La capacidad productiva de una planta se determina por una combinación de detalles tales como: sis-

temas de manejo de materiales, tamaño del silo, tamaño de la dosificación y tamaño y número de la mezcladora de la planta.

El equipo disponible se clasifica en tres categorías generales, manual, semi-automático y totalmente automático.

### 3.3.1 Dosificación manual.

Como su nombre lo indica, todas las operaciones de pesado y dosificación de los ingredientes del concreto se llevan a cabo manualmente. Las plantas manuales son aceptables para trabajos pequeños que no requieren grandes volúmenes de dosificación, generalmente para trabajos hasta de  $4,000 \text{ m}^3$ , a razón de  $15 \text{ m}^3/\text{hr.}$ , pero al incrementarse el tamaño de la obra, la automatización de las operaciones de dosificación se justifica. Los esfuerzos para aumentar la capacidad de plantas manuales mediante dosificación rápida, conducen invariablemente a excesivas inexactitudes en el peso.

### 3.3.2 Dosificación semiautomática.

En este sistema, las compuertas de los silos del agregado, para carga las tolvas medidoras, se operan manualmente mediante botones o interruptores de presión. Las compuertas se cierran automáticamente cuando el peso estipulado del material ha sido entregado. Con un mantenimiento satisfactorio de la planta, la exactitud de la dosificación se mantendrá dentro de las tolerancias. El sistema tiene interruptores que impiden que la carga y descarga de la dosificadora ocurra simultáneamente. En otras palabras, cuando la revoladora está siendo cargada no puede ser descargada, y cuando se está descargando, no puede cargarse.

### 3.3.3 Dosificación automática.

En este sistema la dosificación automática de todos los materiales se maneja eléctricamente por medio de un solo control de mando. Sin embargo, hay interruptores que cortan el ciclo de la dosificación cuando el indicador de la báscula no ha regresado a  $\pm 0.3\%$  del cero, o cuando se excedieran las tolerancias de peso predeterminadas.

#### 3.3.3.1 Dosificación automática acumulada.

Se requieren controles de interruptores en secuencia para este tipo de dosificación. El pesaje no empezará, y se interrumpirá automáticamente cuando las tolerancias predeterminadas dentro de cualquier secuencia de pesaje excedan los valores especificados.

#### 3.3.3.1 El ciclo de carga.

El ciclo de carga no empezará mientras la compuerta de descarga de la tolva medidora esté abierta, y el ciclo de descarga de la tolva medidora no empezará mientras las compuertas de carga de tolva medidora estén abiertas, o cuando cualesquiera de los pesos indicados para los materiales no estén dentro de las tolerancias aplicables. Los pesos prefijados deseados para las revolturas, se hacen mediante dispositivos tales como tarjetas perforadas, o interruptores digitales.

#### 3.3.3.2 Dosificación individual automática.

Este sistema provee básculas y tolvas medidoras separadas para cada tamaño de agregado y para cada uno de los otros materiales que entran en la revoltura.

El ciclo de pesaje se inicia mediante un interruptor sencillo, y las tolvas medidoras individuales se cargan simultáneamente.

## 3.4 Materiales cementantes.

### 3.4.1 Dosificación de materiales cementantes.

Para una alta producción que requiera una dosificación rápida y exacta, se recomienda que los cementos y puzolanas a granel se pesen con equipo automático y no semi-automático o manual. Todas las tolvas medidoras deben estar provistas de un acceso para su inspección y estar equipadas para permitir que se tomen muestras en cualquier momento. Las tolvas medidoras deben ser equipadas con dispositivos para ventilación y vibradores para ayudar a lograr una suave y completa descarga de la mezcla.

### 3.4.2 Descarga de materiales cementantes.

Deben tomarse precauciones eficaces para impedir pérdidas de materiales cementantes al cargar la mezcladora. No debe permitirse la caída libre del cemento de las tolvas medidoras. En plantas múltiples,

las pérdidas deben minimizarse descargando el cemento a través de una manguera estrecha. Para mezcladoras de planta, debe emplearse un tubo de tamaño adecuado para descargar los materiales cementantes en un punto cerca del centro de la mezcladora, después de que el agua y los agregados hayan empezado a entrar en ella.

### 3.5 Medición del agua.

#### 3.5.1 Equipo de dosificación.

En las obras grandes y en plantas centrales de dosificación y mezclado, donde se requiere una producción alta, sólo puede conseguirse una medición de agua exacta mediante las tolvas pesadoras automáticas o medidores.

El equipo para la dosificación de agua en camiones mezcladores debe inyectar el agua bajo presión dentro del tambor, donde se distribuirá bien en la revoltura.

#### 3.5.2 Determinación y compensación de la humedad del agregado.

Además de la exacta dosificación del agua que se agrega, la medición del total exacto del agua de la mezcla, depende de saber con exactitud la cantidad y variación de humedad en el agregado (particularmente en la arena), al dosificarlo. Los medidores de humedad en la arena se emplean frecuentemente en las plantas, y cuando están debidamente calibradas y tienen mantenimiento adecuado, indican satisfactoriamente la magnitud general y los cambios de humedad en la arena.

#### 3.5.3 Agua de mezclado total.

Mantener uniformidad en la medición del agua para el mezclado total, implica, además del peso exacto del agua añadida, un control de las fuentes de agua adicionales, como son el agua para el lavado de la revolvedora, y el agua libre en los agregados. Una de las tolerancias especificadas (ASTM C 94), para exactitud en la medición del agua de mezclado total de todas las fuentes, es de  $\pm 3\%$ . Otra recomendada por el comité, es que la variación en la relación agua/cemento no exceda de  $\pm 0.02$ .

### 3.6 Medición de los aditivos.

El empleo de aditivos en el concreto, particularmente agentes inclusores de aire, es una práctica universalmente aceptada. La tolerancia de dosificación y la interrelación de carga y descarga descritos anteriormente para otros ingredientes de la mezcla deben ser provistos para los aditivos. La dosificación y el equipo de distribución que se usa deben ser fácilmente calibrables.

### 3.7 Otras consideraciones.

Además de la exacta medición de los materiales, también deben emplearse procedimientos correctos de operación si se quiere mantener la uniformidad del concreto. Ha de tenerse cuidado de asegurarse que los materiales que se han pesado estén puestos en la secuencia apropiada, y combinados de manera que se carguen como revolturas uniformes dentro de la mezcla.

Algunas de las deficiencias comunes que han de evitarse son:

1. Traslape de revolturas al cargar y descargar.
2. Pérdida de materiales al transferir revolturas a mezcladoras portátiles.

## MEZCLADO

### 4.1 Requisitos generales.

Es esencial un mezclado completo para la producción de un concreto uniforme. Por lo tanto, el equipo y los métodos empleados deben ser capaces de mezclar eficazmente los materiales de concreto.

### 4.2 Diseño y mantenimiento de las mezcladoras.

Los tipos más comunes de mezcladora son las de tambor, de tiro vertical y el de espas en espiral. Una mezcladora de tambor, de diseño satisfactorio, tiene un arreglo de espas en espiral y una forma de tambor para asegurar de extremo a extremo, el intercambio de materiales paralelo al eje de rotación, y un movimiento envolvente que voltea y esparce la revoltura sobre sí misma al mezclarse. En la mezclado-

ra de tiro vertical, las aspas giran sobre ejes verticales que operan en un recipiente fijo o giratorio que da vueltas en sentido opuesto. Con esta mezcladora, la revoltura puede observarse fácilmente. La mezcladora de paleta en espiral consta de un eje horizontal movido por fuerza motriz con paletas en espirales que operan dentro de un tambor horizontal.

Las mezcladoras fijas deben estar equipadas con dispositivos para regular el tiempo a fin de evitar insuficiencia o exceso en el mezclado de la revoltura.

#### 4.3 Carga de la mezcladora.

Es preferible que el cemento se cargue junto con otros materiales, pero debe entrar en la descarga después de que aproximadamente el 10% del agregado haya entrado en la mezcladora.

El agua debe entrar primero en la mezcladora, y continuar fluyendo mientras los demás ingredientes se van cargando. Las tuberías para cargar el agua deben ser de diseño apropiado y de tamaño suficiente de manera que el agua entre bien en la mezcladora y termine de introducirse dentro de un 25% inicialmente del tiempo de mezclado.

#### 4.4 Tiempo de mezclado para mezcladora fija.

El tiempo del mezclado debe basarse en la capacidad de la mezcladora para producir un concreto uniforme en cada revoltura y mantener la misma calidad en las revolturas siguientes. Las recomendaciones del fabricante y las especificaciones usuales, tal como 3 minutos por yarda cúbica más 1/4 de minuto por cada yarda cúbica adicional de capacidad, pueden utilizarse como guías satisfactorias para establecer el tiempo inicial de mezclado. Sin embargo, los tiempos de mezclado que se determine emplear deben basarse en los resultados de las pruebas de efectividad de la mezcladora que se practiquen a intervalos regulares mientras que dura la obra. El tiempo de mezclado debe medirse a partir del momento en que todos los ingredientes estén dentro de la mezcladora.



## MANEJO Y TRANSPORTE

### 1.1.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Después de realizar los preparativos para un colado o colocación de concreto, se debe tener especial cuidado en el manejo y transporte de este.

Uno de los aspectos que más se debe cuidar es que no se produzca segregación, ya que trae como consecuencia un concreto con una resistencia muy dudosa y distinta en las diferentes capas que se colocan, por lo tanto, se debe cuidar que la vibración que se transmite en el transporte no sea perjudicial. El método que se seleccione para transporte debe ser el adecuado para que aparte de la segregación tampoco se produzca el secado o endurecimiento.

Con respecto a la segregación todos sabemos que el concreto no es una mezcla homogénea, sino por el contrario es una combinación de materiales de diferentes tamaños y densidades, ya que los de mayor peso tienden a depositarse.

La humedad que debe tener el concreto debe ser aquella con la que se va a colocar y consolidar ya que dar una humedad mayor, para que el transporte y colocación sea más fácil, trae como consecuencia que la segregación se produzca más fácilmente.

El secado se produce en cualquier concreto, cuando se tenga un secado que afecte sus características que bien pueden ser por clima caluroso o una distancia muy grande de recorrido entre la planta productora y la colocación, esto se puede evitar protegiendo el concreto de los rayos del sol y del viento y también reduciendo la distancia entre la planta y lugar de depósito del concreto.

El concreto puede ser transportado por métodos y equipos diversos, tales como mezcladoras de camión, cajas de camión fijas con o sin agitadores; cucharones transportados por camión o carro de ferrocarril; por conductos o mangueras, o por bandas transportadoras. Cada tipo de transportación posee ventajas y desventajas específicas que dependen de las condiciones del uso, los ingredientes de la mezcla, la accesibilidad y ubicación del sitio de colocación, la capacidad y tiempo de entrega requeridos, y las condiciones ambientales. Algunos de los sistemas de transporte descritos en este capítulo se tratarán con más detalles en capítulos subsiguientes.

### 1.1.2 MEZCLADO Y TRANSPORTE EN CAMIONES DE TAMBOR GIRATORIO.

Algunas especificaciones limitan las revoluciones totales del tambor que pueden emplearse para la carga, mezclado, agitación y descarga del concreto en camiones de tambor giratorio. Otras fijan límites en el número de revoluciones para velocidad de mezclado. También a menudo se especifica para el mezclado un tiempo máximo de 1 1/2 horas a partir del momento en que el cemento haya entrado en el

tambor y hasta que termina la descarga. También se prevé una reducción del tiempo máximo de espera en climas calientes. Otro método de especificación es no poner límites a las revoluciones o al tiempo de espera, mientras no se exceda el agua de mezclado especificada, no se agregue agua de retemplado o mientras el concreto conserve propiedades físicas plásticas satisfactorias, consistencia y homogeneidad para su colocación y consolidación. Esta manera de proceder es favorecida específicamente en relación con el tiempo máximo permisible para descargar, y es particularmente aplicable cuando el concreto tiene una temperatura fresca o cuando no hace calor. La determinación final de si se está o no logrando satisfactoriamente el mezclado, debe basarse en las pruebas normales de uniformidad de la mezcladora. Hay disponible gran variedad, y deben ser recomendados y utilizados en todas las unidades de camión de tambor giratorio.

#### Concreto Mezclado en Camión.

El mezclado en camión es un proceso en el cual los materiales para concreto previamente dosificados en una planta dosificadora se transfieren a un camión mezclador donde se lleva a cabo la operación de mezclado. Muchos productores dosifican todos los ingredientes en el camión mezclador funcionando a velocidad de carga, detienen el tambor cuando el camión está cerca de la obra, o bien cuando haya llegado a ella, y entonces llevan a cabo el mezclado. Otro procedimiento consiste en completar todo el mezclado en el camión mezclador, en el patio del productor, haciendo el viaje a la obra con el tambor sin girar.

Cuando el tambor se está cargando, debe girarse a la velocidad designada por el fabricante. Después de cargar completamente todos los materiales, el tambor debe girarse a la velocidad de mezclado, empleando entre 70 y 100 revoluciones para completar el mezclado bajo condiciones normales. Si transcurre tiempo adicional después del mezclado y antes de descargas, la velocidad del tambor se reduce a la velocidad de agitación, o se detiene. Antes de la descarga, el tambor debe girarse de nuevo a velocidad de mezclado por unas 10 a 15 revoluciones, para remezclar los posibles puntos de estancamientos, cerca ya a la descarga. El volumen absoluto total de todos los ingredientes dosificados para mezclado completo en un camión de tambor giratorio no debe exceder el 63% de la capacidad del tambor.

#### Concreto Mezclado Parcialmente en Planta Fija y Terminado en Tránsito.

El concreto transportado por este método se mezcla por poco tiempo, generalmente de 15 a 30 segundos en una mezcladora fija en la planta, y el mezclado se completa en el tambor del camión. Los requisitos para este tipo de concretos son los mismos que para el concreto mezclado en camión, excepto que el tiempo de mezclado dentro del tambor del camión será reducido a lo determinado como satisfactorio por las pruebas de uniformidad.

#### Concreto Dosificado en Seco.

Mediante este método, los materiales secos se transportan al sitio de la obra en el tambor del camión, y el agua de mezclado se lleva por separado, en un tanque montado en el mismo camión. El agua se agrega a presión, de preferencia a la entrada y en la parte posterior del tambor que está girando a velocidad de mezclado, y el mezclado se completa con las usuales 70 a 100 revoluciones que se requieren para las mezcladoras de camión. Este método que evoluciona como una solución para viajes largos y demoras en la colocación, permite con seguridad un mayor tiempo de espera para el transporte y la descarga. Sin embargo, la humedad libre en los agregados, que debe considerarse como parte del agua de mezclado, provoca algo de hidratación en el cemento. Por lo tanto, los materiales no pueden mantenerse indefinidamente de esta manera. El volumen total de concreto que puede transportarse por este método es el mismo que en el caso del mezclado en camión normal.

### 3 TRANSPORTE DE CONCRETO MEZCLADO EN PLANTA

#### Tambor Giratorio

Por este método, la mezcladora de camión ya descrita sirve como unidad agitadora de transporte. El tambor se gira a velocidad de carga durante la carga y luego se reduce a velocidad de agitación o se detiene después de completar la carga. El tiempo transcurrido para la descarga del concreto puede ser el mismo que en el caso del mezclado en camión, y el volumen transportado puede aumentarse hasta el 80% de la capacidad del tambor.

#### Camión de Caja Fija con o sin Agitador.

Las unidades empleadas en esta forma de transporte constan de una caja abierta, montada sobre un camión. La caja metálica debe tener superficies de contacto lisas, perfiladas, y, en general, está diseñada para descargar el concreto desde atrás, cuando la caja es volteada. Una puerta de descarga y vibradores montados en la caja deben proveerse en el punto de descarga para controlar el flujo. Un agitador ayuda en la descarga, y mezcla el concreto al descargarse. Sin embargo, jamás debe agregarse agua en la caja del camión, porque no se logra nada de mezclado con el agitador.

El uso de cubiertas protectoras para las cajas de camión durante el mal tiempo, la apropiada limpieza de todas las superficies de contacto, y caminos de transporte llanos contribuyen significativamente a la calidad y eficiencia de esta forma de transportación. El tiempo de entrega usualmente especificado es de 30 a 45 minutos, aunque las condiciones de temperatura puedan o requieran, menos tiempo o permitan tiempos más largos.

#### Recipientes para Concreto Montados en Camiones o Carros de Ferrocarril.

Este es un método común de transporte de concreto masivo desde la planta de mezclado hasta un punto cerca del lugar de colocación. Una grúa entonces levante el recipiente hasta el punto final de colocación. En ocasiones, se usan carros de traslado, que operan en rieles, para transportar el concreto desde la planta de mezclado hasta los recipientes que se operan en cables transportadores. La descarga del concreto de los carros de transporte al recipiente, que puede ser por el fondo, o por alguna forma de volteo, debe ser cuidadosamente controlada para impedir la segregación. El tiempo de entrega por transporte en esta forma es el mismo que para otras unidades sin agitador, generalmente de 30 a 45 minutos.

#### Otros Métodos.

El transporte de concreto mediante banda transportadora y por métodos de bombeo se discutirá en la parte correspondiente a bombas, para concreto y colocación del concreto.

Se han utilizado recipientes de hule pesado de dos compartimientos para transportar revolturas de concreto no mezclado a sitios apartados de construcción en terreno quebrado. Un compartimiento interior contiene el cemento, y otro compartimiento, exterior circundante contiene el agregado y el agua. Se proveen anillos para el izado y la descarga. El pre-dosificado y transporte de esta manera proporcionan un medio de control de calidad en las obras apartadas, que de otra manera no suele lograrse.

#### 4 OBJETIVO FINAL

El método de transporte que se utilice debe entregarse eficazmente el concreto en el punto de colocación, sin alterar de manera significativa las propiedades deseadas en cuanto a la relación agua-cemento, revenimiento, contenido de aire y homogeneidad. Cada método de transporte tiene sus ventajas bajo condiciones particulares de uso, que atañen a renglones tales como diseño y mezcla de materiales, tipo y accesibilidad de la colocación, capacidad de entrega requerida, ubicación de la planta de dosificación y otros. Estas diversas condiciones deben revisarse cuidadosamente al seleccionar el tipo de transporte más apropiado para lograr concreto económico y de calidad en la obra.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
U N A M

CURSO DE RESIDENTES  
DE  
CONSTRUCCION

- TEMAS :
- COLOCACION DEL CONCRETO
  - SUPERVISION DURANTE LA COLOCACION
  - ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

## 1. INTRODUCCION.

El uso del concreto hidráulico está muy extendido entre todas las ramas de la construcción, dado que su manejo y adaptabilidad es relativamente sencillo, sin embargo, se abusa en los procedimientos de colocación, no cumpliéndose en muchas ocasiones con los requisitos que señalan las especificaciones en cuanto a la calidad y durabilidad del concreto.

Si se observan las normas que establecen las especificaciones y se aplican métodos de colocación adecuados a los volúmenes de obras por ejecutar, lo más seguro es que se obtengan resultados satisfactorios a corto y largo plazo, tanto en calidad como en el aspecto más importante de la ingeniería civil, que es el económico.

La importancia que tienen la colocación del concreto en todo tipo de obras se puede deducir del hecho de que la calidad de una obra, no solamente es función de la elección de buenos materiales y del adecuado diseño estructural, sino también y muy importantemente, de todas las actividades que es necesario realizar, tanto antes como durante la colocación del concreto, tales como: planeación, programación, selección y supervisión del equipo, selección del personal, supervisión durante la colocación, etc.

En forma breve trataremos de establecer métodos adecuados de colocación del concreto hidráulico para grandes obras para obtener resultados óptimos de calidad, costo y una duración máxima.

## 2. DESCRIPCION Y SELECCION DEL EQUIPO

El equipo necesario para la colocación del concreto hidráulico, puede dividirse en:

- A) Equipo para transporte de concreto fresco.
- B) Equipo para colocación.
  - a) Colado continuo.
  - b) Colado discontinuo.
- C) Equipo de terminación final.
- D) Equipo auxiliar.

### A) EQUIPO PARA TRANSPORTE

Para llevar el concreto al sitio de colado es necesario hacer uso del equipo que garantice que el concreto sea depositado con la calidad especificada, sin segregación y sin pérdida de humedad. Esto quiere decir que el equipo a utilizar estará en función de la distancia existente entre la planta elaboradora del concreto y el lugar donde se depositará el mismo.

Para distancias hasta de tres kilómetros y en caminos en buenas condiciones es posible usar camiones de volteo de 5 a 6 m<sup>3</sup> que tenga caja en buen estado y selle perfectamente la puerta de descargas, siendo conveniente cubrir la caja con una lona que ayude a evitar la evaporación del agua del concreto.

Para distancias mayores conviene usar equipos especializados en el acarreo del concreto, tales como camiones con cajas en forma de media pera que pueden o no estar equipadas con un agitador dentro de la caja (Dumperete) o los camiones con ollas revoladoras que son los que con más frecuencia se usan.

Podemos considerar también como equipo de transporte a las bandas y a las bombas.

## B) EQUIPO PARA COLOCACION

### a) Colado continuo

Lo que podríamos considerar ideal en todo colado de concreto es tener un flujo continuo de material, el mismo que podemos lograr con el uso de cimbras deslizantes; aunque se requiere tener especial cuidado en varios aspectos del trabajo para tener buenos resultados.

Su principal uso se recomienda en la construcción de silos, pilas para puentes, pavimentos, recubrimiento de canales, túneles, etc., teniendo este equipo importantes variantes de acuerdo al trabajo de que se trate.

La operación del equipo con cimbras deslizantes es más económico que aquel de cimbra fija removible, ya que se ahorra obra de mano y puede trabajarse en zonas más reducidas facilitando la supervisión y calidad del trabajo, pudiendo además, reducir muy importantemente los tiempos de duración de los colados.

Una desventaja para la utilización de equipo de colado muy especializado es que se hace necesario contar con personal y técnicos de operación altamente entrenados que, muchas veces es difícil encontrar.

Las carretillas, los bogues, las bombas y las bandas transportadoras constituyen un importante auxiliar en los trabajos de colados continuos.

### b) Colado discontinuo.

Existen una gran cantidad de equipos para colados de concreto hidráulico que utilizan cimbras de formas estacionarias. Así, por ejemplo, podemos mencionar a las carretillas que son uno de los inventos más útiles para la transportación del concreto dentro de la obra y su correspondiente depósito en la cimbra.

Los bogues con ruedas neumáticas, de mayor capacidad que las carretillas, son usados también con mucha frecuencia y, cuando necesitamos transportar mayores volúmenes podemos hacer uso de los bogues motorizados, cuyas capacidades (0.168 m<sup>3</sup> - 0.280 m<sup>3</sup>) y radio de acción (300 m) son mayores.

El incremento en el abastecimiento del concreto ha originado que los bogues comiencen a ser cada vez mayores hasta convertirse en los conocidos como volquetes cuyas capacidades varían de 0.50 m<sup>3</sup> a 1 m<sup>3</sup>.

Los cubos son otro medio para transportar y colocar concreto, aunque siempre nos tendremos que auxiliar de algún otro medio para manejar los adecuadamente, como por ejemplo, grúas, montacargas, camiones, cablevía y en algunas ocasiones helicópteros, cuando las condiciones lo requieran.

Actualmente se está utilizando con mucha frecuencia el sistema de bombeo para la colocación del concreto, siendo las bombas neumáticas las de mayor uso, las mismas que pueden encontrarse con capacidades que varían de 15 m<sup>3</sup> por hora a 16 m<sup>3</sup> por hora. También existen las bombas de pistón y las de retacado. Se anexan diagramas.

Las bandas transportadoras son sin lugar a dudas, otro importante auxiliar en la colocación del

concreto, siempre y cuando se utilicen en las condiciones adecuadas y que su diseño permita su fácil manejo en la obra.

Para evitar problemas de segregación, se hace necesaria la utilización de los canalones  $v_3$  de las llamadas "trompas de elefante" en la descarga de la banda, así como para llevar el concreto fresco de un nivel superior a otro inferior.

El compresor llena de aire comprimido el tanque, que empuja el concreto en la bomba a través de la tubería.

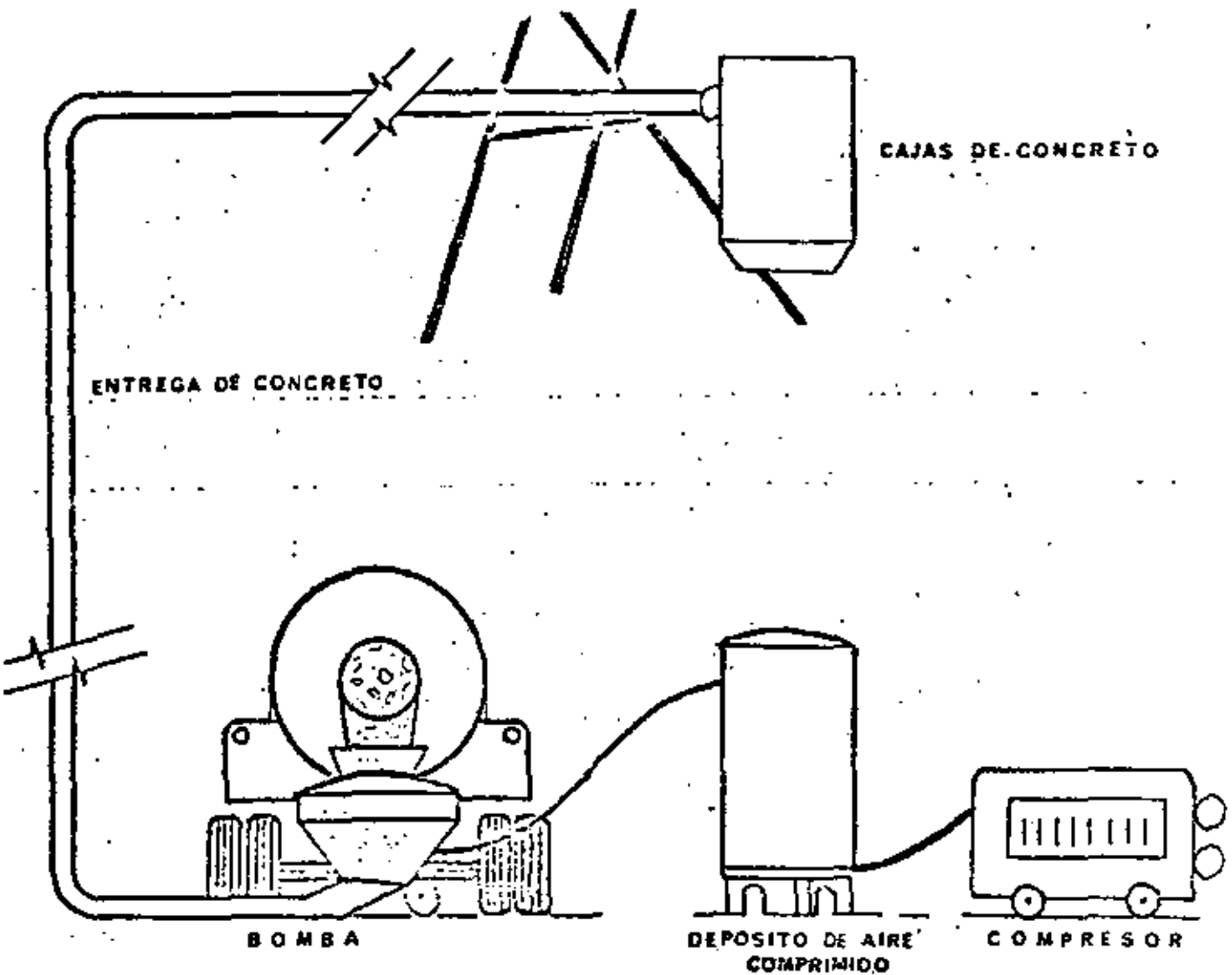
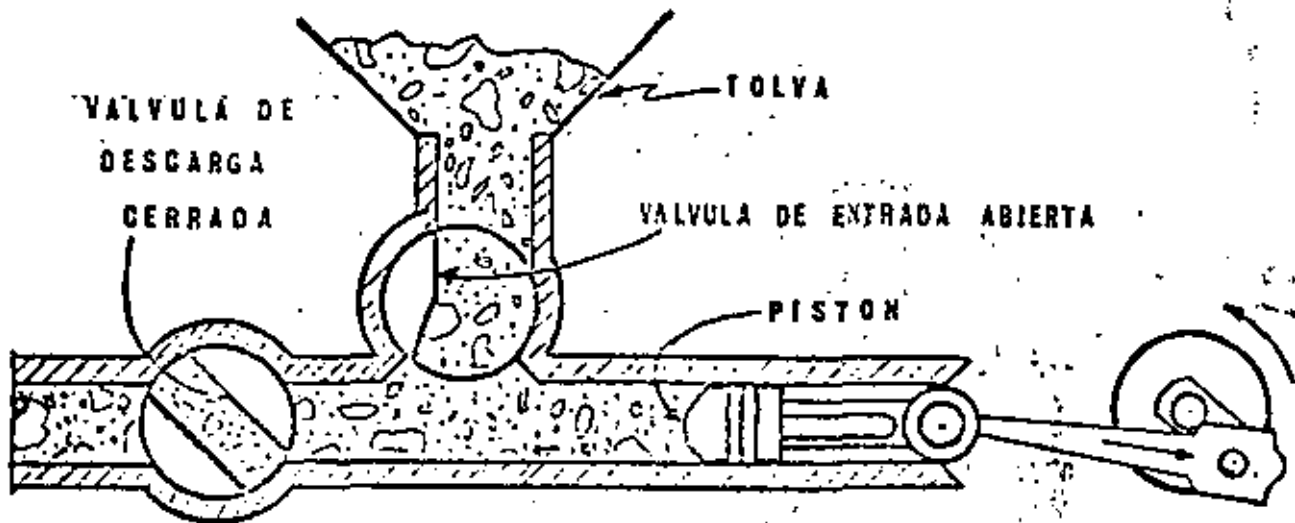
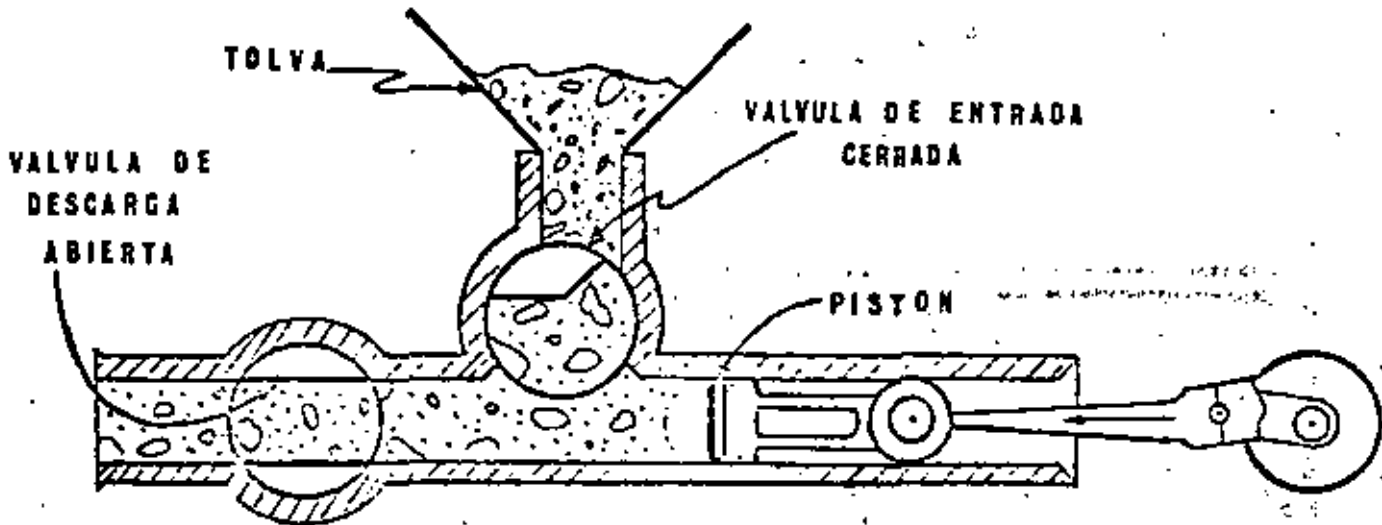


DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UNA BOMBA DE CONCRETO, TIPO NEUMATICO.

DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UNA BOMBA  
DE CONCRETO, TIPO DE PISTON



La válvula de entrada se abre cuando la válvula de descarga está cerrada y el concreto se introduce en el cilindro por gravedad y por la succión del pistón. Cuando el pistón se cierra la válvula de entrada, la válvula de descarga se abre, y el concreto es empujado por la tubería hacia la cimbra.

Los tubos tremie, son elementos necesarios para realizar muros colados "in situ", dentro de lodo bentonítico o agua.



### C) EQUIPO DE TERMINACION FINAL

Con alguna frecuencia es necesario dar a las superficies de concreto un acabado especial, como por ejemplo en pavimentos de concreto hidráulico o también en los recubrimientos de canales, por solo mencionar dos casos.

Como un equipo de terminación final es conveniente utilizar, alguno que permita dar un acabado de la superficie sin alternarla, tendiente a dar las características señaladas por las especificaciones, no solo en cuanto al aspecto formal sino también por lo que respecta a color y textura.

### D) EQUIPO AUXILIAR

#### a) Alumbrado

Deberá tenerse en obra un equipo de alumbrado que garantice el trabajo nocturno, con suficientes lámparas para cubrir toda el área de trabajo.

#### b) Humedecido

Con muchísima frecuencia se hace necesario humedecer la superficie en donde se depositará el concreto, por lo que es recomendable dotar de tanques con agua, en los lugares estratégicos.

#### c) Protección Contra Lluvia y Viento

Para poder proteger al concreto fresco ya colocado, contra los efectos de lluvias inesperadas que puedan dañarlo, se recomienda tener en obra techos con estructuras ligeras en cantidad suficiente; y por lo que respecta a la protección contra los efectos del viento se debe disponer de mamparas lastrables que sirvan de pantallas protectoras.

### E) SELECCION DEL EQUIPO

Para la selección del equipo adecuado deberán analizarse los diferentes factores que intervienen en la realización de la obra, como pueden ser:

- a) Volúmen de obra por ejecutar.
- b) Programa de obra.
- c) Disponibilidad de todos los materiales necesarios.
- d) Factores climatológicos.
- e) Turnos de trabajo.

Una forma de proceder podría ser la siguiente: conocido el volúmen de obra a ejecutarse y el tiempo de entrega, se revisan las disponibilidades de materiales; modificándose el plazo de entrega en caso de que alguno de dichos materiales no esté disponible en la medida requerida. Suponiendo que se tienen los materiales para cumplir con el programa de obra, se analizan las condiciones climatológicas para evaluar el tiempo posible de trabajo que pueda tenerse dentro del programa de obra. Por último, se determinan los turnos de trabajo, permitiéndonos esto conocer el volúmen de obra que tenemos que ejecutar por hora, lo cual nos permite decidir el equipo que se ajuste a las necesidades. Se seleccionará el equipo, con base primordialmente, al trabajo específico de que se trate, para en seguida de un determinado grupo, escoger el que más se ajuste al programa estudiado,

vigilando que esté balanceado entre sus diferentes elementos.

### 3. PROBLEMA DE TRANSPORTE

El concreto puede ser transportado por métodos y equipos diversos, tales como mezcladoras de camión, cajas de camión fijos con o sin agitadores, por góndolas de ferrocarriles, por conductos o mangueras o por bandas transportadoras, etc.

El tema a tratar en esta parte del curso, es sin embargo, el de colocación de concreto; pero vale la pena aclarar hasta qué punto un sistema es de transporte o de colocación; por ejemplo, nosotros podemos transportar el concreto por medio de bandas transportadoras y colocarlos directamente de las bandas a la cimbra bien, en este caso el sistema es de transporte y a la vez de colocación. Lo mismo podemos decir cuando se transporta concreto por métodos de bombeo y quizás también si se transporta por medio de bogues equipados con motor.

Por las razones antes expuestas trataremos de enfocar el problema de transporte dentro de la obra sin desligarlo de la colocación, es decir, distinguiendo únicamente que en la obra tenemos transporte vertical y transporte horizontal y su correspondiente colocación.

El problema de transporte del concreto de la planta al sitio de colocación, se trató en anterior sesión.

### 4. METODOS DE COLOCACION DE CONCRETO

#### A. ESPECIFICACIONES GENERALES

Una especificación es fundamentalmente un documento del contrato que relaciona los materiales y la obra de mano con un cierto grado y calidad. Esto puede hacerse citando normas, citando marcas específicas o indicando métodos o procedimientos. Las especificaciones deben estar acordes al "Estado del Arte en Ingeniería" y deben corresponder al tipo de equipo que se usa en la actualidad. Si la especificación como dijimos al principio está ligada a la calidad, debe hacerse un estudio cuidadoso del conjunto de especificaciones para definir en detalle el control de calidad necesaria.

En general las especificaciones están organizadas por tipos de trabajo. Éste se indica como título, posteriormente se describe en detalle el trabajo a ejecutar y más adelante en una serie de párrafos se dan las características del trabajo, relacionado con su calidad, dimensiones, grado de exactitud en medidas y colocación tipo de material a usar y, algunas veces indicaciones sobre el procedimiento constructivo que debe elegirse.

Por último se termina con el procedimiento para la medición y el pago del trabajo ejecutado.

Aunque al redactar las especificaciones se procuran que éstas sean claras y equilibradas, es bastante frecuente que el contratista se encuentre con casos en los que hay que interpretar una parte o el total de la especificación. Cuando en las especificaciones se encuentran casos como: "De acuerdo con las mejores prácticas de la Ingeniería", "Obra de mano de primera calidad", "deshonesto", se pueden prever dificultades en la interpretación de dichas especificaciones. En estos casos es conveniente traducir las frases en tolerancias definidas o datos específicos que permitan proyectar el subsistema de control de calidad de una manera racional, evitando discusiones, pérdidas de tiempo y serios daños económicos.

También es recomendable que la especificación omita el procedimiento de construcción, aunque no siempre esto es posible, pero en este último caso pueden dársele al constructor, más que un procedimiento de construcción detallado, ciertas restricciones que deberá tomar en cuenta, por ejemplo, en un colado de concreto se le podrá indicar que debe tomar precauciones contra tempe-

raturas abajo de cero.

Al final de este capítulo se anexa un ejemplo de especificación de concreto lanzado para su análisis.

## B. COLADO CONTINUO

Anteriormente ya se ha hablado en forma muy somera del equipo de colocación, tanto para colado continuo como para colado discontinuo. En esta parte enlistaremos los diferentes métodos de colocación describiendo en forma general algunos de ellos.

### a) Colocación en cimbras deslizantes.

Casi siempre que se habla de cimbras deslizantes, se piensa en la construcción de estructuras verticales de concreto reforzado y más específicamente de silos de almacenamiento y en menor escala de tanques elevados y pilas de puentes.

Sin embargo, no son estos los únicos ejemplos de grandes obras en los que se puede utilizar la cimbra deslizante, según podemos observar en la siguiente lista, en la cual incluimos los casos tradicionales y apuntados:

- Colado de silos de almacenamiento.
- Colado de muros en edificios.
- Colado de pilas de puentes.
- Puentes en doble voladizo.
- Colocación de concreto en túneles inclinados.
- Erección de la estructura de concreto de los núcleos centrales para elevadores, servicios sanitarios, escaleras y ductos de instalaciones en edificios.
- Revestimiento de las paredes inclinadas en vertederos.
- Erección de estructuras en obras de toma.

Un aspecto verdaderamente delicado en la operación de un sistema deslizante tradicional, es el control de su movimiento ascendente durante todo el tiempo de la operación, que debe ser continua durante 24 horas al día y todos los días que dure este movimiento, sin que esto quiera decir que el sistema no pueda detenerse en un nivel determinado y arrancar de nuevo, procediendo en forma ordenada y planeada, antes de iniciar el deslizamiento.

La condición principal a satisfacer, después de garantizar la constante sección transversal de la estructura mediante el correcto diseño de la cimbra, es la de verticalidad de la propia estructura o en su caso la de conservar el ángulo correcto con respecto a la horizontal.

La colocación del concreto en las formas, debe hacerse en capas sucesivas de espesores no mayores de 15 a 20 cm y en forma perimetral, es decir, manteniendo la cimbra siempre prácticamente llena y al mismo nivel en todo el perímetro.

Esta situación de uniformidad del llenado de la cimbra nos ayuda, junto con otra serie de condiciones de diseño y de operación que deben reunirse, a mantener la correcta posición de la

cimbra ya que se mantienen uniformes las fuerzas de fricción del concreto contra la cimbra.

El vibrado del concreto dentro de la cimbra es necesario para lograr su perfecta colocación y además porque contribuye en gran parte al buen aspecto del acabado de las paredes, por lo que se recomienda que el vibrado se efectúe en lo posible únicamente sobre la faja de concreto que se va colocando y no afecte, revibrando, la capa inmediatamente anterior, pues aunque esto no afecta las características de resistencia del concreto, sí se manifiesta en la apariencia exterior.

Mantener una uniformidad completa por lo que se refiere a la calidad y condiciones de la mezcla de concreto, en cuanto a su manejabilidad, tiempos de fraguado, proporcionamiento, calidad y tamaño de los agregados, etc., es un aspecto primordial, el cual implica contar con una perfecta organización en todos los aspectos de la obra: suministro adecuado del material y del equipo, personal de producción capacitado y perfecta sincronización en el transporte, elevación, y colocación del concreto en la cimbra.

#### b) Colocación en cimbras continuas

Para tener el ideal abastecimiento de concreto en forma continua, no solamente contamos con las cimbras deslizantes mencionadas anteriormente, sino que también se pueden realizar colados en forma ininterrumpida en los casos que a continuación se indican:

- Recubrimiento de concreto en túneles.
- Pavimentos de concreto hidráulico.
- Colocación de concreto en taludes y plantilla de canales.
- Colados de concreto en grandes losas.

La colocación de concreto hidráulico en pavimentos, tanto en carreteras como en aeropuertos, así como también en el revestimiento de canales, utilizando pavimentadoras, lo podemos considerar como un colado en cimbras continuas ya que lo que propiamente constituye la cimbra continua es la superficie que va a quedar en contacto con el concreto, aunque el equipo de colocación es deslizante.

La operación de este equipo es más económica que aquel de cimbra fija removible, se ahorra obra de mano y en equipos adicionales, se trabaja en zonas más compactas facilitando la supervisión y calidad del trabajo, y se tiene la gran ventaja de que se puede ajustar a todas las dimensiones. Se han realizado construcciones de losas de concreto en pavimentos de espesores variables desde 15 cm hasta 30 cm y anchos desde 3 m hasta 15 m; losas con refuerzo o sin él.

Una ventaja no menos importante que representa el uso de este tipo de equipo es el factor inversión. En producciones masivas es más económico este equipo, en comparación al de cimbra fija incluyendo en cada caso todo lo necesario. Al utilizar menos personal para operar este tipo de máquinas, se obtienen ventajas en costos y se reducen problemas de personal, en cuanto a su control y atención se refiere.

En la utilización de este equipo se pueden señalar los siguientes problemas: es necesario tener personal y técnicos de operación altamente entrenados; deberán usarse métodos de tendido automáticos, es decir, máquinas que por medio de sensores electrónicos pueden ir guiándose apoyados en alambres previamente alineados y nivelados; por último, la atención y mantenimiento del equipo de pavimentación requiere de mecánicos y personal altamente calificado, inclusive asistencia del fabricante, ante todo para darle atención a los componentes y equipos eléctricos.

En cuanto a la cimbra para túneles su funcionamiento es diferente; es básicamente una cimbra continua compuesta de módulos en la cual se va colando de atrás hacia adelante; se cierra primero el módulo posterior y una vez que el concreto que se encuentra en contacto con este módulo tiene la resistencia adecuada, este se cierra y se desliza sobre unos rieles por el interior de la cimbra (parte interior de los demás módulos) hasta llegar a la parte de enfrente en donde se vuelve a armar. La operación se repite cuantas veces sea necesario. Este tipo de trabajos son muy especializados y en nuestro medio se realizaron en el Sistema de Drenaje Profundo con bastante éxito.

Por lo que toca a los colados continuos de grandes losas con sistemas tradicionales, consideramos que no es necesario hacer mayor explicación.

### C. COLADO DISCONTINUO

Este tipo de trabajo se hace en un altísimo porcentaje de grandes obras y la diferencia básica entre una y otra obra, en cuanto a la colocación de concreto se refiere, consiste en el equipo de colocación que se utilice. Así por ejemplo, podemos distinguir los siguientes métodos:

#### a) Cubos y tolvas

El empleo de cubos con descarga por la parte interior, diseñados apropiadamente, permiten la colocación del concreto con el más bajo revenimiento práctico, compatible con la consolidación mediante vibración. Las puertas de descarga deben tener una salida libre que equivalga a no menos de una tercera parte del área máxima horizontal interior o cinco veces de el tamaño máximo del agregado que se está empleando. Las paredes laterales deben ser inclinadas por lo menos 60 grados respecto a la horizontal. Los controles en las puertas deben permitir que el personal que trabaja en la colocación las abra o las cierre durante cualquier etapa del ciclo de descarga.

#### b) Carros manuales y motorizados.

Es importante que las vías por donde transiten estos carros sean lo suficientemente lisas y rígidas para impedir la separación de los materiales del concreto durante el trayecto y también es necesario ser cuidadoso de la forma de depositar el material sobre la cimbra, aspecto que se trata en la parte correspondiente a la supervisión durante el colado.

#### c) Canales y trompas de colado

Se emplean con frecuencia para trasladar concreto de un nivel superior a la cimbra directamente, a tolvas o a bandas transportadoras, que se encuentran en un nivel inferior. Deben ser de fondo curvo y construidas o forradas de metal y tener suficiente capacidad para evitar derrames. Los canales demasiado largos y descubiertos deben cubrirse para evitar la evaporación y la pérdida de revenimiento.

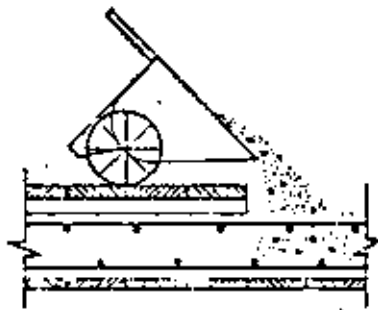
#### d) Tubo tremie (tubo embudo)

Este elemento es imprescindible en los trabajos de muros colados "in situ", o sea en los trabajos de muros subterráneos colados en el lugar. El procedimiento es como sigue:

1o. Se construye un brocal de guía

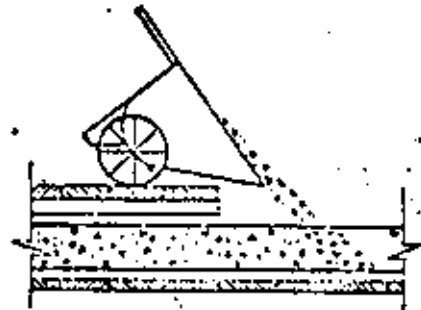
2o. Excavación mediante equipo especial.

Se excava mediante equipo especial (puede ser cucharón de almeja): se efectúa la excava-



1 CORRECTO

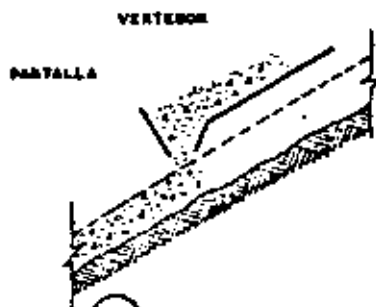
VERTER EL CONCRETO EN LA CARA  
DEL CONCRETO COLADO



2 INCORRECTO

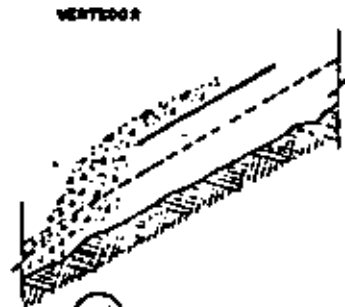
VERTER EL CONCRETO ALEJÁNDOSE DE  
LA CARA DEL CONCRETO COLADO

### COLADO DE LOSAS DE CONCRETO DESDE BUGGIES



1 CORRECTO

COLOCAR UNA PANTALLA Y COLAR EN EL  
EXTREMO DEL VERTEDOR; DE TAL MANERA  
SE PREVIENE LA SEPARACION Y EL CON-  
CRETO PERMANECE EN LA PENDIENTE.



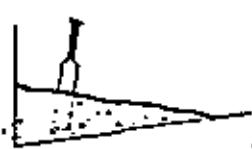


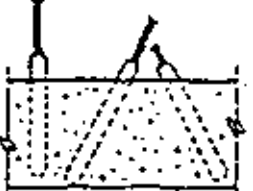
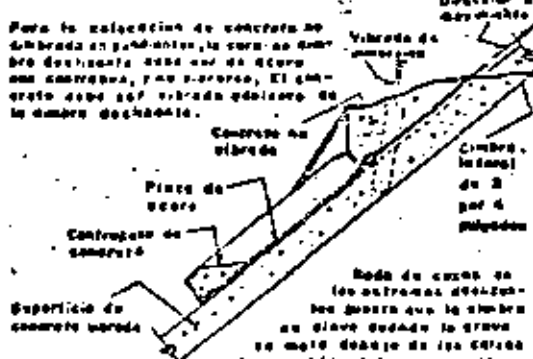
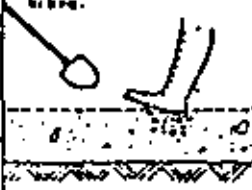

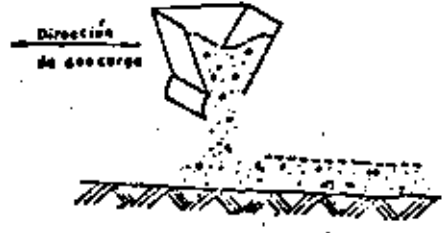
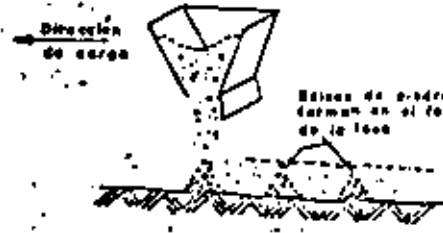
2 INCORRECTO

COLAR EL CONCRETO DESDE UN EXTREMO  
LIBRE DEL VERTEDOR SOBRE UNA PEN-  
DIENTE QUE VA A SER PAVIMENTADA,  
LA GRAVA SE SEPARA Y VA A LA PAR-  
TE INFERIOR DE LA PENDIENTE. LA  
VELOCIDAD TIENE A DESLIZAR EL  
CONCRETO HACIA ABAJO.

### COLADO DE CONCRETO EN UNA SUPERFICIE INCLINADA

COLADOS DE CONCRETO

N	O	R	M	A	REV
HOJA					DE

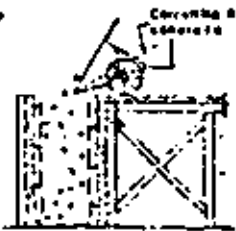
<p style="text-align: center;"><b>CORRECTO</b></p> <p>Se empieza la colocación en el fondo de la pendiente de un modo que se asegura la compactación por el peso del concreto hasta que se logra. La vibración es mínima.</p>  <p style="text-align: center;"><b>INCORRECTO</b></p> <p>Se empieza la colocación en la parte superior de la pendiente. El concreto se vibra hacia abajo y se resaca, sobre todo cuando se vibra en la parte inferior, puesto que la vibración hace al flujo, y desde el peso del concreto se desvía.</p>  <p style="text-align: center;"><b>CUANDO SE TIENE QUE COLOCAR CONCRETO EN PENDIENTES</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>CORRECTO</b></p> <p>Penetración vertical del vibrador algunas centímetros sobre de la capa cuando se coloca [El cual siempre debe estar en posición normal] a intervalos regulares para que se eviten los huecos que se forman al consolidación.</p>  <p style="text-align: center;"><b>INCORRECTO</b></p> <p>Penetración al nivel del vibrador en todas las partes y con una vibración preferencial, para asegurar la buena compactación de los dos pisos.</p>  <p style="text-align: center;"><b>LA VIBRACION SISTEMATICA DE CADA CAPA</b></p>
<p>Para la colocación de concreto en pendiente en pendientes, la cara de apoyo debe estar en el fondo de la pendiente, y no a la parte superior. El concreto debe ser vibrado cuidadosamente en la parte de arriba.</p>  <p style="text-align: center;"><b>COLOCACION DEL CONCRETO EN UNA SUPERFICIE INCLINADA</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>CORRECTO</b></p> <p>Con una pala se pasa la grava a las bolitas de piedra u otra que contenga suficiente cantidad de arena y se consolida a vibrar.</p>  <p style="text-align: center;"><b>INCORRECTO</b></p> <p>Traer de corregir la base de piedra reemplazando muelle y concreto traído en la zona.</p>  <p style="text-align: center;"><b>EL TRATAMIENTO DE BOLSAS DE PIEDRA AL COLOCAR CONCRETO</b></p>
<p style="text-align: center;"><b>CORRECTO</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>INCORRECTO</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>COLOCACION DEL CONCRETO</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>CORRECTO</b></p> <p>Dirige el tubo para que la grava se pegue sobre el concreto de tal manera que pueda consolidarse sobre de la masa.</p> <p style="text-align: center;"><b>INCORRECTO</b></p> <p>Desechar de manera que la grava sea el resaca y acumule sobre arriba o sus bordes.</p> <p style="text-align: center;"><b>SI LA SEGREGACION NO HA SIDO ELIMINADA AL LLENAR LOS CURSOS UN remedio temporal es que se haga la compactación</b></p>
<p><b>COLOCACION DEL CONCRETO</b></p>	

EL CONCRETO SE SEGREGARA SERIAMENTE A MENOS QUE SE DEPOSITE DENTRO DE LAS CIMBRAS ADECUADAMENTE



**CORRECTO**

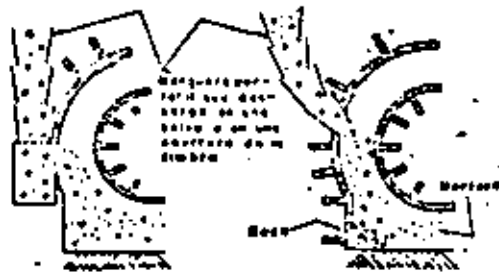
Descargando el concreto de un elevador con una manguera flexible y flexible. Esto evita la segregación. El viento y el ruido ayudan también sobre los lados del concreto.



**INCORRECTO**

Permite que el concreto del conato a la vez se golpee contra el piso y se cae en las varillas y se causa segregación y huecos en el fondo.

**COLOCAR CONCRETO EN LA PARTE SUPERIOR DE CIMBRAS ESTRECHAS**



**CORRECTO**

**INCORRECTO**



**CORRECTO**



**INCORRECTO**

Cada vertical del concreto se hace caídas debajo de cada abertura de la cimbra, permitiendo que el concreto se deslice y fluya fácilmente a la cimbra sin segregación.

Permite que el concreto fluya y que caídas dentro de las cimbras, a que forme un ángulo con la vertical. Esto inevitablemente resulta en segregación.

**COLOCACION EN PAREDES PROFUNDAS O CURVAS A TRAVES DE UNA ABERTURA EN LA CIMBRA**



**CORRECTO**

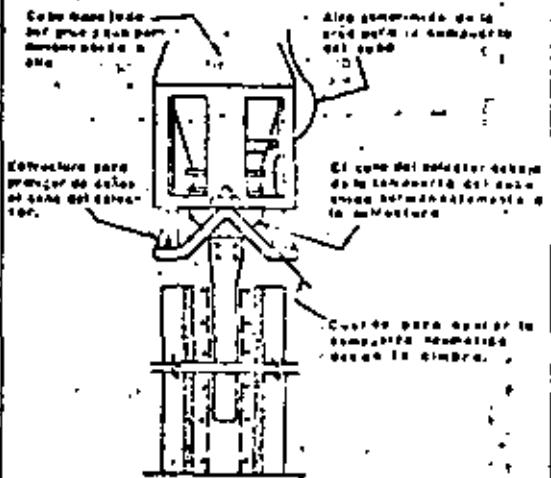
Recomienda el concreto en las fundas de las cimbras estrechas y profundas y se hace más lento conforme se acerca la parte superior. El concreto se debe hacer o bajar de altura del concreto. Lo mejor es por un sistema de vigas.



**INCORRECTO**

Hay un momento particular en la parte superior como la parte superior de la fundación de un pilar. Allí, en la parte superior, produce un ángulo de 45° y de 90° en ángulo, por lo que se debe y distribución de la parte superior.

**CONSISTENCIA DEL CONCRETO EN CIMBRAS ESTRECHAS Y PROFUNDAS**



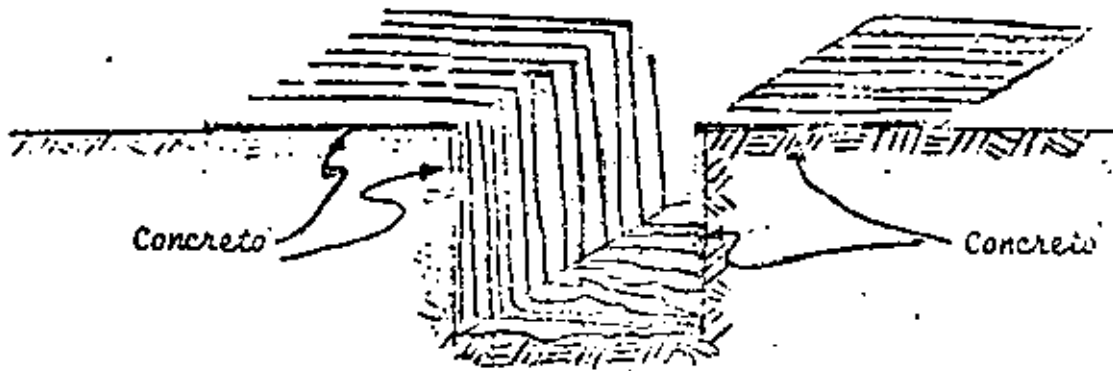
Consiste en darle flexión adecuada al momento. El concreto se debe de poner en un ángulo de 45° de concreto, evitando que se caiga para el momento de la segregación de ser lo suficientemente grande para el mojar.

**COLOCACION DE CONCRETO EN CIMBRAS PROFUNDAS Y ESTRECHAS**

**COLOCACION DEL CONCRETO**

N	O	R	M	A	M	N	V
0009							
NOVA	CI						





ción en zanja de ancho y largo determinado y a medida que se va haciendo la excavación se va introduciendo lodo bentonítico. La bentonita, en virtud de su elevado peso específico, ejerce una fuerte presión sobre las paredes de las excavaciones y penetra en el terreno alrededor de él haciéndolo impermeable; mientras que por lo que se refiere a su acción contra los derrumbes, puede considerarse que dicha bentonita encerrada en la excavación debe resistir a la presión del suelo y, si hay presencia de una falda de agua, resistir también a su empuje; o sea que dicho lodo sustituye perfectamente bien cualquier forma de adente.

### 3o. Limpieza del fondo

Terminada la excavación hasta la cota determinada y con el ancho y largo establecido, se debe proceder a la limpieza del fondo, la misma que se ejecuta mediante bombas especiales sumergidas que hacen circular el lodo a través de un ciclón y un separador, volviendo a recircular la bentonita limpia.

### 4o. Colocación del acero de refuerzo

Sucesivamente y si es necesario según el cálculo, se puede proceder a introducir en la zanja, siempre en presencia del mismo lodo, una parrilla de acero de refuerzo.

### 5o. Colado del concreto

El paso a seguir es el colado del concreto que se efectúa de abajo hacia arriba mediante un tubo de colado (tubo "tromie"). Un factor muy importante es que la parte inferior de dicho tubo tiene que quedar siempre sumergido en el concreto, por lo menos un metro o más.

En la hoja siguiente se puede observar en forma gráfica este proceso.

#### a) Bombeo

Podemos definir al concreto bombeado como un concreto conducido por presión a través de un tubo rígido o de una manguera flexible y vaciado directamente en el área de trabajo. En general, su uso ha tenido buen éxito, especialmente en el revestimiento de túneles y para vaciados en áreas inaccesibles a las grúas, camiones, etc. Últimamente ha tomado bastante auge en trabajos de edificación.

El sistema de bombeo, puede ser útil en la mayor parte de las construcciones de concreto; pero más especialmente en las áreas donde el espacio para el equipo de construcción es muy reducido.

Para obtener un bombeo satisfactorio se requiere una dotación constante de concreto bombeable, el cual, como las mezclas convencionales, requiere un buen control de calidad. De acuerdo

# EJECUCION DE MURO COLADO "IN SITU"

EXCAVACION

COLADO

DE LA CONCRETERA

DIAPHRAGMA  
TERMINADO

ARENA  
Y  
GRAVA

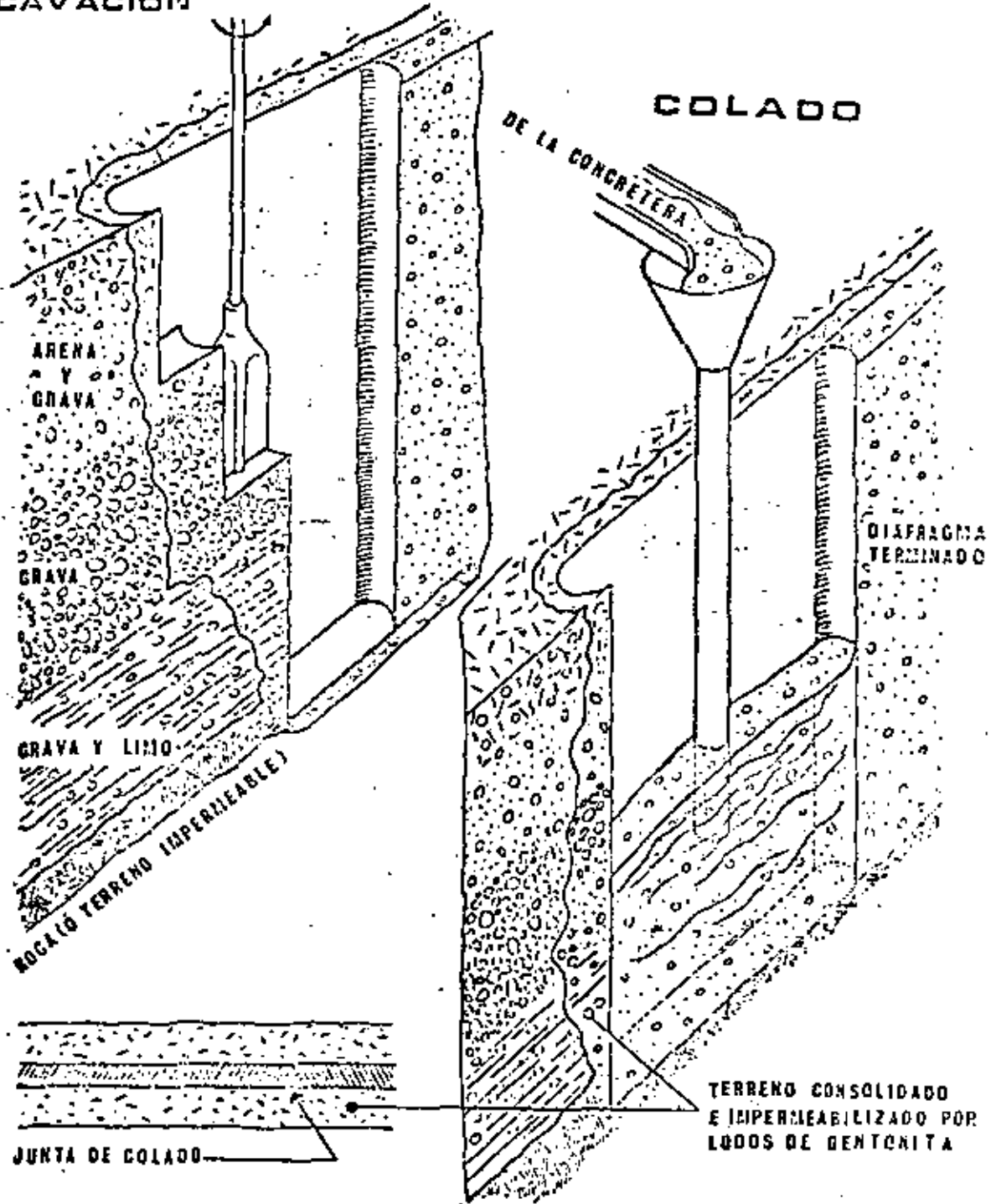
GRAVA

GRAVA Y LIMO

BOGA (O TERRENO IMPERMEABLE)

TERRENO CONSOLIDADO  
E IMPERMEABILIZADO POR  
Lodos DE BENTONITA

JUNTA DE COLADO



con el equipo que se use, la capacidad de entrega de concreto variará de 8 a 70 m<sup>3</sup> por hora. El alcance efectivo variará de 90 a 300 m horizontalmente y de 30 a 90 m verticalmente. Ha habido casos en los que se ha logrado bombear concreto en distancias horizontales hasta de 600 m y en verticales hasta 500 m.

#### f) Bandas transportadoras

Este es también un método de colocación utilizado con cierta frecuencia en las grandes obras.

Las principales ventajas de las bandas transportadoras son el flujo uniforme y el volumen que desplazan. Su desventaja mayor es la tendencia a la segregación del concreto en el extremo de descarga, por lo que se hace conveniente instalar algún dispositivo en el extremo de descarga que asegure la caída vertical del concreto.

Por lo general es necesario instalar un limpiador de banda en el extremo de descarga para evitar que una porción del concreto se adhiera a la banda.

#### g) Cablevías

En algunas grandes obras, como es el caso de presas de concreto, se ha utilizado este sistema de colocación con magníficos resultados. Su funcionamiento es aparentemente simple y consiste en lo siguiente: Se tiende un cable a manera de un puente colgante y sobre él se desliza un mecanismo por medio de poleas y del cual pende un bote que en su interior contiene concreto y que se depositará en el lugar del coíado. El accionamiento del sistema se realiza desde una caseta que se encuentra en alguno de los extremos en donde se encuentran sujetos el cablevía. Su utilización como método de colocación de concreto es relativamente escaso ya que requiere de condiciones especiales.

#### h) Concreto lanzado

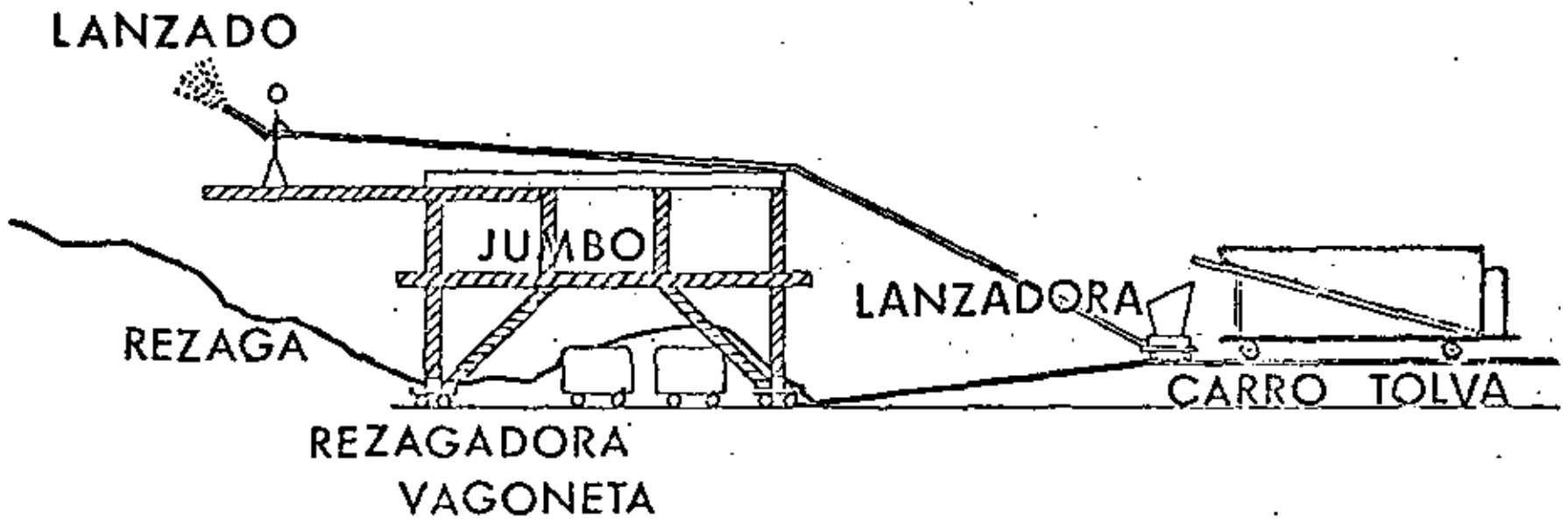
Este es el nombre que se da a un mortero o concreto transportado a través de una manguera y proyectado neumáticamente a alta velocidad, sobre una determinada superficie.

Las propiedades del concreto lanzado no difieren de las propiedades de un concreto colocado convencionalmente, de proporciones similares; es el método de colocación el que confiere al concreto lanzado sus significativas ventajas en numerosos usos. Al mismo tiempo, se requiere considerable habilidad y experiencia en la aplicación del concreto lanzado, así que su calidad depende en gran parte del trabajo de los operadores, especialmente en la colocación con la boquilla de expulsión.

El contenido de cemento en el concreto lanzado es alto. Además, el equipo necesario y la forma de colocación son más caros que en el caso de concreto convencional. Por estas razones, el concreto lanzado se usa principalmente en ciertos tipos de construcciones: secciones delgadas y ligeramente reforzadas (en algunos casos), como techos, cascarones, recubrimiento de túneles y tanques presforzados. Se usa también para reparar concreto deteriorado, estabilizar taludes, recubrir acero para protección contra incendios, y como sobrecapa ligera de concreto, mampostería o acero. Si el concreto lanzado se aplica en una superficie cubierta por agua corriente, es necesario usar un acelerante que produzca fraguado instantáneo; pero con la consiguiente reducción en la resistencia, aunque hace posible el trabajo de reparación. Generalmente, se aplica el concreto lanzado en un espesor hasta de 10 cm.

En la hoja que sigue se ilustra gráficamente el sistema.

-16-



## COMPARACION ENTRE PROCEDIMIENTOS DE COLOCACION DE CONCRETO

PROCEDIMIENTO	CUBETAS	BUGUI	BANDAS	BOMBAS
Restricciones de Mezclado	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Muchas (de acuerdo al tipo de bomba)
Accesibilidad	No debe haber obstáculos superiores	Requiere espacio para rodamiento, rampas o malacates.	No supera obstáculos altos verticales pero pueden utilizarse - ventanas, etc.	Ninguna
Restricciones en desplazamiento vertical	Lo permitido por la grúa	La pendiente - cuesta arriba - máxima es 5:1 en términos generales	La pendiente máxima es 2:1 en ambos sentidos, en general	50 a 450 pies, con una cifra record de 575 pies.
Restricciones en desplazamiento horizontal	El ángulo de la pinya limita la operación de carga de la cubeta; dar el ángulo necesario tomar su tiempo.	Manuales: límite práctico 200 pies máx. Motor: 1000 - pies	2 000 pies o más	250 a 2 500 pies dependiendo de la bomba y del diámetro de la tubería.
Yardas/hora	Con cubeta de 1 yd <sup>3</sup> de, y vel. de 240 p.p.m. 73 yd/hora a 50 pies de elevación 16 yd/hora a 200 - pies de elevación	Manuales: 200 pies, 3 a 5 yd/hora Motor: 600 pies 15 a 20 yd/hora	100 a 360 yd/hora	5 a 160 yd/hora dependiendo de la bomba y del tipo de trabajo
Utilización malacate/grúa	El ciclo completo de colado requiere grúa o malacates	Ninguno, a menos que el nivel de colado sea superior al nivel de la - rampa	Si se utilizan unidades posadas, sólo durante el tendido	Ninguno
Tiempo para instalación	Ninguno, a menos que existan obstáculos para el acceso	Instalación de rampas y rodamiento - posible necesidad de apuntalamiento	Se requiere un mínimo de 5 horas pero 200 pies de recorrido	Colocación de la línea (No si se utiliza bomba montada en camión)
Costo inicial	Descarga inferior - 1.5 yd: \$1 000 U.S.	\$ 1 750 US - \$ 2 500 US	Ancho 16", sistema de 200': - \$ 40 000 US - (7 bandas)	Bomba: \$ 15 000 US - \$ 40 000 US Pluma: \$ 20 000 US - \$ 40 000 US
Renta promedio/mes	1 yd descarga inferior: \$ 105 US 1 yd "recostada": \$ 103 US	Manual 10-12 pies: \$ 42.75 US; Motor 10-14 pies \$ 204.00 US.	Ancho 16", 32-34 pies: \$ 413 US Ancho 16", 50 pies: \$ 594 US	No disponible

## EJEMPLO DE ESPECIFICACIONES

PROYECTO, PAUTE - ETAPA I  
LICITACION No. PA/1

## PARTE IV

## SECCION: 8 HORMIGON LANZADO

8.1 Alcance de los Trabajos.— Esta Sección abarca el suministro y aplicación de hormigón lanzado, mediante equipo neumático, en el techo de la Casa de Máquina, en túneles, en pozos, en el recubrimiento de taludes y en otros sitios que la Fiscalización lo apruebe o lo ordene.

El hormigón lanzado se colocará según las instrucciones de los planos, con o sin armadura o pernos de anclaje, pero también podrá ser utilizado como capa sellante, para impedir los escurrimientos de agua de filtración hacia las obras en construcción, o como relleno de irregularidades en las excavaciones.

8.2 Generalidades.— El hormigón estará constituido por una mezcla de cemento, agregados, agua y aditivos que será lanzado a alta presión sobre la superficie a cubrir. La capa proyectada se acomodará uniformemente, sin rebotar, a la superficie de la roca, evitándose luego la producción de escurrimientos o desprendimientos. Su espesor, extensión y resistencia guardarán conformidad con los requerimientos de los planos y/o con la aprobación de la Fiscalización. El Contratista deberá instalar clavos o algún otros dispositivos aprobado, como guía para la obtención de los espesores especificados.

El equipo y método a utilizarse estará de acuerdo con estas Especificaciones y con las recomendaciones del ACT S06, así como la práctica moderna más eficiente de ejecución, con personal especializado. Se observará, además, las especificaciones pertinentes de la Sección: 7 Hormigón.

El hormigón lanzado podrá ser aplicado tanto por mezcla en seco como por mezcla en húmedo. El Contratista previamente deberá obtener la aprobación de la Fiscalización del método y del equipo que se propone usar.

8.3 Materiales.— El cemento a utilizarse será tipo portland, que satisfaga los requisitos de la especificación ASTM - C 150, Tipo II.

Los agregados pueden consistir de arena natural o manufacturada o una combinación de los dos y gravilla y estarán constituidos por partículas limpias duras y resistentes con un diámetro máximo de 1 cm.

El módulo de finura de la arena estará comprendido entre 2.5 y 3.0

Los aditivos, serán tan sólo acelerantes del fraguado. Su uso se condicionará a la aprobación de la Fiscalización.

El agua para la mezcla deberá cumplir con los requisitos ya indicados en el numeral: 7.5., de agua para hormigones.

Al disponer mallas de alambre, como refuerzo, éstas cumplirán con los requisitos especificados en la Sección. 10.

## 8.4 Dosificación

8.4.1 Ensayos Previos.— Los ensayos previos de la dosificación propuesta deberán realizarse con una anticipación mínima de 20 días a la aplicación del hormigón lanzado en las obras definitivas.

Los ensayos se efectuarán en por lo menos dos paneles, de 1 m<sup>2</sup>, con o sin malla en la cuarta parte o en la mitad de su superficie (según la aprobación de la Fiscalización). El espesor requerido, no menor de 5 cm, será aplicado de acuerdo al método a emplearse, sobre un panel colocado en posición vertical; y el otro,

horizontal, en la bóveda.

El Contratista obtendrá de ellos las muestras o testigos necesarios para efectuar ensayos de compresión, que determinen la calidad del hormigón lanzado; se controlará, además la capacidad y calidad del equipo de mezcla y lanzado, y los tiempos necesarios de revolutura.

**8.4.2 Dosificación.**— El diseño de la dosificación será hecho por la Fiscalización. Al aceptarlo el Contratista, la asume completamente como suya, para la ejecución. La resistencia a alcanzarse de  $175 \text{ Kg/cm}^2$  a los 7 días.

La dosificación se hará por peso y con una precisión de 1.0%. El equipo de pesaje permitirá obtener pesadas con errores inferiores a 0.50%. El mezclado de los materiales se realizará mecánicamente, por el tiempo mínimo de 1-1/2 minutos, en forma completa y uniforme, y en las cantidades necesarias para mantener un abastecimiento ininterrumpido. El contenido de humedad de los agregados antes de la revolutura será entre el 3 y 5.0%.

Toda mezcla que no haya sido utilizada hasta 45 minutos después de iniciado su mezclado deberá ser rechazada a expensas del Contratista.

## 8.5 Colocación

**8.5.1 Limpieza.**— Antes de la colocación del hormigón lanzado, las superficies deberán ser cuidadosamente limpiadas, por medio de chorros alternados del aire y agua a presión. Se alejará de ellas todo material suelto, residuos, o fragmentos de roca, lodos, agua de escurrimiento, etc.

No se colocará el hormigón lanzado sobre superficies secas o polvorientas éstas, una vez limpiadas, deberán ser mantenidas húmedas por lo menos durante 2 horas. Si la aplicación va a hacerse sobre capas antiguas de hormigón lanzado, éstas deberán ser auscultadas con golpes de martillo, para comprobar que no haya zonas sueltas, que en caso de existir deberán ser picadas cuidadosamente y reemplazadas con el nuevo hormigón lanzado.

Si se utiliza mallas de refuerzo, se tendrá los mismos cuidados de limpieza antes indicados.

**8.5.2 Agua de Hidratación.**— La dosificación de agua en la boquilla del equipo de lanzado deberá ser tal, que la mezcla proyectada sea trabajable y produzca el mínimo posible de rebote, evitándose posteriores escurrimientos o desprendimientos, debidos a exceso de agua.

La presión del agua en el mezclador deberá ser mayor, en mínimo  $1 \text{ Kg/cm}^2$ , que aquella del aire comprimido; y mantenido constantemente, uniforme y adecuada, para garantizar su eficiente mezcla con el cemento y agregados.

**8.5.3 Aplicación.**— El hormigón lanzado se aplicará de modo continuo, no intermitente, en los espesores establecidos en los planos y/o según lo indique la Fiscalización. En las zonas en que sea necesario más de una carga, la siguiente se aplicará luego de por lo menos 8 horas después de la primera.

La boquilla se mantendrá en posición perpendicular a la superficie y a una distancia entre 1 y 1.5 m. El chorro deberá ser de forma cónica; caso contrario, la boquilla será reparada o cambiada. Todo el material de rebote será desechado, a expensas del Contratista.

Para la longitud de mangueras de menos 30 m, la presión del aire en la lanzadora no será inferior a  $3 \text{ kg/cm}^2$ , de ancho, las cuales deberán ser limpiadas, según lo indicado en 8.5.1 antes de aplicar la nueva capa adyacente. No se permitirá la construcción de juntas cuadradas.

**8.6 Curado.**— El hormigón lanzado deberá ser protegido de la pérdida de agua durante el tiempo mínimo de 7 días, después de colocado, por uno de los siguientes métodos:

- a) Cubriendo la superficie con cáñamos, arenas o paja, y manteniéndolos continuamente húmedos.
- b) Rociándolo continuamente con agua o cubriéndolo con agua;
- c) Cubriéndolo con una capa de material sellante, aprobado que mantenga por lo menos el 90% del agua original de la mezcla, de acuerdo al método de la especificación ASTM-C 156.71.

Si la humedad relativa del aire en la superficie del hormigón lanzado fuere de 90% o, durante el tiempo mínimo especificado, no se requerirá de precauciones especiales de curado.

**8.7 Control de Calidad.**— El Contratista prestará, sin cargo alguno, todas las facilidades necesarias para que la Fiscalización efectúe el control de calidad cuando y donde creyere conveniente. Especialmente, se hará un panel de ensayo en cada frente de trabajo y se extraerá testigos de aproximadamente 7.5 cm. de diámetro para efectuar controles de espesor y resistencia. Mínimo se erectuará un panel de ensayo por cada tres días de aplicación.

Todo hormigón lanzado que no cumpliera con los requisitos especificados en esta Sección, o que sufre daño después de colocado, deberá ser reemplazado o corregido según lo indique y apruebe la Fiscalización, a expensas del Contratista.

**8.8 Medición y Forma de Pago.**— El hormigón lanzado a pagarse será medido en base al peso, en toneladas métricas, del cemento usado. Este precio incluirá el costo de suministros de todos los materiales (excepto cemento), equipos, herramientas y mano de obra necesarios para realizar la preparación mezcla y colocación del hormigón, así como, para controlar el agua superficial, el suministro y la aplicación de los compuestos químicos para el curado y la provisión de agua de curado.

El pago se efectuará de acuerdo al precio unitario por tonelada métrica estipulado en la Tabla de Cantidades y precios.

La medida y forma de pago para la malla de alambre soldada, usada como refuerzo se hará de acuerdo a lo indicado en el numeral: 10.7.

El cemento se medirá y pagará de acuerdo a lo establecido en el numeral 7.30.14.

## 5. CONSTRUCCION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE JUNTAS

A fin de reducir los esfuerzos de tensión, compresión y flexión, según el caso, se hace necesario construir juntas en los colados de concreto hidráulico. Podemos distinguir las siguientes juntas:

### A. JUNTAS DE EXPANSION

Su función principal es proporcionar el espacio para que tenga lugar la expansión del concreto y por consiguiente, evitar que se originen esfuerzos de compresión que pudieran causar daño en el mismo. Esta junta funciona también como junta de contracción. Se pueden localizar en estructuras largas, como muros de contención, edificios, ductos, etc.

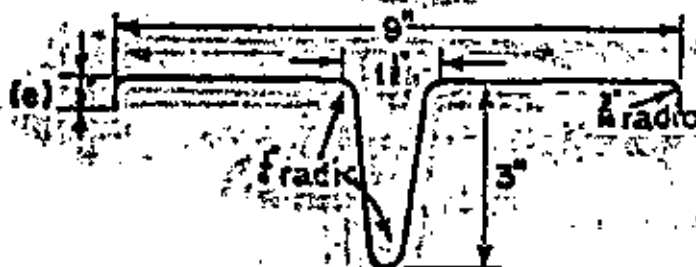
Se recomienda que estas juntas sean colocadas cada 30 m en el caso de muros de contención y de edificios. Es también conveniente colocar juntas de expansión en estructuras que tengan cambios de dirección, tal y como sucede en los edificios en forma de T o L.

Las juntas pueden ser elementos ahogados en el concreto del siguiente material: cobre, debido a que su resistencia a la oxidación es mucho mayor que la del acero; bandas de PVC, debido a que absorben los movimientos de la junta y son completamente impermeables; bandas de plástico; bandas de hule.

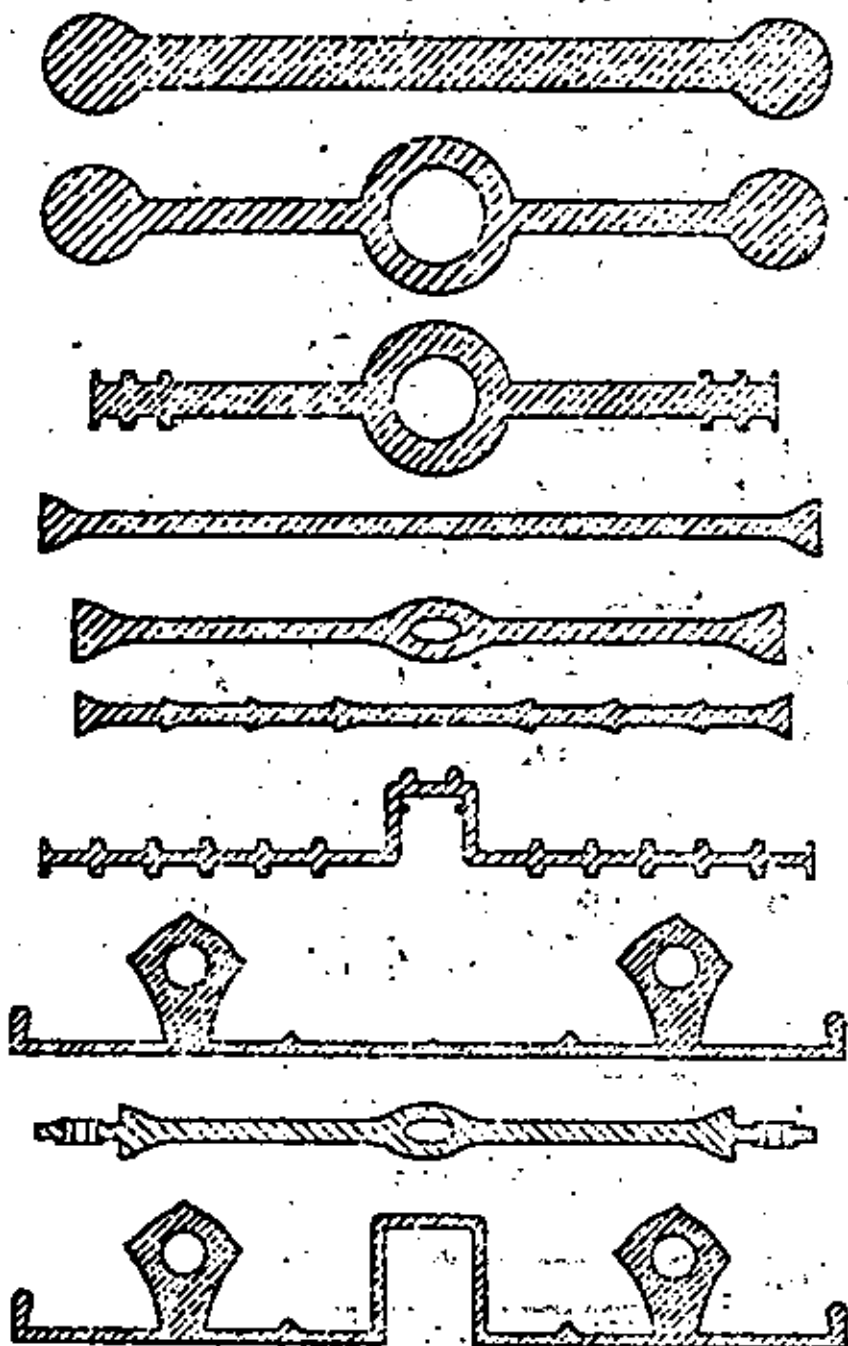
En las dos siguientes páginas se anexan croquis de juntas de expansión de cobre y distintos tipos de bandas flexibles para el sellado de juntas.



## JUNTAS DE EXPANSION DE COBRE



DISTINTOS TIPOS DE BANDAS FLEXIBLES PARA EL SELLADO DE JUNTAS



## B. JUNTAS DE CONTRACCION

Tienen por objeto limitar los esfuerzos de tensión a valores permisibles. Esta junta debe estar en libertad de abrirse y básicamente existen dos tipos: juntas de ranura, juntas de tiras metálicas. Las primeras se construyen formando una ranura en la superficie del elemento utilizando cualquiera de los siguientes procedimientos.

- Introduciendo temporalmente en el concreto una tira metálica.
- Instalando una tira de material premoldeado de relleno para juntas a la profundidad requerida.
- Aserrando el pavimento después que el concreto haya endurecido.

Las segundas, se usan en pavimentos de concreto y se construyen colocando una tira separadora o de partición sobre la sub-base. Este separador consiste en una placa metálica o alguna hoja delgada de algún material rígido e incompresible; sirve para interrumpir la continuidad del pavimento. Se forma una ranura en el concreto inmediatamente encima del separador.

## C. JUNTAS DE ALABEO O DE ARTICULACION.

Se refiere a cualquier tipo de juntas que permitan un cierto giro sin una separación considerable entre las losas adjuntas. Su función principal es absorber los esfuerzos por alabeos. A diferencia de la junta de expansión o contracción se colocan barras a través de la junta para prevenir separación considerable. En efecto, una junta de este tipo actúa simplemente como una articulación, permitiendo que los elementos en unión puedan sufrir un cierto desplazamiento angular.

## D. JUNTAS DE CONSTRUCCION.

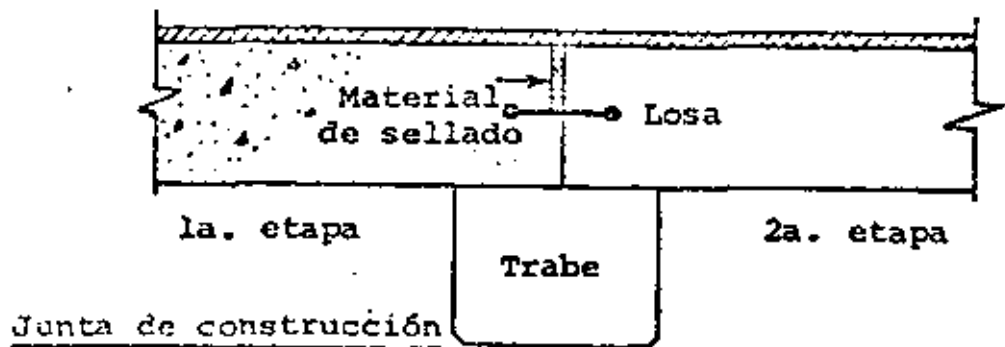
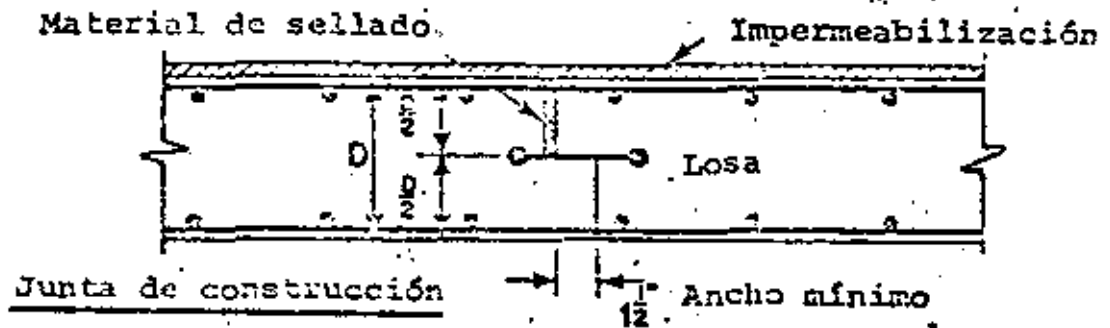
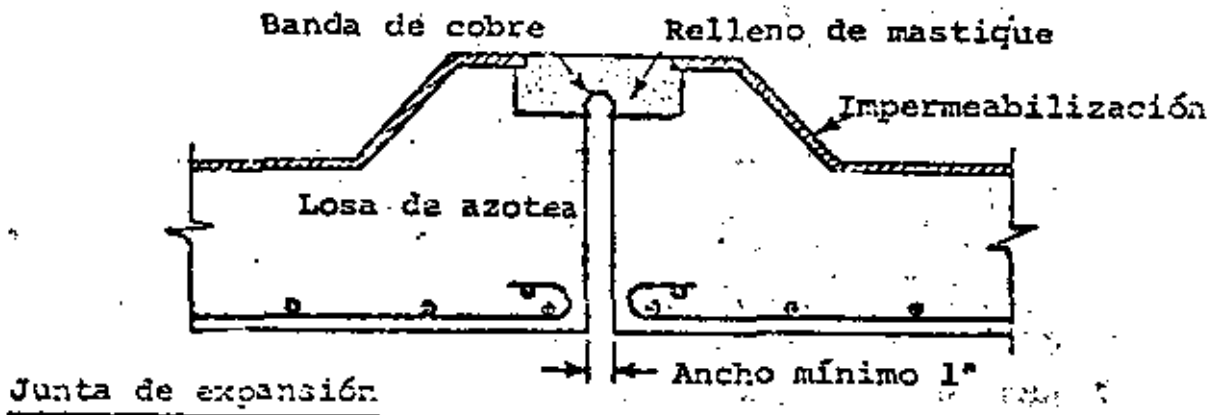
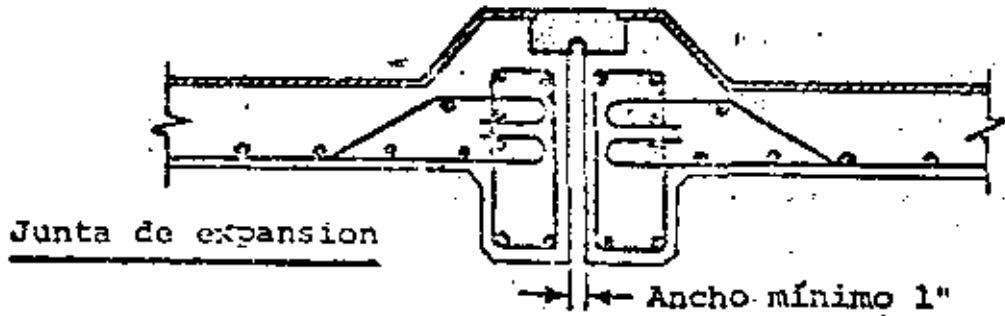
Al terminar una jornada de trabajo, o por alguna otra razón, la colocación del concreto se puede suspender temporalmente; entonces, es necesario construir juntas de este tipo. Se recomienda que la posición de las juntas de construcción, para elementos estructurales, conserven la posición que se indica en el croquis.

Cuando el proyecto lo exija habrá que dejar barras para la transmisión de cargas en losas coladas en un tramo continuo y en la junta de construcción que se deja al suspender el colado.

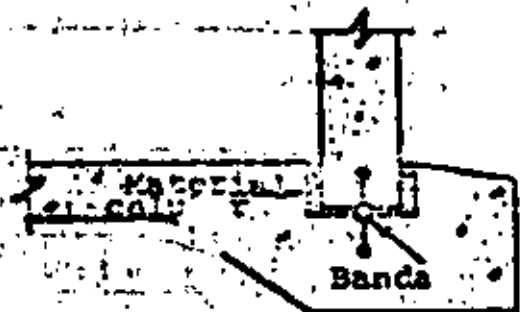
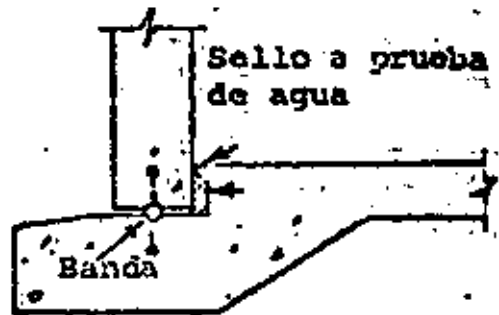
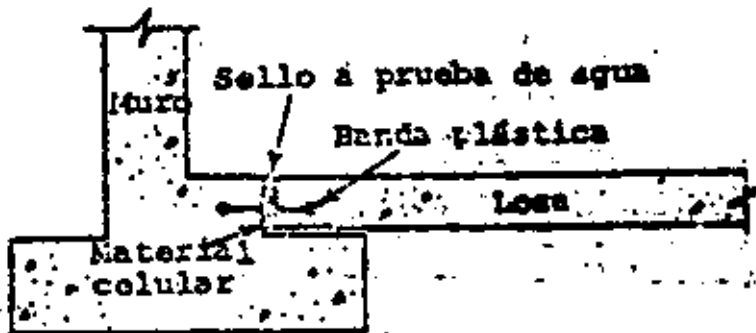
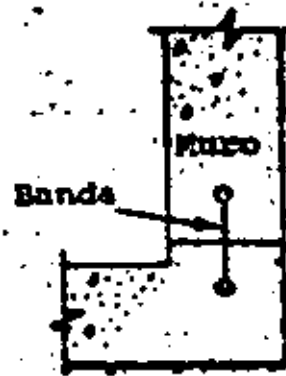
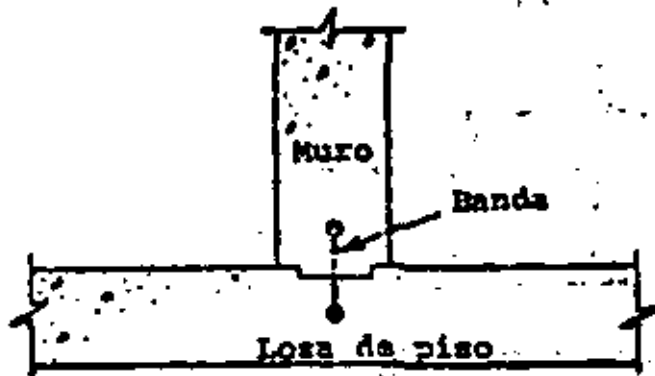
En el caso de colados continuos en losas de pavimentos, es importante que las varillas pasajuntas lisas que se dejan en la zona de la junta, sean colocadas a la mitad del peralte de la losa y repartidas según marque el proyecto, alineadas paralelamente al eje longitudinal y engrasadas para que tengan libertad de movimiento horizontal. Para lograr tener las barras pasajuntas en su posición correcta se construye una estructura de alambroón que se clava en la subase y sobre esta se distribuyen las barras pasajuntas amarrándolas ligeramente para permitir el movimiento horizontal sin perder su alineamiento longitudinal.

En las siguientes se anexan ejemplos de diferentes tipos de juntas.

DISTINTAS SOLUCIONES DE JUNTAS EN LOSAS DE AZOTEA

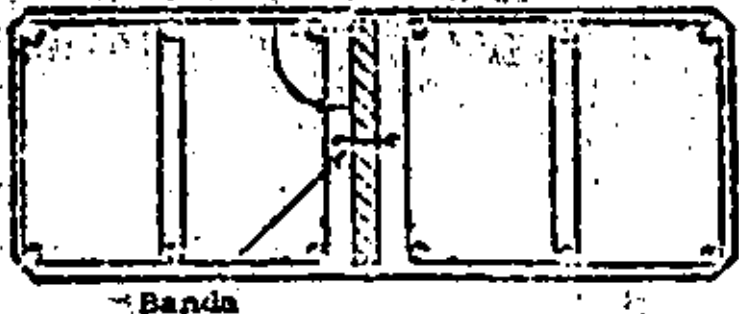


EJEMPLOS DE UTILIZACION DE BANDAS PLASTICAS EN  
DISTINTOS TIPOS DE JUNTAS DE CONSTRUCCION

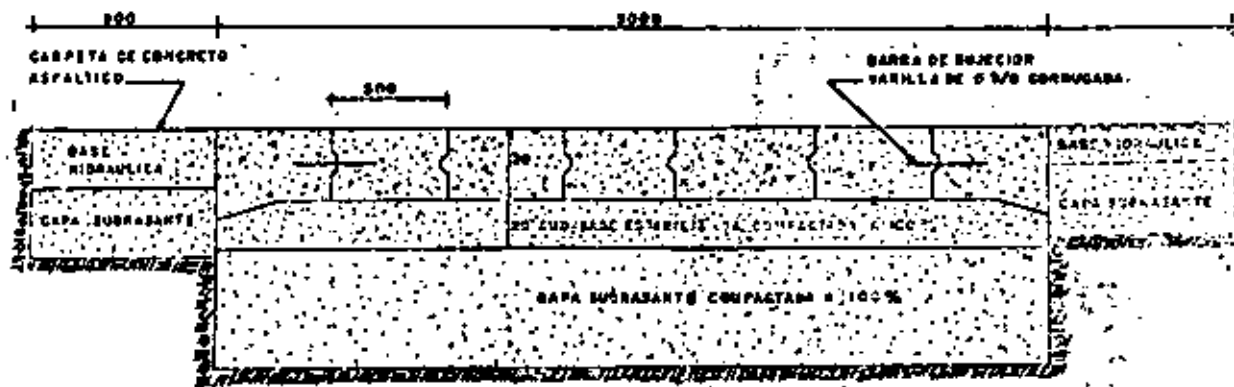


Material celular, Sello a prueba de agua

JUNTA DE CONSTRUCCION  
ENTRE DOS COLUMNAS



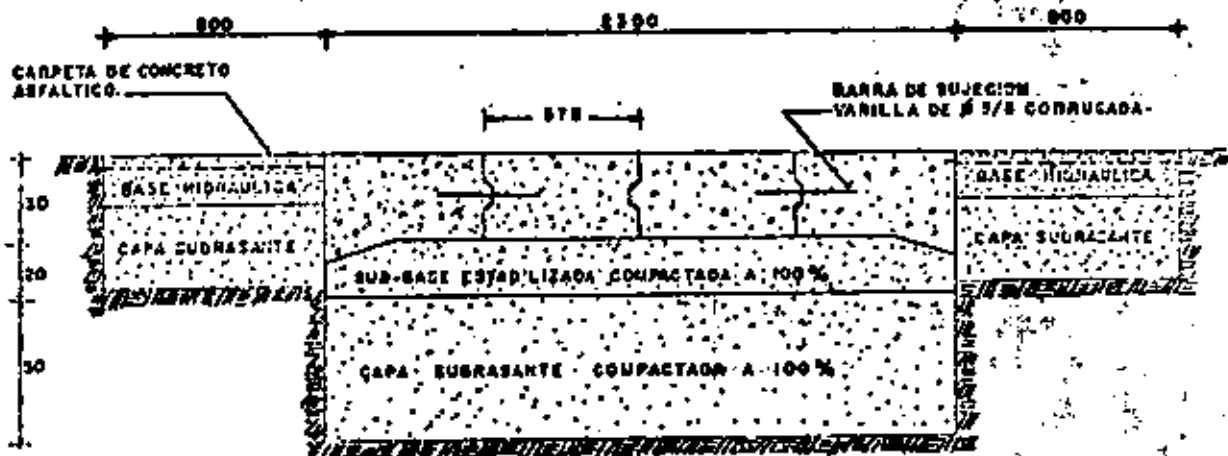
JUNTAS DE CONSTRUCCION PARA AEROPUERTOS



SECCION PLATAFORMA DE OPERACIONES

ACOTACIONES EN CM.

JUNTAS DE CONSTRUCCION PARA AEROPUERTOS



SECCION CALLES DE RODAJE

ACOTACIONES EN CM.

## **SUPERVISION DURANTE LA COLOCACION**

### **A. ASPECTOS GENERALES**

Al desarrollarse el proyecto de una estructura cualquiera, se presentan tres etapas o pasos que pueden definirse como:

#### **a) Planeación**

En esta etapa se analizan las diversas alternativas en un nivel muy general, relacionando insumos y productos.

#### **b) Diseño**

Es el siguiente paso y en él se detalla la estructura, se dan dimensiones, se fijan calidades de los materiales y acabados y se representa mediante planos y especificaciones.

#### **c) Construcción**

En esta etapa se aplican los insumos en forma física a fin de realizar la obra que el diseñador representó en planos y especificaciones.

Es evidente que el papel del contratista está relacionado con la etapa c, siendo muy conveniente que tenga una idea completa de las etapas anteriores que se mencionan, y aún de las etapas posteriores, que son Operación y Mantenimiento de la estructura.

Podría pensarse que lo más económico es que el propietario de la estructura se abocara por sí mismo a la realización de todas las etapas para la consecución de un proyecto, puesto que aparentemente le reportaría economías. Sin embargo, la ejecución de una obra implica, para que sea económica, una concentración de equipo especializado y experiencia previa. Es en la construcción, cuando se realiza el mayor gasto derivado del proyecto; los ahorros que pudieran realizarse en esta etapa son significativos para la bondad económica del mismo.

Una organización especializada, que cuente con los medios adecuados para la realización de la cons

trucción, es, por lo tanto, una necesidad, que aunado a un sistema bien diseñado de otorgamiento de obras por concurso, puede dar la respuesta a la necesidad de muchos propietarios que desean construir una gran diversidad de estructuras.

En nuestro medio es prácticamente común que las obras las realicen físicamente los contratistas; pero siempre bajo el estricto control de la parte contratante, quien verificará que lo que marcan los planos y las especificaciones se cumpla.

Queda entonces claro que el contratista, tiene la obligación de contar con un adecuado sistema de control que le permita realizar la obra con la calidad especificada. Dicho sistema de control debe ser planeado, definiéndose en esta etapa, el tipo de muestra y la frecuencia con la que esta debe ser obtenida. Para tal efecto, el contratista deberá contar con un laboratorio con cierto tipo de elementos, que permita realizar las pruebas planeadas. Se necesita también una organización que realice dichas pruebas; y de acuerdo con la complejidad de las mismas, tendrá una definición del tipo de personas requeridas para manejar el laboratorio.

Es frecuente que, independientemente del sistema de control de constructor, exista un sistema de control proveído por el cliente. A este sistema de control es al que se le conoce con el nombre de supervisión, sin embargo, en estas notas al emplear los términos "supervisión" o "supervisor", se entenderá indistintamente y por conveniencia, que se puede tratar de la supervisión proveída por el cliente o bien de todo el sistema de control de calidad que realiza el constructor.

Dicho lo anterior, vale la pena también aclarar, que dentro del aspecto "control durante la colocación del concreto" no solamente se debe vigilar que se realicen las pruebas adecuadas o que se obtengan los especímenes necesarios; sino que también existe una serie de actividades que es necesario llevar a cabo de acuerdo con ciertas normas.

Trataremos de ser más claros haciendo la siguiente lista de lo que el supervisor debe controlar durante la colocación del concreto.

- Trabajabilidad y consistencia.
- Calidad del concreto.
- Forma de colocación en los moldes.
- Compactación del concreto.
- Verificación de la temperatura ambiente.
- Curado del concreto.

## B. TRABAJABILIDAD Y CONSISTENCIA

La trabajabilidad es la propiedad de la revoltura de concreto fresco que determina la facilidad con la cual puede manejarse, consolidarse y acabarse. Esto incluye factores tales como la fluidez, moldeabilidad, cohesividad, y compactibilidad. Esta trabajabilidad está afectada por la graduación de los agregados, por la forma de las partículas, por las proporciones de los agregados, por el contenido de cemento, por los aditivos (si se usan) y por la consistencia de la revoltura.

La consistencia es la facultad de la revoltura de concreto fresco para fluir. También nos determina ampliamente la facilidad con la cual el concreto puede ser consolidado.

Puede decirse que aun no existe una medida absoluta para la consistencia y para la trabajabilidad,



sin embargo, la prueba de revenimiento, que es la que se usa con mayor frecuencia en las obras, puede ser muy útil como una indicación de la consistencia y en ciertas mezclas también de la trabajabilidad. Esta prueba de revenimiento, es ampliamente utilizada para determinar la consistencia de las revolturas que se usan en la construcción normal; para revolturas más rígidas se recomienda la prueba V e B.

### C. CALIDAD DEL CONCRETO

La medida más común por la cual se juzga la calidad del concreto es la resistencia a la compresión.

La función del supervisor en este aspecto, se limita a controlar que de cada determinado volumen de concreto, se elaboren los cilindros de prueba especificados vigilando que estén debidamente identificados. Estos cilindros de prueba pueden elaborarse en la forma tradicional, o bien, en moldes en los cuales se vierte el concreto para después cerrarse herméticamente; bien se trate de la prueba normal a los 28 días o de la prueba acelerada a los 28 1/2 horas, respectivamente.

### D. FORMA DE COLOCACIÓN EN LOS MOLDES

Un requisito básico del equipo y métodos de colocación, como de todos los demás equipos y métodos de manejo, es que debe conservar la calidad del concreto en lo que se refiere a la relación agua-cemento, revenimiento, contenido de aire y homogeneidad. La selección del equipo debe basarse en su capacidad para manejar eficientemente el concreto en las condiciones más ventajosas de tal manera que pueda ser fácilmente consolidado en su lugar mediante vibración.

Debe proveerse suficiente capacidad de colocación, mezclado y transporte, de manera que el concreto pueda mantenerse plástico y libre de juntas frías mientras se coloca. Debe colocarse en capas horizontales que no excedan de 60 cm. de espesor, evitando capas inclinadas y juntas de construcción.

Para construcción monolítica, cada capa debe colocarse cuando la capa anterior todavía responda a la vibración, y las capas deben ser lo suficientemente poco profundas como para permitir su unión entre sí mediante una vibración adecuada.

Las figuras de las tres páginas siguientes muestran cómo pueden evitarse muchas de las causas comunes de la segregación en la colocación del concreto.

### E. COMPACTACIÓN DEL CONCRETO

El proceso de compactación del concreto consiste esencialmente en la eliminación del aire atrapado. Para lograr la compactación existen diversos métodos y técnicas disponibles. La elección depende principalmente de la trabajabilidad de la revoltura, de las condiciones de colado y de la proporción de aire que se desee.

Debe seleccionarse un método de compactación que sea adecuado para la revoltura de concreto y las condiciones de colado. Hay disponible una amplia variedad de métodos manuales y mecánicos.

#### a) Métodos manuales

Los métodos manuales más antiguos, consistían en apisonar o consolidar la superficie del concreto a fin de desalojar el aire y forzar a las partículas a una configuración más estrecha. De hecho a causa de la acción de la gravedad se obtiene un cierto grado de consolidación cuando se deposita el concreto en la cimbra. Esto es particularmente cierto para mezclas fluidas en las que es necesario muy poca compactación adicional, como por ejemplo un ligero varillado. Sin embargo tiene la desventaja de gran contenido de agua, que como se sabe reduce la resistencia mecánica.

Las revolturas plásticas pueden consolidarse con un varillado (empujando una varilla con alidadora u otra herramienta adecuada en el concreto), o por medio de una apisonado. El paleo es algunas veces empleado para mejorar las superficies en contacto con la cimbra; una herramienta plana en forma de pala es repetidamente metida y sacada en el lugar adyacente a la cimbra. Esto obliga a las partículas gruesas a alejarse de la cimbra y ayudar a las burbujas de aire en su ascenso hacia la superficie superior. Aunque es una operación laboriosa, el resultado vale la pena algunas veces.

El compactado a mano puede utilizarse para consolidar revolturas rígidas. El concreto se coloca en capas delgadas y cada capa es cuidadosamente apisonada y compactada. Este es un método efectivo de consolidación, pero laborioso y costoso.

#### b) Métodos mecánicos

El método más comunmente usado hoy en día es el de vibración, la cual se adapta especialmente a las consistencias más rígidas que van asociadas al concreto de alta calidad. La vibración puede ser interna o externa.

Otro método es el de barras apisonadoras operadas mecánicamente y son adecuadas para consolidar revolturas rígidas en algunos productos precolados, incluyendo los bloques de concreto.

Un equipo que aplique altas presiones estáticas en la superficie superior puede utilizarse para consolidar losas delgadas de concreto de consistencia plástica o fluida. Aquí el concreto es prácticamente exprimido en la cimbra, expulsando el aire atrapado y parte del agua de la revoltura.

La fuerza centrífuga es capaz de consolidar desde un concreto de revenimiento moderado a uno alto, en la fabricación de tuberías de concreto, postes, pilotes y otras secciones huecas.

Muchos tipos de vibradores de superficie están disponibles para la construcción de losas incluyendo reglas vibratorias, rodillos vibratorios, apisonadores vibratorios de placa o enrejado y herramientas vibratorias para acabado.

Las mesas de impacto (utilizadas en el proceso Schokbeton), algunas veces llamadas mesas de golpeteo, son adecuadas para consolidar concreto de bajo revenimiento. El concreto se deposita en capas delgadas en moldes resistentes. Tan pronto como se llena el molde, se levanta alternativamente una corta distancia y se deja caer en una base sólida. Siendo que el molde y el concreto son repentinamente detenidos en caída libre, el impacto origina que el concreto se "compacte" en una masa densa. Las frecuencias varían en el rango de 150 a 250 golpes por minuto, y la caída libre es de 0.3 a 1.3 cm (1/8" a 1/2").

El proceso de vacío es un método que mejora la calidad del concreto cerca de su superficie y consiste en quitar parte del agua de la revoltura después que el concreto ha sido colado; sin embargo, esto implica algunas re-consolidación. Su principal aplicación está en la construcción de losas. En este caso, se aplican unas lonas a la superficie; después que se ha terminado la consolidación normal, y se conectan a las bombas de vacío. La succión ejercida por las bombas y la presión atmosférica del aire (una fuerza de consolidación), actúan simultáneamente en las lonas removiendo el agua y el aire atrapado en la región cercana a la superficie, cerrando los espacios ocupados previamente por el agua.

#### c) Combinación de métodos

Bajo ciertas condiciones, el combinar dos o más métodos de consolidación puede dar muy buenos resultados. Por ejemplo, la vibración interna y externa puede a menudo combinarse ventajosa-

mente en los precolados y en algunas ocasiones en concreto colado en el lugar. En algunos casos se pueden utilizar vibradores de cimbra para consolidación rutinaria y vibradores internos en puntos críticos, como pueden ser ciertas secciones altamente reforzadas en donde se tienden a crear vacíos y una mala adherencia entre el concreto y refuerzo. Inversamente en secciones donde la consolidación principal se hace con vibradores internos, la vibración de la cimbra puede aplicarse también para alcanzar la apariencia deseada en la superficie.

La vibración puede aplicarse simultáneamente a la cimbra y a la superficie expuesta. Este procedimiento se usa frecuentemente en la fabricación de unidades que utilizan mesas vibratorias. Mientras que el molde es vibrado, una placa o rejilla vibratoria aplicada a la superficie expuesta ejerce un impulso vibratorio y una presión adicionales.

La vibración del molde es algunas veces combinada con presión estática aplicada a la superficie expuesta. Esta "vibración bajo presión" es particularmente útil en muchas máquinas para fabricar bloques de concreto, donde las revolturas muy rígidas no responden favorablemente a la vibración sola.

Centrifugado (girado), vibración y rolado se combinan frecuentemente en la producción de tuberías de concreto de alta calidad y otras secciones huecas.

#### d) Vibrado

La vibración consiste en someter al concreto fresco a rápidos impulsos vibratorios los cuales reducen drásticamente la fricción interna entre las partículas de agregado. Mientras se encuentra en estas condiciones, el concreto se asienta por acción de la gravedad (algunas veces auxiliado por otras fuerzas). Cuando se detiene la vibración, la fricción se restablece.

Vibradores como el que se muestra en la figura de la página siguiente, son muy usados para compactar el concreto.

Los vibradores internos, llamados a menudo vibradores de corto alcance o hurgadores, tienen una cabeza o caja vibradora. La cabeza se sumerge y actúa directamente contra el concreto. En la mayoría de los casos para evitar el sobre-calentamiento los vibradores internos dependen del efecto de enfriamiento del concreto que los rodea.

Todos los vibradores internos actualmente en uso son del tipo rotatorio. Los impulsos vibratorios emanan en ángulo recto de la cabeza del vibrador.

Un vibrador para concreto tiene un rápido movimiento oscilatorio el cual se trasmite al concreto fresco. El movimiento oscilatorio está descrito básicamente en términos de frecuencia (número de oscilaciones o ciclos por unidad de tiempo), y amplitud (desviación del punto de reposo).

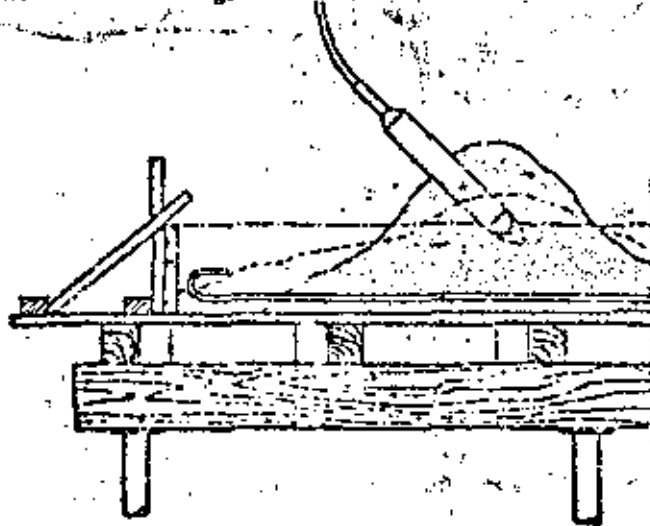
Los vibradores rotatorios siguen una trayectoria orbital que generalmente se alcanza al rotar un peso desbalanceado o excéntrico dentro de la caja del vibrador.

Generalmente el diámetro de los cabezales de un vibrador de 3 a 10 cm, y el radio de acción de 30 a 60 cm.

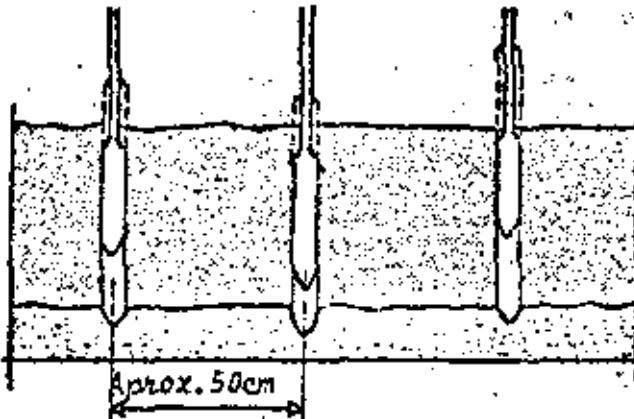
Resumiendo, podemos decir que para lograr buenos resultados en la vibración, es importante observar los siguientes aspectos.

- 1o. Debe tenerse cuidado para que al actuar un vibrador sobre el refuerzo no se provoque desplazamiento de este.
- 2o. Se recomienda no vibrar un concreto con demasiado contenido de agua porque se segrega fácilmente favoreciendo la formación de bolsa de grava.

- 3o. Debe sumergirse el vibrador lentamente hasta que el agua y el aire aparezcan en la superficie. Una sobrevibración en el mismo sitio de inmersión en determinadas revolturas puede producir segregación.
- 4o. Si al retirar el vibrador no se cierra el orificio inmediatamente, esto puede ser indicio de que se necesita más agua de mezclado.
- 5o. Se recomienda no introducir el vibrador al azar sino de manera sistemática y de tal forma que la zona de acción de cada posición recubra parcialmente la de las inmersiones anteriores. No se debe permitir que el concreto sea extendido con una introducción muy pronunciada del vibrador, tal como se indica en la figura.



- 6o. En losas nervadas hay que seleccionar un cabezal con un diámetro que permita su penetración en las nervaduras.
- 7o. Cuando se está colando concreto masivo, se recomienda que las descargas formen capas de aproximadamente 50 cm. de espesor, profundidad a la que debe penetrar el cabezal más una pequeña parte adicional dentro de la capa inferior, tal como se indica en la figura.



Por último, diremos únicamente que una de las funciones del supervisor es también la de verificar el buen funcionamiento del equipo, comprobando que la frecuencia sea la especificada por el fabricante.

#### e) Revibrado

Es normal que el vibrado se haga inmediatamente después de la colocación del concreto, de modo que la compactación se complete antes de que el concreto se haya endurecido.

El revibrado es el proceso de volver a vibrar el concreto que ha sido vibrado anteriormente. Por ejemplo, para asegurar la buena unión entre capas, la parte superior de la capa inferior debe ser revibrada, siempre y cuando la capa inferior se encuentre aun en estado plástico; es así como pueden eliminarse grietas de asentamiento y efectos internos de sangrado.

De esta exitosa aplicación del revibrado surge la idea del uso general del revibrado. En base a resultados experimentales, se ve que el concreto puede revibrarse exitosamente después de 4 horas del tiempo de mezclado. Si se revibra 1 ó 2 horas después de la colocación, puede incrementarse la resistencia a la compresión a los 28 días. La comparación se basa en el mismo período total de vibración, aplicado inmediatamente después de la colocación o parcialmente en ese momento y parcialmente después de un tiempo especificado. Se han observado incrementos en resistencia de aproximadamente el 14%; pero los valores reales pueden depender de la trabajabilidad de la mezcla y los detalles de procedimiento. En general, el mejoramiento en la resistencia es más pronunciado en edades tempranas, y es mayor en concretos propensos a sangrado fuerte ya que el agua atrapada se expelle con la vibración. Por la misma razón, el revibrado mejora grandemente la unión entre el concreto y el refuerzo. Probablemente también, en parte, el aumento en resistencia se deba al relajamiento de los esfuerzos de contracción plástica alrededor de las partículas del agregado.

A pesar de todas las ventajas ya expuestas, el revibrado en nuestro medio es poco usual, debiéndose esto a que implica un paso adicional en el proceso de colado y, consecuentemente, un incremento en el costo. Además, se debe tener un cuidado especial en no aplicar el revibrado demasiado tarde ya que puede dañar el concreto.

## F. VERIFICACION DE LA TEMPERATURA AMBIENTE

Las temperaturas tienen un efecto muy importante en la velocidad de endurecimiento del concreto. Cuando la colocación del concreto se realiza en climas extremos, esta se debe planear con todo cuidado para poder contrarrestar los efectos negativos que sobre el concreto, sobre todo a edades tempranas, se puedan tener.

### a) Colocación en clima frío

En nuestro país es muy raro encontrar climas extremadamente fríos, si acaso, en determinadas épocas del año en el norte y eso no comparables con los extremos de los Estados Unidos.

Por la razón antes indicada, únicamente mencionaremos la siguiente recomendación: en climas fríos cuya temperatura promedio es superior a los 4.5°C (diario), solo se necesita proteger al concreto del congelamiento las primeras 24 horas, debiéndose procurar, por indeseable, no realizar colados con temperaturas abajo de los 4.5°C. Para casi todas las clases de construcción, la temperatura óptima para colocar el concreto es alrededor de los 16.5°C. Para quienes estén interesados en profundizar sobre este tema, se recomienda consultar la "Práctica Recomendada para la Colocación del Concreto en Clima Frío" (ACI 306-66).

### b) Colocación de concreto en clima cálido

Los climas calurosos si son frecuentes en la República Mexicana, siendo por ello que sobre el estudio de este aspecto, se ha profundizado más.

Hay algunos problemas especiales en la colocación del concreto en clima cálido, causados tanto por la alta temperatura del concreto como por la mayor vaporación en la mezcla fresca. Estos problemas son relativos al mezclado, la colocación y el curado del concreto.

Una mayor temperatura en el concreto fresco produce una hidratación más rápida, conduciendo, consecuentemente, a un fraguado acelerado y una resistencia más baja del concreto endurecido.

Una evaporación rápida puede causar contracción plástica y agrietamiento superficial y el enfriado posterior del concreto endurecido introduce esfuerzos de tensión.

Otras complicaciones adicionales son las siguientes: la inclusión de aire es más difícil, más cuando puede intermediarse con grandes cantidades de un agente incluso el agua de curado tiende a evaporarse rápidamente.

Hay varias medidas correctivas que pueden tomarse. En primer lugar, el contenido de cemento debe mantenerse tan bajo como sea posible, a fin de que el calor de la hidratación no agrave indebidamente los efectos de la alta temperatura ambiente. La temperatura del concreto fresco puede bajarse al enfriar previamente uno o varios de los ingredientes de la mezcla. Por ejemplo, puede usarse hielo en vez de una parte del agua de la mezcla, pero es esencial que el hielo se haya derretido completamente antes de que el mezclado se complete. Es más difícil enfriar el agregado y, debido al bajo calor específico de la piedra, resulta menos efectivo. Todos los materiales que se usen deben protegerse de los rayos solares. También puede colarse de noche, y en algunas ocasiones se recomienda no usar cemento de resistencia rápida.

La temperatura del concreto entregado en la obra, debe ser tan baja como sea posible; se especifica con frecuencia un límite superior de 29°C.

Todas las superficies de contacto se deben humedecer antes que el concreto sea colocado, compactado, terminado y curado.

Para reducir la evaporación, el concreto deberá ser protegido del aire a elevadas temperaturas y del secado por viento, mediante un curado apropiado.

Se debe dar el acabado correspondiente lo más rápidamente posible, y cuando el concreto está listo para el acabado final, se descubre solamente la pequeña sección que queda inmediatamente adelante de los operarios que hacen el terminado y se cubre de inmediato una vez realizado, procurando que la cubierta se encuentre húmeda.

## G. CURADO

A fin de obtener un buen curado, la colocación de la mezcla, apropiada, debe ir seguida de un curado en un ambiente adecuado durante las etapas tempranas de endurecimiento.

El nombre de curado se le da al proceso para promover la hidratación del cemento, y consiste en controlar la temperatura y los movimientos de humedad hacia adentro y afuera del concreto.

La necesidad de curado procede de que la hidratación del cemento solamente puede tener lugar en capilares llenos de agua. Por esta razón debe prevenirse la pérdida de agua capilar por evaporación. Mas aún, el agua que se pierde internamente por desecación propia debe ser reemplazada por agua del exterior, o sea, que debe hacerse posible el ingreso de agua en el concreto.

En lo que sigue haremos tan solo una lista de los diferentes medios de curado, ya que los procedimientos reales que se usan varían ampliamente y dependen de las condiciones de la obra y del tamaño, la forma y la posición del elemento por curar.

Puede decirse que existen dos procedimientos básicos para mantener la humedad del concreto, a saber:

- a) Evitar la evaporación aplicando un material impermeable sobre la superficie.

b) Reponer el agua evaporada mediante aplicación adicional.

Para el curado de superficies horizontales se puede recurrir a los siguientes medios:

- 1o. Mantener en las mismas condiciones el material o producto empleado en el curado inicial durante el tiempo especificado para el curado final. Se entiende por curado inicial al que se realiza inmediatamente después del acabado, recubriendo la superficie con un material que impida la evaporación, de preferencia una tela o papel absorbente que se mantenga saturado de un día para otro o un compuesto líquido que forme una membrana impermeable.
- 2o. Aplicar una capa de 5 cm. de arena o tierra, manteniéndola saturada.
- 3o. Aplicar una capa de 7.5 cm. de heno, paja o paja, manteniéndola saturada.
- 4o. Colocar láminas impermeables de plástico o papel de color claro.
- 5o. Recubrir con un compuesto líquido de calidad aprobada que forme una membrana impermeable. Si la superficie está expuesta al sol, el compuesto debe ser de color blanco.

Algunas especificaciones recomiendan que para concretos fabricados con cemento tipo I, II y V se mantenga la humedad por lo menos 7 días; mientras que para los concretos elaborados con cemento tipo IV o una combinación de cemento y puzolana, se mantenga por lo menos 14 días.

## BIBLIOGRAFIA

### 1. ADMINISTRACION DE EMPRESAS

Depto. de Ingeniería Civil, Topografía y Geodésica  
Sección de Construcción  
Facultad de Ingeniería, UNAM

### 2. INTRODUCCION AL PROCESO CONSTRUCTIVO

Depto. de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica  
Sección de Construcción  
Facultad de Ingeniería, UNAM  
1977

### 3. TECNOLOGIA DEL CONCRETO

Tomo I  
A.M. Neville  
Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.  
1977

### 4. SUPERVISION DE OBRAS DE CONCRETO

Arg. Jorge García Bernardini  
Instituto Mexicano del Cemento  
y del Concreto, A.C. 1976

### 5. ADVANCED BUILDING CONSTRUCTIONS SYSTEMS

Slip Form Construction of Building  
Charles J. Pan Kow

### 6. PRACTICA RECOMENDADA PARA LA MEDICION, MEZCLADO, TRANSPORTE Y COLOCACION DEL CONCRETO

Instituto Mexicano del Cemento  
y del Concreto, A.C. 1974

**ANALISIS DE PRECIO UNITARIO PARA CONCRETO REFORZADO EN LOSA DE 15 CM.  
DE ESPESOR, CON UNA F'C = 240 KG/CM<sup>2</sup> Y ACERO DE ALTA RESISTENCIA  
F<sub>s</sub> = 2000 KG/CM<sub>2</sub>, POR METRO CUBICO DE CONCRETO.**

**DATOS BASICOS:**

El concreto se fabricará a pie de obra utilizando una revolvedora 6S. La obra se ejecutará en el Distrito Federal, sin condiciones severas de temperatura.

Se aceptará únicamente un 20% de valores de resistencia abajo de la de proyecto.

El espesor de la losa es de 15 cm. y sus dimensiones son de 8 x 6 m.

Se utilizarán 7.5 Kg. de acero por metro cuadrado de losa.

La distancia libre entre varillas es de 5.3 Cm.

El colado se hará en un segundo nivel a 5 M. de altura sobre el piso de la calle.— La altura de la cimbra será de 2.50 M.

Las condiciones de mezclado y colocación del concreto, consistirán en el pesado de todos los materiales control de la granulometría y del agua, tomando en cuenta la humedad de los agregados en el peso de la grava y en la arena y en la cantidad de agua. La supervisión será continua.

De las pruebas de laboratorio se encontraron los siguientes valores en los materiales que intervienen:

MATERIAL	PESO ESPECIFICO	PESO VOL. COMPACTO	HUMEDAD TOTAL%	ABSORCION %	MF.
Cemento	3.13	1540	-----	-----	-----
Grava	2.38	1590	2.5	1.5	---
Arena	2.45	1600	3.5	2.0	2.6

El cemento usado será tipo III (R. R.)

El análisis lo vamos a hacer considerando los recursos que intervienen en cada uno de estos tres aspectos:

a).— Concreto (Proporcionamiento, costo de materiales, costo de mano de obra y equipo de mezclado y colocación, vibrado y herramientas).

b).— Acero (costo material, obra de mano en habilitado y armado, herramienta).

c).— Cimbra (Costo materiales, obra de mano y herramienta).



## a).— CONCRETO.

## a-1).— Proporcionamiento

Volumen de concreto por colar:

$8 \times 6 \times 0.15 = 7.2 \text{ M}^3$ , que es el concreto por colar. Sabiendo que las dimensiones de la losa son de  $8 \times 6 \text{ M}$ . y el espesor es de  $0.15 \text{ M}$ .

Se tomarán 2 muestras de concreto. De la tabla 3.3 y de acuerdo con la condiciones indicadas:

$$V = 7 \text{ a } 8\% \quad \text{Consideremos } 8\%$$

De la tabla 4, para 2 muestras y probabilidad de 2 en 10

$$T = 1.376$$

$$f_{cr} = \frac{f_c}{1 - tV} = \frac{240}{1 - (1.376 \times 0.08)}$$

$$f_{cr} = \frac{240}{1 - 0.11} = \frac{240}{0.89} = 269.66$$

Consideramos  $f_{cr} = 270 \text{ Kg/Cm}^2$ .

## PASO I.— Determinación del revenimiento.

De la tabla 1: De 2 a 8 Cm.

## PASO II.— Determinación del tamaño máximo del agregado.

Por especificación  $0.75 d = 0.75 \times 5.3 = 3.975 \text{ Cm}$ .

Consideramos; 40 mm.

(1) REVENIMIENTO Y TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO.— Las tablas 1 y 2 presentan limitaciones recomendadas para el revenimiento y el tamaño máximo del agregado. Como se ha dicho, deben usarse mezclas con la consistencia más seca que pueda colocarse eficientemente. Siempre deben evitarse las mezclas agudadas; son difíciles de colocar sin segregación y casi siempre producen concreto débil y falta de durabilidad.

Dentro de los límites de la economía, debe usarse el máximo del tamaño de agregado permisible, ya que el uso del mayor tamaño de agregado permite una reducción en las cantidades de agua y de cemento. Sin embargo, el tamaño máximo no debe ser mayor que la quinta parte de la dimensión más estrecha entre los lados de la cimbra ni mayor que las tres cuartas partes del espaciamiento mínimo entre las barras de refuerzo. Pueden usarse tamaños menores por razones económicas o cuando no se disponga de otros mayores.

## PASO III.— Cantidad de agua de la mezcla.

Se usará concreto sin inductor de aire

De la tabla 2;  $A = 175 \text{ Kg}$ .

$A =$  Cantidad de agua en Kg.

Contenido de aire 1%

(2) ESTIMACION DE LA CANTIDAD TOTAL DE AGUA.— La cantidad de agua requerida por unidad de volumen de concreto para producir una mezcla de la consistencia deseada depende del tamaño máximo, la forma de la partícula y la granulometría de los agregados, y de la cantidad de aire incluido. Es relativamente independiente de la cantidad de cemento. Pueden encontrarse indicaciones sobre las granulometrías aceptables en las recomendaciones de organizaciones tales como: American Society for Testing and Materials (ASTM), American Association of State Highway Officials, Federal Specifications Board, y en los requisitos de organismos locales tales como departamento de carreteras estatales, municipales y ciudadanos.

## PASO IV.— Relación agua - cemento vs resistencia.

De la tabla 3 (a)

Para  $250 \text{ Kg/Cm}^2$

+0.62

Para 300 " "

-0.55

+0.07 Para 50 Kg.

$$\text{Para } 10 \text{ Kg/Cm}^2 \quad \frac{-0.07}{5} = 0.014$$

$$\text{Para } 250 \text{ Kg/Cm}^2 \quad = 0.620$$

$$\text{Pero como } 20 \text{ Kg/Cm}^2 = 0.014 \times 2 \quad = \frac{0.028}{}$$

$$\text{Para } 270 \text{ Kg/Cm}^2 \quad = 0.592$$

$$\frac{A}{C} = 0.592$$

A = Cantidad de agua en Kg.

C = Cemento en Kg.

(3) SELECCION DE LA RELACION AGUA-CEMENTO.— Los requisitos de calidad del concreto, pueden establecerse en términos de durabilidad y resistencia mínimas, o, frecuentemente, de un mínimo de consumo de cemento. Puesto que la durabilidad del concreto depende de muchas variables que incluyen el mezclado, colocación, curado, calidad de los ingredientes, etc., debe seleccionarse el proporcionamiento que permita obtener una pasta del cemento de calidad adecuada para resistir las condiciones de exposición previstas. Entonces, el control adecuado de los otros factores asegura un concreto durable.

Como se mencionó antes, la inclusión de aire es de gran ayuda para lograr un concreto durable y debe usarse siempre que se esperen condiciones severas de exposición al medio ambiente. Cuando el concreto vaya a quedar expuesto a la acción de los sulfatos, se debe usar cemento resistente a los sulfatos (preferiblemente tipo V o, en su defecto, tipo II).

PASO V.— Consumo de cemento.

$$A = 175 \text{ L.} = 175 \text{ Kg. de agua}$$

$$\frac{A}{C} = 0.592$$

$$C = \frac{175}{0.592} = 295.6 \text{ Kg/M}^3$$

Consideramos 296 Kg/M<sup>3</sup>

PASO VI.— Cantidad de grava.

De la tabla 4: Volúmen unitario = 0.73

Sabiendo que el módulo de finura de la arena es de 2.60 y su peso volumétrico es de 1,590 Kg/M<sup>3</sup>

Por lo tanto:

$$0.73 \times 1,590 = 1,160.7 \text{ Kg/M}^3 = 1,161 \text{ Kg/M}^3$$

PASO VII.— Determinación del peso de la arena.

$$\text{Agua} \rightarrow \text{Vol.} = \frac{175}{1000} = 0.175 \text{ m}^3 \text{ volúmen abs.}$$

$$\text{Cemento} \rightarrow \text{Vol.} = \frac{296}{3.13 \times 1000} = 0.095 \text{ M}^3 \text{ volúmen abs.}$$

(3.13 = Peso específico del cemento)

$$\text{Grava} \rightarrow \text{Vol.} = \frac{1,161}{2.38 \times 1000} = 0.488 \text{ M}^3 \text{ volúmen abs.}$$

(2.38 = P.E. de la grava)

$$\text{Aire atrapado} = 1\% \quad \frac{0.010 \text{ M}^3 \text{ volúmen abs.}}{0.768 \text{ M}^3}$$

SUMA

$$\text{Vol. abs. de arena} = 1.000 - 0.768 = 0.232 \text{ M}^3$$

$$\text{Peso requerido de arena seca} = \text{Vol. abs. de arena} \times \text{P.E. arena} \times 1000$$

$$\text{Peso requerido de arena seca} = 0.232 \text{ M}^3 \times 2.45 \times 1000 = 568.4 \text{ Kg}$$

Consideramos 568 Kg.

PROPORCIONAMIENTO	VOL. ABSOLUTO	PESO
Agua.	0.175	175 Kg
Cemento	0.095	296 Kg
Grava (seca)	0.488	1161 Kg
Arena (seca)	0.232	568 Kg
Aire atrapado.	0.010	---
SUMA =	1.000	2,200 Kg.

#### PASO VIII.- Correcciones por humedad y absorción:

Por humedad:

$$\text{Grava (Húmeda)} = 1161 \times 1.025 = 1190.025 = 1190 \text{ Kg}$$

$$\text{Arena (húmeda)} = 568 \times 1.035 = 587.88 = 587.9 \text{ Kg}$$

Agua superficial contiene agregado grueso:  $2.5 - 1.5 = 1\%$

Agua superficial contiene agregado fino:  $3.5 - 2.0 = 1.5\%$

NOTA: De la tabla de la primera hoja:

2.5 % = humedad total de la grava

3.5 % = humedad total de la arena

1.5 % = absorción de la grava

2.0 % = absorción de la arena.

Agua necesaria:

1161 Kg = Peso de la grava seca

568 Kg = Peso de la arena seca

175L. = Cantidad de agua sin corrección.

$$\text{Agua necesaria} = 175 - (0.01 \times 1161 + 0.015 \times 568)$$

$$= 175 - (11.61 + 8.52)$$

$$= 175 - (20.13) = 154.67 \text{ L.}$$

Consideramos 155 LL

Proporcionamiento final: (en peso)

Agua = 155 Kg

Cemento = 296 Kg

Grava = 1190 Kg

Arena = 587.9 Kg

2228.9 Kg

#### a-2) COSTO MATERIALES QUE INTERVIENEN EN EL CONCRETO

Cemento Tipo III (R.R.)

Ver análisis pag. 16 Factores de Consistencia

Costo = \$ 680.00 /Ton.

Grava y Arena:

Costo de material

-Incluyendo flete en el D.F.	\$ 140.00/m <sup>3</sup>
Desperdicio 6%	\$ 8.40/m <sup>3</sup>
	<hr/>
	\$ 148.40/m <sup>3</sup>

Suponemos que en este caso no nos cuesta el agua.

Costo cemento por m <sup>3</sup> concreto:	
\$ 680.00 /Ton x 0.296 Ton./m <sup>3</sup>	= \$201.28
Costo grava por m <sup>3</sup> concreto:	
(\$ 148.90/m <sup>3</sup> ÷ 1.59 Ton/m <sup>3</sup> ) x 1190.0 kg.	
= \$ 93.33 Ton x 1.190 Ton	= \$ 111.06
Costo arena por m <sup>3</sup> concreto:	
(\$ 148.40/m <sup>3</sup> ÷ 1.6 Ton./m <sup>3</sup> ) x 587.9 kg.	
= \$ 92.75 Ton x 0.5879 Ton	= \$ 54.52
Costo materiales por m <sup>3</sup> de concreto	= \$ 366.86/m <sup>3</sup>

### a-3) COSTO DEL EQUIPO DE MEZCLADO

Revolvedora 65  
 Analizamos su costo horario y nos dá: \$ 63.75/hora  
 incluyendo operador.

La producción horaria de esta mezcladora es:

$$\text{Capacidad: } 6 \times (0.305)^2 = 0.170 \text{ m}^3$$

$$R = \frac{V \times 60}{t} \times \text{ef}$$

Consideramos un factor de eficiencia de 0.75 y un tiempo de mezclado de 2 minutos.

$$R = \frac{0.170 \text{ m}^3 \times 60 \times 0.75}{2} = 3.83 \text{ m}^3/\text{hora.}$$

El volumen de la losa se colará en un poco más de una hora, así que necesitamos una sola revolvedora.

$$\frac{7.2}{3.83} = 1.88 \text{ hora} = 1 \text{ hora } 53 \text{ minutos.}$$

$$\text{Costo equipo revoltura: } \$63.75 / \text{hora} \div 3.83 \text{ m}^3/\text{hora} = \$14.03/\text{m}^3$$

### a-4) MANO DE OBRA EN FABRICACION, MEZCLADO Y COLOCACION DE CONCRETO

Considerando transporte del concreto con malacate y canaletas por estar en un segundo piso, el personal necesario es:

$$\text{Peones: } 3.83 \text{ m}^3 / \text{ hora} \times 2.30 = 8.8 \text{ personas}$$

$$\text{Cabos: } 3.83 \text{ m}^3 / \text{ hora} \times 0.22 = 0.8 \text{ personas}$$

Operador de

$$\text{Malacate : } 3.83 \text{ m}^3 / \text{ hora} \times 0.22 = 0.8 \text{ personas}$$

$$\underline{\underline{10.4 \text{ personas}}}$$

Consideramos 11 personas:

9 peones, 1 cabo y un operador de malacate.

Los distribuimos en la forma siguiente:

$$\text{Peón acarreado agua y cemento a la rev.} = 2$$

$$\text{Peones acarreado grava y arena} = 3$$

$$\text{Peones cargando botes abajo} = 2$$

$$\text{Peones distribuyendo y nivelando el concreto} = 2$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Para el D.F. consideramos peones a } \$ 106.40 \\ \text{Cabo y operador malacate a } \$ 118.10 \end{array} \right\} \$ 977$$

Total por día trabajado: (factor: 1.53 para salario mínimo y 1.48 para salarios mayores que el mínimo)

Peón: ₡162.79

Cabo y Op: ₡174.79

Costo mano de obra:

9 peones x ₡162.79 = ₡1,465.11

2 (cabo y op) x ₡174.79 = ₡349.58

₡1,814.69/Turno

Considerando un rendimiento del personal del 75% en turno de 8 horas.

$8 \times 0.75 = 6$  horas efectivas por turno.

Mezclado y colocación por  $m^3$

$\frac{₡1,814.69/\text{Turno}}{6 \text{ horas / Turno} \times 3.83 \text{ m}^3/\text{hora}} = ₡78.97/\text{m}^3$

Costo mano de obra mezclado y colocación concreto: ₡78.91/ $m^3$

a-5)

#### HERRAMIENTA

Consideramos un 10% de la obra de mano (varía de 5 a 20%).

$78.97 \times 0.10 = ₡7.90/\text{m}^3$

Costo herramienta = ₡7.90/ $m^3$

a-6)

#### VIBRADO DE CONCRETO

Costo horario del vibrador incluyendo operación = ₡36.15/hora.

Rendimiento igual al del colado.

Costo Vibrado =  $\frac{₡36.15/\text{hora}}{3.83 \text{ m}^3/\text{hora}} = ₡9.43/\text{m}^3$

a-7)

#### CURADO DEL CONCRETO

Costo curacreto: ₡10.00/litro

Rendimiento por litro incluyendo desperdicios = 5.00  $m^2/1$ .

(varía entre 4 y 6  $m^2$ ).

Para 15 cm. de espesor:

$5.00 \text{ m}^2 \times 0.15 \text{ m} = 0.75$

Costo curado por  $m^3 = ₡10.00/1 \div 0.75 \text{ m}^3/1$ .

= ₡13.33/ $m^3$

Costo del curado = ₡13.33/ $m^3$

#### RESUMEN DEL COSTO DE CONCRETO

a-2 Materiales	₡ 366.86/ $M^3$
a-3 Equipo	₡ 14.03 "
1-4 Mano de obra	₡ 78.97 "
a-5 Herramienta	₡ 7.90 "
a-6 Vibrado	₡ 9.43 "
a-7 Curado	₡ 13.33 "

a) COSTO CONCRETO HECHO EN OBRA: ₡ 490.52/ $M^3$

## b) ACERO

## b-1) Material

Del ejemplo No. 1 (Factores de consistencia), actualizado a Enero 1977.

Costo material puesto en obra por ton. = \$7.180.00/Ton.

Cantidad de acero necesario por M<sup>2</sup> de losa = 7.50 Kg

Material por M<sup>2</sup> de losa = 7.50 Kg/M<sup>2</sup> x \$ 7.18/Kg. = \$53.85/M<sup>2</sup>

## b-2) Obra de mano (corte, habilitado y colocación)

Costo obra de mano por tonelada = \$1,754.92/ton. acero

Ejemplo No. 7

Obra de mano por M<sup>2</sup> de losa = \$1.75/Kg. x 7.50 Kg/M<sup>2</sup> = \$13.12/M<sup>2</sup>

## b-3) Herramienta

Se representa como un porcentaje de la obra de mano, varía entre 5% y 10%; usaremos 8%

Herramienta por m<sup>2</sup> losa = 0.08 x 13.12 = \$ 1.05/m<sup>2</sup>

RESUMEN ACERO POR M<sup>2</sup> DE LOSA

b-1) Material	\$ 53.85
b-2) Obra de Mano	\$ 13.12
b-3) Herramienta	\$ 1.05
SUMA	\$ 68.02/M <sup>2</sup>

Para 15 cm. de espesor: \$ 68.02/0.15 = \$ 453.47/M<sup>3</sup>.

COSTO ACERO = \$ 453.47/M<sup>3</sup> DE CONCRETO

## c) CIMBRA

## c-1 Materiales

Daremos cantidades aproximadas de madera, clavo y aceite o diesel, necesarios por M<sup>2</sup> de losa, sin incluir trabes.

Madera (Núm. de pies tablón necesario). Por metro cuadrado de losa.

Ducha 1 " Tablero, superficie contacto = 3.28' x 3.28' x 1" = 10.76 P. T.

Polín 3 " x 4 " Largueros (madrinas a cada 80 cm) = 3" x 4" x 3.28' x 1.25/12 = 4.10 "

Polín 4" x 4" Pies derechos a cada 1.25 mts. 4" x 4" x 8-1/4' x 1.00 = 11.00 "

Contraventeo pies derechos: 10% 0.10 x 11.00 P. T. = 1.10 "

Calzas, uniones, etc. estimado: = 1.00 "

SUMA = 27.96 P. T.

Desperdicios 10% = 0.10 x 27.96 P. T. = 2.80

Suma por M<sup>2</sup> inc. desperdicios = 30.76 P. T.

No. de usos = 6 usos (varía entre 4 y 10 usos)

No. de pies tablón por uso = 30.76/6 = 5.13 P. T./uso

Costo P. T. en el D. P. = \$ 9.50 (enero 1977)

Madera por M<sup>2</sup> de losa = 5.13 X \$ 9.50 = \$ 48.73

(NOTA: En este ejemplo, consideramos que la madera y demás materiales empleados en las rampas, andamios y pasarelas, se involucra en los costos indirectos, así como la obra de mano para fabricarlos).

**Clavo:**Cantidad clavo necesaria/M<sup>2</sup> losa = 0.50 Kg.(varía entre: 0.2 y 0.8 Kg/M<sup>2</sup>)

Costo clavo por kilo = \$ 30.00 (enero 1977)

(varía según longitud)

Clavo por M<sup>2</sup> de losa = \$ 30.00 x 0.50 = \$ 15.00**Aceite quemado:**

Se emplea para la protección de la madera

Costo por litro = \$ 1.50

No. de litros por M<sup>2</sup> de losa = 1.0 lt.

(Varía entre: 0.50 y 2.00 lts.)

Aceite quemado por M<sup>2</sup> losa = 1.0 x \$ 1.50 = \$ 1.50Suma c-1) Materiales por M<sup>2</sup> de losa \$ 65.23**c-2) Obra de mano**Costo cimbrado y descimbrado/M<sup>2</sup> = \$ 50.52 (Ejemplo No. 8)Por M<sup>2</sup> de losa = 1.00 x \$ 50.52 = \$ 50.52**c-3) Herramienta**

Porcentaje de la obra de mano.

Varía entre el 1% y 5%, usaremos 2%

Herramienta por M<sup>2</sup> de losa = 0.02 x \$ 50.52 = \$ 1.01**Resúmen cimbra por M<sup>2</sup> de losa.**

c-1) Materiales \$ 65.23

c-2) Obra de Mano \$ 50.52

c-3) Herramienta \$ 1.01

S U M A..... \$ 116.76

Para 15 cm. de espesor: \$ 116.76/0.15 = \$ 778.40

**COSTO CIMBRA = \$ 778.40****COSTO DIRECTO DEL METRO CUBICO DE CONCRETO HECHO EN OBRA**a) CONCRETO : \$ 490.52/M<sup>3</sup>b) ACERO : \$ 453.47/M<sup>3</sup>c) CIMBRA : \$ 778.40/M<sup>3</sup>\$ 1,722.39/M<sup>3</sup>

COSTO DIRECTO	.....	\$ 1,722.39/M <sup>3</sup>
INDIRECTOS (30% C. D.)	.....	\$ 516.72/M <sup>3</sup>
COSTO UNITARIO	.....	\$ 2,239.11/M <sup>3</sup>
UTILIDAD (15 % C.U.)	.....	\$ 335.87/M <sup>3</sup>
PRECIO UNITARIO	.....	\$ 2,574.98/M <sup>3</sup>

**TABLAS PARA PROPORCIONAMIENTO DE CONCRETO HIDRAULICO**

**TABLA 1. Revenimientos recomendados para diversos tipos de construcciones**

Tipo de construcción	Revenimiento, cm	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	8	2
Zapatas, capones y muros de sub-estructura no reforzados	8	2
Vigas y muros reforzados	10	2
Columnas de edificios	10	2
Losas y pavimentos	8	2
Concreto en masa	5	2

\*Se puede incrementar en 2 cm cuando se utilizan métodos de consolidación diferentes de la vibración.

**TABLA 2 Requisitos aproximados de agua de la mezcla y contenidos de aire para diferentes revenimientos y tamaños máximos de agregado\***

Revenimiento cm	Agua en kilogramos por metro cúbico de concreto para los tamaños máximos de agregado indicados						
	10 mm	13 mm	20 mm	25 mm	40 mm	50' mm	75' mm
<b>Concreto sin aire incluido</b>							
3 a 5	205	200	185	180	160	155	155
7 a 10	225	215	200	195	175	170	160
15 a 18	240	230	210	205	185	160	170
Contenido de aire, por ciento	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3
<b>Concreto con aire incluido</b>							
3 a 5	180	175	165	160	145	140	135
8 a 10	200	190	180	175	165	155	150
15 a 18	215	205	190	185	170	165	160
Contenido de aire, por ciento	8	7	6	5	4.5	4	3.5

\*Estas cantidades de agua de la mezcla deben usarse en el cálculo de factores de cemento para reválures de prueba. Son las máximas para concreto con agregado grueso angular de buena forma, graduado dentro de los límites aceptados por las especificaciones.

Los valores del revenimiento para concreto con agregado grueso de 40 mm se basan en pruebas de revenimiento hechas después de retirar las partículas mejores de 40 mm por cribado.

**TABLA 3. (a) Correspondencia entre la relación agua/cemento y la resistencia del concreto a la compresión**

Resistencia a la compresión a 28 días, kg/cm <sup>2</sup> *	Relación agua/cemento, en peso	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
450	0.38	—
400	0.43	—
350	0.48	0.45
300	0.55	0.48
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

\*Las cifras indican resistencias promedio estimadas para concretos que contengan aire en porcentajes no mayores que los mostrados en la Tabla 5.2.3. Para una relación agua/cemento constante la resistencia del concreto se reduce a medida que el contenido de aire se incrementa. La resistencia está basada en cilindros de 15 x 30 cm, sometidos a curado húmedo durante 28 días ± 1.7°C, de acuerdo con la Sección 9(b) de la norma ASTM C31, "Fabricación y Curado en el Campo de Especímenes de Concreto para Ensayos de Compresión y Flexión". La resistencia en cubos es aproximadamente un 20% más alta. Las relaciones suponen un tamaño máximo de agregado de 20 a 25 mm para concretos de una procedencia determinada; la resistencia producida por una relación agua/cemento dada debe aumentarse cuando disminuya el tamaño máximo; véanse las Secciones 3.4 y 5.2.

**TABLA 4 Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto**

Tamaño máximo de Agregado, mm	Volumen de agregado grueso*, seco y compactado con varilla, por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura** de la arena			
	2.40	2.60	2.80	3.00
10	0.50	0.48	0.48	0.44
13	0.59	0.57	0.55	0.53
20	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
40	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.81	0.79	0.77	0.75
150	0.87	0.85	0.83	0.81

\*Los volúmenes están basados en agregados en condición "seco y compactado con varilla" como se describe en ASTM C79, "Peso Unitario de Agregados". Esos volúmenes se han seleccionado de relaciones empíricas que permiten condiciones con grados de humedad convenientes para la construcción retardada usual. Para concretos menos manejables, tales como los que se requieren en la construcción de pavimentos de concreto, estos valores se pueden incrementar en un 10%. Para concretos muy manejables, como los que se requieren cuando la construcción se realiza en condiciones de humedad reducida en un 10%.

96



TABLA 17-4 MANO DE OBRA EXPRESADA EN HORAS-HOMBRE, REQUERIDA PARA LA FABRICACION Y COLOCACION DE UN METRO CUBICO DE CONCRETO (+)

MEZCLADORA MODELO	METODO DE MANEJO DE INGREDIENTES Y CONCRETO	TRABAJO DE PEDRES	CADOS	OPERADOR DE MEZCLADORA	OPERADOR DE MALACATE	OPERADOR DE GRUA	CARPINTERO
<b>COLADOS DE GRANDES MASAS DE CONCRETO (CIMENTACIONES, PRESAS, PLASTRAS, ETC.)</b>							
105	Cucharón de almeja, grúa y bala.	1.2	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12
205	Cucharón de almeja, grúa y bala.	0.85	0.085	0.071	0.071	0.071	0.71
<b>COLADOS EN ESTRUCTURAS DE EDIFICACIONES Y SIMILARES</b>							
Ninguno	A mano	4.25	0.43				
6S	Corretillos de mano	2.95	0.22				
6S	Molacate y encoletas	2.20	0.22		0.22		
11S	Corretillos de mano	2.50	0.16	0.16			0.16
11S	Molacate y encoletas	2.30	0.16	0.16	0.16		0.16
14S	Corretillos de mano	2.60	0.13	0.13			0.13
14S	Molacate y encoletas	2.30	0.13	0.13	0.13		0.13
16S	Corretillos de mano	2.60	0.13	0.13			0.13
16S	Corretillo concreto (Vogel)	2.50	0.13	0.13			0.13
16S	Cucharón de almeja, molacate y "vogel"	2.00	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
28S	Cucharón de almeja, molacate y "vogel"	2.00	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

(+) Estos valores deberán considerarse como índices, y para convertirlos a datos prácticos, deberán ajustarse de los correspondientes índices de rendimiento de trabajo, y los derivados del criterio de calificación racional de la mano de obra, de acuerdo con lo consignado en la Sexta Parte de este Manual.

TABLA 17-7 LABOR EXPRESADA EN HORAS-HOMBRE, REQUERIDA PARA HACER 100 GANCHOS O DOBLES EN FIERRO DE REFUERZO. (+)

DIAMETRO DE LA VARILLA EN PULGADAS	TRABAJO A MANO		TRABAJO CON MAQUINA	
	doblez	gancho	doblez	gancho
1/2" o menor	3	4.5	1.2	1.9
de 5/8" a 7/8"	3.8	6	1.5	2.3
de 1" a 1 1/8"	4.5	7.5	1.9	3.0
1 1/4" a 1 1/2"	5.5	9	2.3	3.75

(+) El trabajo de cortado usualmente requiere un promedio de 2 horas por cada 100 cortes efectuados.

TABLA 17-8 LABOR REQUERIDA, EN HORAS-HOMBRE, PARA LA COLOCACION Y ARMADO DE 100 VARILLAS DE REFUERZO EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO. (+)

DIAMETRO DE LA VARILLA	LONGITUD DE LA VARILLA		
	Igual o menor a	de 3 a 6 m.	de 6 a 9 m.
	3.0 m.		
1/2" o menor	4.8	6	7
de 5/8" a 7/8"	5.8	7.3	8.3
de 1" a 1 1/8"	6.8	8.5	10
1 1/4" a 1 1/2"	7.8	10	12

(+) El trabajo de colocación incluye alietas, espaciadores, colocación y amarre con alambrcn.

$$k \cdot f_{cr} = \frac{f_r}{(1 - tV)} \quad (7)$$

donde:

$f_{cr}$  = resistencia promedio requerida.

$f_r$  = resistencia de proyecto especificada.

$t$  = constante que depende de la proporción de resultados inferiores a  $f_r$  y del número de muestras ensayadas para calcular el coeficiente de variación  $V$ . (Véase la Tabla 4)

$V$  = coeficiente de variación expresado como fracción.

TABLA 4.—VALORES DE  $t$ \*

Número de muestras menos 1**	Porcentaje de ensayos que caen dentro de los límites $\bar{x} \pm 1\sigma$							
	50	60	70	80	90	95	98	99
	Probabilidades de caer debajo del límite inferior							
	1 en 10	1 en 20	1 en 30	1 en 40	1 en 50	1 en 60	1 en 100	1 en 200
1	1.600	1.250	1.000	0.708	0.500	0.375	0.250	0.177
2	0.818	0.621	0.477	0.354	0.250	0.187	0.125	0.087
3	0.540	0.408	0.300	0.217	0.150	0.100	0.063	0.041
4	0.377	0.281	0.200	0.143	0.100	0.063	0.041	0.027
5	0.277	0.200	0.143	0.100	0.063	0.041	0.027	0.018
6	0.217	0.150	0.100	0.063	0.041	0.027	0.018	0.012
7	0.177	0.125	0.087	0.063	0.041	0.027	0.018	0.012
8	0.143	0.100	0.063	0.041	0.027	0.018	0.012	0.008
9	0.118	0.087	0.063	0.041	0.027	0.018	0.012	0.008
10	0.100	0.075	0.050	0.035	0.025	0.018	0.012	0.008
15	0.063	0.041	0.027	0.018	0.012	0.008	0.005	0.003
20	0.041	0.027	0.018	0.012	0.008	0.005	0.003	0.002
25	0.027	0.018	0.012	0.008	0.005	0.003	0.002	0.001
30	0.018	0.012	0.008	0.005	0.003	0.002	0.001	0.001
40	0.012	0.008	0.005	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001

TABLA 3.2 Resistencia de cilindros de concreto (Resistencia a los 28 días de cilindros de 15 x 30 cm)

No.	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	No.	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	No.	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	No.	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>
1	247	26	265	51	256	76	204
2	249	27	279	52	236	77	208
3	241	28	314	53	211	78	203
4	197	29	324	54	261	79	209
5	252	30	291	55	241	80	195
6	252	31	241	56	243	81	277
7	241	32	219	57	249	82	255
8	192	33	246	58	251	83	253
9	304	34	248	59	261	84	251
10	276	35	300	60	247	85	224
11	249	36	246	61	233	86	204
12	222	37	251	62	249	87	271
13	348	38	244	63	249	88	216
14	241	39	277	64	267	89	216
15	249	40	268	65	211	90	251
16	194	41	267	66	238	91	263
17	236	42	257	67	255	92	229
18	233	43	267	68	241	93	217
19	205	44	227	69	246	94	227
20	231	45	216	70	246	95	193
21	261	46	257	71	253	96	204
22	204	47	273	72	211	97	193
23	204	48	264	73	217	98	209
24	206	49	257	74	213	99	187
25	231	50	270	75	224	100	193

Promedio  $\bar{x} = 247 \text{ kg/cm}^2$   
 Desviación estándar  $\sigma = 22.7 \text{ kg/cm}^2$   
 Coeficiente de variación  $V = 22.7/247 = 9.2\%$

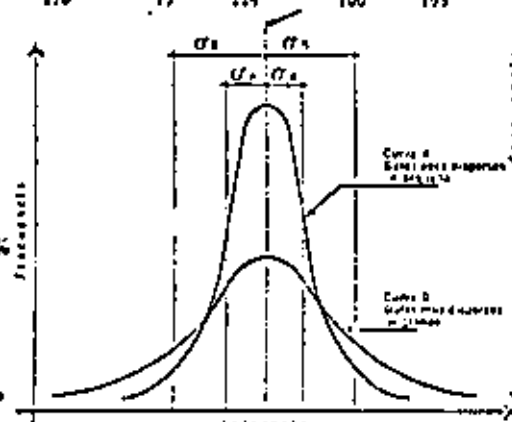


Figura 3.2 Distribuciones normales

TABLA 3.3 Coeficientes de variación del concreto correspondientes a distintos grados de normalización en la fabricación

Condiciones de mezcla y colocación	Control	Coeficiente de variación, V por ciento
Agregados secos, granulometría normal, relación agua/cemento, y temperatura controlada de curado. Supervisión continua.	De laboratorio	5 - 6
Prueba de todos los materiales, control de la granulometría y del agua, tomando en cuenta la humedad de los agregados en el peso de la grava y la arena y en la cantidad de agua. Supervisión continua.	Excelente	7 - 8
Pesado de todos los materiales, control de granulometría y de la humedad de los agregados. Supervisión continua.	Buena	10 - 12
Prueba de los agregados, control de la granulometría y del agua. Supervisión frecuente.	Muy buena	13 - 15
Pesado de los materiales. Contenido de agua verificado a menudo. Verificación de la trabajabilidad. Supervisión intermitente.	Buena	16 - 18
Proporcionamiento por volumen, considerando el cambio en volumen de la arena por la humedad. Cemento pesado. Contenido de agua verificado en la mezcla. Supervisión intermitente.	Regular	20
Proporcionamiento por volumen de todos los materiales. Poca o ninguna supervisión.	Pobre	25

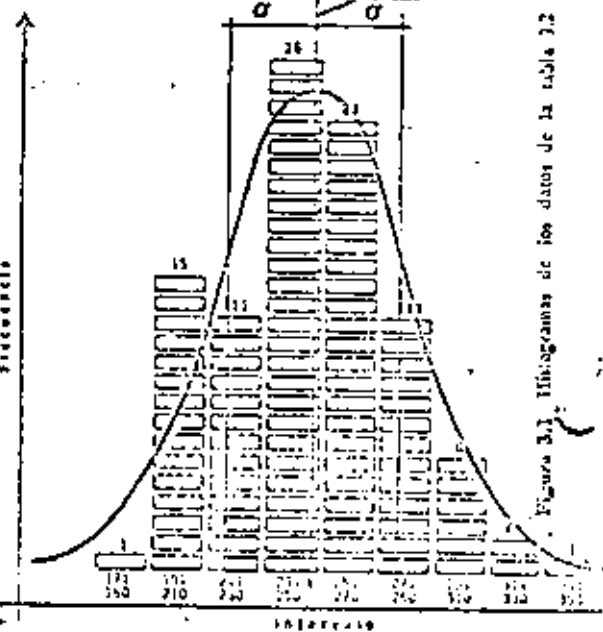


Figura 3.3 Histograma de los datos de la tabla 3.2



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCION**

**SANEAMIENTO BASICO INDUSTRIAL**

SANEAMIENTO BASICO INDUSTRIAL

## SANEAMIENTO BASICO INDUSTRIAL

LOS TRABAJADORES SE ENCUENTRAN EXPUESTOS, COMO YA SE HA VISTO, A LOS RIESGOS DE CONTRAER ENFERMEDADES OCUPACIONALES O DE SER AFECTADOS POR UN ACCIDENTE LABORAL. CONDICIONES HIGIÉNICAS POBRES DE LOS LUGARES DE TRABAJOS PUEDEN, ADEMÁS, ACRECENTAR LOS RIESGOS DE CONTRAER ENFERMEDADES COMUNES, ESPECIALMENTE DEL TIPO TRANSMISIBLE CUYO DESARROLLO PUEDE VERSE FOMENTADO POR EL CONTACTO ESTRECHO QUE SUELE HABER ENTRE LAS PERSONAS QUE SE DESEMPEÑAN EN UNA MISMA EMPRESA Y POR EL USO COMÚN DE LOS ARTEFACTOS SANITARIOS.

EN FORMA SIMILAR LAS CONDICIONES EN QUE SE DESARROLLAN LAS LABORES PUEDEN AFECTAR EL BIENESTAR DE LOS TRABAJADORES. TODA EMPRESA TIENE LA OBLIGACIÓN DE PROCURAR A SUS COLABORADORES UN AMBIENTE AGRA-DABLE Y SANO. LA LEGISLACIÓN DE SALUD OCUPACIONAL DEBERÍA INCLUIR TAMBIÉN ESTOS ASPECTOS.

REVISAREMOS BREVEMENTE ALGUNOS DE LOS PUNTOS MÁS IMPORTANTES EN RELACIÓN CON LAS CONDICIONES DE SANEAMIENTO BÁSICO EN LOS LUGARES DE TRABAJO.

---

\* CURSO SOBRE SEGURIDAD Y SANEAMIENTO PARA LOS SERVICIOS DE AGUA Y ALCANTARILLADO. MÉXICO, JUNIO, 1979.

\*\* CONSULTOR DEL CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE (CEPIS) DE LA ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD.

## 1. CONDICIONES GENERALES DE LA CONSTRUCCION

LOS TERRENOS DESTINADOS A LA ERECCION DE FÁBRICAS, ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES O CUALQUIER OTRO TIPO DE LUGARES DE TRABAJO DEBERÍAN SER SECOS O, EN CASO CONTRARIO, DEBERÍA INCLUIRSE EN LOS PROYECTOS CORRESPONDIENTES LOS SISTEMAS DE DRENAJE QUE ACONSEJE LA TÉCNICA. NO DEBERÍAN ESTAR ATRAVESADOS POR ACEQUIAS O CURSOS DE AGUA O, CUANDO ESTO SEA INDISPENSABLE, DEBERÍAN ESTAR REVESTIDOS O ABOVEDADOS CONVENIENTEMENTE. LOS LUGARES DE TRABAJO DEBEN MANTENERSE PERMANENTEMENTE ASEADOS, TANTO EXTERIOR COMO INTERIORMENTE. YA SE HA VISTO LA IMPORTANCIA DEL ORDEN Y MANTENIMIENTO DE LOS TALLERES COMO MÉTODO DE PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES OCUPACIONALES Y DE ACCIDENTES DE TRABAJO. EN FORMA SIMILAR EL ASEO PERMANENTE, EL RETIRO OPORTUNO DE BASURAS Y DESECHOS, EL LAVADO PERIÓDICO DE PISOS Y PAREDES, CONTRIBUIRÁ A QUE EL AMBIENTE DE TRABAJO SEA MÁS AGRADABLE Y SANO.

LO DICHO MÁS ARRIBA SE DEBERÍA APLICAR A CUALQUIER TIPO DE LUGAR DE TRABAJO, INCLUYENDO LAS LABORES AGRÍCOLAS Y MINERAS, EN LO QUE LES SEA PERTINENTE, SIN QUE ESTO SIGNIFIQUE DEJAR DE RECONOCER LAS CONDICIONES ESPECIALES EN QUE SE DESENVUELVEN ESTAS ACTIVIDADES, QUE HACEN INDISPENSABLE ACEPTAR CONDICIONES DIFERENTES. ÉSTO NO DEBERÍA EXIMIR, SIN EMBARGO, A LAS RESPECTIVAS EMPRESAS DE LA OBLIGACIÓN DE REALIZAR LOS MAYORES ESFUERZOS PARA TRATAR DE CONSEGUIR QUE LAS FAENAS SE DESARROLLEN EN UN AMBIENTE LIMPIO Y AGRADABLE.

LOS LUGARES DE TRABAJO DEBEN TENER VOLÚMENES ADECUADOS AL NÚMERO DE TRABAJADORES. AUNQUE NO EXISTEN ACUERDOS DEFINIDOS AL RESPECTO, LA LEGISLACIÓN LABORAL SUELE SEÑALAR CIFRAS DE ORDEN DE LOS 10 METROS CÚBICOS POR OBRERO. LA ALTURA DE LAS SALAS DEBERÁ SER SIEMPRE SUPERIOR A LOS 2,50 MTS. SI RESULTA INDISPENSABLE UTILIZAR VOLÚMENES MENORES ESTO DEBERÍA SER COMPENSADO MEDIANTE VENTILACIÓN FORZADA QUE ASEGURE UN SUMINISTRO MÍNIMO DE 20 METROS CÚBICOS DE

AIRE POR PERSONA Y POR HORA.

CON EL OBJETO DE FAVORECER LA LIMPIEZA SE RECOMIENDA PINTAR LAS PAREDES INTERIORES DE LOS EDIFICIOS DE COLORES CLAROS, SOBRE LOS CUALES LAS MANCHAS RESALTAN MÁS FÁCILMENTE. ESTO CONTRIBUYE ADEMÁS EN FORMA IMPORTANTE A MEJORAR LA ILUMINACIÓN. PARA EVITAR LA MONOTONÍA SE RECOMIENDA UTILIZAR MÁS DE UN COLOR Y, EN ESPECIAL, PINTAR CON COLORES DIFERENTES LAS PARTES FIJAS Y MÓVILES DE LAS MAQUINARIAS. EN FORMA SIMILAR CUANDO EN UNA INDUSTRIA EXISTEN CONDUCTOS PARA DISTINTOS FLUIDOS DEBERÍA ADOPTARSE UN CÓDIGO QUE SEÑALE UN COLOR DIFERENTE PARA CADA UNO. ESTO FAVORECE LAS REPARACIONES Y EVITA ACCIDENTES.

## 2. SERVICIOS HIGIÉNICOS

TODO LUGAR DE TRABAJO DEBE CONTAR CON UN NÚMERO ADECUADO DE ARTÍCULOS SANITARIOS, QUE GUARDE PROPORCIÓN CON EL NÚMERO DE TRABAJADORES QUE LOS OCUPEN, LOS QUE DEBEN UBICARSE EN LUGARES CONVENIENTES Y A DISTANCIAS ADECUADAS DE LAS FAENAS. LA MAYOR PARTE DE LAS LEGISLACIONES SUELEN INCLUIR TABLAS QUE SEÑALAN EL NÚMERO DE EXCUSADOS, URINARIOS, LAVABOS, DUCHAS, ETC., DE ACUERDO AL NÚMERO DE TRABAJADORES. A MODO DE EJEMPLO SE AGREGA A CONTINUACIÓN ALGUNOS DATOS EXTRACTADOS DE LA LEGISLACIÓN DE SANEAMIENTO BÁSICO INDUSTRIAL DE COLOMBIA Y CHILE:

### COLOMBIA:

#### INODOROS:

HASTA 15 PERSONAS	1
HASTA 30 PERSONAS	2
HASTA 50 PERSONAS	3

DEBE AGREGARSE UNO MÁS POR CADA 25 PERSONAS ADICIONALES.

CUANDO SE INSTALEN ORINALES, SE PUEDE REEMPLAZAR UNA TERCERA PARTE DE LOS INODOROS ESPECIFICADOS POR IGUAL NÚMERO DE ORINALES.

LAVAMANOS :

LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES CONTARÁN POR LO MENOS CON UN LAVAMANOS POR CADA 15 TRABAJADORES, HASTA UN NÚMERO DE 100; POR ENCIMA DE ESTE, SE EXIGIRÁ UN LAVAMANOS POR CADA 20 TRABAJADORES ADICIONALES.

BAÑOS DE DUCHA :

CUANDO SEAN NECESARIOS LOS BAÑOS, SE DEBEN INSTALAR EN LA SIGUIENTE PROPORCIÓN :

HASTA 10 PERSONAS	1 BAÑO
HASTA 15 PERSONAS	2 BAÑOS.

DEBE AGREGARSE UN BAÑO POR CADA 15 PERSONAS ADICIONALES.

C H I L E :

DEBE INSTALARSE SERVICIOS HIGIÉNICOS DE ACUERDO A UNA EXTENSA TABLA, DE LA CUAL SE RESUME LO SIGUIENTE :

<u>Nº MÁXIMO DE OPERARIOS EN TRABAJO</u>	<u>EXCUSADOS</u>	<u>URINARIOS</u>	<u>LAVAMANOS</u>	<u>BAÑOS DE DUCHA</u>
5	1	1	1	1
10	2	1	1	1
20	2	2	2	2
40	4	3	3	3
80	5	5	5	5
120	7	6	6	6
160	8	8	7	7
200	9	9	9	8
240	10	10	10	10



CUANDO EN EL ESTABLECIMIENTO HAYA MÁS DE 240 OPERARIOS, DEBERÁ AGREGARSE UN ARTEFACTO POR CADA 30 PERSONAS SOBRE ESE NÚMERO.

CUANDO SE TRATE DE SERVICIOS PARA LOS OBREROS DEL SEXO MASCULINO SE INSTALARÁ EL 75% DE LOS ESCUSADOS INDICADOS EN LA TABLA ANTERIOR, PERO SE INSTALARÁN EN CAMBIO LOS URINARIOS QUE INDICA LA TABLA.

CUANDO SE TRATE DE OBREROS DEL SEXO FEMENINO SE INSTALARÁ EL TOTAL DE LOS EXCUSADOS QUE INDICA LA TABLA Y SE EXCLUIRÁN LOS URINARIOS.

NO BASTA SIN EMBARGO CUMPLIR CON LA INSTALACIÓN DE LA CANTIDAD ESPECIFICADA. LOS SERVICIOS HIGIÉNICOS DEBEN MANTENERSE ESCRUPULOSAMENTE ASEADOS YA QUE, POR RAZONES OBIAS, PUEDEN CONSTITUIR UNA FUENTE IMPORTANTE DE CONTAGIOS O AFECTAR AL BIENESTAR DE LOS TRABAJADORES DEBIDO A LA PRODUCCIÓN DE MALOS OLORES. EL ASEO ADECUADO DE ESTOS SERVICIOS CONSTITUYE ADEMÁS UNA CONTRIBUCIÓN VALIOSA PARA INCULCAR BUENOS HÁBITOS HIGIÉNICOS A LOS TRABAJADORES. RESULTA MÁS SENCILLO IMPONER NORMAS DE SEGURIDAD CUANDO EL PERSONAL SE DA CUENTA DE QUE LA EMPRESA NO SÓLO DA ÓRDENES, SINO QUE SE PREOCUPA ADEMÁS EN FORMA EFECTIVA Y CONCRETA DE SU HIGIENE Y BIENESTAR.

LOS BAÑOS Y LAVABOS DEBERÍAN CONTAR SIEMPRE CON AGUA CALIENTE EN ABUNDANCIA, LO QUE A MENUDO SE PUEDE OBTENER EN FORMA ECONÓMICA EN LA MAYOR PARTE DE LAS FAENAS INDUSTRIALES. DEBERÍAN DISPONER DE GUARDARROPAS INDIVIDUALES PARA CADA UNO DE LOS TRABAJADORES Y, ESPECIALMENTE CUANDO LAS LABORES INCLUYEN EL EMPLEO DE MATERIALES SÓLIDOS O LÍQUIDOS TÓXICOS, DEBERÍA HABER CASILLEROS SEPARADOS PARA LA ROPA DE CALLE Y LA DE TRABAJO, PARA IMPEDIR QUE LOS OBREROS LLEVEN LOS CONTAMINANTES HASTA SUS HOGARES. EL SISTEMA IDEAL ES CONTAR CON VESTUARIOS DOBLES, UBICADOS ANTES Y DESPUÉS DE LA SECCIÓN DUCHAS. LOS OBREROS PUEDEN ASÍ DESVESTIRSE, GUARDAR SU ROPA DE TRABAJO, ASEARSE CONVENIENTEMENTE Y CONTINUAR HACIA LA SEGUNDA SALA DE VESTUARIO DONDE HABRÁN GUARDADO SUS ROPAS DE CALLE.

LA PROVISIÓN DE SERVICIOS HIGIÉNICOS EN CANTIDAD Y CALIDAD ACEPTABLES, Y UBICADOS A UNA DISTANCIA ADECUADA DE LAS FAENAS, SUELE VER-

SE BASTANTE DIFICULTADA EN LAS LABORES AGRÍCOLAS Y MINERAS, ESPECIALMENTE EN LAS CERCANÍAS DE LOS FRENTES DE TRABAJO. ÉSTO NO DEBERÍA SIGNIFICAR, SIN EMBARGO, LA ACEPTACIÓN DE QUE ESTAS FAENAS DEBEN SER NECESARIAMENTE INCÓMODAS O ANTIHIGIÉNICAS. POR EL CONTRARIO, ESTAS MISMAS DIFICULTADES CONSTITUYEN UN DESAFÍO QUE OBLIGA A PONER MÁS CUIDADO E IMAGINACIÓN PARA OBTENER UNA SOLUCIÓN CONVENIENTE. EN FORMA SIMILAR, EN ESTE TIPO DE LABORES LA DISPOSICIÓN ADECUADA DE LAS EXCRETAS SE HACE DIFÍCIL Y A VECES COSTOSA. SE RECOMIENDA EN ESTOS CASOS EL USO DE LETRINAS SANITARIAS INSTALADAS EN PUNTOS ADECUADOS, DEL TIPO PORTÁTIL EN EL CASO DE LA MINERÍA. EN LAS FAENAS INDUSTRIALES ÉSTO REPRESENTA NORMALMENTE UN PROBLEMA DE MUCHO MENOR ENVERGADURA Y GENERALMENTE SE PUEDE RECURRIR A LA CONEXIÓN A LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO MUNICIPALES O A LA CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS PRIVADOS, COMO FOSAS SÉPTICAS U OTROS.

### 3. AGUA POTABLE

EL AGUA DESTINADA A LA BEBIDA DEBERÁ SER POTABLE Y FRESCA Y DEBERÍA SER SUMINISTRADA MEDIANTE BEBEDEROS HIGIÉNICOS, UBICADOS A UNA DISTANCIA CONVENIENTEMENTE DE LAS FAENAS Y EN UNA PROPORCIÓN ADECUADA AL NÚMERO DE TRABAJADORES. ÉSTOS BEBEDEROS DEBERÍAN CONTAR CON DISPOSITIVOS QUE IMPIDAN QUE LA BOCA DE UNA PERSONA PUEDA POKERSE EN CONTACTO DIRECTO CON EL EXTREMO DEL CAÑO DE SALIDA DEL AGUA. UN ABASTO ADECUADO EN CANTIDAD Y CALIDAD DE AGUA CORRIENTE ES ESPECIALMENTE IMPORTANTE EN LAS FAENAS EN LAS QUE LOS OBREROS ESTÁN SOMETIDOS A ESFUERZOS O A CALOR EXCESIVO. ÉSTO LOS INDUCE A UNA TRANSPIRACIÓN COPIOSA QUE DEBE SER COMPENSADA MEDIANTE LA INGESTIÓN DE AGUA EN CANTIDADES ELEVADAS.

EN LAS FAENAS AGRÍCOLAS Y MINERAS NO SIEMPRE RESULTA POSIBLE, POR SU MISMA NATURALEZA, LA INSTALACIÓN DE BEBEDEROS CON AGUA CORRIENTE, ES ESPECIAL EN LOS FRENTES DE TRABAJO. EL SUMINISTRO DEBERÍA HACERSE MEDIANTE DEPÓSITOS CERRADOS Y ESCRUPULOSAMENTE LIMPIOS, PROVISTOS DE UNA VÁLVULA QUE HAGA INNECESARIA LA INTRODUCCIÓN DE VASOS, JARROS U OTROS RECEPTÁCULOS EN EL DEPÓSITO MISMO. EL AGUA DEBE CAMBIARSE CON FRECUENCIA Y ENCONTRARSE SIEMPRE A LA DISPOSICIÓN DE LOS

TRABAJADORES EN CANTIDAD SUFICIENTE. ESTOS DEPÓSITOS DEBERÁN MANTENERSE EN LUGARES FRESCOS.

#### 4. COMEDORES

TODO LUGAR DE TRABAJO DEBERÍA DISPONER DE UN COMEDOR O LUGAR ADECUADO, SEPARADO DE LOS TALLERES MISMO DE CUALQUIER FUENTE DE CONTAMINACIÓN, DESTINADO EXCLUSIVAMENTE AL CONSUMO DE ALIMENTOS, ESPECIALMENTE CUANDO LAS FAENAS EXIJEN LA PERMANENCIA DE LOS TRABAJADORES POR PERÍODOS LARGOS, DE 4 HORAS O MÁS. SE DEBERÍA DISPONER DE MESAS EN NÚMERO SUFICIENTE, CON CUBIERTA LAVABLE E IMPERMEABLE, Y MANTENER EL LOCAL EN GENERAL EN MUY BUENAS CONDICIONES DE LIMPIEZA. EL ALMACENAMIENTO O CONSUMO DE ALIMENTOS EN LOS TALLERES O LUGARES DE TRABAJO EN LOS QUE MANIPULE CUALQUIER SUBSTANCIA TÓXICA DEBERÍA QUEDAR ESTRICTAMENTE PROHIBIDO.

LAS CONDICIONES ESPECIALES DE LAS FAENAS AGRÍCOLAS Y MINERAS HACEN UNA VEZ MÁS BASTANTE DIFÍCIL EL CUMPLIMIENTO DE ESTA OBLIGACIÓN. LOS SERVICIOS DE PERSONAL DEBERÍAN PREOCUPARSE, EN TODO CASO, DE DAR A LOS TRABAJADORES EL MÁXIMO DE COMODIDADES COMPATIBLES CON EL DESARROLLO ADECUADO DE SUS LABORES.

#### 5. SERVICIOS DE PRIMEROS AUXILIOS

LA ATENCIÓN INMEDIATA DE PEQUEÑAS HERIDAS Y GOLPES, LA ATENCIÓN DE URGENCIA A UNA PERSONA QUE HA SUFRIDO UN GOLPE ELÉCTRICO, UN DESMAYO, UNA CAÍDA, ETC., PUEDE EVITAR INFECCIONES SERIAS O SALVAR VIDAS. DE AHÍ LA IMPORTANCIA DE QUE EN TODA FAENA SE DISPONGA DE LOS ELEMENTOS INDISPENSABLES PARA LA ATENCIÓN DE PRIMEROS AUXILIOS Y, MÁS IMPORTANTE AÚN, QUE SE CUENTE SIEMPRE CON UNA PERSONA CON LA EXPERIENCIA Y LOS CONOCIMIENTOS INDISPENSABLES PARA PROPORCIONARLA.

LA CANTIDAD DE EQUIPO Y MATERIALES DE QUE SE DISPONGA Y LOS CONOCIMIENTOS DE LA PERSONA QUE LOS TENGA A SU CARGO DEBEN CONCORDAR CON:

EL TAMAÑO Y PELIGROSIDAD DE LAS FAENAS. EN TODO LUGAR DE TRABAJO DEBERÍA HABER POR LO MENOS, CUALQUIERA SEA EL NÚMERO DE PERSONAS QUE EN EL SE DESEMPEÑA, UN BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS CON MATERIALES TALES COMO VENDAS, ALGODÓN, ESPARADRAPO, TIJERAS, PINZAS, ALFILERES, TABLILLAS DE INMOBILIZACIÓN, PALANGANA DE FIERRO ENLOZADO, CALENTADOR HERVIDOR DE AGUA, ALCOHOL, AGUA OXIGENADA, ANALGÉSICOS, JABÓN, ETC. LA EXPERIENCIA DE LAS LESIONES MÁS HABITUALES QUE SE PRODUCEN EN LA INDUSTRIA, O DE LAS POSIBLES IRRITACIONES O INTOXICACIONES PRODUCIDAS POR LOS MATERIALES QUE SE MANIPULAN, INDICARÁ LA CONVENIENCIA DE AGREGAR OTROS MATERIALES QUE PUEDAN RESULTAR DE USO HABITUAL. EL BOTIQUÍN DEBERÍA MANTENERSE SIEMPRE EN UN LUGAR DE ACCESO FÁCIL A CUALQUIER HORA EN QUE LA FÁBRICA ESTÉ EN FUNCIONAMIENTO. EN SU CERCANÍA DEBERÍA HABER BUENA ILUMINACIÓN, TANTO NATURAL COMO ARTIFICIAL Y, COMO ES LÓGICO, LA LIMPIEZA DEBERÍA SER ABSOLUTA. DENTRO DE LO POSIBLE DEBERÍA DISPONERSE EN SU VECINDAD INMEDIATA DE AGUA POTABLE CORRIENTE, DE PREFERENCIA CALIENTE Y FRÍA.

SE DEBERÍA PODER CONTAR IGUALMENTE CON POR LO MENOS UNA CAMILLA Y ALGUNAS FRAZADAS. ÉSTO ES ESPECIALMENTE IMPORTANTE EN LAS FAENAS DE CARÁCTER MIGRATORIO O TEMPORAL DONDE NO SIEMPRE SE DISPONE DE LAS FACILIDADES NECESARIAS PARA ATENDER A UN HERIDO O PARA TRASLADARLO A UN HOSPITAL O POSTA DE PRIMEROS AUXILIOS.

CUANDO EL NÚMERO DE OBREROS LO JUSTIFIQUE EL BOTIQUÍN DEBERÍA COMPLEMENTARSE CON UNA SALA DE PRIMEROS AUXILIOS PROVISTA DE UNA MESA DE ATENCIÓN ADECUADA, AGUA POTABLE CALIENTE Y FRÍA, FRAZADAS, ETC. ÉSTO DEBERÍA SER OBLIGATORIO PARA TODA FACHA QUE CUENTE CON MÁS DE 100 OBREROS Y, EN EL CASO DE ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLAN EN EL MEDIO RURAL O EN LUGARES ALEJADOS, COMO LAS LABORES MINERAS, ESTA OBLIGACIÓN DEBERÍA HACERSE EXTENSIVA A TODA EMPRESA CON 50 TRABAJADORES O MÁS.

TANTO EL BOTIQUÍN COMO LA SALA DE PRIMEROS AUXILIOS DEBERÍAN ESTAR A CARGO DE UNA PERSONA QUE AL MENOS TENGA CONOCIMIENTOS ELEMENTALES EN ESTA MATERIA, QUE SEPA LEER Y ESCRIBIR, Y A QUIEN SE DEBERÍA HACER RESPONSABLE DE SU MANTENCIÓN, DE QUE LOS UTENSILIOS SE ENCUENTREN PERFECTAMENTE ASEADOS Y EN BUEN ESTADO DE USO, Y DE QUE EL BOTIQUÍN

ESTÉ SIEMPRE BIEN PROVISTO. SE FACILITA CONSIDERABLEMENTE ESTA ÚLTIMA DISPOSICIÓN SI EN SU INTERIOR SE COLOCA UNA LISTA, PEGADA A LA PUERTA POR EJEMPLO, DE TODOS LOS MATERIALES QUE EL EL DEBEN ENCONTRARSE. COMO ES LÓGICO, EL ENTRENAMIENTO Y LA EXPERIENCIA DEL FUNCIONARIO A CARGO DE LOS PRIMEROS AUXILIOS DEBERÍA SER MAYOR A MEDIDA QUE AUMENTA EL NÚMERO DE PERSONAS. INDUSTRIAS CON MÁS DE 100 OPERARIOS DEBERÍAN CONTAR POR LO MENOS CON AUXILIARES O ENFERMERAS A TIEMPO COMPLETO.

TODO LO EXPUESTO MÁS ARRIBA ES DE COSTO RELATIVAMENTE BAJO Y FÁCIL DE ESTABLECER. PUEDE CONTRIBUIR, SIN EMBARGO, EN FORMA IMPORTANTE AL BIENESTAR DE LOS TRABAJADORES, A DISMINUIR LOS RIESGOS DE TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES Y LOS PELIGROS QUE IMPLICA CUALQUIER LESIÓN O INTOXICACIÓN. DE AQUÍ LA NECESIDAD DE PREOCUPARSE DE ESTAS MATERIAS Y DE MANTENERLAS EN VIGENCIA EN CUALQUIER TIPO DE FAENAS.

FICHA DE SANEAMIENTO BASICO EN INDUSTRIAS

## A. GENERALIDADES.-

GIRO.....LOCALIDAD.....  
 CALLE.....N°.....NOMBRE DE LA INDUSTRIA.....  
 .....PROPIETARIO.....  
 REPRESENTANTE.....PERSONA ENTREVISTADA.....  
 CAPITAL DECLARADO.....EMPLEADO: H.....M.....OBREROS: H.....M.....  
 ¿HAY CALDERAS?.....¿CUANTAS?.....PRESIÓN: KG/CM<sup>2</sup>.....ATM.....IB/PUL<sup>2</sup>.....

## B. SANEAMIENTO.-

- 1) MANTENCIÓN: LOCAL ASEADO EXTERIORMENTE (1), INTERIORMENTE (3), RETIRO OPORTUNO DE DESECHOS (2) DE BASURAS (2), BUEN ESTADO DE TECHOS Y PAREDES (2) CURSOS DE AGUA ABOVEDADOS O AUSENCIA DE CURSOS DE AGUA (1).....
- 2) ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE: ABASTECIMIENTO ADECUADO EN CALIDAD Y CANTIDAD EN TODAS LAS SECCIONES (7), ESTADO SATISFACTORIO DE LLAVES Y CAÑERIAS (1), AUSENCIA DE INTERCONEXIONES CON AGUA INDUSTRIAL O DE FILTRACIONES QUE PUEDAN CONTAMINAR EL AGUA (4).....
- 3) BEBEDEROS: SUFICIENTES (2), REGLAMENTARIOS (2), SANITARIOS (1) EN BUEN ESTADO (1) BIEN UBICADOS (1)
- 4) ELIMINACIÓN DE AGUAS SERVIDAS: DISPOSICIÓN FINAL SATISFACTORIA DE AGUAS NEGRAS (4), DISPOSICIÓN FINAL SATISFACTORIA DE AGUAS INDUSTRIALES (4), DESAGUES Y PLIETAS EN BUEN ESTADO (2).....
- 5) SERVICIOS HIGIENICOS: RECINTO SEPARADO PARA HOMBRES Y MUJERES (4), SIN CONEXIÓN DIRECTA CON TALLERES (1), PISOS DE MATERIAL SÓLICO, IMPERMEABLES, EN BUEN ESTADO (1), LIMPIOS (1), VENTILACIÓN ADECUADA (AUSENCIA DE MALOS OLORES) (2) - MURALLAS O ZÓCALOS DE MATERIAL LAVABLE, COLOR CLARO (1), LIMPIOS (1), PUERTAS EN BUEN ESTADO (1), ILUMINACIÓN SATISFACTORIA (1).....
- A) EXCUSADOS Y URINARIOS: SUFICIENTES (3), REGLAMENTARIOS (2), EN BUEN ESTADO (1) LIMPIOS (2), COMPARTIMIENTOS INDIVIDUALES CON PUERTAS (1),.....
- B) LAVATORIOS: SUFICIENTES (3), EN BUEN ESTADO (1), LIMPIOS (2), REGLAMENTARIOS, CON AGUA POTABLE (1).....

- c) BAÑOS DE LLUVIA: SUFICIENTES Y CON AGUA POTABLE (3), AGUA CALIENTE (3), EN BUEN ESTADO (1), CON PUERTAS O CORTINAS (1), CON CASETA DE DESVESTIR (1) .....
- 6) SALA DE VESTUARIO: INDEPENDIENTE PARA CADA SEXO (2), LIMPIAS (2), CASILLEROS INDIVIDUALES, SUFICIENTES (3), REGLAMENTARIOS (2), ASIENTOS SUFICIENTES (1) .....
- 7) COYEDOR: ADECUADO (1), SIN COMUNICACIÓN DIRECTA CON TALLERES (1), MESAS LAVABLES (1), LIMPIO SIN SEÑALES DE INSECTOS O ROEDORES (2).....
- 8) PRIMEROS AUXILIOS: BOTIGUÍN BIEN PROVISTO (3), BIEN UBICADO (1), INSTALACIONES SUFICIENTES (1), PERSONAL A CARGO CON CONOCIMIENTOS (2).....

C. MOLESTIAS AL VECINDARIO.-

- 1) ¿LA INDUSTRIA PRODUCE MOLESTIAS AL VECINDARIO? .....
- 2) NATURALEZA DE LAS MOLESTIAS EN CASO DE HABERLAS
  - a) HUMO..... b) POLVO ..... c) MALOS OLORES ..... d) RUIDO .....
  - e) ROEDORES..... f) MOSCAS..... g) OTROS .....

3) ¿EXISTE REGULADOR?

SECTOR EN QUE ESTÁ UBICADA LA INDUSTRIA DE ACUERDO CON EL PLANO REGULADOR :

.....

.....

D. POSIBLES RIESGOS .-

MARQUE EN LA LISTA SIGUIENTE LOS RIESGOS GRAVES QUE HAYA OBSERVADO :

- 1) POLVO EN EL AIRE .....
- 2) HUMOS Y VAPORES EN EL AIRE .....
- 3) MANIPULACIÓN PELIGROSA DE PRODUCTOS O CÁUSTICOS .....
- 4) DESPERDICIOS BOTADOS INDEBIDAMENTE AL ALCANTARILLADO PÚBLICO .....
- 5) PELIGRO INMINENTE DE INCENDIO O EXPLOSIÓN .....
- 6) RIESGO INMINENTE Y PERMANENTE DE CIERTOS TIPOS DE ACCIDENTES .....

E. OBSERVACIONES.-

.....

.....

.....

PREVENCIÓN DE ACCIDENTES DEL TRABAJO

CONDICIONES INSEGURAS



# PREVENCIÓN DE ACCIDENTES DEL TRABAJO

## CONDICIONES INSEGURAS

LOS PROGRAMAS DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES SE BASAN EN TRES MÉTODOS FUNDAMENTALES :

- A) APLICACIÓN DE LA TÉCNICA
- B) EDUCACIÓN DEL TRABAJADOR
- C) IMPOSICIÓN DE REGLAMENTOS.

LOS TRES MÉTODOS SON IGUALMENTE IMPORTANTES Y DEBERÁN APLICARSE EN FORMA SIMULTÁNEA, CASI DESDE LA INICIACIÓN MISMA DEL PROGRAMA DE PREVENCIÓN. ÉSTE, SIN EMBARGO, SUELE INICIARSE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE INGENIERÍA A LA ELIMINACIÓN DE LAS CONDICIONES DEL AMBIENTE DE TRABAJO QUE PUEDEN SIGNIFICAR LA PRODUCCIÓN DE UN ACCIDENTE. ES CONVENIENTE QUE ELLO SE HAGA EN ESTA FORMA. EN PRIMER LUGAR LA CORRECCIÓN DE LAS CONDICIONES INSEGURAS ES MÁS RÁPIDA Y SENCILLA QUE LA EDUCACIÓN DEL TRABAJADOR. TODO CAMBIO DE ACTITUDES SÓLO SE PUEDE OBTENER A UN PLAZO MUY LARGO. Y DESPUÉS DE ESFUERZOS CONSIDERABLES, ESPECIALMENTE CUANDO SE TRATA DE FORMAR A PERSONAS ADULTAS, CON HÁBITOS YA BIEN CIMENTADOS.

---

\* CURSO SOBRE SEGURIDAD Y SANEAMIENTO PARA LOS SERVICIOS DE AGUA Y ALCANTARILLADO, MÉXICO, JUNIO, 1979

\*\* CONSULTOR DEL CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE (CEPIS) DE LA ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD.

LA CORRECCIÓN DE LAS CONDICIONES INSEGURAS, POR OTRA PARTE, CONSTITUYE UN ELEMENTO IMPORTANTE DEL PROCESO EDUCATIVO. MOSTRARÁ DESDE EL COMIENZO EL INTERÉS DE LA JEFATURA DE LA EMPRESA EN EVITAR LA PRODUCCIÓN DE ACCIDENTES Y CONSTITUIRÁ LA MEJOR JUSTIFICACIÓN DE LA PETICIÓN DE COOPERACIÓN QUE SE PUEDA FORMULAR POSTERIORMENTE A LOS INDIVIDUOS. IGUAL COSA SE PUEDE DECIR EN RELACIÓN CON LA IMPOSICIÓN COERCITIVA DE REGLAMENTOS DE SEGURIDAD. NO SE PUEDE SOLICITAR EL CUMPLIMIENTO DE UNA REGLAMENTACIÓN DESTINADA A PREVENIR LOS ACCIDENTES DEL TRABAJO SI PREVIAMENTE NO SE SUPRIMEN LAS CONDICIONES DEL AMBIENTE LABORAL - MAQUINARIA, ESCALAS, BARANDAS, PISOS, ANDAMIOS, ETC. - CAPACES DE PROVOCAR ESTOS ACCIDENTES SI EL TRABAJADOR NO ESTÁ PERMANENTEMENTE ALERTA PARA EVITARLOS.

UN PROGRAMA DE SUPRESIÓN DE LAS CONDICIONES INSEGURAS PUEDE BASARSE EN DOS MÉTODOS FUNDAMENTALES : LA OBSERVACIÓN POR PERSONAL EXPERIMENTADO Y EL ANÁLISIS DE LOS ACCIDENTES. AL INICIAR UN PROGRAMA DE PREVENCIÓN ES POCO PROBABLE QUE SE DISPONGA DE ESTADÍSTICAS PREVIAS QUE MUESTREN NO SÓLO LA FRECUENCIA Y GRAVEDAD DE LOS ACCIDENTES OCURRIDOS SINO QUE ADEMÁS, A TRAVÉS DEL ANÁLISIS CUIDADOSO, SEÑALEN LAS CAUSAS, AGENTES, CONDICIONES INSEGURAS Y TIPOS DE ESTOS ACCIDENTES. EN LA PRÁCTICA, POR ESTO, EL PROGRAMA DE PREVENCIÓN SE INICIARÁ EN FORMA SIMULTÁNEA MEDIANTE UNA INICIACIÓN DE LA RECOLECCIÓN DE ESTADÍSTICAS COMPLETAS Y LA OBSERVACIÓN DE LAS CONDICIONES EN CADA UNO DE LOS TALLERES, CON EL OBJETO DE DETECTAR CUALQUIER FUENTE POSIBLE DE ACCIDENTES Y SUPRIMIRLA ANTES DE QUE ESTOS SE PRODUZCAN. COMO ES DE COMPRENDER LA EXPERIENCIA PREVIA DE LA PERSONA QUE TIENE A SU CARGO EL PROGRAMA SERÁ FUNDAMENTAL EN ESTA PRIMERA ETAPA. ALGUNAS DE ESTAS CONDICIONES INSEGURAS RESULTAN OBIAS CUANDO SE EXAMINA EL AMBIENTE DE TRABAJO CON OJO SUFICIENTEMENTE CRÍTICO. LA SO LA OBSERVACIÓN DE LA MAQUINARIA MOSTRARÁ DE INMEDIATO LAS PARTES MÓVILES SIN PROTECCIÓN, CAPACES DE PRODUCIR UN DAÑO. RESULTAN IGUALMENTE EVIDENTES LOS PISOS EN MAL ESTADO, LAS BARANDAS SUELTAS O INEXISTENTES, EL MATERIAL MAL ACUMULADO, LAS FUENTES DE CALOR EXCESIVAS, CABLES TRANSMISORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA SIN AISLACIÓN ADECUADA, PASILLOS MAL ILUMINADOS, MATERIALES TIRADOS EN EL PISO Y NUMEROSAS FALLAS SIMILARES. EL PROGRAMA DEBE INICIARSE DE INMEDIATO MEDIANTE UNA OBSERVACIÓN SISTEMÁTICA Y UNA PLANIFICACIÓN QUE ASIGNE

UNA PRIORIDAD ADECUADA A LAS CONDICIONES MÁS PELIGROSAS, CUYA SUPRESIÓN SE TRATARÁ DE OBTENER DE ACUERDO A LAS POSIBILIDADES.

EL ESTUDIO SISTEMÁTICO DE LAS CONDICIONES INSEGURAS SE PUEDE REALIZAR MEDIANTE UNA ENCUESTA, EFECTUADA TALLER POR TALLER Y OPERACIÓN POR OPERACIÓN. LAS LISTAS DE CAUSAS DE ACCIDENTES A QUE SE HIZO REFERENCIA EN UNA CLASE ANTERIOR PUEDEN CONSTITUIR UNA BUENA AYUDA PARA PREPARAR LOS FORMULARIOS DE ENCUESTA O PARA GUIAR LA OBSERVACIÓN. UNA VEZ COMPLETADA LA INSPECCIÓN DE LA INDUSTRIA O EMPRESA SE PROCEDERÁ A TABULAR LOS HALLAZGOS Y A JERARQUIZAR LAS CONDICIONES QUE SE ESTIMA NECESARIO CORREGIR. CONVIENE HACER PREVIAMENTE UN ESTUDIO RÁPIDO DE LOS COSTOS QUE REPRESENTARÁ CADA UNA DE LAS ACCIONES QUE DEBA DESARROLLARSE. ESTO PERMITIRÁ ASIGNAR LAS PRIORIDADES DE ACUERDO A DOS CRITERIOS : PELIGROSIDAD DE LA CONDICIÓN INSEGURA - EL MÁS IMPORTANTE - Y FACILIDAD DE SU CORRECCIÓN.

ESTE EXAMEN SISTEMÁTICO REVELARÁ DE INMEDIATO QUE EXISTEN NUMEROSAS CONDICIONES SUSCEPTIBLES DE OCASIONAR UN ACCIDENTE QUE PUEDE SUPRIMIRSE A MUY BAJO COSTO, COMO MATERIAL MAL ALMACENADO, DERRAMES DE ACEITE Y OTRAS SUSTANCIAS EN LOS PISOS, DESECHOS Y PIEZAS DE MAQUINARIA TIRADAS EN CUALQUIER LUGAR, ETC. EL PROGRAMA PUEDE INICIARSE ELIMINANDO ESTAS CIRCUNSTANCIAS LO QUE NOS PERMITIRA, EN CORTO TIEMPO DAR OTRO ASPECTO A LOS TALLERES Y MOSTRAR A LOS TRABAJADORES LA NUEVA ACTITUD DE LA JEFATURA. SE SEGUIRÁ LUEGO, EN FORMA SOSTENIDA Y CONSTANTE, SUPRIMIENDO LAS CONDICIONES MÁS PELIGROSAS Y/O SENCILLAS DE CORREGIR .

EN ESTA ETAPA, Y UNA VEZ REALIZADAS LAS PRIMERAS ACCIONES, DEBE PROCURAR OBTENERSE LA COLABORACIÓN ACTIVA DEL PERSONAL QUE SE DESEMPEÑA EN LA EMPRESA. ESTO PRESENTA VARIAS VENTAJAS. EN PRIMER LUGAR SE ESTÁ CONTRIBUYENDO A LA FORMACIÓN DE UNA CONCIENCIA DE SEGURIDAD EN LOS TRABAJADORES Y A PROVOCAR LOS PRIMEROS CAMBIOS DE SUS ACTITUDES, LO QUE CONDUCE MÁS ADELANTE A LA ELIMINACIÓN DE LAS ACCIONES INSEGURAS OPERACIÓN BASTANTE MÁS DIFÍCIL, COMO HABÍAMOS DICHO. EL APOYO A LOS TRABAJADORES, POR OTRA PARTE, PERMITIRÁ DESCUBRIR NUMEROSAS CONDICIONES INSEGURAS QUE PUEDEN HABER PASADO DESAPERCIBIDAS AL ENCARGADO DE LA SEGURIDAD. DEBEMOS TENER PRESENTE QUE EL PERSONAL QUE

SE DESEMPEÑA EN UN TALLER ES EL QUE MEJOR CONOCE LAS DIVERSAS OPERACIONES Y MAQUINARIAS Y QUE, SI CONSEGUIMOS DESPERTAR SU ATENCIÓN EN RELACIÓN CON LOS PUNTOS INSEGUROS, NO SÓLO PUEDE DESCUBRIRLO CON MÁS FACILIDAD SI NO QUE CONTRIBUIRÁ EN FORMA IMPORTANTE A UN DISEÑO ADECUADO A LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN, EN TAL FORMA QUE SE OBTENGA LA SUPRESIÓN DE LOS RIESGOS SIN ESTORBAR LA PRODUCTIVIDAD Y SIN QUE CONSTITUYAN MOLESTIAS INNECESARIAS PARA EL PERSONAL.

LA BUSQUEDA DE LA COLABORACIÓN ACTIVA DE LOS TRABAJADORES PRESENTA ADEMÁS OTRA VENTAJA ADICIONAL. EN TODA EMPRESA MÁS O MENOS GRANDE DONDE EL PROGRAMA DE SEGURIDAD RECÍEN SE INICIA SE ENCONTRARÁ, SIN DUDA, NUMEROSAS CONDICIONES INSEGURAS. EL COSTO DE LA SUPRESIÓN DE TODAS ELLAS PUEDE SER MUY ALTO, AUNQUE CADA UNA INDIVIDUALMENTE CONSIDERADA PUEDE REQUERIR UNA INVERSIÓN RELATIVAMENTE BAJA. LA DISCUSIÓN CON EL PERSONAL FACILITA EL ESTABLECIMIENTO DE PRIORIDADES Y EVITA LAS QUEJAS EN RELACIÓN CON LA APLICACIÓN DE MEDIDAS QUE SE ESTIMAN INDISPENSABLES, PERO QUE NECESARIAMENTE DEBERÁN ESPERAR UN TIEMPO ANTES DE PODER SER APLICADAS. EN RELACIÓN CON ESTA MATERIA DEBEMOS TENER PRESENTE EL PRINCIPIO UNIVERSAL DE LA IMPACIENCIA FRENTE A LAS ESPECTATIVAS CRECIENTES. UNA VEZ QUE SE CONSIDERA QUE UN PROBLEMA ALGUNAS VECES DE ANTIGUA EXISTENCIA, PUEDE SER SUPRIMIDO, POCOS ESTÁN DISPUESTOS A ESPERAR ALGÚN TIEMPO MÁS ANTES DE ALCANZAR LA SOLUCIÓN ESPERADA.

EL PROGRAMA DEBE CONTINUAR INVARIABLEMENTE, CON INSPECCIONES CONSTANTES, SUPRESIÓN PERMANENTE DE TODAS LAS CONDICIONES INSEGURAS QUE APAREZCAN, Y COMPLEMENTÁNDOLO CON LA EDUCACIÓN DEL TRABAJADOR, TANTO PARA DARLE UN MEJOR ENTRENAMIENTO EN SEGURIDAD COMO PARA ELIMINAR LAS ACCIONES INSEGURAS. INEVITABLEMENTE, A CORTO O LARGO PLAZO SE PRODUCIRÁ UN ACCIDENTE. ÉSTE DEBERÁ SER ESTUDIADO CUIDADOSAMENTE EN CADA CASO, APLICANDO LAS TÉCNICAS DE ANÁLISIS YA DESCRITAS Y DISCUTIENDO EXHAUSTIVAMENTE CON LOS TRABAJADORES LA FORMA EN QUE SE PRODUJO Y LAS CAUSAS QUE LO OCASIONARON. SI ESTAS CORRESPONDEN A CONDICIONES YA DETECTADAS, PERO A LAS CUALES NO SE LES HABÍA ASIGNADO UNA

PRIORIDAD SUFICIENTE, DEBERÁ CORREGIRSE SU JERARQUIZACIÓN Y SUPRIMIR LAS DE INMEDIATO .

EN ETAPAS MÁS AVANZADAS DEL PROGRAMA, CUANDO YA ESTÉN ELIMINADAS LAS CAUSAS MÁS EVIDENTES, CADA NUEVO ACCIDENTE MOSTRARÁ OTRAS QUE HAN PASADO DESAPERCIBIDAS. LA EXPERIENCIA QUE SE GANE EN ESTA FORMA PERMITIRÁ IR MEJORANDO PERMANENTEMENTE EL PROGRAMA Y ELIMINANDO EN FORMA PAULATINA TODAS LAS CONDICIONES INSEGURAS.

EL ESCASO TIEMPO DISPONIBLE NO PERMITE DISCUTIR EN DETALLE LAS NUMEROSAS DEFICIENCIAS QUE PUEDEN ENCONTRARSE NI LA FORMA DE CORREGIRLAS. ESTA ES MATERIA, POR OTRA PARTE, QUE SE ENCUENTRA FÁCILMENTE EN DIVERSOS MANUALES. NOS LIMITAREMOS POR ELLO, A HACER UNA SIMPLE ENUMERACIÓN DE LOS PUNTOS MÁS IMPORTANTES QUE DEBEN OBSERVARSE EN UNA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD.

1. PROTECCIÓN DE LA MAQUINARIA, EN ESPECIAL DE PARTES EN MOVIMIENTO Y DE BORDES CORTANTES.
2. ORDEN Y LIMPIEZA DE LA PLANTA.
3. ESTADO DE LAS HERRAMIENTAS DE MANO Y PORTÁTILES.
4. CONDICIONES DE ILUMINACIÓN.
5. ESTADO DE LOS PISOS, ESCALERAS Y PASILLOS DE TRÁNSITO.
6. ELEMENTOS QUE PERMITAN ALCANZAR CON SEGURIDAD EQUIPOS ELEVADOS.
7. CONDICIONES DE LOS SERVICIOS DE HIGIENE Y COMODIDAD PERSONAL.
8. CONDICIONES DE PUERTAS Y SALIDAS DE EMERGENCIA.
9. CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

10. CONDICIONES Y DISTRIBUCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO.
11. GENERADORES DE VAPOR Y OTRAS FUENTES DE ENERGIA.
12. MAQUINARIA CAPAZ DE PRODUCIR RUIDO O VIBRACIONES EXCESIVOS.

SE PODRÍA ENUMERAR OTROS ASPECTOS QUE DEBEN SER OBSERVADOS, LOS MENCIONADOS MÁS ARRIBA SUELEN SER, SIN EMBARGO, LOS MÁS IMPORTANTES.

LA EXPERIENCIA QUE VAYA ADQUIRIENDO EL ENCARGADO DE LA SEGURIDAD Y SU FAMILIARIZACIÓN CON LAS CONDICIONES EXISTENTES DE LA EMPRESA BAJO SU RESPONSABILIDAD LE PERMITIRÁ DETERMINAR EN FORMA MÁS COMPLETA LAS DIVERSAS CONDICIONES INSEGURAS EXISTENTES. UNA DE SUS MISIONES MÁS IMPORTANTES SERÁ LLEGAR A CONSEGUIR QUE TODAS ELLAS DESAPAREZCAN MEDIANTE UNA LABOR SOSTENIDA Y PERMANENTE, COORDINADA POR EL MISMO PERO A LA CUAL DEBEN COLABORAR JEFES, SUPERVISORES Y TODOS LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

**RESIDENTES DE CONSTRUCCION**

**RELACION ENTRE CONTRATISTAS Y SUPERVISOR**

RELACION ENTRE CONTRATISTAS Y SUPERVISOR.

C O N T E N I D O

Introducción.

Relaciones Propietario - Supervisor.

Normas de Supervisión.

Objetivos

Contenido de las Normas

Campos de Acción de la Supervisión

Conceptos Generales.

Definición

Condición Fundamental

Funciones del Supervisor

El Supervisor

Relaciones entre Contratistas y Supervisor.

Relaciones Técnicas

Relaciones detrato y Comportamiento

Relaciones Humanas

La Persona

La Persona en el Grupo

Integración del Grupo-Colaboración-Cortesía

Comunicación.

Aspectos Teóricos de la Comunicación

Sugerencias e Ideas para mejorar las Comunicaciones.

Liderazgo y Autoridad.

Liderazgo

Autoridad

Toma de Decisiones

Cualidades que debe tener el Supervisor desde el Punto de Vista de un Contratista.

Conclusión.



RELACIONES ENTRE CONTRATISTAS Y SUPERVISOR

INTRODUCCION

Se dice que Supervisar una obra es como meterse en una "olla de presión".

En un folleto sobre unos cursos sobre administración de proyectos se menciona que "cuando se le asigna a uno un proyecto, por lo general se trata de un trabajo único, el cual nunca se ha hecho antes y lo más probable es que nunca se vuelva a presentar otro igual. Por su propia naturaleza, la administración de un proyecto se convierte en una incubadora de tropiezos, de errores, de conflictos y hasta de desastres".

Lo anterior es sólo a manera de introducción al tema sobre Relación entre Contratistas y Supervisor.

La acción del Supervisor se desarrolla fundamentalmente dentro del conjunto PROPIETARIO-SUPERVISOR-CONTRATISTA.



En ocasiones la relación no es directa con el Propietario sino con un representante de él que actúa como Gerente del Proyecto. En otros casos puede también relacionarse con proyectistas, proveedores, autoridades, asesores, etc..

El conjunto P-S-C tiene como objetivo único común LA REALIZACION SATISFACTORIA DE UNA OBRA. El Supervisor debe estar alerta para conciliar puntos de vista e intereses del Propietario, del diseñador y del constructor.

Para analizar las relaciones Contratista-Supervisor, es necesario revisar también las de Propietario-Supervisor, aunque sea en forma sumera.

La mayoría de los puntos a revisar de relaciones con el Propietario, en el fondo son semejantes y aplicables a las relaciones con el Contratista.

Se pueden mencionar como puntos específicos de las relaciones P-S los siguientes que el Propietario debe establecer fundamentalmente, - con claridad y precisión desde un principio:

- La autoridad que delega al Supervisor.
- La confianza que deposita en él.
- El apoyo que le dará.
- Las facultades que le autoriza.
- Las actividades que desarrollará.
- El alcance (facultades-responsabilidades-actividades) de los servicios del Supervisor.
- Las políticas de actuación.
- La información que espera y los sistemas que establezca para lograrla.
- Las comunicaciones (medios, conductos, frecuencias, etc.).
- El apego de los servicios, acorde con los alcances.
- Las normas a que se sujetará la supervisión.

(Las normas para supervisar comprenderán varios de los puntos mencionados, por lo cual conviene ver lo que se entiende por Normas de Supervisión y qué deben contener).

## NORMAS DE SUPERVISION

### OBJETIVOS.

Las Normas de Supervisión constituyen el conjunto de reglas, instrucciones, mandatos, condiciones y requisitos a los que deben apegarse las personas físicas o morales, que se encargan de esa labor en la realización de un determinado trabajo, con el fin de que éste resulte satisfactorio.

Cada tipo de trabajo tendrá normas particulares dedicadas a ordenar lo que requiera el trabajo concreto de que se trate. Así nos encontramos con normas para supervisar el montaje de maquinaria, normas para supervisar compras, para supervisar inversiones, supervisar estudios, obras, etc..

El objetivo de unas normas de supervisión consiste en fijar los propósitos que tratan de lograrse con esa labor, para que resulte de utilidad tanto a quien encomienda tal labor como al sujeto supervisado. Al mismo tiempo, un objetivo muy importante es el orientar al Supervisor para que su trabajo lo desarrolle con eficiencia y con eficacia.

Dentro de este aspecto general se mencionan algunos de los temas que lógicamente deben estar implícitos en el contenido de unas normas:

Organizar el modo de trabajar para definir procedimientos, niveles de autoridad, líneas de mando y sistemas de comunicación.

Ordenar las actividades de supervisión y su secuencia, la manera de archivar documentación y la forma de presentarla.

Uniformar las labores de supervisión para que todos los involucrados en ella actúen en forma semejante dentro de una unidad de supervisión, y para que sigan la misma técnica otras unidades supervisoras. Muy importante dentro de este concepto es la uniformidad de la información.

Simplificar el trabajo de supervisión, los controles que se lleven, las actividades a desarrollar y la presentación de resultados o informes para que sean fácilmente interpretados o captados por quien debe enterarse y puedan servirle para tomar las decisiones apropiadas.

Sin duda pueden mencionarse otros temas para las normas, algunos de los cuales quizás quedarían contenidos en uno o más de los ya mencionados.

En resumen pueda decirse que todo ello tiende a facilitar el trabajo del Supervisor, del Propietario y de los sujetos supervisados, a precisar en qué consiste la participación de cada uno en dicho trabajo y a propiciar buenas y eficientes relaciones entre todos ellos.

Es necesario que las normas establezcan claramente el grado de autoridad del Supervisor en general y en los casos específicos, y por supuesto también deben establecer las responsabilidades que debe asumir.

Las normas van dirigidas a utilizarse fundamentalmente por el Supervisor ya que establecen la forma en que debe realizar su trabajo. Sin embargo, las normas deberán ser cumplidas también por el Propietario, en lo conducente, y por quien este realizando el trabajo objeto de la supervisión, pues de lo contrario se inutilizaría su aplicación. Por ello, en el caso de los contratos de obra, debería decirse que el contratista conoce también las normas de supervisión de las obras.

En algunos casos, según convenga, podrán estar diseñados para utilizarse por personal de la entidad propietaria del trabajo o bien por personal externo contratado específicamente para el servicio de supervisión.

En cuanto a los términos o conceptos que en algunos casos se emplean, tales como Coordinación o Dirección, debe tenerse el cuidado de definirlos para expresar realmente lo que el Propietario desea y entiende por coordinar o dirigir y para precisar las obligaciones y grado de autoridad del Supervisor.

Por lo que respecta a lo detallado que deben ser unas normas y a que lleguen a explicar el "como" se harán las actividades que contemplan, es difícil precisarlo ya que pueden llegar a coartar la libertad y el criterio del supervisor que son condiciones esenciales para un buen desempeño de su trabajo, y por otro lado pueden limitar su responsabilidad.

Se piensa a veces que las normas deben detallar todo lo que pueda necesitarse, suceder o presentarse, indicando cómo resolverlo. Ello demostraría falta de experiencia, de preparación, o el deseo de quitar se responsabilidades.

En general hay que tener en cuenta que las normas deben sujetarse a revisiones periódicas, pues los cambios tecnológicos, los cambios administrativos u organizacionales, frecuentes en nuestra época y en nuestro medio, van conduciendo a la separación paulatina de su contenido con la realidad operativa del trabajo correspondiente.

Pensando ahora de lo general a lo particular y tratándose concretamente de normas para supervisar y coordinar obras de construcción, sus objetivos serán lograr que las obras se realicen con apego al proyecto respectivo, en el plazo establecido, con las calidades estipuladas, ajustándose al costo previsto y que se cumplan las obligaciones pactadas en los contratos de obras.

CONTENIDO DE LAS NORMAS

Las normas deben contener los diversos temas que se pretenden reglamentar, para encuadrar en forma apropiada todas las labores de la supervisión, explicando qué se espera como resultado de tales labores.

Si se pretende que los servicios del supervisor sean también de coordinación, habrá que exponer en qué consiste dicha labor, que seguramente se referirá al ordenamiento de trabajos similares o diversos y que sean ejecutados por diferentes entidades o personas, a fin de llegar al resultado esperado y con la oportunidad prevista, sin interferencias ni pérdidas de tiempo hasta donde sea factible.

Si los servicios deben llegar al nivel de dirección habrá que definir qué se entenderá con dicho término, qué se espera de ese servicio de dirigir y sobre todo sentar en forma clara la autoridad y responsabilidad contenidas en la dirección de los trabajos.

Parte importante del contenido de las normas son los campos de acción del supervisor dentro del proceso de desarrollo de un trabajo o una obra, es decir, precisar el servicio o servicios que debe prestar dentro de las diferentes etapas que componen el desarrollo del trabajo.

Si, por ejemplo, se piensa en un desarrollo portuario, en un complejo industrial o en un conjunto habitacional, las primeras etapas después de la concepción general del proyecto serán las investigaciones, estudios previos técnicos, financieros y sociales, antiproyectos, etc., y todos ellos pueden ser susceptibles de supervisarse.

Generalmente el contenido de las normas tendrá un orden secuencial, cronológico, de las actividades a desarrollar por el supervisor en los campos en que deba actuar.

El contenido de las normas deberá mencionar las facultades que se otorgan al supervisor dentro de la autoridad que tiene. Estas facultades se refieren tanto a permitirle que trate determinados asuntos o aspectos del trabajo y cómo y con quienes pueda tratarlos, como a la facultad de toma de decisiones.

Pensando a otro nivel en la acción supervisora, habrá que mencionar las funciones que tendrá a su cargo, y derivada de cada función, las actividades que la componen para que se lleve al cabo dicha función.

## CAMPOS DE ACCION DE LA SUPERVISION Y/O COORDINACION DE OBRAS

En cuanto a responsabilidad, que es como decir "responder por", las normas conviene que precisen en qué consiste tal responsabilidad y a ser posible, llegar a concretar la responsabilidad de los diferentes niveles de un grupo de supervisión.

En ciertos casos o tipos de trabajo puede ser necesario detallar responsabilidades, funciones y actividades que se esperan de cada una de las personas según el nivel que ocupen dentro del grupo.

Habrás que observar que en estos trabajos de tipo profesional, como en los actos de la vida, para que haya responsabilidad tiene que haber libertad; pero esto debe medirse cuidadosamente al formular unas normas que van a regir un trabajo concreto.

Otro aspecto del contenido de las normas, y muy importante, es el de fijar limitaciones en las labores de supervisión, que en realidad muchas veces quedan implícitas en la forma de redacción. Un ejemplo puede ser el fijar el límite de la responsabilidad en el cumplimiento de una orden o de una observación del supervisor, o decir que deberá abstenerse de cierta acción.

El sistema y los medios de comunicación del supervisor son esenciales para su trabajo y deben quedar claramente establecidos.

Los modelos y formatos para registros y controles, para comunicaciones y presentación de reportes, son parte indispensable en el contenido de las normas.

Para algunos casos y condiciones las normas podrían incluir sanciones por incumplimiento de las obligaciones del supervisor.

Finalmente cabe mencionar la conveniencia de que las normas incluyan elementos, requisitos y condiciones para la contratación de los servicios de supervisión, en cuanto a personal y en cuanto a empresa supervisora cuando sea el caso. El modelo de contrato para estos servicios podría también incluirse en el contenido de las normas.

Ya se mencionó antes que puede haber diversos campos de acción para la supervisión.

Tratándose del caso específico de obras de construcción, los campos susceptibles de ser supervisados y/o coordinados pueden agruparse en tres grandes campos que son:

PREVIOS Y PREPARATORIOS PARA LA EJECUCION DE UNA OBRA.  
DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA.  
POSTERIORES A LA EJECUCION DE LA OBRA.

Los detalles relativos a estos campos deben incluirse en las normas.

CONCEPTOS GENERALES

## DEFINICION.

La supervisión es una especialidad de la construcción enfocada a la vigilancia e intervención en la realización de una obra, para lograr que un proyecto se realice conforme a los diseños (arquitectónicos, estructurales, de instalaciones etc.) de acuerdo en todas sus partes integrantes en cuanto a calidades, tanto de materiales como de mano de obra, señaladas en las normas y especificaciones, y dentro de un programa de tiempo y costo.

## CONDICION FUNDAMENTAL.

La condición fundamental en la supervisión es que ésta sea Preventiva y NO correctiva. Esto quiere decir que antes de principiar cualquier etapa de la construcción se debe verificar que sus dimensiones y localización, niveles, calidad de los materiales por emplear herramientas y equipo, procedimiento constructivo, etc., sean los adecuados para garantizar que el trabajo se desarrollará logrando los resultados esperados, no dando lugar a que una vez terminado se tenga que corregir o demoler, con la consiguiente pérdida de tiempo y dinero. Es obvio decir que debe mantenerse vigilancia sobre estos aspectos durante todo el desarrollo del trabajo, pero esto se refiere sólo a que la obra se apeque al diseño y sus especificaciones.

El principal elemento para prever el cumplimiento o incumplimiento de los avances conforme al tiempo, y de los costos, lo constituye la programación de la ejecución.

## FUNCIONES DEL SUPERVISOR.

El Supervisor, coordinador o director de la obra, es el apoyo principal y la única autoridad que actuará en representación de los intereses del Propietario auxiliándolo en todo lo relacionado con la ejecución de la obra, teniendo la responsabilidad total de ella, para lograr que se lleve a cabo conforme a lo previsto.

## EL SUPERVISOR.

El Supervisor es un especialista que generalmente después de una profesión, tal como Ingeniero o Arquitecto, ha profundizado en los aspectos constructivos, control de calidad, costos y control de tiempo, teniendo a su cargo la vigilancia técnica de las obras, representando al Propietario y responsabilizándose ante él de las actividades desarrolladas durante su labor de supervisión.

## RELACIONES ENTRE CONTRATISTAS Y SUPERVISOR

En esta sección se analizan las relaciones entre contratista y supervisor que son la parte esencial del tema a tratar.

El tema se dividirá en dos partes: RELACIONES TECNICAS Y RELACIONES DE TRATO Y COMPORTAMIENTO.

### RELACIONES TECNICAS.

Le llamo relaciones técnicas a los aspectos de la realización de una obra en que el Supervisor interviene frente al Contratista para asesorarlo, orientarlo, informarlo, pedirle u ordenarle sobre la ejecución de la obra, para que ésta se apege al proyecto, a las especificaciones y calidades, a los programas de tiempos y erogaciones y a los términos del contrato, con el fin de que se lleve al cabo en forma satisfactoria según lo pactado.

Para ello el Supervisor debe conocer detalladamente el proyecto, las normas y especificaciones de cada parte de la obra, el presupuesto, los alcances de los precios, los diversos programas de ejecución, el contrato, así como el sitio donde se ejecutará y los aspectos legales y los organizacionales del Propietario para que aplicando sus conocimientos técnicos, criterio y experiencia, pueda juzgar lo que haga el contratista y ayudarlo, asesorarlo, pedirle y ordenarle lo que proceda para la feliz realización del trabajo.

Esta acción del Supervisor debe fundamentarse en la PREPARACION PROFESIONAL Y TECNICA, QUE JUNTO CON LA EXPERIENCIA integran el CRITERIO, que es indispensable para sus relaciones con el contratista.

Es muy deseable que en estos aspectos el Supervisor este a mayor nivel que el contratista o al menos al mismo nivel, pues de lo contrario no será respetado y reconocida su posición.

Hablando en términos generales, cuando una persona no es respetada u obedecida, por convencimiento, debido a su calidad y nivel intelectual y moral, tendrá entonces que recurrir al poder o fuerza que tenga por su posición, o a las amenazas o hasta la violencia. Tal situación debe evitarse pues es inestable y destructiva, y no implica autoridad.

Es recomendable para el Supervisor, evitar discusiones con el Propietario, con autoridades o entre compañeros de trabajo, delante del Contratista o de proveedores, pues con ello se desmerita su posición de autoridad.

También se recomienda al Supervisor evitar la mala costumbre de estar dando instrucciones constantemente, pues esto puede provocar reclamaciones del Contratista y también el que se sienta liberado de responsabilidad.

### RELACIONES DE TRATO Y COMPORTAMIENTO

En esta parte se analizan los aspectos muy importantes, de las RELACIONES HUMANAS y de la COMUNICACION.

Sea dada esto es aplicable a todo género de relaciones: con contratistas, con el Propietario, con la empresa, con autoridades, con sus subordinados y superiores, con visitantes, y también con amigos, compañeros y familiares.

### RELACIONES HUMANAS

#### I.- LA PERSONA.- Los Roles que Desempeña y sus Conflictos.

Es necesario tener presente que el ser humano es una unidad:

BIO - PSICO - SOCIAL

Capas de:

SENTIR - PENSAR - HACER (REALIZAR)

y que son determinantes estas características en el desempeño de sus Roles ya que las conductas y actividades que realiza una persona en cada Rol, nos permiten identificarlos como:

- 1.- **ROL SOCIAL:** Aquel en el que uno tiene el contacto con amigos, reuniones, grupos, compromisos sociales y hobbies (incluye actividades sociales y culturales en general) y que produce presiones que llevan a conductas de conformidad e inconvención.

(CONFORMIDAD: Es el tipo de conducta que se presenta cuando las metas culturales como los medios organizacionales son aceptados y están suficientemente internalizados por el individuo. Lógicamente la estabilidad de una estructura social depende del grado de conformidad de las conductas).

- 2.- **ROL FAMILIAR:** El trato con los padres, hijos y parientes.  
 3.- **ROL PAREJA:** La relación con la pareja que se tiene.  
 4.- **ROL OCUPACIONAL:** (PROFESIONAL), es el que desempeñamos en toda actividad productiva y/o remunerativa (trabajo, estudio).

Cuando se actúan diferentes roles:

- Se llevan los problemas de uno al otro,
- Se confunde uno con otro,
- Se hace o acepta que un rol sea absorbente de uno mismo y de los demás roles,
- No hay autonomía, compatibilidad y comprensión de las personas que actúan en cada uno de los roles hacia los otros,

surge el CONFLICTO DE ROLES.

Cada persona puede analizar sus roles para darse cuenta si existe el equilibrio deseable en ellos, pues de lo contrario sus actividades traerán problemas que repercutirán en las relaciones humanas (se "llevará" sus problemas personales al trabajo, al grupo).

#### SOCIAL

Amigos  
 reuniones (grupos)  
 Hobbies  
 Deportes  
 Tiempo

#### FAREJA

Afecto  
 Información  
 Gratificación  
 Tiempo

#### FAMILIAR

Afecto  
 Información  
 Gratificación  
 Tiempo

#### OCUPACIONAL

Me gusta  
 Me valoran  
 Me pagan  
 Soy eficiente  
 Tiempo

Las calificaciones deben ser iguales para cada rol si la persona actúa en forma equilibrada.

- 0= nada (no funciona, no existe, en calidad, en tiempo)  
 1= bajo (funciona poco, existe poco en calidad, en tiempo)  
 2= aceptable (funciona suficiente en calidad, en tiempo)  
 3= mucho (funciona en calidad y tiempo)

#### II.- LA PERSONA EN EL GRUPO Dinámica Grupal.

Grupo es cualquier conjunto de personas que se reúnan socialmente o de trabajo y se delimitan. Además todo grupo se caracteriza por ser dinámico, lo que genera los procesos dentro de él. Estos procesos generan principalmente dos tipos de conflictos:

**CONFLICTOS REALES.** - Que están referidos a situaciones reales, - objetivas, generalmente referidas al tiempo, a la información o a bienes materiales y hechos que se dan en el presente sin mayor emoción.

**CONFLICTOS EMOCIONALES.-** (Imaginarlos) Estos se reflejan a situaciones emocionales, generalmente con transferencias de significados simbólicos que reviven inconscientemente situaciones del pasado que se traen al presente y se viven con mucha emoción.

(Este último tipo de conflictos es el que más problemas provoca en la organización por estar relacionado con los problemas de tipo interpersonales, teniendo una génesis de tipo intrapersonal).

**PROBLEMAS INTERPERSONALES.-** Son aquellos que se dan entre personas o entre una persona y un grupo.

**Factores interpersonales que Favorecen los Conflictos en la Organización - Grupo:**

1. Agudo desacuerdo u oposición de intereses o ideas.
2. Trastorno emocional, resultante de un choque de ideas.
3. Lucha, pelea, etc., emocional y hasta física por posición, poder o control.
4. Responsabilidades o jurisdicciones no bien definidas.
5. Conflictos de intereses (reparto de tiempo, atenciones, información o bienes materiales).
6. Barreras a la comunicación - actitudes.

- el 100 ó 96%
- lector de mentes.
- excitabilidad.
- etiquetas.
- amenazas.
- demasiados temas.
- despreciativo (desvaloriza todo).
- tajante (cortante agresivo).
- cerrado (su tiene información y no se da).
- evasivo (cambia de temas y no se puede regresar).

7. Dependencia marcada entre una parte del conflicto y otra.
8. Alto grado de diferenciación entre personas o grupos.
9. Necesidad de que el acuerdo sea total (general, consensual).
10. Excesivas reglas de conducta

**PROBLEMAS INTRAPERSONALES.-** Son aquellos que tienen su origen dentro de la persona como son los de tipo emocional y físicos.

**Los emocionales:** Se manifiestan como rasgos de la personalidad, que en ocasiones aparentan ser cualidades y que a la larga se tienen resultados nefastos para sí mismos o para los demás; como anteriormente se mencionó en los conflictos emocionales en donde la problemática personal se lleva a todos los roles provocando los problemas interpersonales; ejemplos:

- a.- **Descalificación.-** Que es un mecanismo interno por el cual las personas minimizan o ignoran ciertos aspectos de la realidad ( de ellos mismos, de otros, o del mundo).

Descalificar (negar) la existencia del problema.  
 Descalificar la importancia o significado del problema.  
 Descalificar la solución del problema.  
 Descalificar la capacidad propia o ajena, para resolverlo.

- b.- **Transferencias.-** Poner máscaras a otros.  
 c.- Vivir en el pasado.  
 d.- Trastornos de conducta.  
 e.- Etc. etc.

Todo esto impide el funcionamiento y desarrollo adecuado de la persona en sus actividades, así como en su trabajo, reduciendo la eficiencia en la organización.



físicos.- Son las enfermedades que se pueden padecer, que también afectan la eficiencia.

Por lo tanto es conveniente hacer una buena selección de personal a fin de prevenir problemas emocionales y físicos que serán en detrimento del buen funcionamiento de la organización; sin olvidar la capacidad técnica que será en beneficio de ella.

### III. INTEGRACION DEL GRUPO- COLABORACION- CORTESIA.

La comunicación, el conocimiento de los compañeros así como el autoconocimiento personal van a favorecer las buenas relaciones, y - al ambiente de trabajo, teniendo una sensación de seguridad, confianza y bienestar, que llevan a un buen rendimiento en la labor y a que se tenga colaboración y trabajo en equipo al ser consciente cada elemento del grupo que trabaja y convive con seres humanos semejantes a él; porque con quienes mas contacto directo tenemos es precisamente con los miembros de nuestra propia organización. Y mal puede verse a aquel que no empieza por dar él mismo, en su propio grupo, el buen ejemplo.

Para el grupo de trabajo existe un lenguaje especial. No se trata solamente del lenguaje hablado, pues se "habla" con los gestos, con la mirada o con un leve guiño que puede ser de broma, de picardía o de censura. Puede también que no se tenga que abrir la boca para llevar al otro el mensaje del silencio, el que más hierde y del que a nadie en particular se puede acusar porque ni siquiera un gesto hubo. Todo esto es el resultado directo de la proximidad entre unos y otros a través del tiempo, de la relación diaria de trabajo y de problemas personales. De ahí lo "demasiado especial" del lenguaje que todos - venimos obligados a usar en el trabajo.

Recordamos que pasamos al menos la tercera parte del día en la relación directa con el compañero de trabajo y tal vez no nos preocupamos de su modo de vida, de sus problemas, de sus necesidades, sus ideales, sus alicios, sus planes y de todo aquello que un ser humano es capaz de sentir, pensar y realizar. Debieramos considerarlo como un miembro mas de nuestra familia, pero en general no es así.

A todos nos gusta que nos distingan, y no existe una mayor distinción que aquella del compañero que reconoce y habla de lo educado y fino que es uno, de lo agradable que le resulta nuestra presencia.

La cortesía es algo abstracto, encierra los elementos básicos de la cohesión ..... de grupo. Tan así es que, con puntos de vista opuestos y de origen social y educacional diferentes, se puede trabajar al unísono como una sola unidad. Practiquemos la cortesía reconociendo las cualidades de nuestros semejantes. ¡No cuenta nada y - vale tanto!

## COMUNICACION.

Es el proceso mediante el cual el ser humano transmite sus ideas, decisiones, etc. a otros. En el caso de un Supervisor, éste debe comunicarse eficiente y eficazmente con el Proprietario, con el Contratista, con sus compañeros de mayor y de menor nivel así como con una diversidad de personas involucradas en la realización de una obra.

No existe nada más frustrante, que el ver nuestros trabajos, que se consideran técnicos y de alta importancia, subestimados o descartados por los superiores que no los entendieron por fallas en la comunicación.

En muchos casos, lo anterior nos lleva a un desaliento y a un fatalismo, algo así como "los de arriba no están preparados para entendernos", debilitándose nuestro esfuerzo, aislandonos y esterilizándonos aún más en las funciones, en capacidad profesional, en relaciones interpersonales. Y se llega a la conclusión de que el eslabón débil de la cadena está en la comunicación.

Consideramos que para que la comunicación se efectúe, se requiere que exista un Emisor y un Receptor, donde el Emisor envía un mensaje y el Receptor lo recibe y se produce un intercambio de estímulos y respuestas entre ambos.

Tipos de Comunicación: Verbal - Escrita - Gesticular.

OPTIMIZAR LA COMUNICACION es colocarse en el nivel - el instante de comunicar - para adecuarse a las personas receptoras. Los resultados serán la comprensión real de lo expuesto, que ante un problema será el elemento básico para la toma de decisión.

Perdóneme, no entendí lo que quiso decir.

No vi el memorando que mandaron de su departamento.

Excúsenme, no me avisaron a tiempo.

Qué pena, se me olvidó anunciarle que lo esperaban en su despacho.

No sé de qué me está hablando. Aquí nadie ha dicho nada.

Estas y otras miles de frases se escuchan a menudo en las empresas modernas y en los diversos trabajos. Ninguna tendría nada de trascendental, si no fuera porque cada palabra está costando dinero.

Las comunicaciones han mejorado en toda su estructura tecnológica, pero han venido desmejorando en su parte humana.

Cada día se cometen más errores por fallas en las comunicaciones o por ausencia de las mismas. Las comunicaciones empresariales se han convertido en toda una compleja ciencia, a veces tan grande y costosa, que se hace necesario encargar a un experto asumir la responsabilidad de aumentar su eficiencia y bajar su costo.

## ASPECTOS TEORICOS DE LA COMUNICACION.

II

A partir del modelo clásico de la teoría de las comunicaciones, y como una expansión del mismo, se desarrolla un modelo específico, que contempla, además, el problema semántico en el grupo o en la empresa, el sico-organizacional, el referente al tipo de desarrollo de operaciones mentales del Receptor y el de la dupla: actitud-aptitud del mismo.

UN MODELO DE LA COMUNICACION.- La idea de mensaje implica la de transferencia de un "representante mental" de un individuo a otro. Para que sea efectivo, todo mensaje debe cumplir con cuatro condiciones fundamentales:

- 1.- Que exista un medio físico adecuado para que pueda propagarse, (el aire, conductor eléctrico, campo electromagnético, papel, onda luminosa).
  - 2.- Un acuerdo previo sobre las características sintácticas y de codificación del mensaje, así como la relación biunívoca entre símbolos del idioma y señales físicas.
  - 3.- La coordinación efectiva del valor semántico de las palabras que constituirán el mensaje.
  - 4.- La máxima concordancia posible en la interpretación psicológica del texto transmitido a fin de lograr la transferencia de la representación mental deseada. (Hay que considerar la posible falibilidad del incumplimiento de cada una de las condiciones).
- La teoría de las comunicaciones desarrolle una metodología matemática para características y para codificación.
  - El medio físico adecuado debe ser resuelto por medio de técnicas convencionales.
  - El aspecto semántico y cognoscitivo ameritan una extensión de la teoría de las comunicaciones.

El modelo consta de una etapa de codificación en el individuo Emisor (se efectúa a partir de la correspondencia biunívoca establecida entre los símbolos y las señales a emitir), una etapa de propagación física de las señales (depende lógicamente del medio físico - elegido) y una tercera etapa de decodificación o descifrado en el Receptor, (se hacen corresponder símbolos a las señales físicas recibidas).

Además, debido a la natural e inevitable imperfección del canal físico de transmisión, se agrega al modelo un bloque de interferencias ó "ruido" que actúa sobre las señales suprimiendo algunas de ellas ó modificándolas ó inyectando señales no transmitidas (no deseadas), afectando la fidelidad del mensaje transmitido.

La consideración del ruido inyectado en un canal de transmisión, hace deseable contar con un cierto porcentaje de redundancia, a fin de no omitir señales en detrimento del mensaje.

La redundancia a veces resulta favorable, por ejemplo para asegurar que la gente pueda entender lo que se está haciendo ó diciendo. El abuso de ella por el Emisor puede llegar a confundir al Receptor.

El modelo de comunicación: Emisor-canal-fuente de ruido-Receptor, es interpretación de tipo cibernético-

EL PROBLEMA SEMANTICO.- El valor semántico de las palabras ó de una expresión determinada puede representar cosas muy distintas, incluso para especialistas en el tema.

El problema semántico del "lenguaje", puede constituirse en una fuente de inyección de ruido que perturba la inteligibilidad de los mensajes transmitidos. De esa manera, al ruido debe agregársele el ruido semántico.

SIMBOLOGIA.- En cuanto a la simbología utilizada, deberán seguirse los principios nemotécnicos fundamentales, es decir, que la expresión simbólica que es presentada a modo de fonema, resulta en lo posible fácilmente pronunciable, lo que facilitará su recuerdo y su utilización oral.

La distorsión del sentido del mensaje, originada por interpretar a éste con el exclusivo punto de vista del área funcional, en que se desenvuelva el receptor, es por tanto, una fuente de ruidos que inyecta los mismos en la comunicación. Estos ruidos pueden denominarse - mico-organizacionales y son introducidos en la etapa de representación mental, posterior a la decodificación.

**DESARROLLO DE LA INTELIGENCIA.**- El desarrollo de la inteligencia es un aspecto cualitativo de la misma, desde el nacimiento a la adultez. Está vinculado a nivel psicológico con distintas relaciones entre los "significantes", definidos como la representación mental operativa del medio, y los "significados" de dichos elementos.

A través de las relaciones significante-significado, se llega a definir el índice, señal-símbolo-signo. Algunos autores denominan a la relación significante-significado, con la palabra código, que engloba tanto a los símbolos como a los signos.

Finalmente, para lograr la aceptación del mensaje, ya decodificado y comprendido, se requiere contar con una favorable dupla "aptitud-actitud" del receptor.

ES IMPORTANTE QUE CON TODA CLARIDAD Y FRANQUEZA, EN LOS TIPOS DE ASUNTOS A TRATAR, SE RESUELVAN LOS PROBLEMAS SEMANTICOS Y DE SIMBOLOGIA ASI COMO LA DEFINICION DE LOS CANALES ADECUADOS, DETECTANDO LAS POSIBLES INTERFERENCIAS O RUIDOS QUE DESVIRTUAN LOS PROPOSITOS DE LAS COMUNICACIONES.

#### SUGERENCIAS E IDEAS PARA MEJORAR LAS COMUNICACIONES.

1.- No improvisar cuando de comunicaciones se trate.- La mayoría de los errores de comunicaciones se deben a la improvisación. No planear de antemano lo que se va a comunicar puede resultar costosísimo. Por lo tanto, cuando se quiera comunicar algo hay que prepararlo con sumo detenimiento, sin pensar que se está perdiendo el tiempo. Piense que está utilizando tiempo para que otros lo ganen y sus costos no se eleven. Fijarse detenidamente qué es lo que se quiere comunicar. No se trate sólo de lo que uno entiende, sino de lo que van a entender los otros. Piense en la gente que va a recibir su comunicación. "Si quiere hablar a Juan Pérez, lo que Juan Pérez debe entender, es preciso que piense como Juan Pérez y vea con los ojos de Juan Pérez".

2.- Emplear el medio de comunicación más adecuado.- Los costos también se elevan demasiado cuando el medio es equivocado. La selección del medio de comunicación es otro de los factores fundamentales para aumentar la eficiencia. Hay muchos medios de comunicación y cada uno tiene su valor. Errar en escoger el medio siempre cuesta, y no sólo porque el mensaje no llega a su objetivo, sino porque se hace necesario repetirlo en otro medio y por lo tanto debe volverse a estudiar todo el proceso de la comunicación.

Los receptores de la comunicación, por otra parte, son diferentes. Con algunos puede emplearse la palabra escrita, con otros es imposible, con muchos puede emplearse el lenguaje gráfico, con otros sólo es posible entenderse hablando. A algunos hay que verlos, a otros basta llamarlos por teléfono.

3.- Tener en cuenta al ser humano.- Muchas comunicaciones carecen de sentido humano. Algunos gente habla por teléfono como si estuviera hablando con el aparato y no con una persona. Otras gentes sólo comunican a la mente y descuidan el corazón de su receptor.

Cuando se trata de comunicar a seres humanos hay que tener en cuenta que son tales. Por lo tanto no hay que atropellar sus ideas, sus principios ni sus sentimientos, hay que comunicar a los sentidos pero también al corazón.

4.- Enviar las comunicaciones a tiempo.- El tiempo es uno de los enemigos mortales de las comunicaciones. Casi todo llega tarde. El éxito de las comunicaciones radicará en hacerlas con suficiente anticipación. No hay que esperar hasta última hora y no se debe dejar nada a la imaginación, ni al prejuicio de que la "gente ya lo sabe".

5.- Hacer mensajes claros, concretos y concisos.- Este principio es conocido con el nombre de la regla de las tres "C" y se debe tener siempre en cuenta. Un celebre industrial decía: "Ningún buen mensaje debe llevar más de una idea".

El lenguaje gráfico también permite hacer mensajes cortos y claros. Se emplea universalmente para turistas que no hablan idiomas. Una buena ilustración afirma tanto como muchas palabras. "Si no puede decirlo, ilústrelolo", es otro buen principio. Cuando por medio de palabras no puede expresarse claramente, hágalo con papel y lápiz.

6.- Cuidar muy bien los mensajes no hablados.- Cuando se está participando en un diálogo de cualquier naturaleza, debe tenerse cuidado no sólo de lo que dice sino de la manera como se dice. El lenguaje corporal, facial, ocular y de las manos también cuenta. Muchas veces la boca dice una cosa y los ojos otra; otras veces la palabra afirma algo pero las manos y los pies indican lo contrario. El gesto y las expresiones pueden ser más comunicadoras que las simples palabras.

SIEMPRE DEBE TENERSE EN CUENTA QUE COMUNICAR ES MAS QUE HABLAR.



Tengo un animal doméstico en casa



Que bueno  
¿Qué clase de animal?



Es un perro



¿Qué clase de perro?



Es un San Bernardo



¿Cachorrito, o ya grande?



Grande



¿De qué color es?



Café y blanco



Podrías habérselo dicho desde el principio que tienes en casa - un perro San Bernardo, crecido, color café y blanco



¿Por qué nadie me entiende?

LIDERAZGO Y AUTORIDAD

## LIDERAZGO.

Existen numerosos enfoques y definiciones del líder y del Liderazgo:

"El ejercicio de la autoridad y de la toma de decisiones".

"El proceso de influencia sobre las actividades de un grupo, - dirigidas a la fijación y cumplimiento de metas".

"El líder es el que logra que otros lo sigan".

La palabra líder procede del inglés "to lead", conducir, luego el líder es un conductor de personas.

Estas definiciones contienen dos premisas:

- Que el liderazgo implica una distribución desigual, pero legítima de la influencia y del poder (autoridad).
- Que no existen líderes aislados. Su rol para existir requiere los roles complementarios de seguidores, miembros del grupo.

Morsey y Blanchard, resumen los conceptos de la mayoría de los autores sobre el tema en la definición que sigue:

"Liderazgo es el proceso de influencia sobre las actividades de individuos o grupos para lograr metas comunes en situaciones determinadas".

Todos los ejecutivos que supervisan y dirigen a subordinados son por ello líderes al funcionar dentro de una estructura, respondiendo a la última definición.

Los numerosos autores sobre el tema de como debería liderar - "el directivo ideal" no han podido ponerse de acuerdo, ya que sus definiciones en general no responden a las múltiples y variadas situaciones que éste debería enfrentar. Mencionemos algunas de las diferentes teorías y modelos sobre estilos gerenciales, propuestas por -

especialistas en Desarrollo Organizacional:

Es conveniente distinguir cuatro tipos de líderes de grupo:

- 1) El autocrático.- Toma las decisiones sobre la base de sus - propios intereses, o de intereses especiales dentro y fuera del grupo.
- 2) El paternalista.- Actúa según los intereses del grupo, tal como él interpreta estos intereses.

Los líderes autocráticos y paternalistas, son aquellos en los cuales las decisiones son tomadas por el líder, quien es elegido por el grupo o designado por alguna autoridad exterior. Una gran parte de las técnicas y acciones de los líderes autocráticos y paternalistas, son análogas. La diferencia reside en los motivos de los líderes.

- 3) El individualista o permisivo.- Es producto de una sociedad o grupo de transición. En medio de la inseguridad de la democracia en evolución opina a menudo que la forma de dirigir es no dirigir en absoluto, dejar que la gente aunque inmadura, tenga la completa "libertad".
- 4) El participativo.- Es el que actúa por participación en el - grupo. Los miembros trabajan en conjunto para lograr una elevada cohesión de grupo; el ambiente queda determinado por él mismo. Se asigna la máxima importancia al crecimiento y desarrollo de - todos los miembros del grupo ninguno de los cuales es líder; el liderazgo es distribuido.

Existe otra teoría que valga al líder en función de 2 variables que son: El interés por la producción y el interés por la gente. - teniendo 5 estilos de liderazgo:

El "Empobrecido".- Bajo interés por la producción y por la gente.  
 El "Club Campestre".- Alto interés por la gente y bajo por la producción.  
 El "Dedicado a la tarea".- Alto interés por la producción y bajo por la gente.  
 El "Mitad del Camino".- Su objetivo es el equilibrio entre las exigencias de la producción, y  
 El "Equipo máximo".- Interesado por la producción y por la gente; cumple las metas mediante el trabajo en equipo con gente motivada y vinculada con relaciones de confianza.

Cual es el mejor estilo de liderazgo?

El líder situacional para ser efectivo es el que adecúa su estilo de liderazgo de acuerdo a la situación y el momento. Para lograrlo - necesita capacitación y entrenamiento a fin de que el liderazgo formal coincida con el liderazgo natural y tenga flexibilidad. También el liderazgo de grupo estará estrechamente ligado con los tipos de estructura de grupo. Se podría decir que cada grupo eligirá el líder que mejor concuerde con su estructura o característica o a la inversa, el líder escogerá a los seguidores de acuerdo a su problemática personal.

#### AUTORIDAD.

Existen dos tipos de autoridad:

Autoridad formal o delegada.- Es la que una persona recibe - cuando es nombrada para un puesto, o cuando es delegada.

Autoridad informal.- Es la capacidad para inducir una sugerencia a una persona determinada para que lleve a cabo una proposición específica.

Lo conveniente es que el líder tenga:

Autoridad y liderazgo formal, o mejor todavía:  
 Autoridad informal y liderazgo innato.

0... 29

De cualquier modo que se vea la situación, no debe perderse de vista que la autoridad es una investidura de la persona, para el logro de un propósito específico. En el caso de la realización de una obra, ese será el propósito específico u objetivo, que no debe perderse.

El Supervisor, como tal, es el responsable del "proceso de influencia sobre las actividades de un grupo, dirigidas a la fijación y cumplimiento de metas"; y en una obra debe ser la autoridad, que el Propietario le ha delegado.

También conviene tener presente que el hecho de ser líder y tener autoridad implica la responsabilidad y obligación de servicio. (Servir a las personas, servir al grupo, a la organización, a la empresa, a la comunidad, para el logro de sus fines).

0... 30

TOMA DE DECISIONES.

Una decisión consiste en dar solución a un problema específico.

Para tomarla conviene sopesar los diversos criterios que intervienen así como el acopio de la información necesaria para tener elementos de juicio.

En labores de supervisión de obras se presentan situaciones que demandan tomar decisiones, las cuales deben considerarse y estudiarse con cuidado sopesando sus consecuencias y repercusiones diversas. Algunos ejemplos pueden ser los siguientes: Estudio y análisis de modificaciones al proyecto; modificaciones en procedimientos constructivos; reprogramaciones que alteren o no alteren fechas de terminación; aceptaciones o rechazos de personal, de maquinaria, de materiales, de trabajos o de instalaciones; aplicación de sanciones; suspensiones de obra parciales, o total; trabajos extraordinarios o por administración; situaciones imprevistas o de emergencia.

CARACTERISTICAS DE UNA SITUACION DE DECISION.

- Un objetivo.- Se requiere tener el logro de un fin.
- Cursos de acción alternativos.- Son las diferentes formas o medios para obtener el fin. Se hace la selección de alternativas mediante diversos sistemas de selección de ellas.
- Factores importantes.- Económicos, técnicos, personales, sociales, políticos, que pueden ser igualmente importantes para las distintas alternativas.

Dentro de los factores hay que tomar en cuenta, además de los muy importantes antes mencionados, al humano, ya que toda decisión estará influenciada por el razonamiento, por las emociones, la problemática personal, así como la influencia de los roles.

El no tomar una decisión oportuna, es una decisión de no decidir.

FACTORES INTRAPERSONALES QUE IMPIDEN TOMAR BUENAS DECISIONES.

- Temer no tener la información adecuada, o no elegir la mejor línea de acción. (ya tomada la decisión, pensar que no fue la adecuada).
- Tomar la decisión de inmediato, sin haber analizado, como correspondía, sus consecuencias.
- Decidir por sí solo y prometerse asumir todas las consecuencias hasta la última instancia.
- Elegir la decisión que provocará menos dificultades interpersonales.
- Postergar la decisión.

TEORIAS O TECNICAS USUALES PARA LA TOMA DE DECISIONES.

- Teoría de la optimización.- Es mediante la determinación de los valores de los parámetros controlables, empleando la función criterio y las restricciones. Queda como resultado el valor extremo del concepto a optimizar.
- Teoría de probabilidades.- O de conclusiones inciertas, por asignar un valor numérico al grado de incertidumbre que pueda existir respecto a un evento particular.
- Teoría de la estadística.- Esta relacionada con datos u observaciones que ayudan a llegar a conclusiones racionales basándose en los datos recopilados. (Las teorías de probabilidades y de estadística están internamente ligadas. Dan lo que se llama índices de confiabilidad).
- Teoría de la decisión de la utilidad.- Proporciona un medio para la medición en una sola escala de diversidad de valores dimensionales, para la selección de estrategias para optimizar las probabilidades de obtener un valor máximo en la escala de utilidad.

En resumen, tomar una decisión implica alcanzar una meta u objetivo, para lo cual es necesario considerar un conjunto de soluciones posibles, un conjunto de factores importantes y, tal vez, alguna incertidumbre respecto a las posibles consecuencias de las diversas alternativas o soluciones.



CALIDADES QUE DEBE TENER UN SUPERVISOR, DESDE EL PUNTO DE VISTA DE UN CONTRATISTA.

- 1.- Que el supervisor haya sido tambi6n contratista.
- 2.- Que sea exigente en cuanto a la calidad de los trabajos, pero no perfeccionista.
- 3.- Que tenga experiencia en la construcci6n de obras similares a las que est6 supervisando.
- 4.- Que sea diligente en el cumplimiento de sus labores, tanto de campo como de gabinete.
- 5.- Que est6 adecuadamente remunerado, para que no tenga resentimientos contra el personal del contratista.
- 6.- Que sea honrado, pero no puritano.
- 7.- Que tenga el valor civil de aceptar que est6 equivocado, cuando sea el caso.
- 8.- Que conozca cuales son las funciones y objetivos de una supervisi6n.
- 9.- Que sea puntual.
- 10.- Que tenga sentido de responsabilidad.
- 11.- Que sea oportuno.
- 12.- Que tenga capacidad para evaluar y tomar decisiones.
- 13.- Que sea previsor.
- 14.- Que sea respetuoso.
- 15.- Que tenga iniciativa para resolver satisfactoriamente los problemas imprevistos y de emergencia que pudieran presentarse en la obra.
- 16.- Que tenga tacto o delicadeza para manejar las situaciones de controversia que se presentan.
- 17.- Que sea objetivo y justo en sus apreciaciones.

CONCLUSIONES.

Un BUEN Supervisor de obra conoce el proyecto, los programas los controles, es capaz de idear y dise~ar procedimientos constructivos y es cumplido con sus responsabilidades.

Pero un Supervisor DESTACADO, conoce adem6s el arte de la diplomacia.

Otra conclusi6n consiste en que debemos percatarnos de la necesidad de analizar o analizarnos como supervisores y CAPACITARSE para poder desempe~ar profesionalmente y eficazmente esa importante funci6n.

Reflexiones Generales.

Empl6tate a fondo en tu trabajo.

Preguntate si acaso tu trabajo sufre merma porque pasas demasiado tiempo en quejarte y demasiado poco en cumplir con las responsabilidades para las que se te llama y se te paga.

Si trabajas para un hombre, trabaja de veras por 6l.

Si es 6l quien paga tu salario, trabaja por 6l, habla bien de 6l, defiendelo en su persona y en la instituci6n que represente.

Si te ponen en aprietos, recuerda que un gramo de lealtad vale m6s que un kilo de inteligencia.

Si piensas en atacarlo, prefiere renunciar a tu posici6n; pero mientras formas parte de su organizaci6n, no lo condenes.

D6 muestras en tu trabajo del mismo ardor e iniciativa que esperas de los que tengas o tuvieras que pagar sus salarios.

Lo que quieras que los dem6s hagan contigo, hazlo t6 con ellos.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

SEGURIDAD EN LAS OBRAS

I.- DESARROLLO HISTORICO DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL.

La historia del hombre primitivo en el mundo, la conocemos en gran parte por los vestigio que los siglos han dejado de su trabajo. Es así por lo que se supone que su primer trabajo organizado, fue la fabricación de puntas de flechas de pedernal, que requerían para suministrarse el alimento y vestido a través de la caza.

Con esta primitiva actividad, aparecen los primeros accidentes de trabajo, que por el sentido natural del género humano a la conservación física y temor al dolor, debieron necesariamente hacerlo practicar en cierto grado la prevención de accidentes.

Esta práctica preventiva, manifestó características individualistas y defensivas, con pocos cambios a través de los siglos, hasta el triunfo de la mecanización de la industria a principios del Siglo XIX, en que las pérdidas de vidas humanas y mutilaciones derivadas del trabajo, llamaron la atención de gentes que por sentido humanitario, levantaron el clamor popular contra las detestables condiciones sociales de los obreros y la explotación de que eran objeto, dando origen al establecimiento de las primeras leyes que regulaban el trabajo.

Es así por lo que la Seguridad Industrial pasó por tres importantes etapas de desarrollo:

La primera ya mencionada, con características individualistas y defensivas nacida de las experiencias elementales que adquirió el hombre primitivo al desempeñar su trabajo y que continuó hasta antes del advenimiento de la explotación industrial mecanizada.

La segunda etapa, se inicia como procedimiento organizado de prevención de accidentes, hasta que la administración industrial es presionada por la legislación del trabajo.

Esta etapa se originó en Inglaterra, cuna de la industrialización, a partir de 1833, en que el gobierno realizó algunas inspecciones y en 1850 comenzaron a llevarse a cabo mejoras nacidas de las recomendaciones hechas por la indignación del pueblo que sufrió las consecuencias de los accidentes de trabajo. A partir de entonces siguieron sus pasos otros países industrializados como Estados Unidos, Alemania y Francia, estableciendo

una legislación de trabajo que en materia de seguridad consistía en atacar las causas definidas, físicas y mecánicas de los accidentes, tales como los peligros que constituyen partes específicas de maquinaria y condiciones inseguras de construcción o funcionamiento.

Desde este punto de vista se logró muy poco beneficio por la dificultad de hacer cumplir las leyes. Con esa experiencia se establecieron leyes que gravan a los patrones aumentando los costos de los accidentes, obligándolos a corregir las condiciones que los originan. En 1880 en Inglaterra se promulgó el Acta de Responsabilidad de los Patrones, que permitía a los representantes del trabajador fallecido cobrar los daños por muerte causada por negligencia.

Se estableció con lo anterior, que el patrón era legalmente responsable de la protección de sus trabajadores contra los accidentes.

Dentro del campo del derecho civil, los tribunales y la doctrina de Bélgica y de Francia, abrieron las puertas a la teoría del riesgo profesional, base de la ley francesa de 1898, que impuso a las empresas la obligación de indemnizar a los trabajadores por los accidentes ocurridos por el hecho, o en ocasión del trabajo, y en 1919 otra ley francesa extendió la responsabilidad empresarial a las enfermedades profesionales.

Este criterio constituye un factor importante que encausó al patrón hacia la localización de las causas de accidentes para lograr su prevención.

Es conveniente hacer resaltar que en esta segunda etapa histórica de la prevención de accidentes, todavía NO se consideraba a la Seguridad como parte inherente a la rutina de la industria, se consideraba como humanitarismo con algo de significación comercial en particular, por lo que al pago de indemnización por accidente de trabajo se refiere.

La tercera etapa y más importante por la que atraviesa la Seguridad, se inició gracias a una investigación realizada en 1926 por la Travelers Insurance Company, en que se determinó que la cantidad real de dinero pagado por el patrón, ya sea directamente o a través de su aseguradora por concepto de demandas y gastos médicos resultantes de los accidentes, representaba para el patrón una quinta parte tan sólo del costo total de los accidentes.

Se encontró que las cuatro quintas partes restantes del costo de los accidentes, resultan del efecto sobre la organización: en moral, calidad, cantidad de producción, etc.

La importancia de este estudio fue confirmada en 1927 en un informe del Consejo Americano de Ingeniería (Estados Unidos), acerca de la relación de los accidentes con la producción.

En 1929 la Travelers Insurance Company (Estados Unidos), demostró que en un grupo unitario de 330 accidentes similares, solamente uno de ellos causó una lesión grave, mientras que 37 originaron lesiones leves y 300 no causaron lesión. Teniendo en consideración que del grupo de 330 accidentes, las causas que los provocaron fueron las mismas o similares, localizándolos en uno de esos accidentes, corrigiéndolos evitaríamos la posibilidad de la ocurrencia de los restantes del grupo.

Este progreso logrado por la Seguridad Industrial, ha hecho posible que sea una actividad inherente a la administración de negocios, no sólo porque es una tarea humanitaria que bien vale la pena por sí misma, sino también porque brinda beneficios económicos de considerable importancia. En toda empresa bien administrada, existe la aplicación de las técnicas de la Seguridad para controlar el problema de los accidentes.

Se ha demostrado que las causas que provocan accidentes, motivan una producción defectuosa, decrecimiento de la producción, ineficiencia y falta de economía general.

Mientras los patrones están en posibilidad de controlar la cantidad y calidad de la producción, también lo estarán para restringir los accidentes.

Los trabajos de ingeniería requieren en ocasiones correr riesgos, pero éstos deben estar medidos y con amplio margen de éxito cuando intervienen vidas humanas, porque en caso contrario sería irresponsable la actitud.

## II.- LEYES LABORALES MEXICANAS.

NOTA: La finalidad de este capítulo, es hacer una breve síntesis únicamente de los aspectos legales que tienen relación con la prevención de accidentes o la seguridad industrial.

Las leyes Laborales Mexicanas emanan del Art. 123 de la Constitución de 1917, que fue la primera en el mundo en consignar derechos sociales o garantías sociales en favor de los trabajadores.

### Artículo 123.

Fracción XIV: Indica la responsabilidad patronal en cuanto a accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, así como el pago de las indemnizaciones correspondientes.

Fracción XV: Se consigna la responsabilidad patronal para la protección de sus trabajadores de los riesgos inherentes al trabajo.

Fracción XXIV: Considera de utilidad pública la expedición de la Ley del Seguro Social, la que comprenderá seguro de riesgos de trabajo.

(Art. 10. LFT)\* La ley Federal del Trabajo, rige las relaciones de trabajo comprendidas en el Art. 123 de la Constitución.

### Artículo 60, LSS \*

El patrón que haya asegurado a los trabajadores a su servicio - contra riesgos de trabajo, quedará relevado en los términos que señala esta ley, del cumplimiento de las obligaciones que sobre responsabilidad por esta clase de riesgos establece la Ley Federal del Trabajo.

El Art. 173 LFT\* y Art. 48 LSS\*, considera como riesgos de trabajo a los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo, entendiéndose se por accidente (Art. 474 LFT y Art. 49 LSS), toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior, o por la muerte producida repentinamente en ejercicio, o con motivo del trabajo, cualesquiera que sean el lugar y el tiempo en que se preste; y por enfermedad de trabajo: todo estado patológico -- (Art. 475 LFT y Art. 50 LSS), derivado de la acción continuada de una causa que tenga su origen o motivo en el trabajo ó en el medio en que el trabajador se vea obligado a prestar sus servicios.

Art. 61, LSS, los riesgos del trabajo pueden producir:

1.- Incapacidad temporal;

\* LFT: Ley Federal del Trabajo

\* LSS: Ley del Seguro Social.

El Art. 490 LFT y Art. 56 LSS, señala que en los casos de falta inexcusable del patrón, la indemnización podrá aumentarse hasta en un 25%, a juicio de la Junta de Conciliación y Arbitraje. El patrón tendrá la obligación de pagar al Instituto el capital constitutivo, sobre el incremento correspondiente.

Hay falta inexcusable de los patrones:

- I.- Si no cumple las disposiciones legales y reglamentarias para la prevención de los riesgos de trabajo.
- II.- Si habiéndose realizado accidentes anteriores, no adopta las medidas adecuadas 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 del trabajo.
- IV.- Si los trabajadores hacen notar al patrón el peligro que corren y éste no adopta las medidas adecuadas para evitarlo.
- V.- Si concurren circunstancias análogas, de la misma gravedad a las mencionadas en las fracciones anteriores.

**COMENTARIO:** Con el establecimiento del Instituto Mexicano del Seguro Social (Art. 123, Frac. XXIX), que cubre los riesgos del trabajo, el patrón queda relevado de la obligación que contrae en virtud de la Frac. XIV del Art. 123, no así de su obligación en cuanto a lograr la protección de sus trabajadores de los riesgos inherentes del trabajo (Frac. XV, Art. 123).

En la Ley Federal del Trabajo, se establecen las responsabilidades y obligaciones de patrones y trabajadores, para que en esa forma quede más clara la participación patronal para la prevención de accidentes.

#### Artículo 47, LFT

XII: Establece que es causa de rescisión de la relación de trabajo sin responsabilidad para el patrón, el negarse el trabajador a adoptar las medidas preventivas ó a seguir los procedimientos indicados para evitar accidentes o enfermedades.

- 2.- Incapacidad permanente parcial;
- 3.- Incapacidad permanente total; y
- 4.- Muerte.

Art. 7 LSS, el Seguro Social cubre las contingencias y proporciona los servicios que se especifican, mediante prestaciones en especie y en dinero.

El Art. 487 LFT y Art. 63 LSS, señala que 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;
- VI.- La indemnización fijada en el presente título.

Art. 65, LSS, el asegurado que sufra un riesgo de trabajo tiene derecho a las siguientes prestaciones en dinero:

- 1.- Si lo incapacita para trabajar, recibirá mientras dure la inhabilitación, el 100% de su salario.
- 2.- Al ser declarada la incapacidad permanente total del asegurado, éste recibirá una pensión mensual.
- 3.- Si la incapacidad declarada es permanente parcial, el asegurado recibirá una pensión calculada conforme a la tabla de valuación de incapacidad contenida en la Ley Federal del Trabajo.

El Art. 489, no libera al patrón de responsabilidad cuando:

- I.- El trabajador explícita o implícitamente hubiese asumido los riesgos del trabajo.
- II.- El accidente ocurra por torpeza o negligencia del trabajador.
- III.- El accidente sea causado por negligencia ó imprudencia de algún compañero de trabajo o de alguna tercera persona.

#### Artículo 51, LFT

Es causa de rescisión de la relación del trabajo sin responsabilidad para el trabajador.

VII: La existencia de un peligro grave para la seguridad o salud del trabajador o su familia, ya sea por carecer de situaciones higiénicas el establecimiento o porque no se cumplan las medidas preventivas o de seguridad que las leyes establecen; y

VIII: Comprometer el patrón, con su descuido o imprudencia - inexcusables, la seguridad del establecimiento o de las personas que se encuentren en él.

#### Artículo 132, LFT

Señala las obligaciones de los patrones, entre ellas son las siguientes:

XV: Organizar permanentemente o periódicamente cursos o enseñanzas de capacitación profesional o adiestramiento para sus trabajadores.

XVI: Instalar, de acuerdo con los principios de seguridad e higiene, las fábricas, talleres, oficinas y demás lugares en que deben ejecutarse los trabajos...., adoptarán los procedimientos adecuados para evitar perjuicios al trabajador, procurando que no se desarrollen enfermedades epidémicas o infecciosas y organizando el trabajo que resulte para la salud y vida del trabajador la mayor garantía compatible.

XVII: Observar las medidas adecuadas y las que fijan las leyes para prevenir accidentes en el uso de maquinaria, instrumentos o material de trabajo, y disponer en todo tiempo de los medicamentos y material de curación indispensables, a juicio de las autoridades que correspondan....

XVIII: Fijar y difundir las disposiciones conducentes de los reglamentos de higiene y seguridad en lugar visible de los establecimientos y lugares en donde se preste el trabajo.

XIV: Permitir la inspección y vigilancia que las autoridades del trabajo practiquen en su establecimiento para cerciorarse del cumplimiento de las normas....

#### Artículo 134, LFT

Son obligaciones de los trabajadores:

I.- Cumplir las disposiciones de las normas de trabajo que les sean aplicables.

II.- Observar las medidas preventivas e higiénicas que acuerden las autoridades competentes y las que indiquen los patrones para la seguridad y protección de los trabajadores.

XII.- Comunicar al patrón ó a su representante las deficiencias que adviertan, a fin de evitar daños o perjuicios a vida de sus compañeros de trabajo ó de los patrones.

#### Artículo 135, LFT

Queda prohibido a los trabajadores ejecutar cualquier acto que pueda poner en peligro su propia seguridad, la de sus compañeros de trabajo o la de terceras personas, así como la de los establecimientos o lugares en que el trabajo se desempeña.

#### Artículo 422, LFT

Se establece la elaboración del reglamento interior de trabajo entendiéndose por el mismo, el conjunto de disposiciones obligatorias para trabajadores y patrones en el desarrollo de los trabajos de la empresa y contendrá entre otras disposiciones:

VI: Normas para prevenir los riesgos de trabajo e instrucciones para prestar los primeros auxilios.

XI: Las demás normas necesarias para conseguir la mayor seguridad y regularidad en el desarrollo del trabajo.

#### Artículo 509, LFT

En cada empresa ó establecimiento se organizarán las Comisiones de Seguridad e Higiene que se juzguen necesarias, compuestas por igual número de representantes de los trabajadores y del patrón para investigar las causas de los accidentes, proponer medidas para prevenirlos y vigilar que se cumplan.

## COSTO DE LOS RIESGOS PROFESIONALES

La industria de la construcción tiene la obligación de afiliarse al Instituto Mexicano del Seguro Social, y cubrir una prima de seguro por el concepto de riesgo profesional, la que de acuerdo al Reglamento de Clasificación de Empresas, le corresponde el grupo V, grado medio, que viene siendo el 125% del monto de la prima que por vejez, cesantía o muerte, cobra ese mismo instituto a sus afiliados.

La clasificación anterior ha considerado que los riesgos de trabajo en este tipo de industria, son los máximos.

El pago de la prima de riesgo profesional, es cubierto totalmente por el patrón.

Remitiéndonos a la información que nos proporciona el IMSS a través de su Departamento de Riesgos Profesionales, tenemos:

Costo de los riesgos profesionales ocurridos en 1972.

### Conceptos:

- a) Prestaciones en especie
- b) Prestaciones en dinero
- c) Gastos de administración
- d) Incobrabilidades, depreciaciones e intereses actuariales.

TOTAL:	\$ 1,178'611,965.00
Total de casos:	319,058.00
Costo promedio por caso:	\$ 3,694.00

El costo así determinado lo llamamos directo y se considera como aquel que es necesario cubrir, para que el lesionado se encuentre en condiciones de labor completamente restablecido, ó el pago del daño ocasionado por su incapacidad parcial permanente o su muerte, de acuerdo a lo ordenado en la Ley Federal del Trabajo en su Artículo 514.

Como ya lo hemos señalado en el inciso I de este trabajo, existe un costo llamado indirecto para la empresa o patrón, que corresponde a cuatro veces el costo que tuvo que cubrir el Seguro Social por riesgo de trabajo.

Si consideramos la información proporcionada por el Seguro Social, específicamente la correspondiente a los trabajadores eventuales y temporales urbanos para la industria de la construcción para el año de 1968 tenemos:

Costo de los riesgos profesionales ocurridos en el año de 1968, en la industria de la construcción.

a)	{Costo Directo} Costo para el Seguro Social	\$ 61'386,133.28
b)	Costo para la industria de la construcción. Costo Indirecto (4 por Costo Directo).	<u>245'544,533.12</u>
	Costo total al país	\$306'930,666.40

El costo indirecto para la industria de la construcción debe analizarse ante un lapso prolongado o mediano y valuando los factores incidentales que intervienen en la ocurrencia de los accidentes, tales como:

- a) Tiempo perdido del trabajador lesionado.
- b) Tiempo perdido por los compañeros de trabajo, que por curiosidad o auxilio al lesionado, suspenden sus labores.
- c) Tiempos perdidos por jefes y superiores que ayudan al lesionado, investigan las causas del accidente, seleccionan nuevo personal, adiestran al sustituto, reportan el accidente, etc.
- d) Tiempo empleado del personal de primeros auxilios.
- e) Daños a la maquinaria, equipo, herramienta y materiales o bienes de la empresa.
- f) Tiempo improductivo del equipo mientras se repara.
- g) Interferencias en el proceso de la obra.
- h) Baja productividad del lesionado que vuelve al trabajo.

bajo.

- i) Trámites administrativos para declaraciones de pago de salarios.

(Recordar el estudio estadístico, que demostró que en un grupo unitario de 330 accidentes similares, solamente uno de ellos causó una lesión grave; mientras que 29 originaron lesiones leves y 300 no causaron lesión, pero todos afectaron la economía de la empresa).

Lo anterior nos señala la importancia económica que tienen la prevención de accidentes en la industria de la construcción - la que se suma al cuidado que se considera para la vida e integridad física del personal.

#### IV.- CONTROL DE LA IMPREVISIÓN Y VALUACION.

La Seguridad Industrial es la actividad que tiene como objetivo la reducción de los accidentes, los que por medio del análisis se ha confirmado que ocurren por causas determinables, que pueden ser previstas. Por lo que accidente es:

"Todo hecho no deseado que ocurre por causas no previstas".

Desde este punto de vista los accidentes son también una medida con la que se puede cuantificar la imprevisión, y a través de ellos controlar que la misma se mantenga dentro de rangos humanamente razonables y de crecientes.

En esta forma estaremos en posibilidad de determinar por los accidentes que provocan lesión con incapacidad, si la planeación y el control del trabajo es correcta y si aprovechamos para beneficio de la producción, las experiencias que nos han proporcionado las imprevisiones que nos señalaron los accidentes ocurridos.

La seguridad se controla principalmente a través de los índices llamados de frecuencia y de gravedad, los que nos señalan respectivamente: el número de accidentes que provocan lesión con incapacidad al personal, por cada millón de horas laboradas, y los días perdidos por incapacidad de los accidentes que provocan lesión, por cada millar de horas laboradas.

I.F. =  $\frac{\text{Número de Accidentes}}{\text{horas-hombre laboradas}} \times 10^6$

I.G. =  $\frac{\text{Días perdidos por incapacidad}}{\text{horas-hombre laboradas}} \times 10^3$

Los índices anteriores nos permiten hacer una comparación entre los trabajos similares y determinar cual tiene un mayor control de la seguridad.

Para la industria de la construcción, el Instituto Mexicano del Seguro Social a través de la Comisión Técnica de Riesgos Profesionales señala, para la clase V, o sea la de los riesgos Mayores:

#### CLASE V.

Grado del riesgo	I.F.	I.G.	Prima del Seguro
Grado mínimo : 50	69.48	1,024	834
Grado medio: 75	97.00	1,397	1251
Grado máximo: 100	124.50	1,747	1661

Las primeras cantidades corresponden al grado de riesgo, dentro de una clasificación de cien unidades.

La segunda y tercera cantidades, nos indican los índices de frecuencia y gravedad que le corresponde respectivamente; la última columna, el monto de la prima de seguro que deberá cubrirse por concepto de riesgo profesional, expresada como un porcentaje de la prima de invalidez, vejez, cesantía y muerte (i.v.c.m.)

Con la clasificación anterior podemos normarnos un juicio previo a la realización de una obra de construcción, para conocer el monto aproximado de accidentes con lesión incapacitante que seguramente ocurrirán y emplear éstos como una medida que nos permita cuantificar nuestra imprevisión. Supongamos una obra de construcción que requerirá 60 millones de horas-hombre para su realización.

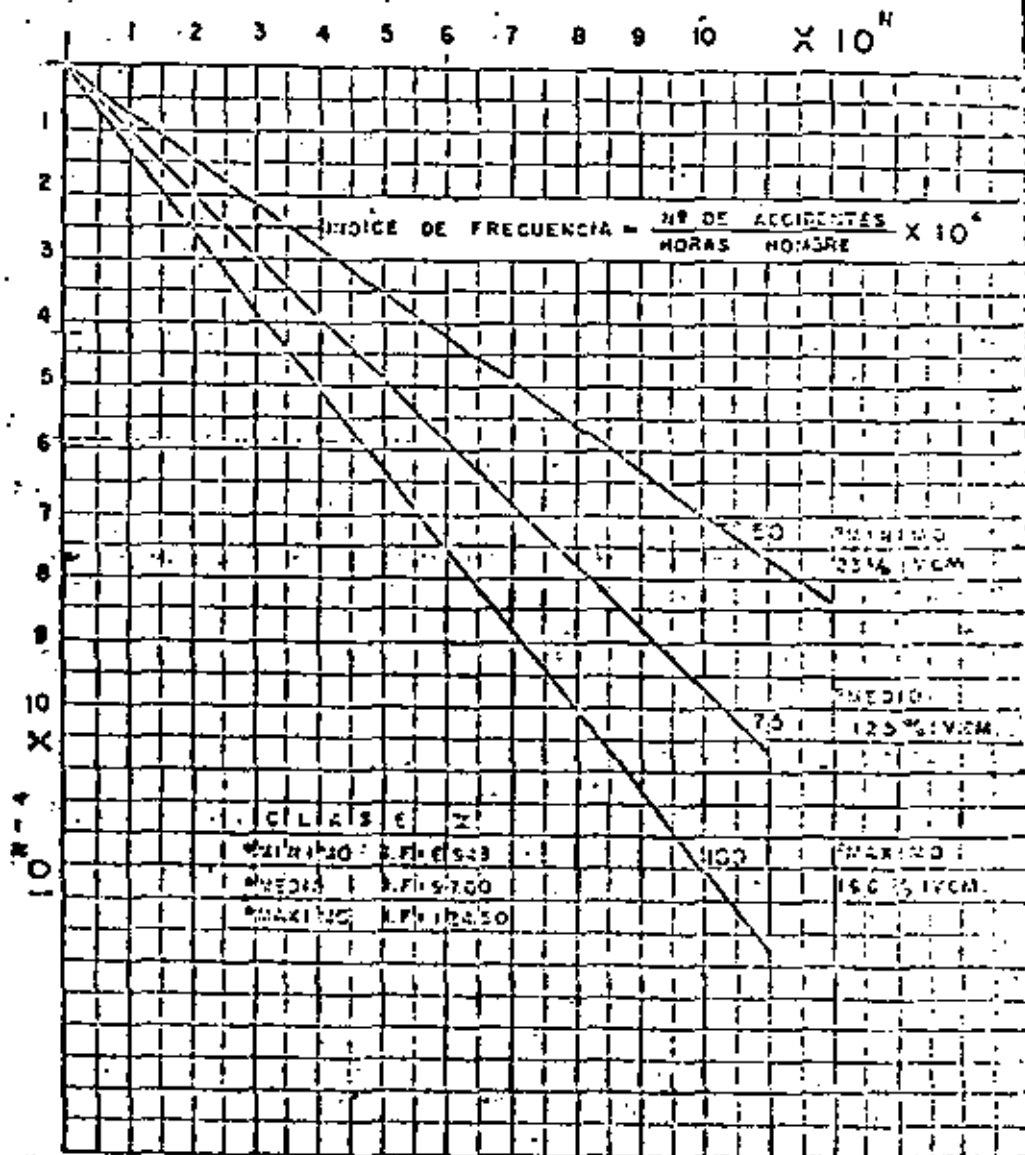
ando en consideración los índices para la industr. de la con



INDICE DE FRECUENCIA PARA LA CLASE V  
(COMISION TECNICA DE RIESGOS PROFESIONALES IMSS)

HORAS HOMBRE

NUMERO DE ACCIDENTES



trucción proporcionados por la Comisión Técnica de Riesgos Profesionales del IMSS (señalados anteriormente) y construimos el nomograma #1, observamos que es posible que el número de accidentes con incapacidad sea entre 5,900 y 4,200 con lo que estaríamos dentro del grado medio de riesgo profesional de la CLASE V, por el que pagamos el 125% de la prima de invalidez, vejez, cesantía y muerte.

Si el número de accidentes que ocurrieran en la obra fuese menor de 4,200, indicaría un eficiente control de los elementos de la producción y sería posible de acuerdo a la ley del Seguro Social, que el importe de la prima por riesgo profesional en este caso se redujera hasta el 83% (Prima ívcm) lo que acarrearía un incentivo económico, aparte del que se obtuviera por el control demostrado en el lapso de realización de la obra al haber laborado con normas estrictas de seguridad.

En otras palabras significa, que si en una obra de construcción se proporciona la instrucción y adiestramiento requeridos para las actividades que desarrolla el personal y se cuida que la maquinaria, equipo, herramienta e instalaciones, se encuentren y mantengan en condiciones aceptables de operación y funcionamiento, el resultado reflejará menor número de accidentes de trabajo, o sea menor número de interrupciones no deseadas, y por lo tanto el menor costo de producción.

A mayor control de los elementos de la producción, se obtendrán menores costos de fabricación.

Partiendo del axioma industrial anterior y conociendo que los accidentes son una medida de las deficiencias del control de la producción, vemos la relación directa que existe entre accidentes y costos de producción.

A menor número de accidentes, menor costo de producción.

Utilizando nuevamente los índices de frecuencia proporcionados por la Comisión Técnica de Riesgos Profesionales del IMSS para el grado de riesgo correspondiente a la clase V (nomograma # 1) podemos decir que nuestro costo medio de fabricación lo obtendremos cuando nuestro índice de frecuencia sea de 97.00 y que podríamos obtener un costo menor que sería proporcional a la reducción de nuestro índice de frecuencia y que puede expresarse:

Si I.F. = 97.00 obtenemos costo medio = c.med.  
 Si I.F. = 69.48 obtenemos costo mínimo = c.min.  
 c.min. =  $\frac{69.48}{97.00}$  c.med. = 0.718 c. med.

lo que equivale a una reducción humanamente posible del 28% en nuestros costos de fabricación.

Cabe aquí aclarar que esa reducción se obtendría logrando establecer la productividad óptima, entendiéndose por la misma a la relación entre la producción máxima obtenida y los recursos utilizados para alcanzarla.

Considerando que el costo de la empresa o costo indirecto por accidente es de 4 veces el costo directo.

Costo Indirecto = 4 x 3694 = \$14766

y que en el caso de nuestro ejemplo, en que tendríamos

5900 accidentes si nuestro I.F. = 97.00 y  
 4200 accidentes si nuestro I.F. = 69.48

la diferencia de accidentes sería de 1700 que equivale a un costo indirecto por éste concepto de:

1700 x 14776 = \$ 25'000,000.00

valor que nos indica lo que costaría a la empresa el trabajar con una productividad media, y no la óptima alcanzada en México por empresas de la misma rama industrial.

Cada accidente que ocurra después de 4200 en las 60 millones de horas-hombre, costará a la empresa: \$14,776.00

Al programar una obra se consideran rendimientos de acuerdo a un análisis previo y a la experiencia en trabajos anteriores; éstos rendimientos difieren de los reales, de acuerdo a la previsión de la infinidad de factores que los afectan.

Enmarcándonos en la realidad de las limitaciones humanas, si consideramos como lo hemos estado haciendo, que los accidentes con lesión son una medida de la imprevisión de quienes realizan la obra y utilizamos a los accidentes para cuantificar los imprevistos, podemos valorar los rendimientos óptimos para los riesgos inherentes a la obra que se ejecuta.

Si en una construcción, se obtiene el índice de frecuencia correspondiente al grado de riesgo mínimo para la clase V en que están consideradas todas las empresas constructoras de acuerdo a los valores computados por el Seguro Social, se puede considerar que los rendimientos han sido los más altos, la productividad óptima y que se ha realizado bajo un estricto control de los elementos de la producción.

Es lógico suponer que dentro de la clasificación en la que el Instituto Mexicano del Seguro Social ha enmarcado a la industria de la construcción para efecto de los riesgos profesionales, existe una diversidad muy amplia entre los peligros que representa para el personal, por ejemplo realizar una obra de canalización para red de drenaje en una población y la construcción de un túnel.

Para hacer más real el criterio expuesto anteriormente, en que nos basamos en el Índice de Frecuencia para valorar la imprevisión, es necesario que situemos al tipo de construcción por realizarse, en el grado de riesgo que comparativamente le corresponda con las otras actividades clasificadas en la clase V.

Se propone que para éste objeto utilicemos el Índice de Gravedad, o sea que se investigue en que grado de riesgo (dentro de la clasificación de 100 grados, en que a la clase V le corresponde del 50 al 100) se ubica una construcción de una casa de un nivel de más niveles, un camino, una red de alcantarillado, un túnel, etc. y de acuerdo a los mismos realicemos el análisis de la valuación de los imprevistos.

Se anexa el nomograma # 2 en que se señalan los índices de gravedad que corresponden a la clase V, proporcionados por la Comisión Técnica de Riesgos Profesionales del IMSS.

El procedimiento señalado pretende que a través de experiencias que amplíen nuestro conocimiento en la materia, se afine de modo que pueda proporcionarnos una cuantificación real en nuestro medio, del monto de los imprevistos que se manifiesta por los accidentes.

Los valores humanos y de subsistencia de la empresa generador de bienes o servicios son primordiales y la Seguridad Indus

**17 REPORTA DE ACCIDENTE**

QUE SONO LESIONES Y/O DAÑO MATERIA-  
LESIÓN REGISTRADO POR EL SUPERVISOR.  
(REEMPLAZO POR CADA ACCIDENTE)

CON LESIÓN  SIN LESIÓN  SIN DAÑO MATERIAL   
COSTOS ESTIMADOS DAÑO \$

**DATOS DE LA EMPRESA**

EMPRESA: \_\_\_\_\_ (CONTINUAR EN...)  
 REGISTRO PATRONAL (NÚMERO IDENTIFICATORIO DE EMPRESA): \_\_\_\_\_ ÁREA DE TRABAJO: \_\_\_\_\_  
 TRABAJO QUE ESTÁ DESARROLLANDO: \_\_\_\_\_

**DATOS DE LA PERSONA ACCIDENTADA**

EMPLEADO: \_\_\_\_\_ NÚMERO REGISTRO INDE: \_\_\_\_\_ SEXO: \_\_\_\_\_  
 EMPLEADOR DEL ACCIDENTADO: \_\_\_\_\_ SALARIO/DIARIA ADMINISTRADO PRIMERA ATENCIÓN MÉDICA: \_\_\_\_\_  
 A ACCIDENTADO FUE TRASLADADO A: \_\_\_\_\_ AUTORIDAD QUE TOPO COORDINAMIENTO DEL ACCIDENTE: \_\_\_\_\_  
 DEPARTAMENTO Y PARTES DEL CUERPO AFECTADA (S): \_\_\_\_\_

**DATOS DEL ACCIDENTE**

LOCALIZACIÓN DONDE OCURRIÓ: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_ LUGAR: \_\_\_\_\_  
 OPERACIÓN REALIZADA: \_\_\_\_\_  
 CORRESPONDIA A TRABAJO NORMAL?  SI  NO

DESCRIBIR EL ACCIDENTE, LA LESIÓN Y/O LOS DAÑOS MATERIALES Y OTRAS OPERACIONES DIRECTAMENTE:

CONDICIONES INSEGURAS QUE PRODUJERON EL ACCIDENTE:

¿USABA SU EQUIPO DE PROTECCIÓN CORRESPONDIENTE?  SI  NO  ¿SU EQUIPO DE PROTECCIÓN ES ADECUADO Y SUFICIENTE?  SI  NO

¿ESTABA ASSEGURADO DEL RESGATE O OTRAS FUNDAMENTOS QUE PROPORCIONAN A PROXIMIDAD DEL ACCIDENTE?

ACCIONES TOMADAS POR EL RESPONSABLE DE LA OBRERA PARA EVITAR REPETICIÓN DE ESTE TIPO DE ACCIDENTE:

TESTIGO: \_\_\_\_\_ NOMBRE DEL SUPERVISOR: \_\_\_\_\_  
 FECHA: \_\_\_\_\_ FIRMA DEL SUPERVISOR: \_\_\_\_\_  
 FIRMAS DEL INGENIERO ACCIDENTE Y DEL INGENIERO DE SEGURIDAD:

trial proporciona los medios para satisfacerlos: al ele-  
to humano cuidando de su salud e integridad física, y d  
la empresa cuidando su economía.

**V.- PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES.**

Teniendo el conocimiento de los antecedentes históricos  
la prevención de accidentes, las leyes laborales que no  
obligan, y el costo que significan los accidentes en una  
actividad productiva, no queda más que aceptar se lleve  
cabo un programa de prevención de accidentes, cuyas cara-  
terísticas estarán regidas por el tipo de obra a realiza-  
se.

Se requiere establecer un reglamento de medidas preventi-  
que nos señale las normas, los procedimientos y lineamie-  
tos generales del programa de seguridad.

Establecidas las normas de seguridad, deberán integrarse  
elementos auditores que verifiquen a través de inspeccio-  
el cumplimiento de los mismos.

Como señalamos anteriormente que los accidentes obedec-  
causas determinables, deberá realizarse la investigación  
análisis de cada uno de ello que haya ocasionado incapaci-  
dad en el trabajador y determinar las causas que lo origi-  
ron, para de inmediato aplicar la acción correctiva que  
pueda eliminar la posibilidad de ocurrencia de los ya me-  
cionados 330 accidentes provocados por las mismas causas,  
de acuerdo a las estadísticas norteamericanas.

Debe también buscarse la reducción de los accidentes hac-  
do una revisión analítica y sistemática de las operaciones  
localizando los riesgos y tomando las medidas de precauci-  
necesarias; este procedimiento favorece el interés de la  
reducción de costos, para lo que se recomienda que se reali-  
por cada unidad supervisora. La reducción se obtendrá po-  
medio de una operación más cuidadosa o por mejores técnic-  
y a veces por las dos posibilidades conjuntas.

Los medios anteriores de prevención de accidentes, nos se-  
ñalan con precisión el tipo de instrucción o adiestramiento  
que debe impartirse a los trabajadores, ya sea en operac-  
nes específicas cuando por las condiciones de las mismas  
requieran o en aspectos generales, tal como el manejo de  
materiales.

Todo programa de seguridad debe llevarse a cabo bajo pol:

cas de comprensión y estímulo a todos los niveles, creando conciencia que la seguridad se logra con el decidido interés de cada uno de los que colaboran en la producción.

Las características del programa de seguridad, se marcarán de acuerdo al monto del costo de la obra, su peligrosidad, su ubicación, el elemento humano disponible y la maquinaria y equipo que se va a usar.

I N D I C E .

ORGANIZACION

- A. Disposiciones generales
- B. Comité Ejecutivo de Seguridad
- C. Departamento de Seguridad
- D. Comisiones Mixtas de Higiene y Seguridad
- E. Supervisores de Seguridad
- F. Instrucción
- G. Inspecciones
- H. Investigación de Accidentes
- I. Boletines de Seguridad
- J. Carteles y señales

NORMAS DE SEGURIDAD

- A. Disposiciones generales
- B. Definiciones
- C. Equipo de Protección Personal
- D. Limpieza general
- E. Ademado
- F. Alcancías, cárcamos y tolvas
- G. Jumbos
- H. Vías, cambios de vía y desviadores para carros
- I. Instalaciones en general
- J. Instalaciones eléctricas
- K. Maquinaria en general
- L. Maquinaria diesel
- M. Compresores
- N. Equipos y trabajos de soldadura
- O. Materiales inflamables
- P. Gases peligrosos
- Q. Polvo
- R. Ventilación
- S. Iluminación
- T. Sistema telefónico
- U. Prevención de incendios

V. LUMBRERAS

- Puertas y barreras
- Escaleras
- Señales en las lumbreras
- Iluminación de lumbreras y tiros
- Protección cuando se profundicen lumbreras
- Inspección de lumbreras.

## MALACATES

- Guías
- Controles del malacate
- Frenos del malacate
- Conexión entre el malacate y la alimentación de fuerza
- Elemento móvil para el ascenso ó el descenso de personal
- Jaulas
- Botas y jaulas sin guías
- Indicador de profundidad
- Cables
- Factor de seguridad
- Unión entre el cable y el bote, jaula o plataforma
- Sujeción del cable del acero
- Cable de acero que no llena las condiciones de seguridad
- Inspección de los cables de acero
- Diámetro de poleas y tambores
- Cejas del tambor
- Dispositivos de seguridad
- Inspección de malacates
- Operadores de malacate
- Operación de los malacates
- Precauciones adicionales en operación de malacates cuando se transporta personal.
- Pruebas a operadores de malacates, grúas, palas mecánicas, etc.

## EXPLOSIVOS

- Almacenamiento de explosivos
- Polvorines de primera clase
- Polvorines de segunda clase
- Transporte de explosivos
- Transporte de explosivos en vehículos que no operen sobre vías.
- Transporte de explosivos bajo tierra
- Movimiento de explosivos
- Manejo de explosivos
- Perforación y carga de explosivos
- Atacado de explosivos
- Voladuras o tronadas
- Generalidades
- Localización de los cables para voladuras
- Mantenimiento del equipo
- Uso del explosor
- Voladuras con el circuito de alumbrado
- Almbrado para voladuras
- Cables de distribución
- Interruptores para la voladura
- Prueba del circuito para la voladura
- Conexión a corto circuito de los cables auxiliares de distribución y de los cables conductores.

- Conexión entre el interruptor y la línea para la voladura.
- Interruptor de seguridad
- Llaves para asegurar los interruptores
- Antes de la voladura
- Después de la voladura
- Barrenos cebados
- Desechos de explosivos

## Y. TRANSPORTES

- Vehículos en la superficie
- Vehículos en el túnel

## Z. PARARRAYOS

- Torres localizadas en las lumbreras,
- Polvorines

## NORMAS COMPLEMENTARIAS

- AA Excavación de túnel con escudo
- AB Revestimiento definitivo de concreto

I. ORGANIZACION

A. COMITE EJECUTIVO DE SEGURIDAD

1. El Comité Ejecutivo de Seguridad estará integrado por:

- Gerente de Construcción
- Asesor Técnico de la Empresa
- Jefe del Departamento de Seguridad y
- Representante del Sindicato

2. Cualquiera de sus integrantes fungirá como presidente del Comité y de los restante se nombrará un secretario.

3. Los miembros del Comité Ejecutivo de Seguridad tendrán el derecho de voto.

4. Las funciones y responsabilidades de este Comité son:

- a. Vigilar que se sigan las políticas de seguridad de la empresa; proponer el cambio de éstas cuando sea preciso y recomendar nuevas políticas y otros procedimientos que amplíen y aseguren la aplicación de la política general de seguridad de la Empresa.
- b. Dictar normas de seguridad.
- c. Investigar la causa de los accidentes y ordenar -- las medidas necesarias con el propósito de que no se repitan.
- d. Ordenar que se suspenda la ejecución de un trabajo que implique riesgo para los trabajadores, hasta que se observen las medidas preventivas requeridas.
- e. Aplicar sanciones a quienes violen o no den cumplimiento a las medidas de seguridad estipuladas en este Reglamento. Estas sanciones serán amonestación, suspensión y rescisión del contrato de trabajo.

B. DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD

1. La Empresa suministrará y usará los dispositivos de seguridad y salvaguardas y adoptará, a través del Departamento de Seguridad, los sistemas, medios, métodos, opera-

Las normas de seguridad indicados en este trabajo fueron tomados del Reglamento de Seguridad e higiene de Túnel, S.A.

este problema. Sin embargo, cuando ocurren, su manejo requiere el conocimiento y habilidad de una persona -- competente y experimentada en voladuras.

136. El modo ideal de disponer de un barrenado cebado es tirándolo. Esto puede ser posible removiendo la carga de un barrenado por medio de un chorro de agua. Sin embargo cuando están involucradas grandes cargas y el explosivo ha sido roto o parcialmente removido del agujero, puede salir como un disparo excesivo de material de rocas. Si esta es la situación, significa que se debe descargar la mayor parte del barrenado.

137. Cuando los barrenados cebados sean detonados, todo el personal y equipo deberá estar colocado tan lejos como la distancia normal de tronada, en anticipación de un estallido excesivo.

Desechos de explosivos

12

138. No se debe abandonar cualquier explosivos.

139. Los explosivos se deben desechar o destruir en estricto acuerdo con los métodos aprobados, previa consulta al fabricante.

140. No se deben dejar abandonados explosivos, cartuchos viejos, cajas, conductores u otros materiales usados en el empaque de explosivos, en lugares en que personas no autorizadas o ganado puedan tener acceso a ellos.

141. La madera, papel o materiales fibrosos empleados en el empaque de explosivos, no deben quemarse en una cueva, incinerador u otro espacio confinado ni deben ser usados para cualquier propósito. Deben ser destruídos, quemándolos en lugares abiertos y aislados, no debiendo acercarse ninguna persona a menos de 35 metros, después de iniciado el fuego.

Vehículos en la superficie

1. Los operadores de vehículos deben ser conductores expertos y únicamente los autorizados deben mover el equipo.

2. Los operadores de vehículos deben observar estrictamente los reglamentos de tránsito:

- a. No exceder peso límite, altura de carga y veloci-

ciones y procesos razonablemente adecuados para que el trabajo y el sitio del mismo sean seguros a fin de lograr el objetivo de prevenir accidentes a los trabajadores.

2. El Departamento de Seguridad iniciará y conservará un programa para la prevención de accidentes. Este programa preverá: instrucción sobre seguridad, inspecciones regulares de todos los frentes de trabajo y de todo el equipo, adopción y uso de un código de prácticas y procedimientos de seguridad para las operaciones, integración de las Comisiones Mixtas de Higiene y Seguridad, etc.

3. Es de la competencia del Departamento de Seguridad:

- a. Establecer directivas para instruir y adiestrar, en seguridad, a los trabajadores.
- b. Dictar normas de seguridad.
- c. Efectuar inspecciones en los frentes de trabajo.
- d. Investigar la causa de los accidentes.
- e. Promover campañas, conferencias, mesas redondas, etc. para conservar ó desarrollar el interés por la seguridad entre los trabajadores.
- f. Vigilar que se cumplan las normas de seguridad.
- g. Llevar las estadísticas, determinar índices de frecuencia y gravedad y construir las gráficas respectivas.

#### C. COMISIONES MIXTAS DE HIGIENE Y SEGURIDAD

1. En cada lumbreira se establecerá una Comisión, por turno, compuesta por un ingeniero de construcción, el supervisor de seguridad y dos miembros del Sindicato.
2. Cada Comisión constará de igual número de representantes del patrón y de los trabajadores.
3. El patrón designará a sus representantes en la Comisión Mixta de Higiene y Seguridad y los representantes obreros serán designados por el Sindicato titular del Contrato Colectivo de Trabajo.
4. Para ser miembro de la Comisión Mixta de Higiene y Seguridad, se requiere:

- a. Ser trabajador de la Empresa o representante del patrón;
- b. Poseer la instrucción y experiencia para el buen desempeño del cargo;
- c. Gozar de la estimación general de los trabajadores.
- d. No ser afectos a bebidas alcohólicas, drogas enervantes ó al juego;
- e. De preferencia, ser jefe de familia.

Son obligaciones de las Comisiones Mixtas de Higiene y Seguridad:

- a. Dar instrucción sobre medidas preventivas a los trabajadores.
- b. Poner en práctica todas las iniciativas de previsión.
- c. Practicar inspecciones periódicas en los frentes de trabajo, por lo menos una vez al mes, a fin de cuidar de la observancia de las disposiciones preventivas, así como para indicar todas las medidas que juzguen convenientes.
- d. Si el Supervisor de Seguridad, advierte que una norma no se cumple; entonces actuando como inspector del Departamento de Seguridad debe informar al Jefe de este organismo, quien a su vez lo notificará al Comité Ejecutivo de Seguridad.
- e. Investigar las causas de los accidentes y señalar medidas para prevenirlos.
- f. Vigilar que se cumplan las disposiciones del Reglamento de Seguridad de la Empresa y las de los Reglamentos de Medidas Preventivas de Accidentes del Trabajo y de Higiene del Trabajo.
- g. Vigilar que se cumplan las medidas preventivas dictadas por el Comité Ejecutivo de Seguridad y las señaladas por las Comisiones Mixtas de Higiene y Seguridad.
- h. Cuando los miembros de las Comisiones Mixtas de Higiene y Seguridad tengan conocimiento de que se está llevando al cabo un trabajo peligroso, sin tomarse

en cuenta las medidas preventivas obligatorias, emplearán todos los medios posibles para lograr que se suspenda la ejecución del trabajo, hasta que se observen las medidas de seguridad necesarias.

- i. Celebrar sesión por lo menos una vez al mes, en la que se señalen las deficiencias encontradas en materia de higiene y de seguridad, de la cual se levantará acta cuya copia será enviada a la Dirección del Trabajo y Previsión Social.

#### D. SUPERVISORES DE SEGURIDAD

Los Supervisores de Seguridad asignados a cada frente de trabajo, desempeñarán las funciones siguientes:

- a. Vigilar que se cumplan las disposiciones contenidas en el Reglamento de Seguridad de la Empresa TUNEL, S.A. DE C.V. para la construcción del Emisor Central e Interceptores Central y Oriente, así como las recomendaciones adicionales y modificaciones posteriores que se boletinen.
- b. Recomendar medidas de seguridad cuando se descubran posibles causas de accidentes.
- c. Realizar la inspección diaria de los frentes de trabajo que tiene asignados.
- d. Investigar las causas de los accidentes con lesión o sin ella e informar al Departamento de Seguridad y a la Superintendencia de la Obra.
- e. Formar parte de la Comisión Mixta de Higiene y Seguridad como representante patronal.
- f. Entregar con toda oportunidad a la Jefatura del Departamento de Seguridad y al Superintendente de la Obra los reportes relacionados con sus actividades (recomendaciones de seguridad, medidas cumplidas, accidentes ocurridos, etc.) así como las actas de inspección mensual de la Comisión Mixta de Higiene y Seguridad.
- g. En todos los casos en que el fuego, los explosivos, los malacates, etc. sean una amenaza o cuando cause lesiones al personal o daños a los trabajos del túnel, hará de inmediato un informe a la Jefatura del Departamento de Seguridad y a la Superintendencia de

la Obra.

- h. Auxiliar al Departamento de Seguridad en todos los aspectos relacionados con la prevención de accidentes.

#### E. INSTRUCCION

1. Todos los trabajadores recibirán frecuentemente instrucciones para la prevención de accidentes. Las instrucciones se darán por lo menos una vez al mes.
2. Cuando se contrata a un trabajador, la persona encargada de ello determinará el grado de experiencia de dicha persona en el trabajo para el que le ha contratado y la instruirá sobre los peligros del trabajo y sobre la realización de sus labores dentro de las condiciones de seguridad.
3. La instrucción al personal de nuevo ingreso se impartirá en el Departamento Médico, en el Centro de Contratación y en el frente de trabajo al que sea asignado.
  - a. En el Departamento Médico se le informará:
    - 1). del servicio de emergencias del puesto de socorro y ambulancia.
    - 2). vacunación.
    - 3). necesidad de las mascarillas que se usan en el túnel.
    - 4). funciones y procedimientos del I.M.S.S. en cuanto a enfermedades generales y accidentes de trabajo, pago de incapacidades, aviso de trabajo, forma RPN-1, atención a familiares y visitas a los trabajadores hospitalizados.
  - b. En el Centro de Contratación se instruirá al trabajador sobre:
    - 1). finalidad de la obra.
    - 2). condiciones generales del sitio de trabajo
    - 3). funciones del Supervisor de Seguridad



- 4). necesidad de ejecutar el trabajo en forma segura.
- 5). series audio-visuales de Seguridad.

**F. SUPERVISORES DE SEGURIDAD**

Todos los Supervisores de Seguridad asignados a cada frente de trabajo, desempeñarán las funciones siguientes:

- a. Vigilar que se cumplan las disposiciones contenidas en el Reglamento de Seguridad de la Empresa TUNEL, S.A. DE C.V. para la construcción del Emisor Central e Interceptores Central y Oriente, así como las recomendaciones adicionales y modificaciones posteriores que se boletinen.
- b. Recomendar medidas de seguridad cuando se descubran posibles causas de accidentes.
- c. Realizar la inspección diaria de los frentes de trabajo que tiene asignados.
- d. Investigar las causas de los accidentes con lesión o sin ella e informar al Departamento de Seguridad y a la Superintendencia de la Obra.
- e. Formar parte de la Comisión Mixta de Higiene y Seguridad como representante patronal.
- f. Entregar con toda oportunidad a la Jefatura del Departamento de Seguridad y al Superintendente de la Obra los reportes relacionados con sus actividades (recomendaciones de seguridad, medidas cumplidas, accidentes ocurridos, etc.) así como las actas de inspección mensual de la Comisión Mixta de Higiene y Seguridad.
- g. En todos los casos en que el fuego, los explosivos, los malacates, etc. sean una amenaza o cuando cause lesiones al personal o daños a los trabajos del túnel, hará de inmediato un informe a la Jefatura del Departamento de Seguridad y a la Superintendencia de la Obra.
- h. Auxiliar al Departamento de Seguridad en todos los aspectos relacionados con la prevención de accidentes.

c. El Supervisor de Seguridad de la lumbrera en que el trabajador vaya a prestar sus servicios, lo presentará con el Ingeniero Jefe de la obra y jefes de inmediatos, lo acompañará a recibir su equipo de protección personal y le informará sobre:

- 1). turno de trabajo en que deberá presentarse y rotación de los turnos.
- 2). servicio de transporte de personal
- 3). servicio de comedor
- 4). alojamiento en los colectivos
- 5). atenciones de botiquín y primeros auxilios y
- 6). disposiciones generales de seguridad en la obra y particulares, de acuerdo, con el oficio que desempeñe.

**G. INSPECCIONES**

15

- 1. Los Supervisores de Seguridad realizarán las inspecciones regulares de todos los sitios de trabajo y de todo el equipo para observar las infracciones a las prácticas y a las instrucciones de seguridad. Deberán estudiar y discutir la causa de los accidentes ocurridos al personal y los medios para su prevención. Impartirán instrucción sobre seguridad entre los trabajadores y los estimularán para que éstos hagan sus gestiones que promuevan la seguridad.
- 2. Todas las sugerencias que promuevan la seguridad serán estudiadas oportunamente por el Departamento de Seguridad y se conservará un registro por escrito de las medidas tomadas.
- 3. Los resultados de las inspecciones que realice la Comisión Mixta de Higiene y Seguridad y el Supervisor u otra persona de Seguridad en cada frente de trabajo, se entregarán al Superintendente de la Obra, para su cumplimiento.
- 4. En aquellos casos en que el peligro para la vida de los trabajadores o el perjuicio para el interés público sean inminentes, el Departamento de Seguridad ordenará por escrito, con acuse de recibo, las medidas que considere necesarias y se dará aviso a la Gerencia de

Construcción correspondiente.

#### H. INVESTIGACION DE ACCIDENTES

1. Para conocer las causas de los accidentes y dictar las medidas de seguridad necesarias para evitar que se repitan, se investigarán todos los accidentes.
2. Los Supervisores de Seguridad, en cada frente de trabajo llevarán un registro de todos los accidentes que ocurren con motivo de sus operaciones.
3. Los Supervisores deberán dar aviso al Departamento de Seguridad y al Superintendente de la Obra de:
  - a. accidentes mortales
  - b. accidentes que provoquen incapacidad permanente, total o parcial.
  - c. accidentes que pongan en peligro la vida de los trabajadores.
  - d. cambios peligrosos en las condiciones de trabajo y
  - e. hechos que amenacen la paralización temporal de los trabajos.

Además de lo dispuesto en el inciso anterior, los Supervisores deberán consignar los accidentes con lesión, en:

- a. el reporte semanal de accidentes de trabajo y
- b. en la forma especial para "reporte de accidente"

Cuando las lesiones sean leves, pero impidan al lesionado continuar desempeñando sus labores, el Supervisor de Seguridad deberá llenar la forma "reporte de accidente".

#### I. BOLETINES DE SEGURIDAD

En todos los túneles se colocará un tablero para boletines de seguridad en el sitio cercano a la entrada, a la boca de la lumbrera o en cualquier punto en el que se reúna el personal antes de entrar a sus frentes de trabajo.

En este tablero para boletines se colocarán todas las notificaciones sobre precauciones generales de seguridad

y otros avisos pertinentes.

#### J. CARTELES Y SEÑALES

1. En todas las labores en que se manejen materias nocivas para la salud o en las cuales pueden producirse dichas materias, es obligatorio advertir a los trabajadores los peligros a que puedan estar expuestos, mediante carteles, señales luminosas u otros medios adecuados.
2. En estas labores los trabajadores están obligados a utilizar los medios de protección que les proporcione la Empresa.

#### X. EXPLOSIVOS

##### ALMACENAMIENTO DE EXPLOSIVOS

1. Los explosivos se almacenarán con apego a las disposiciones establecidas en el Reglamento para el Transporte y Almacenamiento de Explosivos y Artificios y uso y consumo de éstos.

2. Los polvorines son los lugares dispuestos para el almacenamiento de explosivos. Excepto cuando estén en transporte o bajo la custodia de algún transportista y pendientes de su entrega al consignatario, todos los explosivos se almacenarán en polvorines pertenecientes a una de las dos clases especificadas en el siguiente inciso:

##### Polvorines de primera clase

3. Polvorín de primera clase designa a cualquier edificio o estructura utilizados para el almacenamiento de más de 45 kg. de explosivos y polvorín de segunda clase es una caja resistente en la que se pueden almacenar pequeñas cantidades de explosivos que no excedan de 45 kg.
4. Los polvorines de primera clase deberán reunir los siguientes requisitos:

- a. Tendrán paredes construidas de tabique, concreto, ladrillo, bloques de cemento o madera cubierta por el exterior con hierro o con aluminio para darle resistencia al fuego.
- b. Las aberturas para ventilación estarán protegidas para evitar que entren chispas.

- c. Las puertas se conservarán cerradas y aseguradas con llave, excepto cuando se abran para movimientos de su existencia. Serán de un material resistente al fuego por el exterior.
- d. No se permitirán en el polvorín ni en sus cercanías, fósforos, lámparas descubiertas ni fuego de ningún tipo.
- e. Si se requiere iluminación artificial solamente se usará lámpara eléctrica, linterna eléctrica ó lámpara eléctrica para casco. Las lámparas estarán dentro de globos a prueba de vapor y se conservarán a una distancia de por lo menos 1.50 metros de los explosivos y detonadores. El alumbrado será por conduit y el interruptor estará situado fuera del polvorín.
- f. Los polvorines se conservarán limpios y secos. No se permitirá que se acumule papel, aserrín, cajas vacías, hierba, matorrales ni cualquiera otra basura a una distancia de menos de 30 metros del polvorín.

En los sitios en los que estén situados polvorines, se colocarán letreros con las palabras: "EXPLOSIVOS, NO ACERCARSE", escritas de una manera legible, con letras de no menos de 7.5 centímetros de altura. También puede usarse en dichos letreros la inscripción: "PELIGRO, EXPLOSIVOS".

Un polvorín de primera clase en el que se almacenen explosivos estará situado y separado por lo menos 30 metros de cualquiera otra estructura.

Los estopines o detonadores no se almacenarán en polvorines en los que se almacenen explosivos.

La cantidad de detonadores o explosivos que se pueden almacenar en cualquier polvorín depende de la distancia a la que ese polvorín esté situado del edificio, carretera, ferrocarril u otro polvorín más cercano y de la protección que le presten barreras naturales o barreras artificiales eficientes.

#### Polvorines de segunda clase

Se pueden almacenar pequeñas cantidades de explosivos que no excedan de 45 kg. en polvorines de segunda clase, en el túnel.

- 10. Los detonadores se pueden conservar en un polvorín independiente de segunda clase, situado por lo menos a 15 metros de otros polvorines de segunda clase.
- 11. Si las condiciones lo permiten, los polvorines de segunda clase se deben colocar en recesos del túnel o de sus ademes, pero no deben estar nunca a menos de 1.50 metros de cables eléctricos.
- 12. Se conservará sobre un sitio visible del polvorín de segunda clase un letrero en el que estén escritas legiblemente las palabras: "POLVORIN, EXPLOSIVOS, PELIGRO".
- 13. Excepto cuando sea necesario que personas autorizadas lo abran, el polvorín se mantendrá en todo momento firmemente cerrado con llave.
- 14. No se almacenarán explosivos, con la excepción de lo permitido en el caso de los carros de explosivos, en ningún sitio dentro del túnel cuando su descarga accidental pueda cortar el escape del personal.
- 15. Dentro de los polvorines se usarán herramientas de madera o cobre para abrir las cajas o bolsas que contengan explosivos.
- 6. Se prohíbe estrictamente fumar o entrar con luces descubiertas dentro de los polvorines.

#### TRANSPORTE DE EXPLOSIVOS

17

- 7. Para el transporte de explosivos se cumplirán todas las disposiciones legales: Federales, Estatales y Locales.
- Transporte de explosivos en vehículos que no operen sobre vías.
- 8. Los vehículos usados para el transporte de explosivos deben llenar los requisitos siguientes:
    - a. Serán de una construcción resistente, estarán en buenas condiciones de trabajo y sus plataformas estarán bien apretadas para evitar que los explosivos caigan del vehículo.
    - b. Los extremos y los costados de los vehículos estarán cerrados hasta una altura suficiente para evitar que las cajas o paquetes caigan.
    - c. La carga sobre un chasis abierto debe estar cubierta:

con una lona impermeable y resistente al fuego.

d. Los cables del sistema eléctrico del vehículo, deben estar completamente aislados de la carga, para prevenir un corto circuito.

e. Los vehículos deben estar debidamente señalados así como dar adecuada protección al público por la naturaleza de la carga. Para el efecto deben exhibir en cada uno de sus costados y en la parte trasera, en el exterior, un aviso en el que aparezca la palabra "EXPLOSIVOS", en letras de no menos de 7.5 centímetros de altura, sobre fondo de un color marcadamente contrastante.

19. No se debe permitir metales de contacto con los explosivos, excepto chasis metálicos aprobados para transportar explosivos (antichispas).

20. No deberán transportarse con explosivos, metales, líquidos inflamables o sustancias corrosivas.

21. Se recomienda transportar los explosivos y los detonadores en vehículos separados y no en el mismo vehículo. Cuando no se usen los envases originales, se podrán transportar en bolsas de lona o plástico o en recipientes rígidos contruídos de materiales no conductores.

22. En los vehículos que transporten explosivos solamente se realizarán servicios o reparaciones que no representen riesgo alguno.

23. La carga y descarga de los explosivos debe ejecutarse cuidadosamente.

24. Al cargar los vehículos no se debe rebasar el límite señalado por el fabricante ni sobrepasar la altura de los lados del camión.

25. Se prohíbe estrictamente fumar en los vehículos que transportan explosivos.

26. Nadie con excepción del operador del vehículo y de sus ayudantes viajará en los vehículos que transportan explosivos.

27. El operador del vehículo debe evitar zonas de congestión de tráfico y paradas innecesarias o en lugares como gasolineras, talleres, etc.

28. El operador del vehículo debe asegurarse que los explosivos estén separados de detonadores o estopines, cuando

esté permitido transportarlos en el mismo vehículo.

Transporte de explosivos bajo tierra

29. Los explosivos se transportarán hasta el frente en cajas o paquetes adecuados. Si deben transportarse 45 kg. o más de una sola vez al interior de un túnel provisto de vías, existirá un carro para explosivos.

30. El carro para el transporte de explosivos en el túnel estará construido especialmente para ese fin y contendrá compartimentos separados para la dinamita y los estopines; estos compartimentos deben mantenerse cerrados excepto cuando sea necesario abrirlos para introducir o sacar explosivos. Ambos compartimentos deben estar debidamente aislados de la estructura metálica del carro y de cualquier contacto posible con conductores en los extremos, parte superior y costados.

31. Si el carro de explosivos es transportado por una locomotora eléctrica, se exigen barras de tiro aisladas entre el carro de explosivos y la locomotora.

32. A cada lado del carro, destinado al transporte de explosivos en el túnel, se escribirá la palabra: "EXPLOSIVO" en letras de 7.5 cm. de altura.

33. Los explosivos se colocarán en el carro de explosivos en cajas ya abiertas para que no sea necesario romperlas para abrirlas en el frente del túnel.

34. Los estopines se colocarán en el primer compartimento del carro de explosivos, en una caja adecuada, con divisiones separadas para cada retraso. Los compartimentos para los estopines y para los explosivos deben estar separados por un mínimo de 65 centímetros de espacio de aire.

35. Solamente se colocará o transportará en el carro de explosivos una cantidad nominal en exceso a la necesaria para la operación de un turno. Si el carro de explosivos se lleva al interior del túnel y se saca después por cada cuele, solamente se colocará o transportará en él una cantidad nominal en exceso sobre la cantidad de explosivos necesaria para ese cuele.

36. Si el carro de explosivos es transportado por una locomotora, el movimiento se hará jalando el carro de explosivos y no empujándolo. Si se hace en un tren debe ir en el extremo posterior y nunca enganchado entre vagones.

- 37. Cuando el carro de explosivos sea movido a mano, una persona deberá ir adelante, por lo menos a una distancia de 25 metros, para prevenir a otros vehículos que se aproximen en sentido contrario.
- 38. Se llevará a cada frente de trabajo solamente la cantidad de explosivos que se requieran en el turno: los explosivos que no se empleen inmediatamente en el lugar donde vayan a utilizarse, se regresarán a su lugar de origen.
- 39. Un letrero en el carro de explosivos indicará si éste se encuentra "LLENO" ó "VACIO".

Movimiento de explosivos

- 40. Los explosivos y los estopines no se bajarán ni subirán juntos en la misma jaula, plataforma o bote, a menos que esto sea en el carro de explosivos.
- 41. Los explosivos no se bajarán ni subirán en la misma jaula, plataforma o bote, con otros materiales, suministros o equipo.
- 42. Los explosivos no se transportarán junto con el personal en la jaula, plataforma, bote o cualquier otro vehículo.
- 43. Los explosivos se pasarán con prontitud de la jaula, plataforma o bote al carro de explosivos.
- 44. Los explosivos no deben almacenarse provisionalmente ni apilarse alrededor del brocal de la lumbrera ni en la estación correspondiente.
- 45. Los explosivos que no se empleen inmediatamente en el lugar donde van a utilizarse, se colocarán en lugar seguro, separándolos según su naturaleza y cantidad.
- 46. Los envases vacíos, las cajas y papel de envoltura se enviarán inmediatamente a la superficie para ser destruidos.
- 47. En todas las operaciones que supongan movimiento, manejo y almacenamiento de explosivos, se tomarán las precauciones razonables para evitar el acceso de personas no autorizadas.

MANEJO DE EXPLOSIVOS

- 48. Cuando se vayan a sacar del polvorín abastecimiento de

- explosivos, se tomarán en primer lugar los que hayan permanecido en el polvorín mayor tiempo.
- 49. Los detonadores no se retirarán de sus paquetes originales a menos que se vayan a usar pronto.
- 50. Los paquetes de explosivos se llevarán a una distancia segura del polvorín antes de abrirlos.
- 51. No se abrirá ninguna caja de explosivos con herramientas metálicas que produzcan chispas.
- 52. Los cebos que no se hayan preparado en un polvorín especial se deben llevar hasta una distancia segura de otros trabajadores no incluidos en las operaciones de voladura.
- 53. Está estrictamente prohibido fumar en las estaciones de distribución de explosivos o durante las operaciones de manejo de explosivos.
- 54. Los detonadores y los explosivos que sobren después de terminarse la carga se deben regresar inmediatamente a sus sitios de almacenamiento adecuado.
- 55. No se colocarán explosivos donde puedan estar expuestos a flama, excesivo calor, chispas o impacto.
- 56. Los envases de explosivos se deben levantar y colocar siempre cuidadosamente; nunca se deben deslizar uno sobre otro, ni dejar caer.
- 57. Debe cerrarse la cubierta de las cajas de explosivos o empaques después de ser usados.
- 58. No se deben conectar los detonadores, a los cartuchos de dinamita dentro de un polvorín o cerca de cantidades excesivas de explosivos.
- 59. No se manejarán ni usarán explosivos durante la proximidad o desarrollo de cualquier tormenta eléctrica. Todas las personas deberán retirarse de los explosivos a un lugar seguro.
- 60. No se debe intentar el rescate o uso de detonadores o cualesquiera otros explosivos que hayan estado saturados de agua, aún si ya han sido secados. Consúltese al fabricante.
- 61. No se debe golpear, desarmar o intentar remover o investigar el contenido de un detonador ni tratar de arrancar los alambres de un estopín.

19

- 62. Nunca se debe usar explosivos o equipo para voladuras -- que se encuentre deteriorado o dañado.
- 63. No se permitirá la presencia de personas no autorizadas o innecesarias durante el manejo y uso de los explosivos.
- 64. Queda estrictamente prohibido a los trabajadores acarrear explosivos en los bolsillos de su ropa o llevarlos sobre su persona.
- 65. El cebo debe prepararse cuidadosamente, cerca del frente y llenar los requisitos siguientes:
  - a. que el detonador no pueda zafarse del cartucho cebado, y que esté en la posición más segura y eficiente.
  - b. que esté impermeabilizado cuando sea necesario.
  - c. que pueda colocarse con todos sus aditamentos, dentro del barreno, con seguridad y facilidad.
- 66. Los cartuchos que forman parte del cebo no deberán ser rajados.
- 67. El punzón que se utilice para perforar el cartucho y preparar el cebo, debe ser una varilla de madera, cobre, aluminio o algún otro material que no produzca chispa.

Perforación y carga de explosivos

- 68. Debe examinarse toda laja o roca antes de barrenarla, -- golpearla o romperla y asegurarse de que la operación se puede realizar sin peligros de los explosivos que toda vfa pueda contener.
- 69. Nunca se perforará con explosivos dentro de los barrenos ni se profundizará la barrenación ni ninguna parte de -- los barrenos que hayan sido cargados con explosivos o -- donde existiera un suque.
- 70. Antes de iniciarse las operaciones de carga, todos los circuitos eléctricos se retirarán a una distancia segura del frente. No operará ninguna locomotora eléctrica ni ningún circuito alimentador a menos de 60 metros del -- frente.
- 71. Se usarán lámparas de turbina de aire ó reflectores para la iluminación del frente para las operaciones de carga. Si la corriente para los reflectores es suministrada por bacterías o por una locomotora eléctrica, estas luces no se colocarán a menos de 15 metros del punto en que se -- realicen las operaciones de carga. No se utilizarán lám

- paras con cubierta metálica.
- 72. Se prohíbe fumar y usar llamas abiertas en zonas en la que se inician operaciones de carga o en las que están a punto de iniciarse.
- 73. Durante las operaciones de carga solamente el personal verdaderamente necesario para la carga y la conexión -- permanecerá en el frente.
- 74. La carga no se iniciará sino hasta después de haber terminado toda la barrenación y después de haber limpiado o soplado todos los barrenos.
- 75. Si se llegase a encontrar una piedra u obstáculo dentro de un barreno cuando esté parcialmente cargado, dicha -- piedra será extraída con una cucharilla de cobre, bronce u otro material que produzca chispa.
- 76. No se soplarán barrenos sin dar aviso de ello a todos -- los demás trabajadores en el frente.
- 77. Solamente se utilizarán atacadores de madera (faineros) para retacar explosivos; estos atacadores no tendrán ni cluido polvo abrasivo, puntas de metal ni partes metálicas a menos que sean anclas de un metal no ferroso para prolongar la longitud del atacador. El extremo del atacador será plano y del diámetro mínimo necesario para -- que no pase a los lados del cartucho, en el interior del barreno.
- 78. Antes de cargar los barrenos debe introducirse el atacador hasta el fondo del barreno para determinar si éste está libre; en caso de estarlo sosténgase el atacador -- con la mano en la boca del barreno sin soltarlo hasta -- introducir el cebo para determinar si éste llegó hasta el fondo del barreno; en caso contrario infórmese al -- brestante.
- 79. Al cargar barrenos debe introducirse un cartucho de explosivos y retacarlo antes de introducir el cartucho siguiente.
- 80. No se deben forzar los cartuchos de dinamita al introducirlos en los barrenos o para pasar cualquier obstrucción en los propios barrenos.
- 81. No se debe cargar un barreno de perforación con explosivos después del ensañamiento del fondo por explosión una carga, hasta estar seguro de que está frío y que no contiene ningún metal o material caliente o incandescente.

- 2. No se debe hacer volar un barrenos de perforación cerca de otro cargado con explosivos.
- 3. El detonador debe insertarse, sin forzarlo, dentro del agujero hecho en el cartucho de dinamita, con un punzón de madera diseñado para ese propósito.
- 4. No se debe rajar, deformar o abandonar el cartucho de dinamita conectado al cebo.
- 5. No se conectarán estopines excepto por métodos recomendados por el fabricante.
- 6. Durante la carga no se deben amontonar los explosivos sobranes cerca de áreas de trabajo.

Atacado de explosivos.

- 7. No ataque dinamita que ha sido removida de su cartucho.
- 8. No ataque explosivos con objetos metálicos de cualquier clase. Use herramientas atacadoras de madera (faineros) con ninguna parte expuesta de metal.
- 9. Nunca ataque el cartucho conectado al estopín. Evite el ataque violento.
- 10. Debe atacar los explosivos en el barrenos de perforación con arena, tierra, barro u otros materiales permisibles, inertes e incombustibles.
- 11. No desenrolle los cables o use estopines durante tormentas de rayos o cerca de cualquier otra productora de cargas de electricidad estática.
- 12. No enrede o maltrate cables de estopines durante el atacado.
- 13. No desenrolle los alambres o use estopines en la vecindad de radiotransmisores, excepto a distancias de seguridad. Consúltese al fabricante.
- 14. Debe cuidar que el circuito de encendido esté completamente aislado de tierra u otros conductores así como de cables "pelados", rieles, tubos u otros cursos de corrientes extraviadas.
- 15. No tenga alambres eléctricos o cables de cualquier clase cerca de estopines u otros explosivos, excepto en el momento y para el propósito del encendido de la tronada.

- 96. Debe probar todos los estopines o cada uno cuando sean conectados a un circuito, usando solamente un galvanómetro específicamente diseñado para los detonadores.
- 97. No use en el mismo circuito cualquier estopín hecho por más de un fabricante, o estopines de diferentes estilos o funciones aunque sea fabricado por el mismo fabricante a menos que su uso esté aprobado por el fabricante.
- 98. No intente encender un circuito de estopines con menos que la mínima corriente especificada por el fabricante.
- 99. Debe estar seguro que todos los extremos de los alambres que están conectados estén pulidos y limpios.
- 100. Debe mantener los alambres de los estopines en corto circuito hasta que esté listo el encendido.

VOLADURAS O TRONADAS

Generalidades

- 101. Personas competentes y autorizadas para el uso de explosivos estarán a cargo inmediato de todas las operaciones de voladura. No se empleará a nadie de menos de 21 años de edad en las operaciones de carga o de voladura a menos que esté bajo la supervisión directa de un trabajador experimentado.
- 102. Las fuentes de energía para las voladuras eléctricas pueden ser: explosores, circuitos de iluminación o circuitos de fuerza. Cuando se usen explosores, las conexiones deben ser en serie, con la excepción de conexiones en paralelo o combinadas que se apeguen a las recomendaciones del fabricante del explosor. En el caso de los circuitos de iluminación o de fuerza, las conexiones pueden ser en serie, en paralelo o en una combinación de ambos sistemas.
- 103. Se usarán únicamente estopines eléctricos en la excavación de lumbreras y tiros; en la excavación de estaciones de lumbreras y tiros y en cualquier sitio en donde el refugio cercano sea inadecuado para proteger al personal de las rocas despedidas por la voladura o de la onda de choque.

Localización de los cables para voladuras.

- 104. Los cables para voladura se alojarán en el lado del t

21

nel opuesto al de todas las líneas de fuerza e iluminación y lejos de tuberías, rieles y conductores similares. Se suspenderán de una manera apropiada de aisladores y se protegerán de cualquier contacto con los anillos de acero usados para el ademe del túnel.

105. No se usarán circuitos o sistemas conectados a tierra para las voladuras por medios eléctricos.

#### Mantenimiento del equipo

106. Los cables y permanentes para voladura, los interruptores de seguridad y los interruptores para voladura serán conservados en condiciones adecuadas por una persona competente.

107. Todos los tubos y rieles metálicos estarán conectados eléctricamente entre sí y conectados a tierra en la lumbrera o tiro o en el portal, estos tubos y rieles tendrán conexiones eléctricas cruzadas a intervalos de no menos de 300 metros en toda la longitud del túnel.

#### Uso del explosor

108. Solamente una persona debidamente capacitada en los sistemas de voladura operará el explosor o lo conectará con los cables; estas conexiones no se harán sino hasta después de haber terminado todos los trabajos preparatorios para la voladura y después de retirar al personal hasta un sitio seguro.

#### Voladuras con el circuito de alumbrado ó de fuerza

109. No se usará corriente eléctrica procedente de los circuitos de iluminación o de fuerza para hacer detonar cargas excepto cuando las conexiones eléctricas con dicho circuito de iluminación o de fuerza se hagan por medio de una caja de interrupción cubierta.

110. Cuando la voladura se haga por medio de un circuito de iluminación o de fuerza, nadie entrará al sitio en el que se hizo la voladura sino hasta después de haber desconectado los cables de voladura permanentes de la fuente de energía eléctrica y hasta después de haber asegurado en la posición "abierta" el interruptor usado para la voladura.

111. Cuando la voladura se hace por medio de un circuito de fuerza, este circuito se interrumpirá por lo menos en un sitio mediante un intervalo contra rayos de un mínimo de 1.50 metros en el lado de salida del interruptor usado para la voladura, excepto durante la realización de ésta.

Se instalarán conexiones de clavija y receptáculo para que el cierre o la interrupción del circuito en este punto sea una operación manual sencilla.

#### Alumbrado para voladuras

112. Los cables permanentes para voladura y los conductores provisionales serán de alambre macizo de cobre, impermeable y aislado y tendrán la capacidad suficiente para la corriente necesaria para la voladura.

113. Todos los empalmes estarán correctamente hecho; los alambres se unirán de tal manera que queden eléctrica y mecánicamente seguros. Los empalmes de los cables permanentes se aislarán con cinta o algún otro medio efectivo.

#### Cables de distribución

114. Los cables permanentes de distribución serán del diámetro adecuado, de alambre macizo de cobre o de alambre de algún otro metal que los fabricantes de estopines recomienden para las condiciones previstas.

#### Interruptores para la voladura

115. Se instalará un interruptor de operación externa para la voladura de las cargas, en buenas condiciones de servicio y en los puntos desde donde se haga la voladura. Este interruptor quedará instalado en el lado del túnel opuesto al correspondiente a los circuitos de iluminación y fuerza.

116. Este interruptor se mantendrá normalmente en la posición "desconectado". En la posición "desconectado" los dos cables del circuito quedarán en corto circuito, pero no conectados a tierra. El interruptor se dispondrá de tal manera que no pueda permanecer en la posición de "voladura" al soltar la palanca.

117. El interruptor para la voladura estará a no menos de 300 metros del frente del túnel si la longitud de éste excede de 300 metros, o en el portal o superficie si la longitud excavada es menor.

#### Prueba del circuito para la voladura

118. El circuito usado para la voladura se probará antes de



hacer detonar las cargas. Para estas pruebas se utilizará un galvanómetro diseñado especialmente para los trabajos de voladura.

Conexión a corto circuito de los cables auxiliares de distribución y de los cables conductores.

- 19. Los cables auxiliares de distribución se conectarán en corto circuito hasta el momento en el que se conecten con los alambres conductores. Los alambres conductores se conectarán en corto circuito torciendo los extremos desnudos uno con otro hasta el momento en el que se conecten en el cable permanente usado para la voladura. La persona que haga la conexión con los cables auxiliares de distribución tendrán en su posesión los dos extremos de los alambres conductores y después llevará estos alambres conductores desde el frente hasta los cables permanentes para la voladura. Los cables auxiliares deben colgar o estar suspendidos de soportes de madera o de algún material aislante.

Conexión entre el interruptor y la línea para la Voladura.

- 20. La conexión entre el interruptor usado para la voladura y la línea permanente para la voladura debe ser un cable de fuerza portátil de dos conductores, que se extienda a través del túnel. Estará provisto de clavija y receptáculos adecuados. Estas clavijas y receptáculos tendrán una capacidad no inferior a 60 amperes; no serán intercambiables con ningunas otras clavijas ni receptáculos utilizados en el túnel. Entre el receptáculo y la fuente de alimentación de fuerza debe haber un interruptor asegurado y dispuesto de tal manera que no pueda permanecer en la posición de "conectado" o "voladura" al soltar la palanca.

Interruptor de seguridad

- 21. Aproximadamente a la mitad entre el interruptor usado para la voladura y el extremo del cable permanente para la voladura es conveniente instalar un interruptor de seguridad. Debe ser de un tipo que pueda asegurarse en la posición "desconectado", pero que permanezca en la posición "conectado" al liberarse y soltar la palanca. Este interruptor quedará libre y en la posición "conectado" cuando el sobrestante o la persona que opere el interruptor para la voladura pase al interruptor de la voladura después de haber completado las conexiones en el frente.

Llaves para asegurar los interruptores

- 122. a. Las llaves del interruptor para la voladura y del interruptor de seguridad deben estar en posesión del sobrestante o de la persona que haga la voladura.
- b. Cuando sea necesario hacer reparaciones o pruebas en las líneas de voladura o de las usadas para hacer tonar las cargas, el sobrestante o la persona que hace la voladura debe abrir los candados y permanecer en el interruptor hasta que puedan volverlo a asegurar.
- c. No se harán preparaciones para carga ni voladura sino hasta que los interruptores estén asegurados y las llaves otra vez en posesión del sobrestante o la persona que hace la voladura.
- d. Al final del turno, el sobrestante o la persona que hace la voladura entregará las llaves al sobrestante o a la persona que hace la voladura correspondiente al siguiente turno.
- e. El Superintendente debe guardar en su oficina y ba llave un juego duplicado de las llaves. No debe existir en el túnel ningún otro juego de llaves que correspondan a los candados de los interruptores para la voladura.

Antes de la voladura

NO  
CO

- 123. Se dará aviso en todas las direcciones cuando vaya a volarse, se protegerán todas las entradas al sitio o sitios en los que se vaya a detonar cargas.
- 124. No se conectarán los alambres conductores a la línea permanente para la voladura sino hasta que todo el personal se haya retirado del frente, con excepción de las personas que hagan la conexión.
- 125. Todo el personal, inclusive el que haga la conexión, se retirará hasta el punto en el que está instalado el interruptor para la voladura.
- 126. No se harán trabajos innecesarios en el frente durante la carga o después de ella y antes de la voladura.
- 127. No debe tronarse una carga sin una señal positiva del responsable de la voladura, quien deberá cerciorarse que todo el excedente de explosivos están en lugar seguro y todas las personas y vehículos están a una distancia

seguridad o bajo cubierta.

Después de la voladura

- 28. Después de la voladura, el personal debe esperar por lo menos 10 minutos antes de regresar al punto de la explosión (puede requerirse un período más prolongado, con el objeto de dar el tiempo necesario para la limpieza del aire mediante el sistema de ventilación).
- 29. Los interruptores usados para la voladura deben asegurarse en la posición "desconectado"; debe desconectarse el cable portátil y al regresar al frente, los alambres conductores deben desconectarse de los extremos del cable permanente para la voladura; los extremos descubiertos de cada uno de ellos se conectarán entre sí a corto circuito torciéndolos uno con otro.
- 30. Después de cada voladura y antes de iniciar una nueva barrenación, deberá efectuarse una investigación cuidadosa en busca de barrenos cebados a fin de dispararles de nuevo.
- 31. Los chocalones o fuques, carrizos o porciones de barrenos que sobren de los barrenos no quedados (no cebados) se revisarán cuidadosamente para dispararlos de nuevo, en su caso. Por ningún motivo se barrenará en dichos chocalones o carrizos.
- 32. Si se encuentran barrenos cebados en una voladura hecha con estopines eléctricos, se probarán los detonadores, si éstos están en corto circuito, se conectarán nuevamente y se dispararán; en caso contrario, se usará un nuevo cebo para dispararlos.
- 33. No se intentará investigar un fallido demasiado pronto, se hará con apego a las reglas estipuladas para el efecto y si no las haya se esperará por lo menos una hora.
- 34. No se debe perforar, barrenar o jalar una carga de explosivos que ha fallado. Los cartuchos no quemados deben ser manejados solamente por una persona competente o experimentada o por otra persona bajo la dirección de aquella.

Barrenos cebados

- 35. La mejor solución al problema de barrenos cebados (quedados), es previniéndolos. Cuidadosa atención para cargar y técnicas previamente discutidas para tronar, minimizan

Jad límite.

- b. No retroceder a menos que un ayudante a pie le haga señales.
  - c. Hacer alto total en cruces con FFCC, carreteras principales, cruces peligrosos, etc.
  - d. Llevar señales de emergencia y,
  - e. Estar equipado con un extinguidor.
3. Los operadores de vehículos deben conservar en buenas condiciones mecánicas y exteriores los vehículos.
- a. Luces
  - b. Bocinas
  - c. Frenos
  - d. Parabrisas
  - e. Espejos
4. No permanecerán en la cabina los operadores de vehículo los mientras el camión sea cargado por equipo de excavación o haya riesgo de caer algún objeto sobre la misma
5. La carga no debe exceder la capacidad de peso, ni debe sobresalir del cuerpo del camión de modo tal que constituya un peligro para otros vehículos, peatones y estructuras.
6. En caso que el material sobresalga del extremo posterior del vehículo, debe marcarse con bandera roja y luz roja en la noche.
7. El material suelto debe ser amontonado o cubierto para evitar que las vibraciones del transporte lo aflojen y pueda regarse.
8. Los conductores de vehículos deben asegurarse que el camión esté frenado apropiadamente durante la carga y si se encuentra en pendiente colocarle calzas que detengan las ruedas.
9. Los vehículos de carga utilizados regularmente para el transporte de trabajadores deben dotarse de asientos seguros con resguardos laterales y posteriores para evitar caídas, instalando los aditamentos necesarios para subir o bajar.

24

No se permitirá al personal subir o bajar si el vehículo está en movimiento.

No se permitirá al personal viajar en las salpicaderas, estribos, defensas o encima de las capotas u otros sitios.

No se utilizarán vehículos de volteo para el transporte de personal, a menos que el cuerpo del vehículo haya sido adecuadamente asegurado para evitar que se suelte.

Se realizará mantenimiento e inspección periódicos del vehículo. Diariamente los conductores revisarán frenos dirección, llantas, luces y demás partes importantes.

Los conductores deberán apagar el motor siempre que se cargue combustible.

Para el transporte de explosivos véase el instructivo correspondiente.

## 2. PARARRAYOS

### Torres localizadas en las lumbreras

Se instalarán 4 puntas de protección de 1.22 metros (Cat. HB-13). Estas puntas irán montadas en bases adecuadas, fijadas directamente a la superficie de la construcción.

Las puntas anteriores se interconectarán entre sí por medio de cable de diseño y construcción especial (cobre trenzado, de 29 hilos Cat. HB-29X.)

Se utilizarán abrazaderas de cobre para cable (Cat. HB-165), para fijar los conductores a la construcción, colocándose a una distancia no mayor de un metro entre ellas.

Para satisfacer las distintas necesidades se usarán los conectores rectos (Cat. HB-122), zapata (Cat. HB-130), "T" (Cat. HB-112), Cruz (Cat. HB-125), y para permitir la inspección y prueba periódica del sistema, se instalarán los conectores de bajada. (Cat. HB-146).

La resistencia a tierra de cada electrodo no deberá ser mayor de 25 ohms.

## Planos

6. La localización de las puntas de protección, recorrido de cable y conexiones a tierra se encuentra indicada en los planos anexos.

## Polvorines

1. Se instalarán cuatro puntas de protección de 0.30 metros (Cat. HB-S7X) en la parte superior de cuatro postes metálicos. Estos postes se colocarán en las esquinas de la construcción y dentro de las distancias mínimas especificadas en las normas. Las puntas irán montadas en bases adecuadas fijadas directamente a los postes antes mencionados.

2. Para asegurar su protección adecuada, de acuerdo con las normas relativas a estructuras que contienen sustancias peligrosas, se colocarán cables aéreos entre los postes diagonalmente opuestos que se mencionan en el párrafo anterior. Estos cables se interconectarán entre sí, a las puntas y a tierra, en cada poste. El cable que se instalará, de diseño y construcción especial para sistemas de pararrayos, es de cobre trenzado, de 29 hilos (Cat. HB-29).

3. Se utilizarán abrazaderas de cobre para cable (Cat. HB-165), para fijar los conductores a los postes, colocándose a una distancia no mayor de un metro entre ellas.

4. Para satisfacer las distintas necesidades se usarán los conectores rectos (Cat. HB-122), Zapata (Cat. HB-130), "T" (Cat. HB-112) Cruz (Cat. HB-125), y para permitir la inspección y prueba periódica del sistema se instalarán los conectores de bajada (Cat. HB-146).

5. Serán necesarias en este caso cuatro conexiones a tierra. El cable de bajada para ellas se fijará a la construcción directamente con la abrazadera (Cat. HB-165) y se protegerá convenientemente en su parte inferior, rematándose a electrodos a tierra formados con el rehilete (Cat. HB-235).

6. No deberá construirse ningún excusado a menos de 30 metros de ningún pozo.

7. El contenido de los excusados de fosa de tierra deberá cubrirse diariamente con arena, cal, cenizas de madera u otro material apropiado.

8. Cuando el contenido de una fosa de tierra esté a menos de 60 centímetros de la superficie del terreno, deberá llenarse con tierra.

9. Los excusados deberán tener un piso liso e impermeable.

25

D. INSTALACIONES PARA ASEO PERSONAL

Deberán proporcionarse instalaciones adecuadas para lavarse, a los trabajadores. Estas instalaciones no se usarán para ningún otro objeto.

Deberá haber cuando menos un lavabo por cada 20 trabajadores que tengan descanso y tiempo libre para comer al mismo tiempo.

En los lavabos habrá una corriente suficiente de agua limpia y un medio adecuado para eliminar el agua de desechos; se proporcionará jabón no irritante en cantidad suficiente y se prohibirá el uso de toallas comunes.

Se instalarán baños de regadera deberá limpiarse completamente cuando menos una vez por día de uso, y deberá desinfectarse en forma efectiva.

E. HABITACIONES

Las habitaciones individuales o colectivas, deberán ser suficientes y apropiadas; protegidas de la intemperie, humedad del suelo, sabandijas, mosquitos y otros insectos.

Las habitaciones estarán provistas de alumbrado y, de ser necesario, calefacción y debidamente ventiladas.

Los dormitorios deberán proporcionar cuando menos 11 metros cúbicos de espacio por persona, y cuando menos 6 metros cuadrados de piso por persona y tener una altura promedio de cuando menos 2.5 metros.

Los dormitorios deben tener ventanas que se abran al aire libre y que puedan abrirse para proporcionar una abertura igual cuando menos a un décimo de espacio del piso.

Deberá proporcionarse una cama para cada trabajador, un colchón o bolsa, una almohada y las sábanas y cobijas necesarias.

Las camas deberán estar cuando menos a 40 centímetros del piso.

Los muros de los dormitorios deberán ser fácilmente lavables y los pisos de un material impermeable y cuando menos a 30 centímetros arriba del piso en el exterior.

Los dormitorios y la ropa de cama deberán lavarse y desin-

fectarse a intervalos apropiados.

9. Los dormitorios para trabajadores que laboran en túneles y obras subterráneas, deberán estar en la superficie y separados de los comedores.

10. Las cuevas, chozas de paja, tiendas de campaña y almacenes y establos no deberán usarse para habitación.

IV. SERVICIOS MEDICOS

A. PUESTO DE SOCORROS O CENTRAL DE URGENCIAS

1. En los lugares en que laboran 100 ó más trabajadores, deberá establecerse un puesto de socorros, bajo la responsabilidad de un médico, ubicado cuando menos a 60 metros de las cocinas, instalaciones sanitarias o lugares para animales.

2. Los puestos de socorros deben establecerse en lugares estratégicos y estar debidamente equipados.

B. PRIMEROS AUXILIOS.

1. En los campamentos deberá haber a la mano y disponibles medios adecuados y personal para prestar primeros auxilios y, durante las horas de labores, en los frentes de trabajo.

2. En todos los túneles se tendrán materiales adecuados para primeros auxilios, y cualquiera otra facilidad para dar la atención apropiada a los trabajadores lesionados.

3. Los materiales para primeros auxilios se conservarán en estado sanitario y en condiciones de usarse.

4. En todos los frentes de trabajo se establecerán los medios de comunicación necesarios (teléfono, radio, etc) para solicitar los servicios médicos.

5. Se harán inspecciones frecuentes de todos los materiales para primeros auxilios.

6. Se dispondrá de facilidades adecuadas para dar atención médica oportuna a los trabajadores lesionados.

7. Los cobertores de lana, sábanas o cubiertas impermeables se conservarán en paquetes sellados a prueba de

26

humedad y polvo.

Se colocará una camilla, con un cobertor de lana, una cubierta impermeable o una cubierta equivalente y materiales para primeros auxilios en un sitio conveniente, dentro de todos los túneles de más de 400 metros de longitud o en algún sitio cercano a ellos, para utilizarse en la atención a los trabajadores lesionados.

Todos los Supervisores de Seguridad y los sobrestantes y por lo menos un trabajador en cada cuadrilla, deberán haber recibido instrucción en primeros auxilios en el curso de los últimos dos años y deberán ser competentes para administrar el tratamiento de emergencia apropiado.

La instrucción debe ser impartida por un médico, enfermero o persona que tenga un Diploma o Certificado en vigor de Instructor de Primeros Auxilios.

Para neutralizar las quemaduras ocasionadas por el acelerante Siginit A (Sika), se recomienda una solución de ácido bórico de 3% p.p. y para la protección de la piel el uso de cremas a base de silicones (por ejemplo: Atrix).

Todos los trabajadores tienen la obligación de asistir a las prácticas de primeros auxilios y salvamento, cuando sean requeridos para ello.

C. BOTIQUINES

Deberán proporcionarse botiquines de primeros auxilios, instalándose en lugares apropiados, cerca de los frentes de trabajo, y deberán estar protegidos contra daños y contaminación por polvo, humedad, etc.

Los botiquines de primeros auxilios deberán contener compresas y vendajes, pomadas para quemaduras, antisépticos, tela adhesiva, torniquetes, tijeras de punta roma, etc., y demás medicamentos y material médico estipulado para prestar primeros auxilios.

Los botiquines de primeros auxilios deberán contener instrucciones sencillas y claras para seguirse en las emergencias, y deberán surtirse después de cada ocasión de uso.

Los botiquines de primeros auxilios deberán estar a cargo de una persona responsable que esté capacitada para prestar primeros auxilios, y su contenido deberá ser revisado cuando menos una vez al mes por la persona que lo

tiene a su cuidado.

D. CAMILLAS

1. Deberá haber a la mano camillas para el transporte de lesionados, y dos cobijas limpias para cada camilla.
2. En ningún caso habrá menos de una camilla por cada 100 trabajadores por turno.

E. EQUIPO DE SALVAMENTO

1. Los frentes de trabajo deberán contar con una cuadrilla de salvamento, adiestrada y provista de elementos adecuados para desempeñar sus funciones.
2. Deberá tenerse disponible y a la mano equipo de rescate y de resucitación.
3. Los miembros de las cuadrillas de salvamento deberán pasar un examen médico anual y, además, todos aquellos que se juzgue necesario.

F. AMBULANCIAS

1. Para evitar, en los sitios aislados, las esperas innecesarias de atención a los trabajadores lesionados se dispondrá de una ambulancia para su transporte inmediato a las clínicas o Centros Hospitalarios.
2. La ambulancia es un vehículo de uso exclusivo para trasladar personal lesionado en accidente de trabajo, del frente en que ocurre el accidente a la Central de Emergencias de la Gerencia correspondiente y de ésta, si el caso lo amerita, a la Clínica del Instituto Mexicano del Seguro Social.
3. El médico de guardia en la Central de Urgencias, es responsable del manejo de la ambulancia y del personal de la misma.
4. Durante sus recorridos en servicio, la ambulancia llevará encendidas las luces intermitentes y los flashes.
5. No se usará la sirena en el trayecto entre lumbreras cuando se vaya por algún lesionado ni cuando se le traslade a la Central de Urgencias de la Gerencia que le c

27

responda. Sólo por órdenes del médico de guardia, podrá usarse la sirena en carretera y cuando la ambulancia vaya con destino a alguna Clínica del I.M.S.S.

La ambulancia no desarrollará una velocidad mayor de 60 km/h. en el trayecto entre Iumbieras y sólo rebasará esta velocidad pero sin pasar de 100 km/h., cuando viaje en ella el médico en turno. Rara vez es necesaria la rapidez en el transporte del lesionado del sitio del accidente al hospital y, generalmente, esto no ayuda al herido y con frecuencia provoca severas lesiones y hasta la muerte. "ES MAS IMPORTANTE PARA EL TRABAJADOR LESIONADO, SU TRANSPORTE CUIDADOSO AL HOSPITAL QUE LA RAPIDEZ DE SU LLEGADA".

Los conductores de ambulancia deben tener especial cuidado en su trabajo y obedecer el reglamento de tránsito.

Al finalizar su turno, los conductores de ambulancia entregarán ésta a su relvoo, perfectamente limpia, con los combustibles necesarios y reportarán cualquier falla mecánica en dicho vehículo.

**G. ENFERMEDADES CONTAGIOSAS**

Cuando se presente o se sospeche que hay una enfermedad contagiosa en el campamento, la Empresa deberá notificarlo a la Autoridad Sanitaria competente.

**H. AVISOS**

Deberán colocarse avisos en lugares estratégicos manifestando la ubicación de los botiquines de primeros auxilios; ambulancia, camilla y el lugar en donde puede encontrarse a la persona encargada de prestar los primeros auxilios; ubicación del teléfono más cercano y número telefónico y nombre de la persona o Centro que haya de llamarse, sitios de los extinguidores de incendio, etc..

**SEGURIDAD EN EL MANEJO DE EXPLOSIVOS**

odos los explosivos son peligrosos y deben ser manejados y usados con cuidado por personas competentes y experimentadas bajo la vigilancia de éstas. Todas las personas que manejan explosivos tienen la responsabilidad de conocer y poner en práctica todas las medidas aprobadas de seguridad.

De todo accidente que ocurre con explosivos, (que generalmente reviste serias consecuencias) se analizan a fondo las causas que lo originaron y se determinan las normas de seguridad necesarias para evitar accidentes similares. Por lo tanto debemos considerar el cúmulo de experiencias de muchos años, de muchas gentes y de muchos lugares.

Con el conocimiento anterior deben establecerse procedimientos estrictos de manejo y uso de explosivos en los que se eviten los riesgos o se proteja de los mismos.

Solo en los polvorines y en el carro de explosivos o perrera deben almacenarse los explosivos, diferenciándose uno del otro en que en el primer caso podemos tener la dotación requerida para varios turnos de trabajo y en el segundo, solo la necesaria para las tronadas de un día de trabajo, con un lógico exdente que evite problemas por falta del mismo.

Los polvorines de la obra se han construido de modo que cumplan todas las recomendaciones de seguridad.

El carro de explosivos o perrera tiene dos compartimentos separados para alojar en uno los artificios y en el otro solo la dinamita. Debe contar con llave que asegure las puertas de los compartimentos.

La perrera siempre que esté cargada, deberá ser jalada por la locomotora y no empujarse.

Se ha elaborado un procedimiento de trabajo para solicitar el servicio de transporte de explosivos del polvorín a la obra, que se hace en camionetas acondicionadas para ese fin.

Nunca se transportan en el mismo vehículo la dinamita y los estopines, esto sólo se autoriza en la perrera o carro de explosivos.

Los explosivos al llegar a la obra, deberán ser trasladados de inmediato por la persona encargada al carro de explosivos o perrera. Deberá bajar en viajes separados la dinamita y los estopines, no debiendo hacer uso de la jaula otras personas que lleven otros materiales. Se le dará aviso al malacatero que se van a bajar los explosivos.

(Cuando el carro de explosivos se encuentre en la superficie se almacenan la dinamita y estopines en sus compartimentos respectivos, se cierra con candado y puede bajarse al túnel en la plataforma correspondiente, siguiendo las indicaciones de no viajar en la plataforma más que el encargado).

El responsable de bajar los explosivos, deberá comunicarse al túnel para que en ese momento no haya aglomeración de personas.

28

o maniobras que pudieran ser riesgosas.

generalmente se entregan los explosivos al personal de la perrera por medio de la tramita y por piezas de estopines de diferentes tiempos. Deberá proporcionarse para los estopines una caja de madera con divisiones para cada retardo y que en esta forma el encargado del polvorin lo surta al del transporte y en la misma se le entreguen al del túnel, quien los guarda en la perrera.

La perrera será jalada por la locomotora al frente donde se vayan a preparar los cebos, no viajando más que el operador y el encargado de los explosivos, debiendo estacionar la perrera al lado contrario al de líneas de corriente eléctrica, en lugar donde no estorbe y esté libre de riesgos de choque.

Se sacan los cartuchos de dinamita y estopines que se requieran para los cebos, llevándose a una mesa de madera donde se preparan. Esta mesa debe situarse alejada de las líneas de corriente.

Es importante vigilar que en esta etapa de preparación de los explosivos debe evitarse el acceso a la zona de personas innecesarias.

para la preparación de los cebos, solo se utilizarán herramientas de madera.

Los cebos que se vayan terminando deberán colocarse en cajas de madera, con separadores para cada retardo, las que se cerrarán y transportarán al frente cuando se hayan terminado los trabajos de barrenación y se haya cortado la corriente en el jumbo.

La iluminación necesaria para cargar el frente deberá proporcionarse con lámparas de turbina de aire instaladas en el jumbo o con reflectores eléctricos separados del jumbo a distancias no menor de 15 mts.

Al terminar la barrenación y haber cortado la corriente en el jumbo, teniendo lista la iluminación para carga el frente, se llevan al jumbo las cajas de dinamita requeridas y los cebos.

Solo se emplearán faineros de madera para retacar los barrenos.

Los explosivos que sobren después de cargar el frente, se regresarán a la perrera, debiendo desarmar los cebos que hubieran quedado y se regresará la perrera a un sitio seguro.

Teniendo en consideración los múltiples riesgos que existen en el transporte superficial, descenso a túnel y acarreo a la perrera de los explosivos, se considera más seguro dotar los

requerimientos diarios en cada lumbrera y almacenarlos en la perrera.

La perrera deberá ser mantenida y autorizada para el uso de explosivos, estando a cargo inmediato de todos las operaciones de carga dura.

El explosor o líneas de circuitos de iluminación se utilizan como fuente de energía para la tronada. Dependiendo de lo anterior las conexiones se harán en serie o en paralelo y combinación de ellas, siguiendo las recomendaciones de los fabricantes de explosivos y de los explosores.

Los cables para la tronada se alojarán en el lado del túnel opuesto al de todas las líneas de fuerza e iluminación y lejos de tuberías, rieles y conductores similares. Se suspenderán de una manera apropiada de aisladores y se protegerán de cualquier contacto con los marcos de acero usados para el ademe del túnel.

No se usarán circuitos o sistemas conectados a tierra para las voladuras.

Los cables permanentes para voladura y los interruptores para voladura, serán conservados en condiciones adecuadas por una persona competente.

Solamente una persona debidamente capacitada en los sistemas de voladura operará el explosor o le conectará con los cables; estas conexiones no se harán hasta después de haber terminado TODOS los trabajos preparatorios para la voladura y después de retirar al personal hasta un lugar seguro.

Solamente se usará corriente eléctrica procedente de los circuitos de iluminación para hacer explotar cargas, cuando las conexiones eléctricas con dicho circuito se hagan por medio de una caja de interrupción cubierta.

Cuando la voladura se haga por medio de un circuito de iluminación, nadie entrará al sitio en que se hizo la voladura, sino hasta después de haber desconectado los cables de voladura permanentes de la fuente de energía eléctrica y hasta después de haber asegurado en la posición "abierto" el interruptor usado para la voladura.

Se instalarán conexiones de clavija receptáculo para que la operación de cierre o de interrupción del circuito en este punto, sea una operación manual sencilla y serán de un tipo que evite que la clavija sea extraída accidentalmente; no serán intercambiables con ninguna otras clavijas ni receptáculos utilizados en el túnel.

29

36.  
27

Los cables permanentes para voladura y los conductores provisionales, serán de alambre macizo de cobre impermeable y aislado. Tendrán capacidad suficiente para conducir la corriente necesaria por la voladura y en ningún caso serán de un diámetro menor que el recomendado por el fabricante de los explosivos.

Todos los empalmes estarán correctamente hechos. Los alambres se unirán de tal manera que queden eléctrica y mecánicamente seguros. Los empalmes de los cables permanentes, se aislarán con cinta o algún otro medio efectivo.

Se instalará un interruptor de operación externa en buenas condiciones de servicio y en los puntos desde donde se haga la voladura de las cargas.

Este interruptor quedará instalado en el lado del túnel opuesto al correspondiente a los circuitos de iluminación y fuerza.

Este interruptor se mantendrá normalmente en la posición desconectado. En la posición "desconectado" los dos cables del circuito quedarán en corto circuito, pero no conectados a tierra. El interruptor se dispondrá de tal manera que no pueda permanecer en la posición de "volar" al soltar la palanca.

El interruptor para la voladura estará a no menos de 300 metros del frente del túnel si la longitud de éste es mayor, o en el portal o superficie si la longitud excavada es menor.

El circuito usado para la voladura se probará antes de hacer explotar las cargas. Para estas pruebas se utilizará un galvanómetro diseñado especialmente para los trabajos de voladura.

Los cables auxiliares de distribución se conectarán en corto circuito hasta el momento en el que se conecten con los alambres conductores. Los alambres conductores se conectarán en corto torciendo los extremos desnudos uno con otro, hasta el momento en el que se conecten con el cable permanente usado para la voladura.

La persona que haga la conexión con los cables auxiliares de distribución, tendrá en su posesión los dos extremos de los alambres conductores y después llevará estos alambres conductores desde el frente hasta los cables permanentes para la voladura. Deben colgar o estar suspendidos de soportes de madera o de algún material aislante.

Las llaves del interruptor para la voladura deben estar en posesión del sobrestante o de la persona que haga la voladura. Cuando sea necesario hacer reparaciones, prolongaciones o pro-

37.  
60

bas de la línea de voladura o de las usadas para hacer explotar las cargas, el sobrestante o la persona deben abrir los candados y permanecer en el interruptor hasta que puedan volverlo a asegurar.

No se harán preparaciones para carga ni voladura hasta que el interruptor esté asegurado y las llaves en posesión del sobrestante o de la persona que hace la voladura.

Al final del turno, el sobrestante o la persona que hace la voladura entregará las llaves al sobrestante o a la persona que hace la voladura correspondiente al siguiente turno. El superintendente debe guardar en su oficina y bajo llave, un juego duplicado de las llaves. No debe existir en el túnel ningún otro juego de llaves que correspondan a éste candado.

Antes de iniciarse las operaciones de carga, todos los circuitos eléctricos se retirarán a una distancia segura del frente.

No se conectarán los alambres conductores a la línea permanente para la voladura sino hasta que todo el personal se haya retirado del frente con excepción de las personas que hagan la conexión. Todo el personal se retirará con él hasta el punto en el que está instalado el interruptor para la voladura. No se harán trabajos innecesarios en el frente durante la carga o después de ella y antes de la voladura.

Después de la voladura, el personal debe esperar el tiempo necesario para la limpieza del aire mediante el sistema de ventilación. Los interruptores usados para la voladura deben asegurarse en la posición "desconectado", debe desconectarse el cable portátil y al regresar al frente, los alambres conductores deben desconectarse de los extremos del cable permanente para la voladura; los extremos descubiertos de cada uno de ellos se conectarán entre sí a corto circuito torciéndolos uno con otro.

Todo intento para retirar explosivos o tacos de un barreno cargado estará estrechamente supervisado por el sobrestante.

Si está dentro de la seguridad hacerlo, se debe colocar un nuevo cohe en el barreno para volver a volarlo debiéndolo casilla previamente.

No se barrenará sobre el fuque de la tronada anterior.

De taparse algún barreno durante la carga deberá emplearse un cuclara de bronce o cobre para retirar el obstáculo y nunca volver a meter la barrenadora cuando se ha cargado parte del frente.



FUENTES MAS COMUNES DE ACCIDENTES EN LA  
INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION.

MEDIOS DE PREVENCION DE  
ACCIDENTES

INSPECCION

INVESTIGACION DEL ACCIDENTE

INSTALACION

ANALISIS DE SEGURIDAD DEL TRABAJO

CAIDAS DE PERSONAS O CAIDAS DE MATERIALES.

De cimbras durante erección, modificación o desmantelado  
De cimbras debido a colapso o falla total o parcial  
De plataformas de Trabajo, andadores, plataformas colgantes, etc.  
De escaleras fijas o de mano.  
A través de aberturas en los pisos o paredes.  
A través de techos de materiales frágiles.  
De techos inclinados.  
Durante el trabajo en picos resbalosos.  
De estructuras de construcción durante demolición o erección.  
De elevadores o en cubos de elevadores.  
Dentro de excavaciones.  
Dentro del agua.  
En el piso chocando contra objetos  
En el piso al cargar o transportar cargas.

EXCAVACIONES Y PERFORACION.

Atrapados por caída de material.  
Golpeados por material debido a derrumbes de los lados.

EQUIPO DE LEVANTAMIENTO.

Caídas de la plataforma o jaula.  
Atrapados por el elevador.

MAQUINARIA ELECTRICA Y NO ELECTRICA.  
FUEGOS Y/O EXPLOSIONES.  
RESBALADURAS Y/O GOLPES CONTRA OBJETOS.  
CIAVOS SALIENTES EN LA MADERA.  
HERRAMIENTAS DE MANO.  
TRANSPORTE FERREO Y DE OTROS TIPOS.  
ELECTRICIDAD.

- 1.- Ser un buen ejemplo para sus subordinados y desarrollar buenos hábitos.
- 2.- Considerar que sus trabajadores laboran con seguridad y mostrarles que para todos es muy importante el trabajar -- con seguridad. Hablar frecuentemente acerca de la seguridad.
- 3.- Actuar y corregir condiciones y actos inseguros sin dilatación.
- 4.- Insistir en tener el área de trabajo limpia.
- 5.- Asegurar que todos los trabajadores son capaces de llevar a cabo su trabajo en una manera segura y si es necesario llevar a cabo entrenamiento.
- 6.- Asegurar que están en uso sistemas de trabajo adecuados y checarlos frecuentemente.
- 7.- Vigilar que las reglas y reglamentos se cumplan en todo tiempo. Deberá ser rutina un chequeo diario.
- 8.- Investigar accidentes e inspeccionar el área de trabajo para tratar de evitar futuros accidentes.
- 9.- Distribuir equipo de protección donde sea necesario y explicar su propósito. Asegurar que éste se use adecuadamente.
- 10.- Asegurar que las herramientas de mano están en buenas condiciones y que se usan correctamente.
- 11.- Revisar sus acciones y rutinas a intervalos regulares.

GUIA DE LOCALIZACION DE CONDICIONES INSEGURAS MAS COMUN

Marque con un X las condiciones deficientes que encuentre.

EXCAVACIONES Y CIMENTACIONES.

- |  |   |
|--|---|
| Carencia de apuntalamiento                   | Hay muy cerca de caminos o andadores.                         |
| Lados derrumbándose                          | Bordes no protegidos.   |
| Cimbras o madera usada con clavos salientes. | Tierra muy cerca de la excavación.                            |
|  | Rellenos de realizados alrededor de cimentaciones terminadas. |

ACCESOS.

- |                                    |                             |
|------------------------------------|-----------------------------|
| Insuficientes al lugar de trabajo. | Construidos inadecuadamente |
| Sin pasamanos.                     | De material defectuoso.     |

PISOS

- |  |   |
|--|---|
| Agujeros no protegidos                     | Material almacenado cerca de borde del agujero. |
| Agujeros cubiertos con placas no marcadas. | Agujeros cerca de entradas                      |
| Agujeros cubiertos con placas débiles.     | Tornillos, pernos o varillas salientes.         |
| Acceso limitado.                           |   |

CIMBRAS.

- |  |                              |
|--|------------------------------|
| Erigidas por trabajadores no entrenados. | Carencia de soportes de base |
| Construidas inadecuadamente              | Carencia de uniones.         |
| Carencia de accesos.                     | Carencia de pasamanos.       |
|  | Carencia de rodapiés         |

ESCALERAS PORTÁTILES

Muy cortas  
No aseguradas correctamente

No usadas correctamente

OPERACIONES DE LEVANTAMIENTO

No usando el equipo correcto

Eslingas sobrecargadas

Práctica de eslingado incorrecto.

LIMPIEZA

Circulaciones obstruidas  
Remoción inadecuada de basura o desperdicios.

ELECTRICIDAD

Conexiones inseguras (sin clavijas)

Uso de equipo inseguro

Carencia de protecciones

Dañadas  
Colocadas en ángulo incorrecto

Sobrecargando las grúas

Usando grúas sobre terreno no nivelado y sin estabilizar.

Indicador de carga segura inoperativo.

Estibados inseguros o muy altos  
Material no almacenado en orden.

Cables desnudos

Cables dañados

GUIA DE LOCALIZACION DE AUTOS INSEGUROS

- 1.- ¿Los trabajadores, manejan sin autorización la maquinaria, herramientas, dispositivos y otro equipo?
- 2.- ¿Trabajan u operan maquinaria a velocidad peligrosa?
- 3.- ¿Quitan protecciones o hacen que no funcionen las protecciones y otro equipo de seguridad?
- 4.- ¿Emplean herramientas o equipo defectuoso?
- 5.- ¿Usan las herramientas o el equipo en forma insegura?
- 6.- ¿Emplean las manos o alguna otra parte del cuerpo en lugar de las herramientas?
- 7.- ¿Estiban, manejan o depositan materiales en forma insegura?
- 8.- ¿Se paran debajo de cargas suspendidas o trabajan cerca de aberturas en el piso?
- 9.- ¿Viajan sobre la carga en vehículos?
- 10.- ¿Transitan por vías de ferrocarril o cruzan vías o caminos transitados en sitios no seguros para el cruce?
- 11.- ¿Reparan o ajustan equipo en movimiento, o sujeto a presión, o cargado eléctricamente, o que contiene sustancias peligrosas?
- 12.- ¿Distrae alguien la atención de los trabajadores o les da bromas o sorpresas?
- 13.- ¿Usan dispositivos para seguridad o el equipo de protección personal que se necesita y se les ha suministrado?
- 14.- ¿Qué otros actos inseguros se cometen?
- 15.- ¿Cumplen con los reglamentos y reglas de seguridad?
- 16.- ¿Conocen los trabajadores las reglas de seguridad?
- 17.- ¿Chocan las condiciones de uso del equipo de levantamiento?
- 18.- ¿Está disponible y se usa correctamente?  
¿Mantienen su área de trabajo limpia y ordenada?
- 20.- ¿Custodian de usar bromas de mal gusto en el trabajo a sus compañeros?

ω  
ω

44 45  
67

SUGESTIONES PARA CONTROLAR CONDICIONES  
INSEGURAS Y MANTENER ORDEN Y LIMPIEZA.

INVESTIGACION DEL ACCIDENTE

PROCEDIMIENTO.

- 1.- Fije con qué frecuencia conviene realizar las inspecciones y una vez asentada sujétese a ese calendario.
- 2.- Defina el curso que va a seguir el recorrido y el tiempo que se empleará en él.
- 3.- Anticipe a sus trabajadores la forma, frecuencia y objeto de las inspecciones.
- 4.- Ponga usted el ejemplo en cuanto a orden y limpieza.
- 5.- Explique a cada compañero la responsabilidad que tiene en cuanto a orden y limpieza e indíqueles la razón para esa responsabilidad. Explíqueles también cómo pueden cumplirla.
- 6.- Trate de aconsejar claramente a los trabajadores sobre la seguridad y cerciórese de que le han entendido.
- 7.- Facilite el aseo del área de trabajo, y coopere a ello cuidando de la conservación de recipientes en lugares estratégicos y vigilando que éstos se vacíen oportunamente.
- 8.- Procure que no se almacenen "temporalmente" objetos o materiales en lugares que no corresponden.
- 9.- Debe eliminarse el hábito de almacenar en los lugares de trabajo, exceso de materiales. Este es uno de los peores hábitos en contra de la limpieza y el orden.
- 10.- Debe asegurarse que los solventes y líquidos inflamables se guarden en recipientes adecuados y en los lugares asignados para este objeto. No deberá permitirse en ningún momento que se guarden en el área de trabajo estas substancias, excepto las necesarias para uso inmediato.
- 11.- Estimule a los trabajadores para que informen a sus superiores de las condiciones que conducen al desaseo, a la falta de orden y consecuentemente pueden propiciar accidentes.
- 12.- Coopere con el personal encargado del manejo de materiales, a fin de que las zonas de almacenaje temporal estén bien marcadas o identificadas y sean fáciles de usar.

- 1.- Vaya al lugar del accidente tan pronto como sea posible.
- 2.- Obtenga una idea general de la situación y qué fue el accidente.
- 3.- Interrogue testigos primero en términos generales y luego en términos específicos.
- 4.- Determine hechos.

QUIEN FUE LESIONADO  
 QUE PASO, DONDE, CUANDO Y COMO.  
 QUE TRABAJO SE ESTABA HACIENDO, COMO, CON QUE EQUIPO.  
 CON AYUDA DE QUIEN, PORQUE SE ESTABA HACIENDO Y BAJO QUE INSTRUCCIONES  
 QUE ESTUVO ERRONEO.  
 QUE CAUSO LA LESION.  
 QUE PASO INMEDIATAMENTE DESPUES DEL ACCIDENTE.

Si es posible interrogue a la persona accidentalada.

- 5.- Determine:
  - I) Las condiciones inseguras que contribuyeron al accidente.
  - II) Los actos inseguros que contribuyeron al accidente.
  - III) Porqué siguieron las condiciones inseguras.
  - IV) Porqué se cometieron los actos inseguros.

Obtenga las opiniones de los testigos pero haga sus propias conclusiones.

- 6.- Decida qué acciones tomará para eliminar o corregir los puntos 5 (I) (II) (III) (IV) anteriores y prevenir repetición en esta situación o en alguna otra situación similar.
- 7.- Ponga en práctica las acciones que ha decidido.
- 8.- Reporte el accidente en los formatos oficiales establecidos.

IMPORTANTE.

CUANDO INTERROGUE A LAS PERSONAS:

NO SALTE A CONCLUSIONES.  
NO HAGA PREGUNTAS QUE INSINUEN UNA RESPUESTA.  
SEA CONSIDERADO Y TRANQUILO

OPERACION:

ANALIZO:

PARTEAMENTO:

FECHA:

METODO ACTUAL		METODO MEJORADO	
DETALLES	RIESGOS	CORRECCION	DETALLES
		INSTRUCCIONES	

CENTRO INDUSTRIAL DE PRODUCTIVIDAD

06

ANALISIS DE SEGURIDAD DE LAS OPERACIONES.

PROCEDIMIENTO.

I.- DIVIDA LA OPERACION EN SUS DETALLES COMPONENTES.

- a).- Anticipe a los interesados el análisis que va a hacer.
- b).- Observe la operación varias veces y determine - donde va a comenzar y a terminar su análisis.
- c).- Anote los detalles; pesos, distancias, condiciones del material y objeto, condiciones del local, etc.

II.- LOCALICE LOS RIESGOS.

- a).- Obenga la colaboración de los trabajadores y otras personas afectadas.
- b).- Determine en cada detalle el riesgo presente.
- c).- Consulte la experiencia de accidentes anteriores.

III.- DETERMINE EL METODO SEGURO.

- a).- Primero trate de eliminar el riesgo; si no puede eliminarse, determine cómo puede protegerse la máquina o el equipo involucrado.
- b) Si no puede protegerse la máquina o el equipo, - ¿cómo puede protegerse el trabajador?, ¿qué instrucciones deben dársele?
- c).- Ponga por escrito el Método Seguro.

IV.- APLIQUE EL METODO SEGURO

- a).- Obtenga la aprobación de su jefe, subordinados y otras personas, y reconozca la colaboración recibida.
- b).- Adiestre al personal en el Método Seguro.
- c).- Compruebe resultados.

SIEMPRE HAY UN METODO MEJOR Y MAS SEGURO



- 1.- Los accidentes generalmente son el resultado de falta de control o ineficiencia. Por lo tanto, para prevenir accidentes, el trabajo debe ser planeado, organizado y controlado. Estos aspectos son principalmente la responsabilidad de quienes ejercen funciones de dirección.
- 2.- La finalidad de la Seguridad Industrial es proteger al trabajador en el desarrollo de sus labores y accesoria - miento a los familiares que dependen de él a la economía del país - reducir al mínimo los daños a la planta y equipo.
- 3.- Accidente y lesión no es la misma cosa. La lesión es consecuencia del accidente, y al ocurrir éste se puede producir la lesión.
- 4.- Se debe tratar de eliminar los accidentes y automáticamente se estará protegiendo a la persona contra una lesión.
- 5.- No todos los accidentes causan lesión, pero siempre afectan a uno o más de los elementos de la producción.
- 6.- El accidente es un acontecimiento imprevisto que interrumpe o trastorna el desarrollo ordenado de la actividad que se realiza, y cuando este accidente ocurre en un lugar de trabajo, siempre afecta a uno o más de los elementos de la producción.
- 7.- En la producción, sea de objetos o servicios, generalmente intervienen cinco elementos: hombre, maquinaria, equipo, materia prima y tiempo.
- 8.- Se considera que el costo total de un accidente se compone de dos partes:

- a).- El costo directo.
- b).- el costo oculto o indirecto.

El costo directo está representado por los salarios de la persona lesionada durante el período de su incapacidad; su atención médica e indemnización, en casos de incapacidad permanente. Este costo ordinario es cubierto por el Seguro Social o por compañías aseguradoras.

El costo indirecto u oculto está representado por diversos perjuicios, entre ellos: interrupciones en la producción, da

a la maquinaria, materia prima, producto o instalaciones; costo de adiestramiento de personal sustituto, desperdicios derivados del accidente, etc.

Este costo indirecto es absorbido por la Empresa.

Las estadísticas y los estudios contables que se han hecho revelan que el costo indirecto suele ser 4.5 y más veces mayor que el costo directo.

9.- El trabajador en sus distintas categorías es el hombre clave para la seguridad en el trabajo, ya que es la causa de ésta, por lo que se trata de protegerlo, y en esta forma proteger el factor humano de la producción.

AC. TRABAJOS EN AIRE COMPRIMIDO.

Definiciones.  
(Sección II-B)

- 1.- **Suprintendente del aire.**- Aquel individuo competente, designado por la empresa, quien es responsable por la obra.
- 2.- **Presión de aire.**- La fuerza del aire sobre la unidad del área. (En el sistema inglés es en libras por pulgada cuadrada, psi). En el sistema métrico es en kilogramos por centímetro cuadrado, kg/cm<sup>2</sup>.
- 3.- **Presión absoluta.**- Es la presión manométrica más la presión atmosférica, (psia), kg/cm<sup>2</sup>-a.
- 4.- **Presión atmosférica.**- La presión normal del aire libre atmosférico. Al nivel del mar la presión atmosférica se estima en 1.01 kg/cm<sup>2</sup>-a (14.7 psia). La presión manométrica es siempre kg/cm<sup>2</sup>-a (cero psig) al nivel del mar.
- 5.- **Presión manométrica.**- La presión medida por un manómetro indicando la presión que excede la presión atmosférica, (psig) (kg/cm<sup>2</sup>-a).
- 6.- **Presión de trabajo.**- La presión que el Suparintendente del aire o su asistente autorizado establezca para la cámara de trabajo, según la necesidad.
- 7.- **Presión baja.**- Una presión de trabajo no mayor de 1.01 kg/cm<sup>2</sup>-a, (14.7 psig).

SALUD OCUPACIONAL

EFFECTOS EN LA PRODUCTIVIDAD DE LOS AGENTES AMBIENTALES

LA FATIGA Y OTROS FACTORES COMO CAUSA DE ACCIDENTES.

PRIMEROS AUXILIOS

DR. FRANCO TRUJILLO  
Secretaría del Trabajo  
y Previsión Social



- 8.- **Presión alta.**- Una presión de trabajo mayor de 1.01 kg/cm<sup>2</sup> (14.7 psig).
- 9.- **Suministro de aire.**- El aire comprimido usado en la cámara de trabajo.
- 10.- **Suministro de aire de presión baja.**- Aire comprimido usado para subir y mantener la presión en la cámara de trabajo y en las esclusas de aire.
- 11.- **Suministro de aire de presión alta.**- Aire comprimido normalmente usado para el equipo y herramientas neumáticas.
- 12.- **Médico.**- Un médico con licencia, contratado por la empresa para supervisar el programa médico que aquí se describe.
- 13.- **Mampara.**- Una estructura a prueba de escape de aire que separa la cámara de trabajo del aire libre o de otra cámara bajo una presión menor. Generalmente es atravesada por una o más esclusas, por la tubería de aire y otras instalaciones.
- 14.- **Patrón.**- El contratista, la firma, corporación u otra organización que lleve a cabo el trabajo.
- 15.- **Ingeniero.**- Un ingeniero con licencia para ejercer la profesión en el estado o distrito de su jurisdicción. El ingeniero que deberá ser experto en el tipo de trabajo. El ingeniero a que se hace referencia en estas normas de seguridad, no tiene que ser la misma persona en cada caso o en todos los casos.
- 16.- **Aire normal.**- La presión atmosférica normal.
- 17.- **Inundación rápida.**- Una situación crítica cobida a una presión de rápida del agua en la cámara de trabajo, cuando la presión

- de aire sea bajada intencionalmente e por aire activo. La inundación del perforado por el sistema de aire comprimido, bajo agua, tal como bajo un río o bahía, será considerado propenso a una inundación rápida, en cualquier tipo de terreno.
- 18.- **Cortina de seguridad.**- Un diafragma impermeable colocado a través de la parte alta del túnel entre el frente y la mampara, con el fin de evitar la inundación de la clave del túnel entre la cortina de seguridad y la mampara, dando un refugio seguro y escape de una inundación o túnel inundado.
- 19.- **Pozo.**- Una entrada hecha desde la superficie del terreno a un punto subterráneo y cuyo eje mayor inclina a la horizontal con más de 20 grados.
- 20.- **Shafting.**- Un conducto sellado e impermeable de la cámara de trabajo a un punto situado por arriba del nivel normal del terreno o del agua.
- 21.- **Túnel.**- Una excavación debajo de la superficie del terreno - cuyo eje mayor forma un ángulo no mayor de 20 grados con respecto al horizontal.
- 22.- **Cámara de trabajo.**- El espacio donde se trabaja en aire comprimido.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

RESIDENTES DE CONSTRUCCION.

PRECIOS UNITARIOS, PRESUPUESTOS, ESTIMACIONES Y ESPECIFICACIONES.

ING. VICTOR M. MARTINEZ HERNANDEZ  
SEP/ 82.

## COSTOS Y PRESUPUESTOS DE OBRAS

### I. DEFINICIONES Y ALCANCES DE LOS CONCEPTOS BASICOS

**COSTO.**- De acuerdo al diccionario de la lengua española, - "Costo es lo que se paga por una cosa"; en un sentido mas amplio "Costo es el conjunto de bienes económicos, expresados en unidades monetarias, erogados para lograr un fin."

Generalmente dentro del Ramo de la Construcción, este concepto se interpreta como: El conjunto de bienes económicos, expresados en unidades monetarias, erogados para la realización de un proyecto o una obra.

**PRESUESTO.**- Según el diccionario de la lengua española, - "Presupuesto es lo que se supone previamente, cómputo anticipado de los gastos o ingresos".

En el sentido que comunmente se entiende en México, cuando este vocablo es aplicado a un aspecto de construcción es el siguiente:

Presupuesto es el conjunto ordenado de los costos de las partes integrantes de un proyecto, calculados previamente a la ejecución de este.

De acuerdo a esta definición, la palabra Presupuesto resulta ser sinónimo de "Presupuesto de Costos".

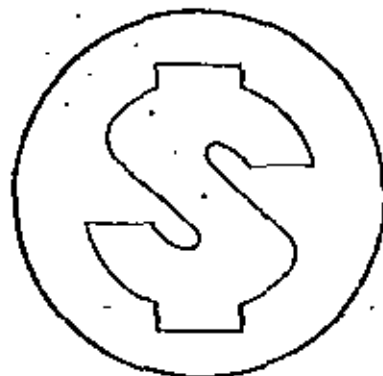
Un presupuesto está integrado por diversas clases de cargos ó costos, tales como Costos Directos, Indirectos, Contingencias, Honorarios, etc. Esta clasificación de los costos obedece a su identificación con el Proyecto mismo.

Asimismo la presentación de un presupuesto se puede dividir en precios unitarios, unidades de obra, y los conceptos de trabajo correspondientes.

Las definiciones de cada uno de los conceptos anteriores - las expresaremos a continuación:

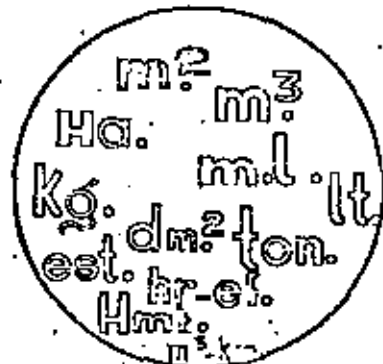
### PRECIO UNITARIO

Remuneración ó pago en moneda que el Contratante deberá cubrir al Contratista por unidad de Obra y por concepto de trabajo que ejecute.



### UNIDAD DE OBRA

Unidad de medición señalada en las especificaciones para cuantificar el concepto de trabajo para fines de medición y pago.



### CONCEPTO DE TRABAJO

Conjunto de operaciones manuales y mecánicas, así como materiales, que el Contratista emplea en la realización de la Obra de acuerdo a Planos y Especificaciones, dividido convencionalmente para fines de medición y pago.



PRECIO UNITARIO  
DIVISION DE CARGOS

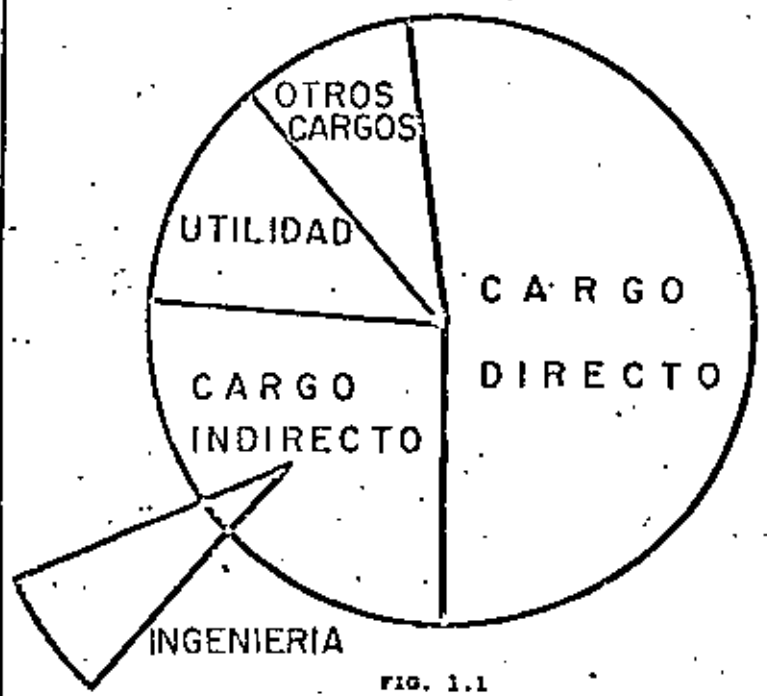


FIG. 1.1

El precio unitario como unidad está compuesto por diversos -- cargos reunidos en cuatro grandes divisiones como lo muestra la Figura No. 1.1.

Esta división corresponde a Obras de Construcción sobre proyectos terminados. Cuando deba la misma Compañía realizar el proyecto de Ingeniería, podrán cargarse los gastos relativos en la división de Cargos Indirectos, Oficina Central y si este cargo no se deja su prorrato en el precio unitario, se considerará como un contrato separado del de Construcción.

CARGOS DIRECTOS

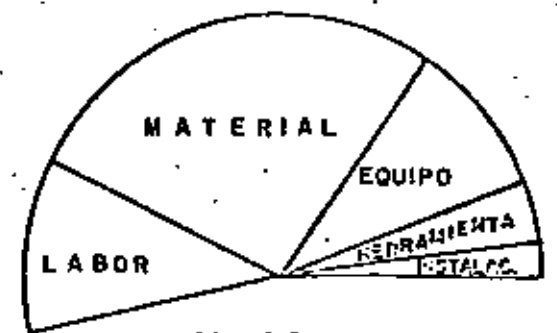


Fig. 2.1

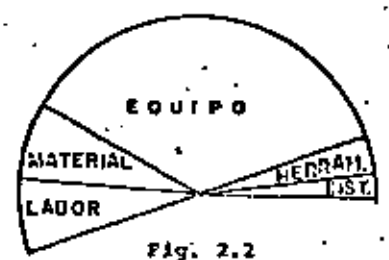


Fig. 2.2

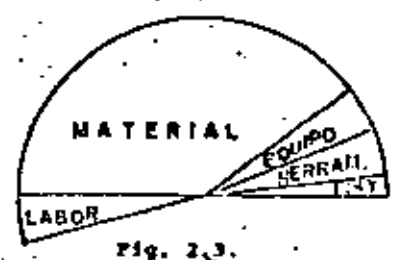


Fig. 2.3

CARGOS DIRECTOS. -- Son los que se derivan de las erogaciones por mano de obra, materiales, equipo, herramienta, e instalaciones efectuadas exclusivamente para realizar dicho concepto de trabajo.

Los análisis detallados de costos directos permiten determinar los porcentajes de participación de cada uno de los cargos que afectan directamente, el resultado final del costo directo.

La Fig. 2.1 representa los porcentajes gráficos aproximados por cargos directos en obras de edificación donde la labor presenta un porcentaje de participación aproximado del 25% al

15 %, el material 45% al 55%, el equipo del 10% al 20%, la -  
herramienta del 1% al 1.5% y las instalaciones de 0.5% al 1%.

La Fig. 2.2 representa los porcentajes gráficos aproxima-  
dos por cargos directos en obras de infraestructura ó pesa-  
da; en este caso el Parámetro Equipo representa el porcen-  
teja mayor, 60% al 70% indicando el uso de equipos pesados de -  
capital importancia para la realización de la obra, la labor  
puede representar una variación del 10% al 20%, materiales -  
15% al 25%, herramienta 0.5% al 1%, instalaciones 0.5% al 1%.

La Fig. 2.3 representa los porcentajes gráficos aproxima-  
dos por cargos directos en Plantas Industriales, el Paráme-  
tro de Materiales aparece muy amplio en proporción a las -  
otras partes y es resultado del incrementar en forma excesi-  
va los conceptos electromecánicos e instrumentación con una  
gran cantidad de material de proceso como tuberías, recipientes,  
equipo, etc., para el funcionamiento de la Planta. Éste  
desde luego varía con el tipo de Planta y de proceso propio  
de la misma, sin embargo, las estadísticas muestran siempre  
que el porcentaje de presencia mayor en obras de este tipo,  
corresponde a los materiales y equipo de proceso, con una  
variación aproximada entre el 70% al 80%, el equipo de cons-  
trucción y herramienta del 5% al 9%, la mano de obra del -  
15% al 25%, y las instalaciones del 0.5% al 1%.

## CARGOS DIRECTOS

### CARGO POR MANO DE OBRA



Fig. 3.1

Los cargos por Mano de Obra son los resultantes de pro-  
yectar el pago de salarios al personal individual ó por una  
drilla que interviene única y exclusivamente en forma directa  
en la ejecución del trabajo de que se trate, entre las  
unidades de producción (rendimiento que dicho personal reali-  
ce en un tiempo determinado)

$$M_o = \frac{S}{R}$$

CARGOS DIRECTOS  
SALARIOS

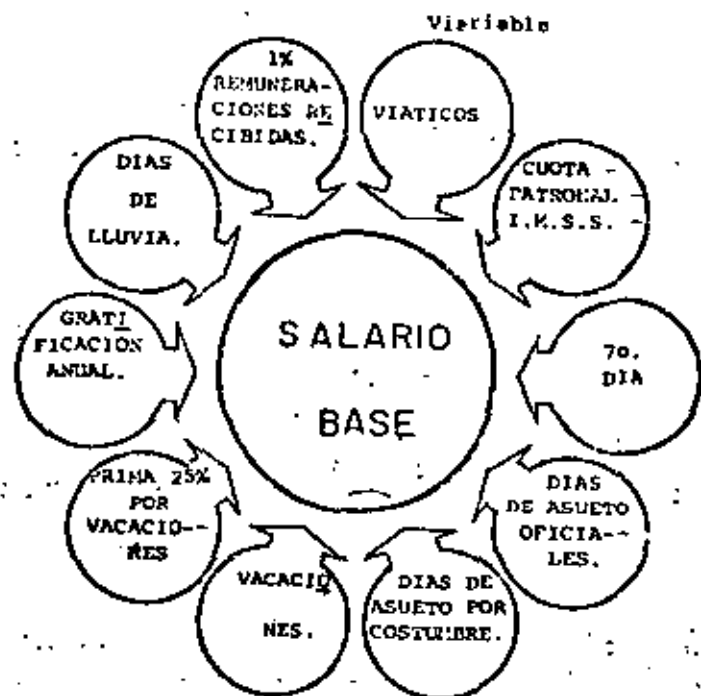


Fig. 3.2

Factores y porcentajes que afectan el salario base para convertirlo en salario real.

CARGOS DIRECTOS  
SALARIO



Fig. 3.3

NOTA 1.1 El salario mínimo legal de la zona respectiva no podrá ser descontado en forma alguna, aunque haya factores distintos que adicionen la cuota diaria.

CARGOS DIRECTOS

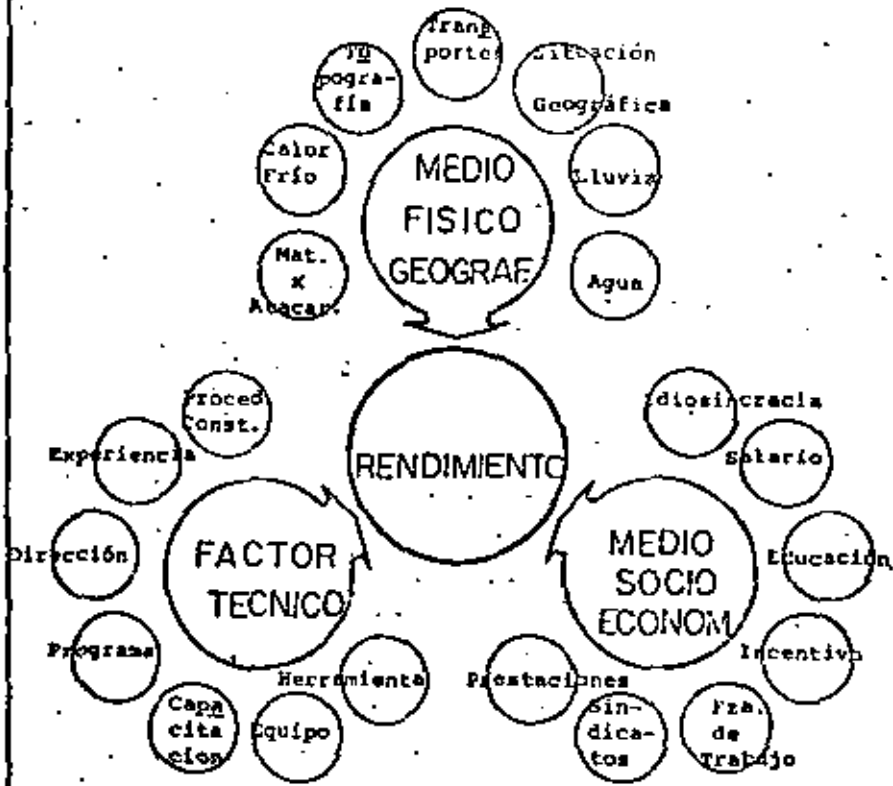


Fig. 3.4.

Factores de influencia que afectan la capacidad de -- producción del personal individual ó por cuadrilla y que determinan los rendimientos.

Atento la capacidad de producción de primordial importancia en la determinación del costo, la minuciosa investigación del sitio de la obra, facilitará los conocimientos necesarios para obtener los rendimientos adecuados.

CARGOS DIRECTOS

MATERIALES

CARGO DIRECTO POR MATERIALES.-

Las erogaciones que efectúa el Contratista para adquirir los materiales necesarios para la ejecución -- del concepto de obra, determinan el cargo directo -- por materiales.

Estos pueden ser permanentes, ó sea que forman parte integrante de la Obra, y temporales ó auxiliares que son consumidos en la Obra después de uno ó varios usos.

Los materiales son adquiridos del mercado ó producidos en la Obra, los adquiridos sufren una variación según Fig. 4.1 y los segundos, son motivo de -- un análisis especial.





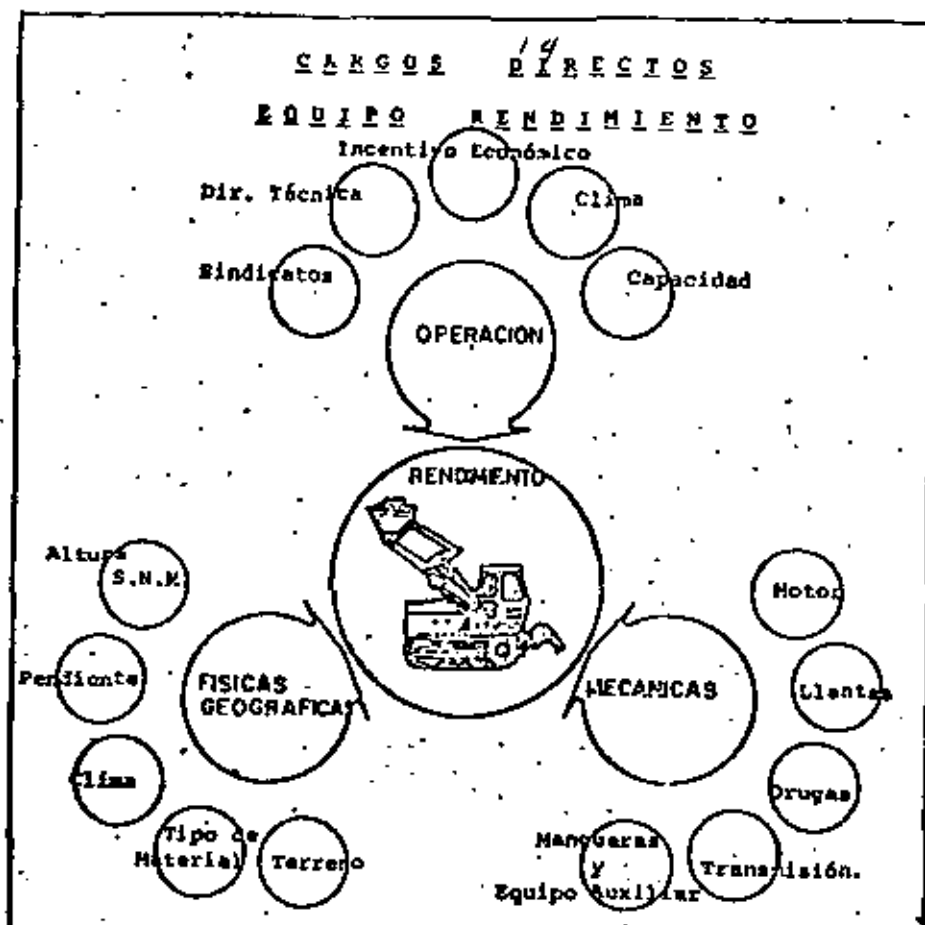


Fig. 5.2

Casi todos los factores que determinan la variación de los rendimientos del equipo, están señalados en esta gráfica, los factores principales son afectados por otros y así sucesivamente, por esto para determinar los rendimientos más adecuados, es necesario llevar datos estadísticos de diversos tipos de obras.

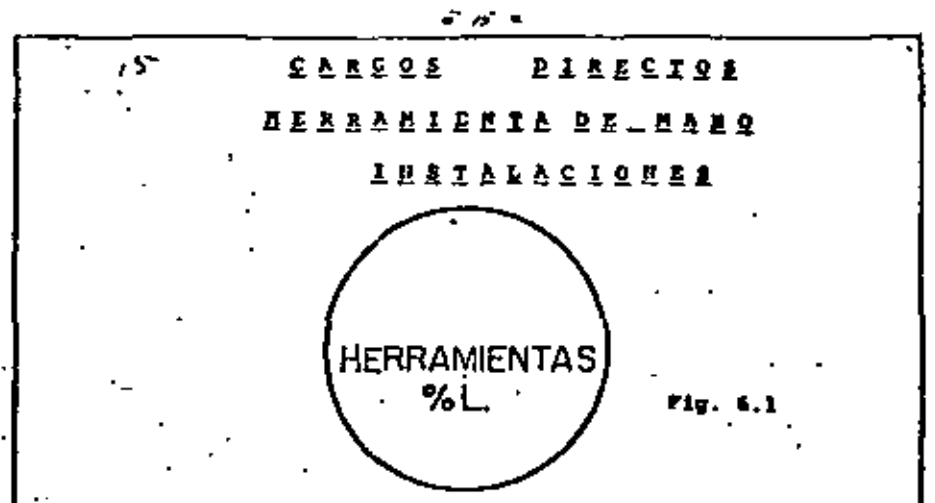


Fig. 6.1

El cargo por herramienta de mano, corresponde al consumo ó desgaste de la herramienta utilizada en la ejecución de los conceptos de obra y se determina en función de un porcentaje de la mano de obra. Dicho porcentaje se determina con estadísticas.



Fig. 7.1

El cargo por Instalaciones corresponde a las erogaciones realizadas por el Contratista para construir las instalaciones accesorias, necesarias para realizar conceptos de trabajos de finidos y no deberá incluir ninguna instalación de servicio general en la obra.

16  
PRECIO UNITARIO  
CARGOS INDIRECTOS

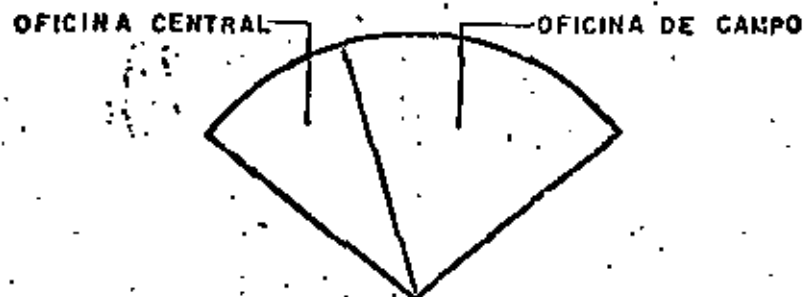


Fig. 8.1

TODOS LOS GASTOS QUE SE REALIZAN PARA LA CONSTRUCCION DE UN PROYECTO NO CONSIDERADOS EN LOS CARGOS DIRECTOS SE DENOMINARAN CARGOS INDIRECTOS COMO MUESTRA LA FIG. 8.1 SE DIVIDEN EN GASTOS DE OFICINA CENTRAL Y GASTOS DE OFICINA DE CAMPO. LAS FIG. 8.2 Y 8.3 MUESTRAN LOS DIVERSOS FACTORES QUE INTEGRAN DICHS CARGOS SIGUN LAS BASES Y NORMAS GENERALES PARA LA CONTRATACION Y EJECUCION DE OBRAS PUBLICAS. ESTOS CARGOS SE EXPRESAN COMO UN PORCENTAJE DEL COSTO DIRECTO OBTENIDO DEL RESULTADO TOTAL DE LOS CARGOS INDIRECTOS ENTRE EL TOTAL DE LOS CARGOS DIRECTOS MULTIPLICADO POR CIENTO.

$$\% \text{ DE CARGOS IND} = \frac{\text{CARGOS IND.}}{\text{CARGOS DIRECTOS}} \times 100$$

17  
CARGOS INDIRECTOS  
OFICINA CENTRAL

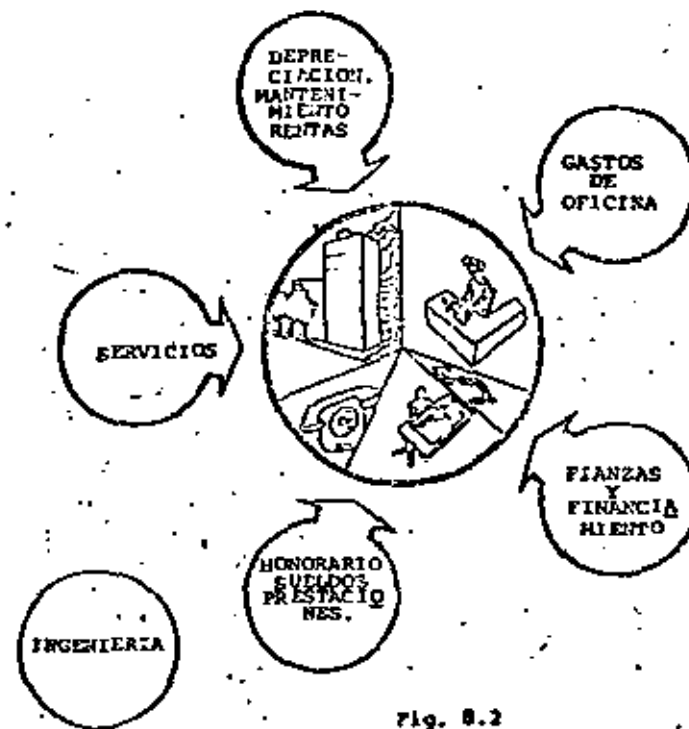


Fig. 8.2

(OPCIONAL)

Factores de influencia que determinan los cargos indirectos de Oficina Central.  
Ver Anexo 1

18

**CARGOS INDIRECTOS  
OFICINA DE CAMPO**

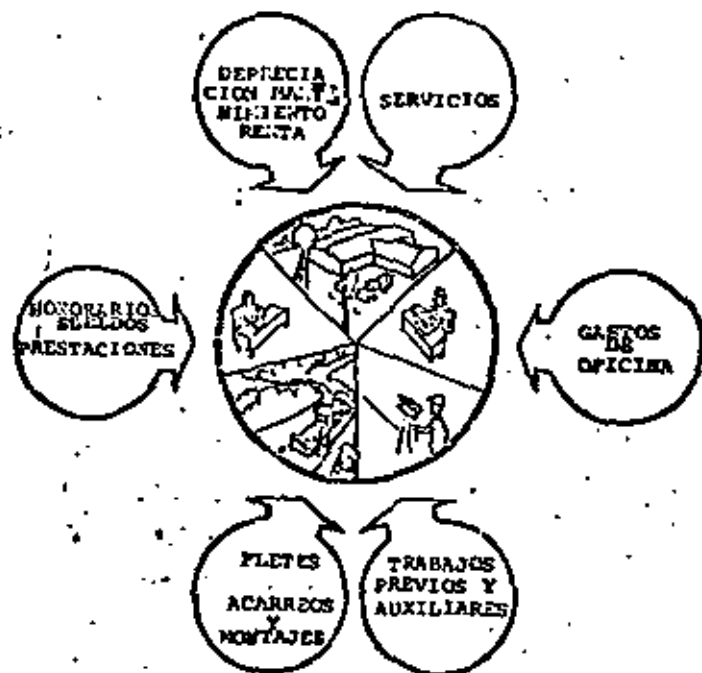


Fig. 9.3

Factores de influencia que determinan los cargos indirectos de la Oficina de Campo.  
Ver Anexo 1.

19

**ANEXO I**

**BASES Y NORMAS GENERALES PARA LA CONTRATACION Y EJECUCION DE OBRAS PUBLICAS**

9.3. A continuación se enlistan los gastos generales más frecuentes que deberán tomarse en consideración para integrar el cargo indirecto.

	Adón. central	Adón. de obras
	X De posible aplicación - No aplicable	
<b>9.3.1. Honorarios, sueldos y prestaciones.</b>		
1. Personal directivo	X	-
2. Personal técnico	X	X
3. Personal administrativo.	X	X
4. Personal en tránsito	-	X
5. Cuota patronal de Seguro Social e impuesto adicional sobre remuneraciones pagadas para ítems 1 a 4	X	-
6. Pasajes y vísticos	X	X
7. Consultores y asesoras	X	-
8. Estudios e investigaciones	X	-
<b>9.3.2. Depreciación, mantenimiento y rentas.</b>		
1. Edificios y locales	X	X
2. Camperatos	-	X
3. Talleres	-	X
4. Bodegas	-	X
5. Instalaciones generales	-	X
6. Muebles y enseres	X	X

	Admón. central	Admón. de obra
	X De posible aplicación - No aplicable	
<b>9.3.3. Servicios.</b>		
1. Depreciación o renta y operación y -- vehículos	X	X
2. Laboratorio de campo	-	X
<b>9.3.4. Fletes y acarreo.</b>		
1. De componentes	-	X
2. De equipo de construcción	-	X
3. De plantas y elementos para instalaciones	-	X
4. De mobiliario	-	X
<b>9.3.5. Gastos de oficina.</b>		
1. Papelería y útiles de escritorio	X	X
2. Correos, teléfonos, telégrafos, radio.	X	X
3. Situación de fondos	-	X
4. Copias y duplicados	X	X
5. Luz, gas y otros -- consumos	X	X
6. Gastos de concursos	X	-
<b>9.3.6. Fianzas y financiamientos.</b>		
1. Primas por fianzas	X	-
2. Intereses por financiamientos	X	-

	Admón. central	Admón. de obra
	X De posible aplicación - No aplicable	
<b>9.3.7. Trabajos previos y auxiliares.</b>		
1. Construcción y conservación de caminos de acceso	-	X
2. Montajes y desmantelamientos de -- equipo, cuando así proceda	-	X
<b>* 9.3.8. Imprevistos</b>		
Proposición de modificación en trámites	-	X

PRECIO UNITARIO  
CARGOS ADICIONALES



OTROS CARGOS

Fig. 10.1

Las Normas y Bases Generales para Contratación y Ejecución de Obras Públicas. Los define claramente como aquellos - correspondientes a las erogaciones que realiza el Contratista por estipularse expresamente en el contrato de Obra, como obligaciones adicionales y que no están comprendidas dentro de los cargos directos, ni en los indirectos, ni en la Utilidad y se expresa generalmente como un porcentaje - sobre la suma de los cargos directos, indirectos y utilidad.

PRECIO UNITARIO  
CARGOS ADICIONALES

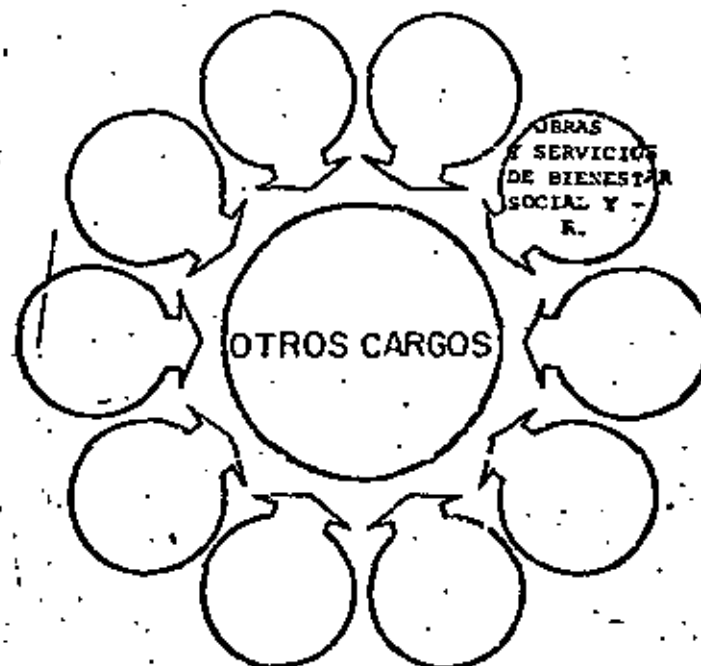


Fig. 10.2

Integración del Cargo Adicional.

CONTINGENCIAS.- Es la partida presupuestal que se calcula para cubrir los costos imprevistos, el desarrollo del proyecto, de acuerdo con la incertidumbre que se tenga en los datos básicos empleados para el cálculo del presupuesto.

ESCALACION.- Es la partida presupuestal que se calcula para cubrir las variaciones esperadas en los costos a un futuro.

Dicho de otra manera, es la diferencia entre los costos actuales y los costos que se tendrán durante la ejecución del proyecto, que no es posible precisar, pero que de acuerdo a estadísticas se espera que surgirán.

HONORARIO.- Es la remuneración económica a que toda empresa tiene derecho, al desarrollar un trabajo profesional y cuyo monto depende de los gastos originados de la propia subsistencia de la empresa y la utilidad, que de acuerdo a sus políticas, desea percibir.

3. CICLO BASICO DE UN PRESUPUESTO.

Un presupuesto entre otros muchos factores, está basado en estadísticas, registros de resultados, experiencias pasadas, todas ellas obtenidas de proyectos concluidos, realizados.

Si bien hemos de hablar de un ciclo de un presupuesto, esto es solamente en sentido figurativo, pues nunca o casi nunca un presupuesto se repite por iguales que sean las obras, ya que de una obra a otra cambiarán las condiciones; si se quiere en un mínimo, pero cambiarán. Por decir algo, supongamos las escuelas, tipo que desarrolla el comité constructor de escuelas, podrá tratarse de dos edificios exactamente iguales, pero forzosamente tendrán que estar ubicados en sitios distintos, posiblemente con únicas diferencias en: la topografía del lugar, resistencia del suelo, climatología, factores que reflejados en el presupuesto, arrojarán resultados diferentes. Es más, si a esto aunamos la diferencia en tiempo en que se inicie una obra y otra, tendremos posiblemente diferencias en precios de materiales, en tabuladores de salarios, etc. (esto también por la diferencia en sitios de construcción).

A continuación presentaremos un diagrama de secuencias para el cálculo de presupuestos de construcción.

INSTRUCTIVO PARA RECOPIACION DE DATOS PARA PRESUPUESTOS DE OBRAS FORANEAS

A.- CONCEPTOS GENERALES

1.- Elementos Básicos.-

El investigador deberá contar con los siguientes elementos, antes de salir hacia la Plaza por investigar:

- a) Conocimiento absoluto de todos los planos relativos a la obra.
- b) Estudio detallado y resumen de las especificaciones generales y complementarias.
- c) Dominio absoluto de todos los conceptos y cantidades de obra.
- d) Lista de materiales necesarios para la ejecución de la obra con cantidades lo más aproximadas posible de los mismos.
- e) Lista de conceptos de mano de obra, también con volúmenes por ejecutar de los mismos.
- f) Conocimiento de la localización precisa del sitio de la obra.
- g) Preferentemente contactos con personas de la localidad que puedan colaborar a hacer la investigación o aportar datos importantes.
- h) Conocimiento del procedimiento aproximado que se seguirá para la construcción.

2.- Investigación de Materiales.-

Deberán tomarse en cuenta los siguientes puntos, para la recopilación de cotizaciones de materiales:

- a) En caso de necesitar materiales que no existan en el mercado en cuestión averiguar de donde llegan habitualmente y si hay posibilidad de obtenerlos en otras plazas distintas a esa.

20

- b) Tratar de obtener siempre un mínimo de tres cotizaciones para cada material, con el máximo descuento que sea posible conseguir.
- c) Pensar en la posibilidad de fabricar nosotros ciertos materiales, especialmente de los provenientes de bancos - (arena, grava, tepetate, etc.), y averiguar las condiciones que influirían en su explotación y tratamiento (rentas, concesiones, permisos, etc.).
- d) Investigar siempre hasta que fecha son válidas las cotizaciones obtenidas y en que términos se sostienen los descuentos ofrecidos.

### 3.- Investigación de mano de obra.-

Para la mano de obra, el investigador deberá considerar los siguientes puntos:

- a) Si es o no operante el seguro social y hasta que punto o en que magnitud debe tenerse en cuenta.
- b) Si existe uno o varios sindicatos y en su caso investigar de que clase es o son y que tan estrictos son, pero sobre todo la magnitud de las exigencias económicas que habitualmente tienen.
- c) Obtener un tabulador de precios de mano de obra del sindicato o los sindicatos.
- d) Aclarar cual es el salario mínimo legal
- e) Anotar los salarios reales por día para todas las categorías de todas las especialidades (incluyendo carpinteros, herreros, pintores, yeseros, etc.) operantes en la Plaza.
- f) Investigar muy a fondo la disponibilidad y eficiencia de la mano de obra local y el sitio más cercano para obtenerla y cuanto cuesta (punto e). En este caso investigar costo de viáticos para operarios llevados de otra localidad
- g) Dirigirse a tres o cuatro obras en proceso de construcción y hablar con los maestros o sobrestantes, nunca con los Ingenieros o Arquitectos responsables, a menos que sean conocidos o recomendados y obtener de ellos los costos unitarios reales de mano de obra.

### 4.- Investigación de Subcontratos.-

Para este capítulo regirán básicamente los mismos puntos que en el capítulo 2.

Entendemos por subcontratos: Instalación Hidráulica y Sanitaria, Instalación Eléctrica, Herrería, Carpintería, Yesería, Pintura, etc.

Siempre es conveniente pensar en la posibilidad de ejecutar nosotros directamente uno o varios de estos trabajos, siempre y cuando los datos aportados por el investigador sean reales y ventajosos para la compañía.

### 5.- Plateros Locales.-

Es necesario conocer perfectamente la disponibilidad y costo de flotillas de camiones para hacer fletes locales o para los siguientes trabajos. Extracción de tierra, venta de tierra para rellenos, introducir arena, grava, tabique, tepetate, etc.

En caso de no haber en la localidad, buscar en lugares cercanos y averiguar en que términos trabajarían en nuestra plaza.

### B.- QUESTIONARIO

#### I - DATOS DEL LUGAR

##### 1.- Del sitio preciso de la obra:

- a) Describa las características, propias del terreno incluyendo las del subsuelo. (topografía, agua freática, capa resistente, etc.).
- b) Colindancias y límites del terreno.- Descripción.
- c) Localización respecto a la población.- Anexe un croquis de localización respecto al centro de la ciudad y donde aparezcan: Aeropuerto, estación de FF.CC. estación de Autobuses, Teléfonos, Institución Bancaria, etc.

- d) Características de los accesos al lugar de la obra y distancias de los mismos.
- e) Disponibilidad y Costo de energía eléctrica.
- f) Disponibilidad y Costo de agua y drenaje.

2.- De la ciudad investigada:

- a) Condiciones climatológicas de la localidad.- Tiempo y magnitud de lluvias, temperaturas, fenómenos meteorológicos, etc.
- b) ¿Existen laboratorios de Ingeniería?
- c) ¿Hay lugares donde hagan copias heliográficas?
- d) ¿Hay algunos otros contratistas trabajando en la región? ¿Quiénes son?  
¿Con que equipo cuentan? Si están por desocuparlo, investigar posibilidad de obtenerlo en renta.
- e) Cuanto cuestan los fletes de equipo y materiales (cemento, varilla, madera, muebles de baño, etc.) desde la Ciudad de México y desde otras Plazas importantes más cercanas. Investigar en FF.CC. y en camión.
- f) ¿Que Instituciones Bancarias hay en la localidad? ¿Cuáles son sus matrices en México?
- g) ¿Hay posibilidad o antecedentes de importación de materiales? ¿En que condiciones?
- h) ¿Que empresa (s) aérea (s) vuela (n) a la plaza investigada? ¿Con que frecuencia? ¿Con que equipo? ¿Cual es el costo de pasaje y de expresa aereo?
- i) ¿Que líneas de autobuses? ¿Cuánto cuestan pasajes y expresas?
- j) ¿Hay ferrocarril?
- k) ¿Hay posibilidad de obtener teléfono en la obra? ¿Cual es la tarifa de teléfonos?
- l) ¿Hay alguno o algunos telex en la ciudad? ¿Quién los tiene?
- m) ¿Que otras obras se encuentran en construcción actualmente en la ciudad? ¿Quién las esta haciendo?

- n) ¿Hay escuela de Ingeniería en la localidad? ¿De que clase? ¿Se pueden conseguir estudiantes para trabajar en la obra? ¿Con que horario y de que precio?
- o) Investigar en la oficina de Obras Públicas local que costo tendrían Licencias provisionales que pudiéramos necesitar (tapial, ocupación de banquetas, etc.) y obtener un ejemplar del reglamento de construcciones y Servicios Urbanos vigente en la actualidad.
- p) Investigue disponibilidad de combustibles y lubricantes.
- q) ¿Hay distribuidora de refacciones de equipo de construcción y de transporte? ¿De que magnitud? ¿De que marcas?
- r) ¿Hay talleres mecánicos? ¿De que magnitud y de que tipo?
- s) ¿Hay días festivos especiales o tradicionales de la región?

II.- MATERIALES:

Aquí deberá llevar el investigado ya elaborada una lista de materiales perfectamente especificados y con cantidades aproximadas necesarias para la obra.

Es importante no olvidar: materiales de Instalación Sanitaria, de Instalación Eléctrica, Yeso, Pintura, Herraría, Carpintería, etc.

III.- MANO DE OBRA:

Igualmente deberá llevar la lista de conceptos en que se requiere conocer el costo unitario de mano de obra operante en la localidad, con especificaciones y volúmenes de obra.

IV.- SUBCONTRATOS:

Independientemente de obtener precios de materiales y mano de obra para la elaboración de subcontratos directamente por la Compañía, el investigador deberá solicitar a personas o empresas de la localidad presupuestos de los mismos, para lo cual deberá llevar suficientes copias de planos y especificaciones, recordando que deberá obtener un mínimo de tres presupuestos por cada partida.

14



CATALOGO DE CUENTAS

V.- OBSERVACIONES PERSONALES:

Aquí deberá anotar el investigador cualquier dato que juzgue necesario y no este expresamente solicitado en los puntos anteriores.

Asimismo deberá escribir sus impresiones personales sobre fenómenos políticos, económicos, sociales, sindicales, etc. - que puedan en un momento dado afectar los costos de la obra o la intervención de nuestra compañía en una obra en la localidad investigada.

NOTAS:

- 1.- Todos los presupuestos y cotizaciones deberán venir por escrito y firmadas, con indicación de vigencia y descuentos.
- 2.- Este reporte deberá ser entregado por el investigador a más tardar 24 horas después de su regreso a México, D.F., y escrito a máquina, con todos sus anexos, catálogos, - fechado y firmado por el investigador.
- 3.- En su caso, deberá el investigador anexar constancia de su visita en el lugar de la obra emitida por quien designe la convocatoria.
- 4.- Deberá anexar al informe, una relación de los gastos efectuados durante la investigación, para compararla con el presupuesto elaborado previamente.

INTRODUCCION

Toda empresa está integrada por personas que desarrollan dentro de ella múltiples funciones y que por su calidad humana tienen diferentes mentalidades, a todas ellas se requiere unificarlas sobre la cobertura de los elementos que integran las funciones de dicha empresa, con el fin de minimizar y jerarquizar esfuerzos, para lograrlo será necesario contar con una herramienta común e indispensable para llevar una adecuada identificación de costos, ya sea en el aspecto Contabilidad, en el aspecto Presupuesto, Control presupuestal ó bien Estadística; esta herramienta se le da el nombre de "Catálogo de Cuentas".

Definición

catálogo de cuentas es un sistema simbólico generalmente numérico o alfa-numérico que permite desglosar e identificar lógicamente y uniformemente todos los conceptos que intervienen en el costo de un proyecto y/o de una empresa.

Objetivos

Debe unificar los criterios respecto al alcance de ca-

14  
57

de uno de los elementos en que se divida.

Mediante un lenguaje numérico identifica todas las operaciones que impliquen un costo, para la empresa.

Debe organizar lógicamente todos los elementos que implican un costo.

### Características

Todo Catálogo debe estar planeado en una forma tal, -  
que permita agrupar o desglosar, unir o separar los -  
conceptos que forman cada una de las partes fundamenta  
les y que forman los costos de la empresa.

Contemplan una sola forma para clasificar un concepto.  
Identificará todos los costos que se requieran para el  
buen manejo de la empresa.

Diferenciará las partes principales.

Costo Directo

Costo Indirecto      Presupuestos, controles, estadísti  
cas.

Cuentas de resultados generales

Cuentas de Orden.

Su flexibilidad será tal, que se adapte a todos los -  
proyectos y controles que se manejen en la empresa.

Estará basado en las políticas empresariales.

Todo Catálogo debe ir acompañado de un instructivo -  
que permita y facilite su comprensión y su manejo, -  
así como de un reglamento de aplicación, pues sin es  
te, el Catálogo no funcionará ni dará la información  
deseada.

### Aplicaciones

La comunicación eficiente es vital para un empresa. -  
este se facilita enormemente si los conceptos mencio  
nados en la documentación que la empresa genera, son -  
identificados por un número de cuenta.

Un Catálogo de Cuentas bien planeado, sirve como lista  
de verificación de todos los conceptos que se involu  
cran en un presupuesto, lo que evita omisiones o dupli  
cidades.

El control de costos de un proyecto, no se concibe, si  
no es fundamentado en un Catálogo de Cuentas.

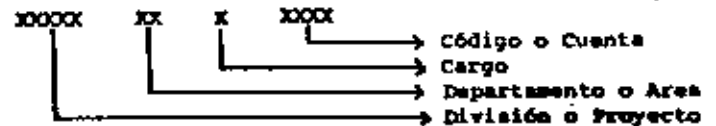
En la programación también tiene un papel preponderante, además de servir como lista de verificación, identifica los tiempos programados, con los costos correspondientes, ya sea en los presupuestos o en los resultados de costos.

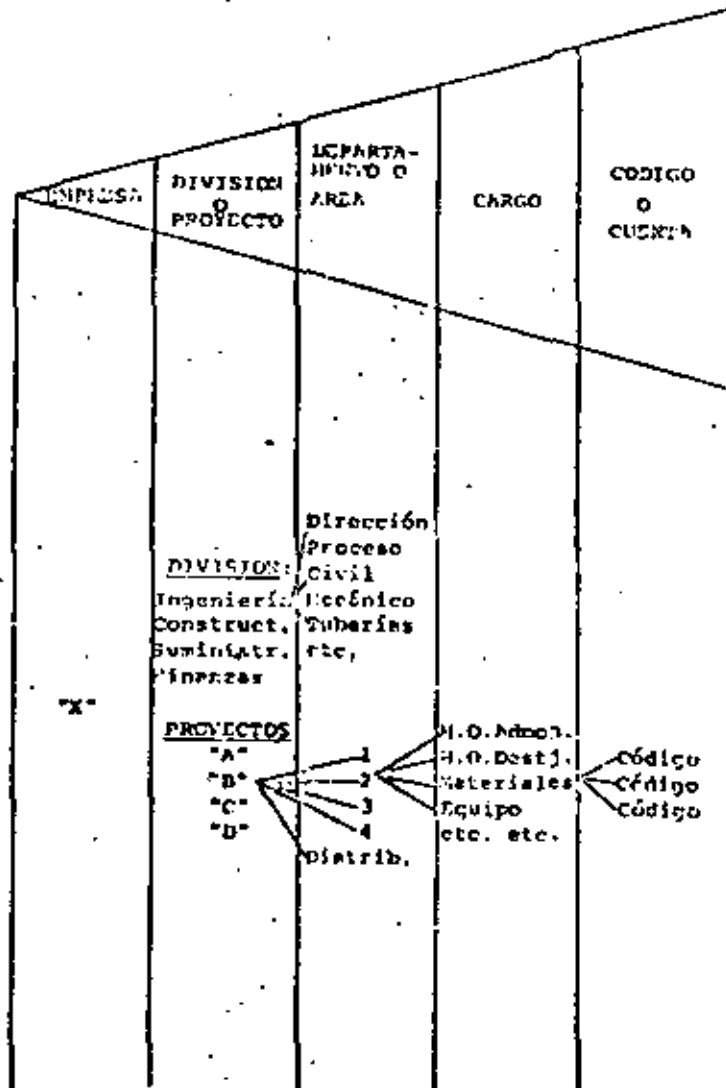
Es indiscutible su aplicación en los archivos y estadísticas que maneja la empresa.

Así mismo, es el paso esencial y básico para introducir información a las máquinas de computación.

EN RESUMEN, la idea que debe prevalecer en el estudio de un Catálogo de Cuentas, es la simplificación del mismo, sin perder de vista los objetivos básicos requeridos para su desarrollo efectivo, así como la facilidad de usarlo totalmente manual, manual con asistencia mecanizada o completamente mecanizado, en todas las etapas de un proyecto y operaciones de una empresa, es decir en la planeación, organización, desarrollo y control, anexo a ello, el registro ordenado y lógico que permita el establecimiento de estadísticas confiables, aplicables a futuras labores y proyectos de la Empresa.

Trataremos de describir y aclarar lo que puede obtenerse en forma general o detallada, siguiendo la "Teoría del Abanico" (Fig. 1), la cual permite conocer en primer lugar los Costos Totales de la empresa, en segundo lugar, los Costos Totales de cada una de las divisiones que forman la empresa o proyecto que se esté efectuando; en tercer lugar, los Costos Totales de cada uno de los departamentos que forman cada División o las Areas en que haya sido dividido un proyecto; en cuarto lugar el desglose por tipo de costo (mano de obra, material, etc.) y por último y quinto lugar los costos por código en que haya sido dividido el Area.





MEMOR. DEL AERONAVIO

Fig. No. 1

INSTRUCTIVO PARA DESARROLLAR CUBICACIONES  
OBRA CIVIL

El presente instructivo ha sido formulado para que el trabajo de cubicación se elabore bajo un mismo criterio, así mismo se establecen formas para que se lleve un determinado orden de operaciones que faciliten su revisión.

CUBICACION

En la obtención de volúmenes, superficies, longitudes, unidades y piezas de los elementos que intervienen en la construcción, generalmente ésta se elabora desglosada, según los materiales y elementos que intervienen en una construcción.

MOTIVO

Conociendo las cantidades de materiales que intervienen en la obra, podrá asignárseles el costo correspondiente, tanto por el material mismo, como por la mano de obra necesaria para la colocación de éstos en su posición definitiva.

CONSIDERACIONES BASICAS

Se deberá comenzar calculando el área del edificio por cubicar, que servirá como referencia general, dividiéndole en áreas interiores y exteriores.

Al estar efectuando la cubicación, es necesario de alguna manera ir señalando sobre el plano, los conceptos ya considerados, así como indicar los errores de diseño observados a simple vista. Para esto utilizaremos colores como sigue:

- |          |   |                           |
|----------|---|---------------------------|
| Amarillo | } | Conceptos ya considerados |
| Café     |   |                           |
| Azul     |   |                           |
| Negro    |   |                           |





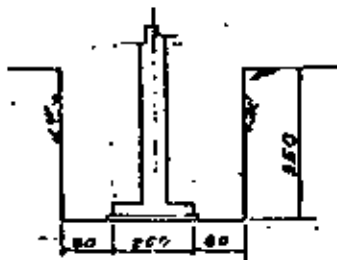


Figura 2

6) EXCAVACION PARA TUBERIA

M3

(Considerar una franja según los siguientes diámetros).

DIAMETRO mm.	ANCHO en cmg.	PROFUNDIDAD en cms.
76	3'	60
102	4	60
152	6	60
201	8	70
254	10	70
305	12	80
356	14	80
406	16	90
457	18	90
508	20	110
610	24	120
762	30	140
914	36	160

7) RELLENO PRODUCTO DE LA EXCAVACION

M3

(Indicar procedencia) c/mat. de excavación o c/mate-  
rial de banco.

El volumen total de excavación        menos el volu-  
men del concreto        igual a relleno  
(Ver Fig. 3)       



Figura 3

8) ACABADO DE MATERIAL SOBRANTE. PRODUCTO DE LA EXCAVACION. M3

El volumen total desplazado por elementos de cimentación  
       mas un X % de abundamiento.  
(Ver figura 4)



Figura 4

- 9) ATAGUIA (Indicar material, profundidad e hincado) ML. 8 P2A.
- 10) PILOTES (Indicar tipo, material, profundidad, diámetro, longitud) (Ver Fig. 5) P2A.

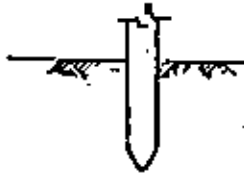


Figura 5

- 11) PALAS (Indicar tipo, material, profundidad, diámetro, longitud) (Ver Fig. 6) P2A.

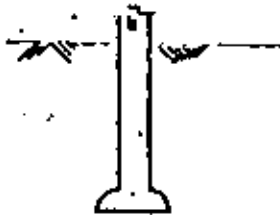


Figura 6

- 12) PLANTILLA DE CONCRETO M2
- Indicar material y espesor. A la superficie de la

sección de desplante se le sumará una franja perimetral de 10 cms. de ancho a menos que se indique otra dimensión. (Ver Fig. 7)

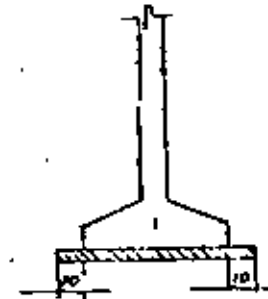


Figura 7

- 13) CIMENTACION DE MANPOSTERIA O MUROS.

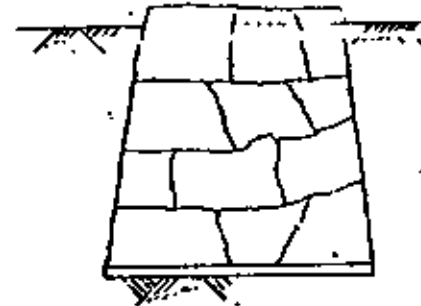


Figura 8



CONCRETO: Para ubicar este elemento en cimentación o estructura, se pueden tomar las dimensiones a ojos sin considerar desperdicio.

- 14) CONCRETO EN ZAPATAS. (Indicar resistencia y especificaciones en general) M3  
(Ver Fig. 9)

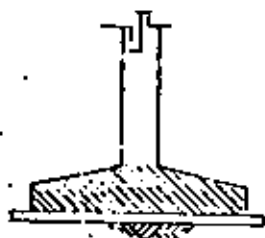


Figura 9

- 15) CONCRETO EN DADOS (Indicar resistencia) M3  
(Ver Fig. 10)

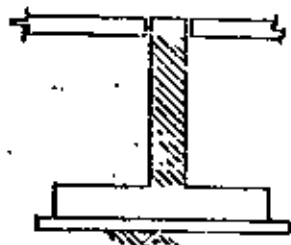


Figura 10

- 16) CONCRETO EN CONTRATRASES (Indicar resistencia) M3  
(Ver Fig. 11)

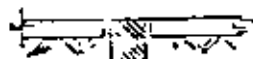


Figura 11

- 17) CONCRETO EN LOSAS DE CIMENTACION Y MUROS DE RETENCION (Indicar espesores) M3  
(Ver Fig. 12)

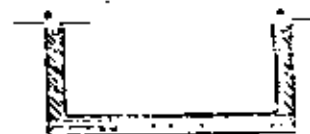


Figura 12

- 17\*) CONCRETO EN CASCARONES DE CIMENTACION (Indicar resistencia y espesor) M3  
(Ver Fig. 13)



Figura 13

18) CONCRETO EN BASES DE EQUIPO (Indicar resistencia)  
(Ver Fig. 14)

43

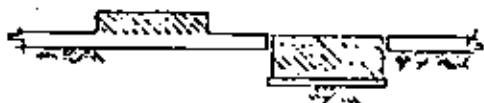


Figura 14

ACERO DE REFUERZO

Al cubicar el acero de refuerzo no se considerarán desperdicios, solamente ganchos, traslapes y escuadras.

DIAMETRO Ø	PULG.	GANCHOS PARA ESTRIBOS	GANCHOS EN CABECE- RA O IN- TERMEDIOS	TRASLAPES	ESCUA- DRAS.
2	1/4"	8	11	25	10
2.5	5/16"	10	13	25	12
3	3/8"	12	15	30	18
4	1/2"	18	19	40	24
5	5/8"	24	21	50	30
6	3/4"		30	60	35
7	7/8"		34	70	40
8	1"		46	80	50
10	1 1/4"		59	100	64
12	1 1/2"		70	120	70



Figura 15

19) ACERO DE REFUERZO: a) ZAPATAS. (Ver Fig. 16)

Kgs.



Figura 16

ESTIMACION DE OBRA

1.- TIPOS DE CONTRATOS

- 1.- Precio alzado.
- 2.- Precios unitarios.
- 3.- Administración:
  - a) Costo más porcentaje.
  - b) Costo más honorario fijo.
  - c) Máximo garantizado.
  - d) Máximo garantizado con diferencias compartidas.

Dado que en esta plática solo hablaremos acerca de los posibles procedimientos de cobro al cliente, no entraremos en detalle acerca de las características de cada tipo de contrato, o sus ventajas o desventajas.

2.- CONTRATO A PRECIO ALZADO.

En este tipo de contrato, el precio es fijo, siempre y cuando no cambie el alcance del trabajo. Los sistemas más usuales de cobro pueden resumirse como sigue:

A.- Cubicación de obra ejecutada. - En este caso, con la periodicidad que haya sido convenido en el contrato, se lleva a cabo la determinación de cantidades de obra o cubicación de los conceptos de trabajo que se hayan ejecutado hasta la fecha de corte. Aplicando los precios unitarios que se hayan fijado en el presupuesto base, al volumen de trabajo efectuado, se determina el valor del mismo.

Ya que el precio total del trabajo es fijo, deberán hacerse ajustes periódicos en los volúmenes de obra, a fin de apegarse a los volúmenes fijados en el presupuesto y por lo tanto al importe de las partidas presupuestales.

Este procedimiento es laborioso y dadas las características del contrato (precio fijo) es poco usado.

B.- Avance Físico.- En este caso, y en la misma forma que en el caso anterior, con la periodicidad convenida en el contrato, se determina el porcentaje de Avance Físico alcanzado en el trabajo a la fecha de corte y aplicando este al valor total del contrato se determina el valor del trabajo ejecutado.

Consideramos que este es el procedimiento más adecuado de cobro en los contratos a precio alzado y - dado que en nuestro medio cada día es más popular - este tipo de contrato, vamos a explicar más adelante, con todo detalle, el procedimiento para determinar el Avance Físico de los Proyectos.

### 3.- CONTRATOS A PRECIOS UNITARIOS.

En este tipo de contrato, el valor de los trabajos ejecutados durante el período convenido en el contrato, se cuantifica aplicando los precios unitarios establecidos, a las cantidades de obra ejecutadas en el período.

Es muy importante conocer con todo detalle el alcance de los trabajos incluidos en cada precio unitario, ya que - es frecuente, que durante el desarrollo de la obra, cambien las condiciones que sirvieron de base para la elaboración del precio unitario y por lo tanto, en muchos casos se haga necesario negociar con el cliente un nuevo precio.

Los procedimientos para llevar a cabo una cubicación, en una forma ordenada, que nos garantice que no haya omisiones o duplicaciones.

### 4.- CONTRATO POR ADMINISTRACION.

En general, podemos decir que, en este tipo de contrato es relativamente sencillo. De acuerdo a los procedimientos que se convengan se presentará al cliente una relación de los gastos efectuados en un determinado período de tiempo, debidamente soportados, los cuales son reembolsados o pagados por el cliente. De acuerdo con la alternativa del tipo de contrato que se haya seleccionado se procederá en la siguiente forma;

A.- Costo más porcentaje.- A los gastos totales del período se les aplicará el porcentaje convenido de honorarios, determinando de este modo el valor del cobro al cliente.

B.- Costo más honorario fijo.- En este caso, de acuerdo al procedimiento que se fije, generalmente en función de un determinado calendario de pagos, se procede al cobro de los honorarios.

C.- Máximo garantizado.- En este caso se procederá de acuerdo a cualquiera de los procedimientos fijados - en los puntos A y B, con la diferencia de que, generalmente, se forma un fondo de garantía importante, que garantice al cliente la recuperación, en su caso, del dinero gastado en exceso al valor máximo garantizado del trabajo. Este tipo de contrato es poco usado y desde luego no es recomendable ya que para el Contratista, reúne todos los peligros de un contrato a precio alzado y los inconvenientes de un contrato por administración.

D.- Máximo garantizado con diferencias compartidas.- Este tipo de contrato no tiene un uso muy extendido en nuestro medio, aunque se reúnen en él las ventajas de los contratos a precio alzado y por administración.

En este caso se establece un costo estimado con un margen de variación fijo (por ejemplo, 50 millones - más 10%). Si al terminar el trabajo, el costo real del mismo resulta inferior al límite mínimo del estimado (en nuestro ejemplo inferior a 50 millones - 10% de 50 millones, es decir, inferior a \$45 millones), la diferencia entre el costo real y el límite inferior del estimado se reparte entre el cliente y el contratista, en la proporción que se estipule en el contrato.

Del mismo modo, si el costo real resulta superior al límite máximo del estimado (en el ejemplo, superior a \$55 millones), el exceso con respecto al límite máximo del estimado, lo cubren el contratista y el cliente en la proporción que estipule el contrato.

25

5.- ALTERACIONES.

Se dice que nunca se construye lo que se presupuesta. Creemos que ésta es una afirmación completamente acertada, ya que durante el transcurso de la construcción siempre se presentan cambios en el alcance del trabajo, en las especificaciones, etc., que justifican, desde el punto de vista del Contratista, una razón para efectuar un cambio en el precio convenido por un determinado trabajo. Es sumamente importante llevar un adecuado sistema de control de todos los cambios que se efectúen durante el trabajo y su efecto tanto en el costo total del proyecto -- como en el tiempo de ejecución. Lo anterior puede determinar la diferencia entre obtener una utilidad legítima o perder dinero, entre quedar bien con el cliente o dejarle una mala impresión.

DETERMINACION DEL AVANCE FISICO EN CONSTRUCCION INDUSTRIAL.

1.0 DEFINICION.-

Se entiende como Avance Fisico el avance real, objetivo, calculado por medios empiricos de la relación entre el volumen de obra ejecutada, en un momento dado y el volumen de obra total.

El Avance Fisico no se relaciona con los precios, costos y otros parámetros, sino únicamente con volúmenes o cantidades de obra y se da en porcentajes relativos. El 100% del Avance Fisico se tiene sólo cuando el Proyecto se ha terminado y es recibido por el Cliente.

2.0 OBJETO.-

El objeto de determinar el Avance Fisico en un momento dado, es el de dar un parámetro de referencia para la verificación de los estados económicos de un Proyecto y permitir proyectar su costo final o para efectos de cobro.

3.0 NOMENCLATURA.-

Para el cálculo del Avance Fisico en un Proyecto, y debido a la gran cantidad de conceptos distintos que intervienen en él, es necesario seguir una serie de pasos intermedios que hemos denominado en la siguiente forma:

Calificación

Valor como Unidad

Avance Global

La definición de cada uno de estos conceptos es:

3.1 Calificación es el porcentaje que representa cada área, cuenta, sub-cuenta o cualquier concepto con relación al total del Proyecto. La suma de las "Calificaciones" de cada área en que haya sido dividido el Proyecto será de 100% y representa el total del mismo.

Para facilidad de cálculo, tal como se verá más adelante, cada área se considerará como una unidad compuesta de un grupo de cuentas, es decir, que la suma de las "Calificaciones" de las cuentas de un área será de 100%. El mismo criterio se sigue con la "Calificación" de cada una de las sub-cuentas - que forman una cuenta.

3.2 Valor como Unidad es el porcentaje de "Avance Físico" que se ha alcanzado en cada área, cuenta o sub-cuenta, considerando a ésta como una unidad. Es decir, que en cuanto ha sido terminado el trabajo que se encuentra incluido en cada una de ellas, se alcanza el 100%.

3.3 Avance Global, representa el Avance Físico de un Proyecto en un momento dado con respecto al total del mismo. La suma de esta columna será 100% para el caso del avance global de las Áreas en que ha sido dividido el Proyecto, cuando el Proyecto ha sido terminado y recibido por el Cliente. El mismo criterio se sigue para el caso de las cuentas en que se ha dividido cada área y para las sub-cuentas en que ha sido dividida cada cuenta.

4.0 CALCULO DE LA CALIFICACION.-

El Avance Físico debe representar siempre el avance real y objetivo del Proyecto, en el lugar de su ejecución. Por lo tanto, tomaremos como punto de referencia para calcular las "Calificaciones", la obra de mano, que de acuerdo al Estimado, se requiere para ejecutar un determinado trabajo en el Campo.

Ahora bien, tenemos obra de mano en los trabajos que ejecutamos directamente así como en los trabajos que se encarguen a sub-contratistas, por lo que haremos las siguientes consideraciones:

- 4.1 Únicamente la obra de mano correspondiente a conceptos de "Costo Directo" produce avance físico, por lo que sólo ésta se tomará en cuenta.
- 4.2 Los Sub-Contratos requieren también de obra de mano, la que generalmente es difícil de calcular. Por experiencia se considera que, en promedio, el 25% del valor de un sub-contrato, es la obra de mano necesaria para su ejecución, por lo que este valor será -

e) que consideraremos en el cálculo de las "calificaciones", desde luego, debé aclararse que sólo los sub-contratos en que se ejecuten trabajos incluidos dentro del "Costo Directo" de un Proyecto, serán tomados en cuenta.

4.3 En la Figura 1 incluimos un ejemplo del cálculo - de las "calificaciones" de las áreas que forman un proyecto cualquiera. Para el cálculo seguimos los siguientes pasos:

4.3.1. Del Estimado Actual tomamos la información correspondiente a:

- a) Número de Área
- b) Valor de la obra de mano y de los sub-contratos correspondientes a cada uno de las áreas.

4.3.2. Para obtener las cifras que aparecen en el grupo de columnas titulado "Cifras de Cálculo", procederemos en la siguiente forma:

- a) Obra de Mano.- Se escribe el mismo valor que tenemos para este concepto en el Presupuesto Actual.
- b) Sub-Contratos.- Se calcula el 25% del valor de los sub-contratos que se encuentran en cada área, escribiendo el valor obtenido en esta columna.
- c) Total.- Aquí se anotará el resultado de sumar las dos columnas anteriores. Este valor servirá para calcular la calificación de cada área.

4.3.3. Para obtener las cifras que aparecen - en el grupo de columnas tituladas "calificación", se procederá en la siguiente forma:

- a) Obra de Mano.- Se divide el valor de la obra de mano en el área que se está "calificando" por la suma total de la obra de mano más el 25% del valor de los sub-contratos y multiplicando el resultado por 100.

21

Ejemplo: Utilizaremos el Area 42.

$$\text{Calificación O. de M.} = \frac{218,441}{2,307,213} \times 100 = 10.3\%$$

Lo anterior quiere decir que los trabajos que se ejecutarán directamente por el Contratista en el Area representan el 10.3% del trabajo total a realizar hasta la terminación del Proyecto.

- b) Sub-Contratos.- Se calculan en igual forma que en el caso de la Obra de Mano.
- c) Total.- Es la suma de las dos columnas anteriores y representa la "calificación" de cada Area en relación al Proyecto completo. La suma de esta columna será siempre 100%.

Cuando se esté utilizando el Sistema Mecanizado, la computadora calculará estas "calificaciones".

El valor de las "calificaciones" se verá afectado cada vez que se modifique el estimado actual en función de alteraciones que hayan sido aprobadas por el Cliente.

- 4.4 En la Figura 2 podremos ver el cálculo de las "calificaciones" correspondientes a las cuentas que forman un Area y en la Figura 3 el mismo cálculo para las sub-cuentas que forman otra cuenta cualquiera. El procedimiento de cálculo es idéntico al explicado anteriormente para el caso de las "calificaciones de las Areas".



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

NUEVO REGIMEN FISCAL

C.P. DANIEL JIMENEZ Z.

1982.

CONSTRUCTORAS

REGIMEN FISCAL PARA 1982

I - INTRODUCCION  
 II - REGIMEN DE FASES ESPECIALES 1981

1. Antecedentes
2. Requisitos
  - a) Sujetos
  - b) Construcción de obras
  - c) Mínimo de ingresos
3. Base gravable y tasa
  - a) Base especial
    - Ingresos por ejecución y supervisión de obras
    - Ingresos por venta de materiales
    - Ingresos por arrendamiento de equipo
    - Ingresos por financiamiento
  - b) Régimen general de ley
    - Ingresos por dividendos, asistencia técnica y regalías provenientes del extranjero
    - Ingresos por rendimientos de valores de renta fija
4. Fondo de Garantía
5. Deducciones
  - a) Por costo
  - b) Por gastos
  - c) Por deducción adicional
6. Pago del Impuesto
  - a) Anual
  - b) Provisional

III - REGIMEN GENERAL DE LEY 1981

1. Ingresos
2. Fondo de Garantía
3. Deducciones
  - a) Por costos
  - b) Por gastos
  - c) Por deducción adicional
4. Pago del Impuesto
  - a) Anual
  - b) Provisional



- A. Régimen General de Ley
- B. Régimen de Transición

- 1. Requisitos
- 2. Sujetos
- 3. Construcción de obras
- 4. Base gravable
- 5. Efectos de modificación

a) Ingresos

Por obra ejecutada

- hasta el 31 de diciembre de 1981
- a partir del 1º de enero de 1982

Por otros conceptos (excepciones del punto 2 del Art. 19 trans.)

- en efectivo
- en bienes
- en servicios
- en crédito

b) Deducciones

Requisitos generales

Inversiones

Inventarios

Costo de obras en proceso

Costos y gastos de 1982

Documentación sin requisitos fiscales (4%)

Documentación elaborable (30%)

No deducibles

6. Pago del impuesto.

IMPUESTO AL VALOR AGREGADO

- - -

ANTECEDENTES

Año	Artículo	Carácter	Tasa	Observaciones
1967	Art. 6º Trans. del 26-XII-67	Obligatorio	1.5	Obligatorio
1968	Art. 6º Trans.	Obligatorio	2.0	
1969		Obligatorio	2.0	
1970		Obligatorio	2.0	
1971		Obligatorio	2.0	
1972		Obligatorio	2.0	
1973	Art. 13º Trans.	Opcional	2.5	Opcional
1974		Opcional	2.5	
1975	Art. 9º Trans.	Opcional	3.0	
1976		Opcional	3.0	
1977		Opcional	3.0	
1978		Opcional	3.0	
1979	Art. 7º Trans.	Opcional	3.75	
1980		Opcional	3.75	
1981		Opcional	3.75	
1982	Art. 18º Trans.	Obligatorio		BASES ESPECIALES A TRATAR

INTRODUCCION

RECONOCIMIENTO DEL INGRESO

- 1. Contratos de obra celebrados con la federación, estados y municipios
- 2. Otros contratos de obra
- 3. Ingresos provenientes de otros conceptos

PAGO DEL IMPUESTO

REQUISITOS

SUJETOS:

Personas físicas o morales que se dediquen a la ejecución total o parcial de las obras de construcción siguientes y que obtengan ingresos en las proporciones indicadas.

CONSTRUCCION DE OBRAS:

Cimentaciones y estructuras

Casas y edificios

Terracerías y terraplenes

Plantas industriales y eléctricas

Bodegas

Carreteras, puentes y caminos

Vías ferreas

Presas y canales

Gasoductos, oleoductos y acueductos

Perforación de pozos

Obras viales de urbanización, drenaje y desmante

Puertos, aeropuertos y similares

PROPORCION DE INGRESOS:

80% proveniente de contratación de obras

20% por otros conceptos excepto enajenación de materiales

BASE GRAVABLE Y TASA

1.75%

INGRESOS TOTALES COBRADOS durante el ejercicio por concepto de:

- Ejecución de obras incluyendo mano de obra y materiales
- Otros conceptos tales como:
  - Honorarios por supervisión
  - Venta de materiales
  - Arrendamiento de equipo
  - Financiamiento de obras
- No
  - Ingresos provenientes del extranjero por concepto de:
    - Utilidades o dividendos
    - Asistencias técnica
    - Regalías
    - Rendimientos de valores de renta fija

Es aplicable a personas físicas excluyéndose la obligación de declarar los ingresos obtenidos por estos conceptos sujetos a B.E.T./ con otros ingresos por trabajo, intereses, etc.



<u>INGRESOS</u>	<u>CONTABLE</u>	<u>INGRESO NO GRAVADO</u>	
		<u>FISCAL</u>	
ESTIMACIONES Y PAP-ESTIMACIONES PRESENTADAS POR AVANCES DE OBRA DEL EJERCICIO	\$ 1,320	--	\$ 1,320
ESTIMACION INTERNA DE AVANCES DE OBRA, AL CIERRE DEL EJERCICIO	850	850	--
ESTIMACIONES Y FONDOS DE GARANTIA DE OBRAS EJECUTADAS EN EJERCICIOS ANTERIORES	--	250	--
FINANCIAMIENTO DE ESTIMACIONES	45	--	45
ANTICIPOS SOBRE CONTRATOS	--	( 180)	180
VENTA DE EQUIPOS, CHATARRA Y MATERIALES SOBREPANTES	105	--	105
INTERESES POR INVERSIONES BANCARIAS	0	--	0
DIVIDENDOS DE EMPRESAS MEXICANAS	5	5	--
	<u>2,333</u>	<u>925</u>	<u>1,408</u>
<b>COSTOS Y GASTOS TOTALES</b>	<u>2,033</u>	<u>833</u>	<u>2,200</u>
<b>UTILIDAD</b>	300	92	208
I.S.R. 424	87		87
P.T.U. 84	<u>16</u>		<u>16</u>
	<u>\$ 207</u>		<u>\$ 105</u>

DEDUCIBLES

MATERIALES  
 MANO DE OBRA  
 PRESTACIONES  
 FLETES  
 SUBCONTRATOS  
 DESTAJISTAS  
 INTERESES BANCARIOS  
 RENTAS  
 DEPRECIACIONES  
 FIANZAS  
 HONORARIOS  
 REGALIAS  
 ETC.

NO DEDUCIBLES

IMSS/OBRERO  
 GASTOS DE REPRESENTACION  
 HONORARIOS QUE SEAN SUELDOS  
 GASTOS SIN COMPROBANTES  
 GASTOS C/COMPROBANTES SIN REQUISITOS  
 RECARGOS Y MULTAS  
 PAGOS SIN RETENCION DE IMPUESTOS  
 GASTOS SIN IVA TRASLADADO  
 ETC.



REQUERIMIENTOS DE LA  
ELIMINACION DEL  
REGIMEN ESPECIAL  
DE TRIBUTACION

NORMAS QUE  
AMORTIGUEN  
LOS IMPACTOS  
ECONOMICOS

EVITAR COSTOS  
ADICIONALES  
DE  
OPERACION

LA DECISION  
HACENDARIA  
NO DEBER A  
INHIBIR  
LOS BENEFICIOS  
QUE SE  
PERSIGUEN

CONTRIBUYENTES QUE  
HAYAN OPTADO POR  
LAS BASES ESPECIALES  
DE TRIBUTACION  
EN EL EJERCICIO  
ANTERIOR

DE LOS  
INGRESOS TOTALES (1)  
- EFECTUARAN -  
LAS  
(2) DEDUCCIONES  
AUTORIZADAS  
S/G LEY I.S.R.  
"RESULTADO OBTENIDO"

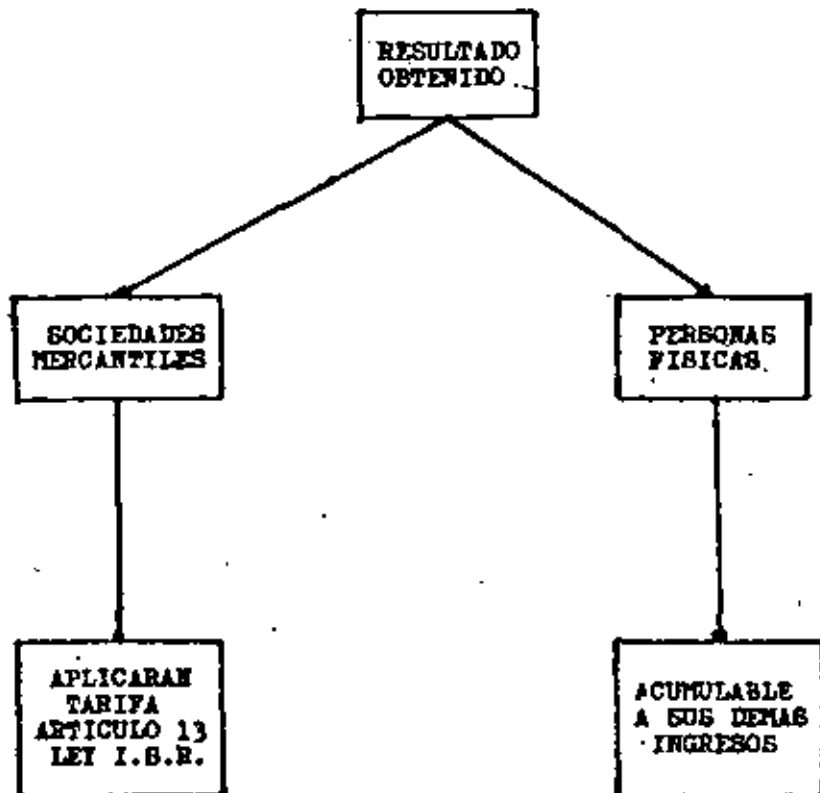
(1) EFECTIVAMENTE  
PERCIBIDOS

(2) COMPROBANTES  
PODRAN REUNIR CONDICIONES  
Y REQUISITOS QUE  
PARA DETERMINADOS  
PORCIENTOS DE DEDUCCIONES  
O MONTOS DE ESTAS SEÑALE  
S.H.C.P.

INDEPENDIENTEMENTE  
PODRA DEDUCIRSE UN 4%  
DE LOS INGRESOS TOTALES  
(PERCIBIDOS) POR EROGACIONES  
CON DOCUMENTACION COMPROBATORIA  
QUE NO REUNA REQUISITOS FISCALES

COMENTARIOS GENERALES SOBRE LAS CONSECUENCIAS  
DE LAS MODIFICACIONES AL REGIMEN DE BASES ESPE-  
CIALES DE TRIBUTACION DE LAS EMPRESAS CONSTRUCTORA

PUNTO DE VISTA FISCAL



1. SE MANTIENE EL GRAVAMEN SOBRE LOS INGRESOS EFECTIVAMENTE COBRADOS.
2. SE ESTABLECE COMO REGIMEN OBLIGATORIO PARA QUIENES HAYAN TRIBUTADO CON BET DURANTE 1981.
3. NO DISTINGUE EL TIPO, ORIGEN O NATURALEZA DE LOS INGRESOS, EN CONSECUENCIA SE ELIMINA.
  - EL REQUISITO DE TENER COMO MINIMO EL 50% DE LOS INGRESOS POR LA REALIZACION DE OBRAS.
  - LA APLICACION DEL REGIMEN GENERAL DE LEY A CIERTOS INGRESOS.
  - EL REQUISITO DE QUE LOS INGRESOS SEAN PROVENIENTES DE CONSTRUCCION DE OBRAS.
  - LA OBLIGACION DE RETENCION DEL 3.75%.
4. LA TRIBUTACION BAJO LAS BASES ESPECIALES DE 1982 IMPIDEN A LAS PERSONAS FISICAS UTILIZAR EL REGIMEN DE CAUSANTES MENORES.

INGRESOS QUE  
SE OBTENGAN EN 1982  
QUE CORRESPONDAN  
A OBRAS EJECUTADAS  
EN 1981

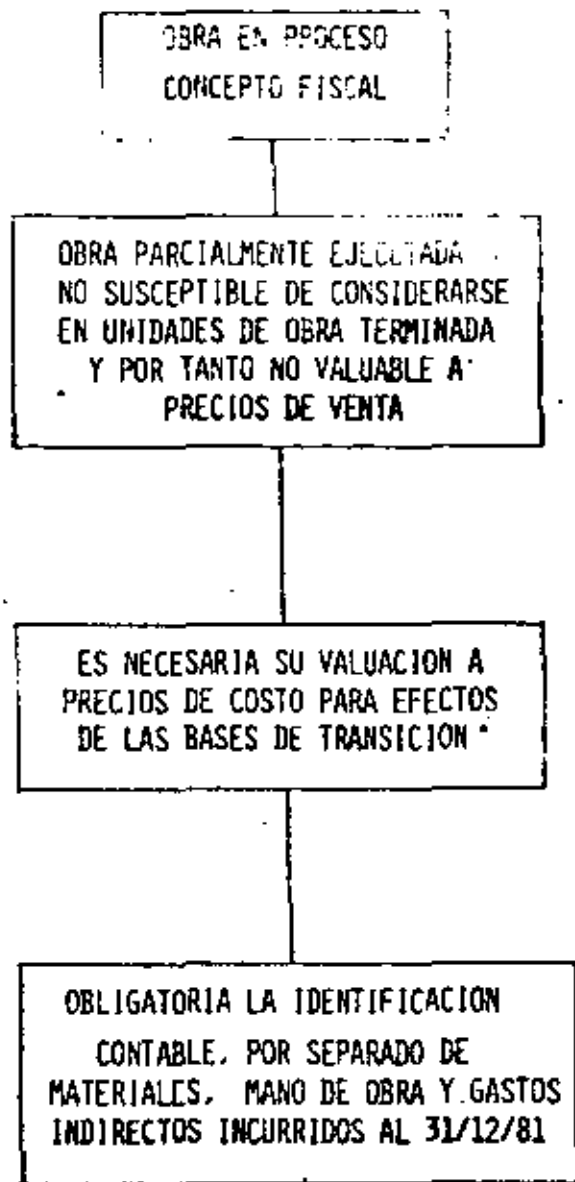
SE SUJETARAN AL  
REGIMEN DE TRIBUTACION  
DE 1981

INGRESOS QUE SE OBTENGAN  
EN 1982, QUE CORRESPONDAN  
A OBRAS EJECUTADAS EN 1982

PAGARAN EL IMPUESTO  
SOBRE LA UTILIDAD :  
QUE GENEREN

: DIFERENCIA ENTRE LOS INGRESOS ACUMULABLES CONFORME  
A BASES DE TRANSICION, MENOS LAS DEDUCCIONES AUTO-  
RIZADAS





TRATAMIENTO  
A OTROS  
INGRESOS

SEGUN ART. 18  
TRANSITORIO DE 1981.  
APLICABLE A 1982

SEGUN  
REGLAS  
DEL 18/11/81

INGRESOS ACUMULABLES

INGRESOS  
EFECTIVAMENTE PERCIBIDOS  
EFECTIVO  
BIENES  
SERVICIOS  
- - -

INGRESOS ACUMULABLES

INGRESOS PERCIBIDOS  
EFECTIVO  
BIENES  
SERVICIOS  
CREDITO

NOTA. SI EL COBRO PROVIENE DE OPERACIONES (DISTINTAS DE EJECUCION DE OBRAS) REALIZADAS EN 1981, SE CONVERTIRA EN ACUMULABLE.

\* OBRA EJECUTADA SIN CONTRATOS

REQUISITOS  
GENERALES  
DE LAS  
DEDUCCIONES

- Estrictamente indispensables para los fines del negocio
- Comprobación con documentación que reúna requisitos fiscales - R.F.C.
- Registro contable
- Retención y entero de impuestos a cargos de terceros
- Comprobantes con IVA trasladado
- Pagos a personas físicas a más tardar fecha de presentación de la declaración
- Requisitos particulares, se reúnan a más tardar fecha de presentación de la declaración
- Pasivos que originen gastos, que sean "exigibles y definidos" en cuanto a beneficiario e importe

DEDUCCION  
DE  
INVERSIONES

DOCUMENTACION COMPROBATORIA CON REQUISITOS FISCALES  
REGISTRO CONTABLE

DEPRECIACION HASTA POR SALDOS POR REDIMIR

DETERMINANDOSE ESTA APLICANDO A SU COSTO ORIGINAL LOS PORCIENTOS MAXIMOS AUTORIZADOS POR LA LEY Y SOLO POR LOS EJERCICIOS QUE FALTEN PARA REDIMIR SALDOS

SALDOS POR REDIMIR = MONTO ORIGINAL - DEPREC. ACUMULADA

DEP. ACUM. = MONTO ORIGINAL x %s MAXIMOS AUTORIZADOS POR LA LEY POR CADA EJERCICIO, A PARTIR DEL INICIO DE LA UTILIZACION O DEL SIGUIENTE.

DEDUCCION  
DE  
INVENTARIOS

DOCUMENTACION COMPROBATORIA

REGISTRO CONTABLE

UTILIZAR METODO DE VALUACION AUTORIZADO POR LEY

VALUAR LOS INVENTARIOS AL 31-12-81 AL PRECIO DE  
LAS ULTIMAS COMPRAS

SE RECOMIENDA ADOPTAR UEPS EN 1982

DEDUCCION DEL  
COSTO DE OBRAS EN  
PROCESO AL 31-12-81

DOCUMENTACION COMPROBATORIA

REGISTRO CONTABLE POR SEPARADO DE:

MATERIALES

MANO DE OBRA

GASTOS INDIRECTOS

PRACTICAR INVENTARIO AL 31-12-81 VALUANDOLO  
Y CONSIGNANDOLO A PRECIO DE COSTO

DEDUCCIONES DE  
COSTOS Y GASTOS EN 1982

EROGACIONES  
NO DEDUCIBLES

QUE REUNAN REQUISITOS DE LEY  
Y REGLAMENTO Y DOCUMENTACION  
FISCALMENTE CORRECTA

100% DEDUCIBLES

QUE REUNAN REQUISITOS DE LEY  
Y REGLAMENTO Y SU DOCUMENTA-  
CION COMPROBATORIA CAREZCA  
DE REQUISITOS FISCALES

S/BG

HASTA 4% s/INGRESOS EFECTI-  
VAMENTE PERCIBIDOS POR OBRA

S/LEY

HASTA 4% s/INGRESOS TOTALES

QUE REUNAN REQUISITOS DE LEY Y  
REGLAMENTO Y SU DOCUMENTACION  
SEA ELABORADA POR LA CONSTRUC-  
TORA SEÑALANDO CIERTOS REQUI-  
SITOS

HASTA 30% s/EROGACIONES  
TOTALES

QUE NO REUNAN REQUISITOS DE LEY  
NI DE REGLAMENTO Y TENGAN O NO  
DOCUMENTACION CON REQUISITOS -  
FISCALES

NO DEDUCIBLES

- EROGACIONES VINCULADAS CON INGRESOS GRAVADOS AL 3.75 %
- PERDIDAS CONTABLES OCURRIDAS ANTES 1/1/82
- RESERVAS CREADAS ANTES 1/1/82
- INTERESES DERIVADOS DE PRESTAMOS CONTRATADOS DURANTE 1981 QUE NO SE RELACIONEN CON ADQUISICION DE EQUIPOS DEPRECIABLES DURANTE 1982
- INTERESES DERIVADOS DE PRESTAMOS CONTRATADOS DURANTE 1982 QUE SE DESTINEN A CUBRIR PASIVOS CONTRAIDOS AL 31 DE DICIEMBRE DE 1981 RELACIONADOS CON OBRAS EJECUTADAS A ESA FECHA.

PAGO DEL IMPUESTO

INGRESOS  
PERCIBIDOS  
POR OBRAS  
DE 1981

INGRESOS  
OBTENIDOS  
POR OPERACIONES  
DE 1982

INGRESOS POR ESTIMACIONES	500	720
INGRESOS POR VENTA DE MATERIALES Y OTROS	-	26
RECUPERACION DE FONDOS DE GARANTIA	40	-
AJUSTES EN PRECIOS UNITARIOS DE OBRAS	80	25
CANCELACION DE ESTIMACIONES	( 20)	( 5)
COSTOS Y GASTOS 1982	-	620
	<u>500</u>	<u>146</u>

CALCULO DEL IMPUESTO

3.75 %

\$ 22.5

42 %

\$ 61.3

IMPUESTO TOTAL

\$ 83.8

PAGOS PROVISIONALES  
S/G LEY

3.75%

DE INGRESOS EFECTIVA-  
MENTE PERCIBIDOS EN  
1982

DECLARACIONES

DIA 15 O EL SIGUIENTE HABIL  
SI AQUEL NO LO ES DE LOS ME  
SES MAYO Y SEPTIEMBRE DE -  
1982 Y ENERO DE 1983

PAGOS PROVISIONALES  
S/BASES GENERALES

OR INGRESOS PROVENIENTES DE  
OBRAS EJECUTADAS HASTA EL -  
1-12-81

EL CLIENTE RETIENE EL 3.75%  
DEL PAGO REALIZADO

POR INGRESOS DE OPERACIONES  
CELEBRADAS EN 1982

DECLARACION CUATRIMESTRAL POR  
EL 3.00% DE LOS INGRESOS ACU-  
MULABLES (INGRESOS EFECTIVOS  
POR OBRA Y EFECTIVOS Y DEVEN-  
GADOS POR OTROS CONCEPTOS)

OPCION

APLICAR EL PROCEDIMIENTO DE  
LEY ART. 12

1. SE SUGIERE OBTENER UNA AUTORIZACION SHCF PARA ADOPTAR EL REGIMEN GENERAL SI POR EL EJERCICIO ANTERIOR SE ES TUVIERA UTILIZANDO EL BET/81 LO CUAL SE RESPONDE DEL PARRAFO INTRODUCTORIO DE LAS MODALIDADES DEL REGIMEN DE CONSTRUCTORA PARA 1982
2. NORMALMENTE LOS INGRESOS PENDIENTES DE COBRO AL CIERRE DEL EJERCICIO YA FUERON INGRESOS CONTABLES PERO NO FISCALES. AL REALIZAR SU COBRO SE PAGARIA EL 3.75% UNICAMENTE O LA TASA EN EL AÑO EN QUE SE HAYA EJECUTADO LA OBRA, Y MIENTRAS PERMANEZCAN ESTE TIPO DE INGRESOS FISCALES SE TRIBUTARIA EN DOS REGIMENES.
3. LAS DEDUCTIVAS DE INGRESOS POR AJUSTES DADOS POR FALTA DE CALIDAD SIMPLEMENTE REDUCEN EL INGRESO FISCAL A QUE SE REFIERE EL PUNTO ANTERIOR.  
  
SI LOS AJUSTES GRAVITAN SOBRE PAGOS PREVIAMENTE EFECTUADOS Y EL DESCUENTO SE EFECTUA VS: PAGOS DE OTRAS OBRAS EJECUTADAS EN 82, EN PRIMER LUGAR HABRIA INGRESOS EN 1982 POR LAS OBRAS EJECUTADAS EN 1982 Y PROCEDERIA SU ACUMULACION  
  
AHORA BIEN EL RECONOCIMIENTO DEL AJUSTE, PROVOCARIA UNA DISMINUCION DEL INGRESO FISCAL DE EJERCICIOS ANTERIORES, LUEGO ENTONCES PROCEDERIA SOLICITAR LA DEVOLUCION DEL ISR PAGADO EN DEMASIA MEDIANTE LA PRESENTACION DE UNA O VARIAS DECLARACIONES.
4. EN CUANTO A LOS ANTICIPOS (AL PRECIO DE LA OBRA) RECIBIDOS DURANTE 1981, CORRESPONDIENTES A OBRAS POR EJECUTAR A PARTIR DEL 19/ENERO/82, S/G BET/81 DEBE RETENERSE EL 3.75% POR LO QUE FISCALMENTE REPRESENTAN PA-

GOS PARCIALES A CUENTA DEL PRECIO TOTAL DE LA OBRA.

ESTOS PAGOS FORMARIAN PARTE DE LOS INGRESOS DECLARADOS POR 1981 O REGIMEN ESPECIAL SIN EMBARGO, EL COSTO NO HABRIA SIDO INCURRIDO. CONTABLEMENTE OPERARIA COMO UN PASIVO EN TANTO NO SE INCURRA EN LOS COSTOS DE OBRA, Y SE GENEREN LOS AVANCES DE LA MISMA.

SE ESTIMA QUE EL COSTO DE OBRA PROPORCIONAL (INCURRIDO EN 1982) DEBERIA FISCALMENTE IDENTIFICARSE CON EL MONTO DE LOS ANTICIPOS RECIBIDOS EN 1981 Y NO AFECTAR RESULTADOS DE 1982 PARA FINES DEL REGIMEN GENERAL ADOPTADO A PARTIR DEL 1º DE ENERO DE 1982.

5. EN MATERIA DE DEDUCCIONES SE PRESENTAN DIVERSAS SITUACIONES QUE DEBEN TOMARSE EN CONSIDERACION

A. POR EJEMPLO EN LOS COSTOS INCURRIDOS EROGADOS PODRIAN DARSE LOS SIGUIENTES DOS CASOS:

a) LOS IDENTIFICADOS PLENAMENTE CON LA OBRA EJECUTADA ESTIMADA (O NO ESTIMADA) AL CIERRE DEL EJERCICIO Y PENDIENTE DE COBRAR.

b) LOS IDENTIFICADOS CON TODA LA OBRA Y QUE PROCEDE APLICARLOS, DIFERIRLOS O PRORRATEARLOS A TODO EL COSTO DE LA OBRA CON LAS SIGUIENTES VARIANTES:

- YA EROGADOS Y CARGADOS 100% AL COSTO DE LA OBRA.
- YA EROGADOS Y REGISTRADOS EN UN ACTIVO DIFERIDO.
- POR EROGAR PERO QUE BENEFICIAN O AFECTAN A TODA LA OBRA.

EN EL PRIMER CASO SE ESTIMA QUE LA IDENTIFICACION PLENA DE LOS COSTOS CON EL AVANCE DE LA OBRA AL CIERRE DEL ULTIMO EJERCICIO SUJETO A BET, SOLUCIONA CUALQUIER DUDA QUE PUDIERA SURGIR.

EN EL SEGUNDO CASO EN CUALQUIERA DE SUS TRES VARIANTES, SE CONSIDERA QUE DEBERA PROCEDERSE A IDENTIFICAR MEDIANTE UN METODO DE PRORRATED O DE PROPORCIONALIDAD SU APLICACION A LA OBRA.

B. EN LA PRACTICA SE PRESENTAN DIVERSOS GASTOS COMPLEMENTARIOS QUE DEBIERAN AFECTAR LOS RESULTADOS DE EJERCICIOS ANTERIORES TALES COMO LIQUIDACIONES COMPLEMENTARIA O POR AJUSTES, DEL I.M.B.S. O BIEN AJUSTES A PRECIOS DE SUBCONTRATOS YA EJECUTADOS.

ESTOS GASTOS NO SON DEDUCIBLES EN 1982.

C. DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES

BASE. VALOR ORIGINAL DE LA INVERSION

TASA. COMO MAXIMO LAS SEÑALADAS POR LA SECCION III DEL CAPITULO II DEL TITULO II DE LA LEY DEL I.S.R.

DEPRECIACION ACUMULADA. COMPUTARLA A PARTIR DEL INICIO DE LA UTILIZACION DE LOS BIENES, COMO SI SE HUBIERA TRIBUTADO CON EL REGIMEN GENERAL DE LA LEY, O DEL SIGUIENTE EJERCICIO.

EVIDENCIA DE COMPRA. DOCUMENTACION COMPROBATORIA DE LA ADQUISICION CON REQUISITOS FISCALES. A FALTA DE ELLA SERIA NECESARIO UN PROCEDIMIENTO ALTERNIVO PARA QUE LA AUTORIDAD RECONOZCA EL DERECHO A DEPRECIAR LAS INVERSIONES QUE CON ANTIGUEDAD MAYOR DE CINCO AÑOS LA CONTABILIDAD PRUEBE SU EXISTENCIA Y SUS VALORES DE ADQUISICION.

D. INVENTARIOS

SE PRESENTAN MUY DIVERSAS CIRCUNSTANCIAS QUE DEPENDEN DE LAS POLITICAS CONTABLES ADOPTADAS POR LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS.

ES NECESARIO UN INVENTARIO FISICO AL CIERRE DEL EJERCICIO Y PROCEDER A SU VALUACION UTILIZANDO LOS PRECIOS DE LAS ULTIMAS ADQUISICIONES DE 1981.

E. DEDUCCION ADICIONAL

DEBE RECORDARSE QUE LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS

CON INGRESOS SUJETOS AL REGIMEN DE BASES ESPECIALES DE TRIBUTACION NO PUEDEN BENEFICIARSE CON LA DEDUCCION ADICIONAL EN VIRTUD DE QUE ESTA SOLAMENTE ES APLICABLE A LAS EMPRESAS QUE TRIBUTAN EN EL REGIMEN GENERAL DE LEY.

SIN EMBARGO, EN UN CASO MIXTO DE TRIBUTACION DE UNA EMPRESA CONSTRUCTORA QUE TRIBUTE EN 1991 CON AMBOS REGIMENES PODRIA PRESENTARSE EN SU REGIMEN GENERAL, DIVERSAS SITUACIONES QUE DEBEN ANALIZARSE, EN ESPECIAL, SU DERECHO A BENEFICIARSE CON LA DEDUCCION ADICIONAL Y EN TODO CASO LA FORMA DE COMPUTARLA.

#### F. PERDIDAS DE OPERACION

NO EXISTIRIA JUSTIFICACION PARA SU AMORTIZACION FISCAL EN VIRTUD DE QUE SE PRODUJERON BAJO LA APLICACION DE BASES ESPECIALES DE TRIBUTACION QUE NO CONTEMPLAN RESULTADOS FISCALES.

SIN EMBARGO, EN EL CASO MIXTO DE TRIBUTACION PUEDE DARSE EL CASO DE QUE LA EMPRESA HAYA SUFRIDO PERDIDAS FISCALES EN EJERCICIOS ANTERIORES, DETERMINADAS CONFORME AL REGIMEN GENERAL DE LA LEY POR AQUELLOS INGRESOS QUE NO ESTUVIERON SUJETOS A LAS BASES ESPECIALES.

DE ACUERDO CON EL ART. 18 TRANSITORIO DE 1991 NO PUEDEN AMORTIZARSE CONTRA LAS UTILIDADES DE 1992 ESTAS PERDIDAS DE OPERACION. SIN EMBARGO, LAS REGLAS GENERALES (V-4) POR SU REDACCION SI LO PERMITEN.

#### G. TRANSPARENCIA FISCAL

EN LOS TERMINOS DE LA FRACCION V DEL ARTICULO 122 DE LA LEY, A LAS GANANCIAS DE LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAAS GENERADAS EN EJERCICIOS EN LOS QUE PAGARON EL I.S.R. CONFORME A LAS BASES ESPECIALES DE TRIBUTACION, NO ES POSIBLE APLICARLES EL PROCEDIMIENTO DE TRANSPARENCIA FISCAL.

SIN EMBARGO, EN EL CASO MIXTO DE TRIBUTACION, A QUE SE HA HECHO REFERENCIA CON ANTERIORIDAD, SE PRODUCEN GANANCIAS SUSCEPTIBLES DE REPARTO ENTRE ACCIONISTAS A LAS QUE SI ES FACTIBLE APLICABLES EL PROCEDIMIENTO DE TRANSPARENCIA FISCAL, POR HABER SIDO DETERMINADAS CONFORME AL REGIMEN GENERAL DE LA LEY.



RECONOCIMIENTO DEL INGRESO

CONTRATOS DE OBRA CON :

FEDERACION  
ESTADOS  
MUNICIPIOS  
DISTRITO FEDERAL

CONTRATOS DE OBRA CON :

ORGANISMOS DESCENTRALIZADOS  
EMPRESAS DE PARTICIPACION  
ESTATAL MAYORITARIA  
OTROS PARTICULARES

AL COBRG DE :

ANTICIPOS  
PAGOS POR AVANCE DE  
LA OBRA

CUANDO SEA EXIGIBLE LA CONTRAPRESTACION A FAVOR DE LA EMPRESA  
CONSTRUCTORA, POR CONCEPTO DE ANTICIPOS, PAGOS POR AVANCE DE  
LA OBRA, ETC., CONFORME AL CONTRATO

32

RECONOCIMIENTO DEL INGRESO

PAGO DEL IMPUESTO

ENAJENACION

Lo que ocurra primero entre :

- ENTREGA O ENVÍO DEL BIEN
- COBRO PARCIAL O TOTAL DEL PRECIO
- EXPIDA COMPROBANTE DE ENAJENACION

ENAJENACION

LA BASE SERÁ EL PRECIO TOTAL PACTADO

PRESTACION DE SERVICIOS

CUANDO SEAN EXIGIBLES LAS CONTRAPRESTACIONES

PRESTACION DE SERVICIOS

Y

USO O GOCE TEMPORAL DE BIENES

CUANDO SEAN EXIGIBLES LAS CONTRAPRESTACIONES

CONCESION DE USO O GOCE TEMPORAL DE BIENES

LA BASE SERÁ EL MONTO DE LA CONTRAPRESTACION  
EXIGIBLE

119

118



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO DIRIGIDO AL PERSONAL PROFESIONAL DE LA COMPAÑIA ESTRUCTURAS Y  
MATERIALES S.A.

RESIDENTES DE CONSTRUCCION.

ASPECTOS FINANCIEROS

C.P. DANIEL JIMENEZ Z.

ORIZABA, VERACRUZ SEP.-OCT. 1982.

I) ORIGEN Y APLICACION DE RECURSOS

- 1.- CICLO ECONOMICO
- 2.- FUENTES DE RECURSOS
- 3.- COSTO DEL DINERO
- 4.- APLICACION DE RECURSOS
- 5.- PUNTO DE EQUILIBRIO

II) FLUJO DE CAJA

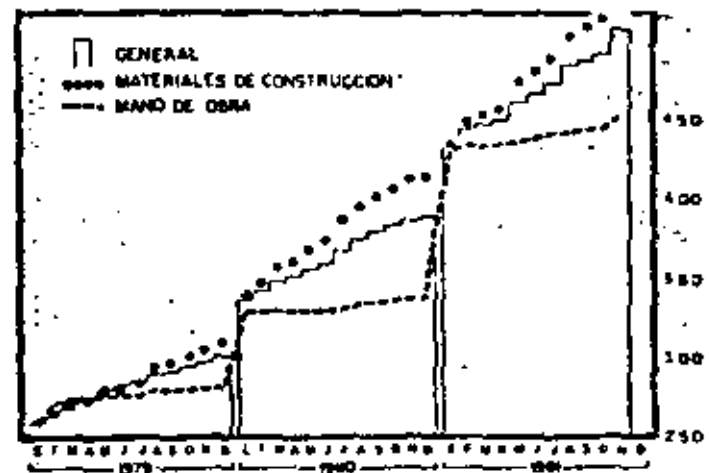
- 1.- INTRODUCCION
- 2.- PARTIDAS QUE LO INTEGRAN:
  - INGRESOS
  - EGRESOS
- 3.- MECÁNICA OPERATIVA

III) INTERACCION DEL FLUJO DE CAJA, ESTADO DE RESULTADOS, Y EL BALANCE GENERAL EN LA PROYECCION FINANCIERA

- 1.- EJERCICIO PRÁCTICO
- 2.- ANÁLISIS Y COMENTARIOS  
DEL EJERCICIO

**Construcción**

BASE 1974 = 100



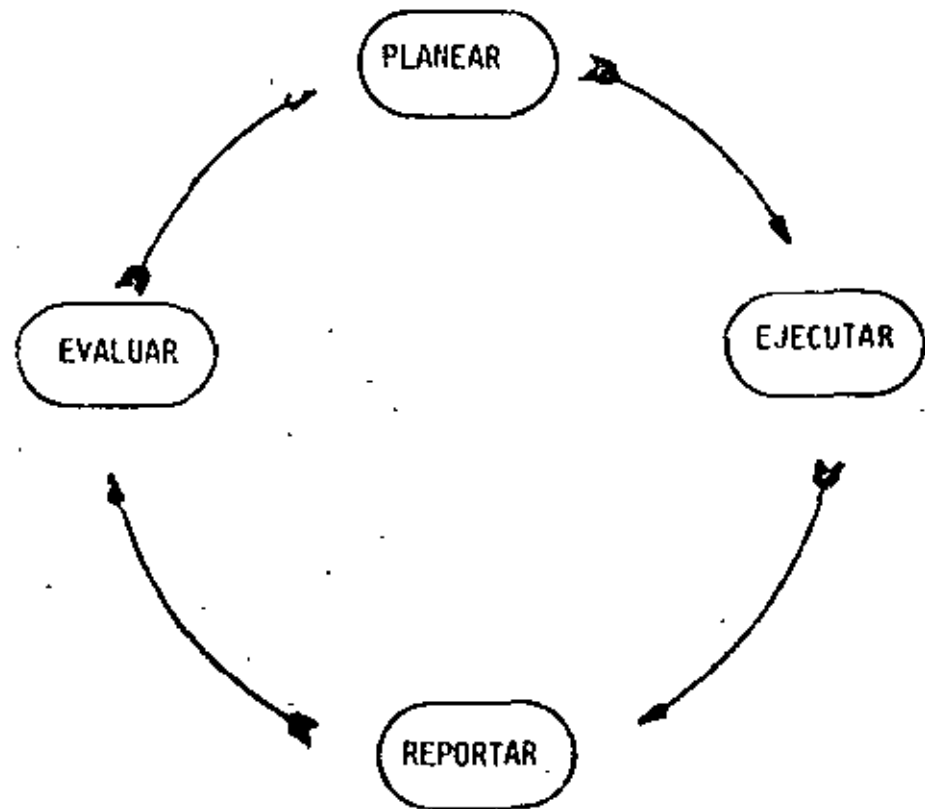
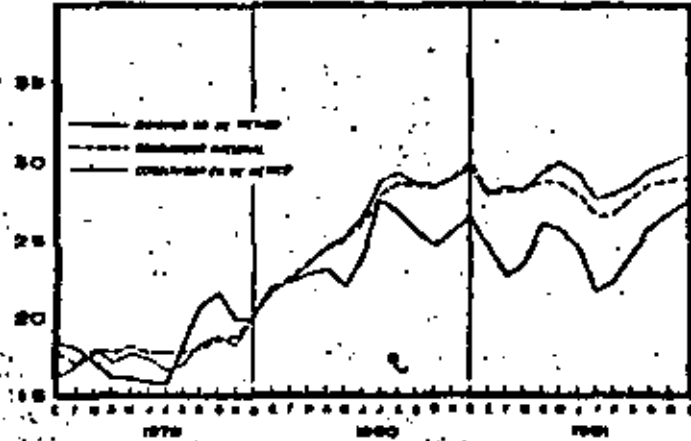
La tendencia alza en costos que registró la industria de la Construcción el año pasado, se observa en la gráfica, siendo fácil de notar que el mayor incremento de precios correspondió a materiales para dicha industria.

Gr. 1

CICLO ADMINISTRATIVO DE LA EMPRESA

### Indice de Precios

Variaciones respecto al mismo mes del año anterior      Por ciento



ESTRUCTURA ESQUEMATICA DEL BALANCE DE UNA EMPRESA

**ACTIVO**  
INVERSIONES DE LOS  
RECURSOS

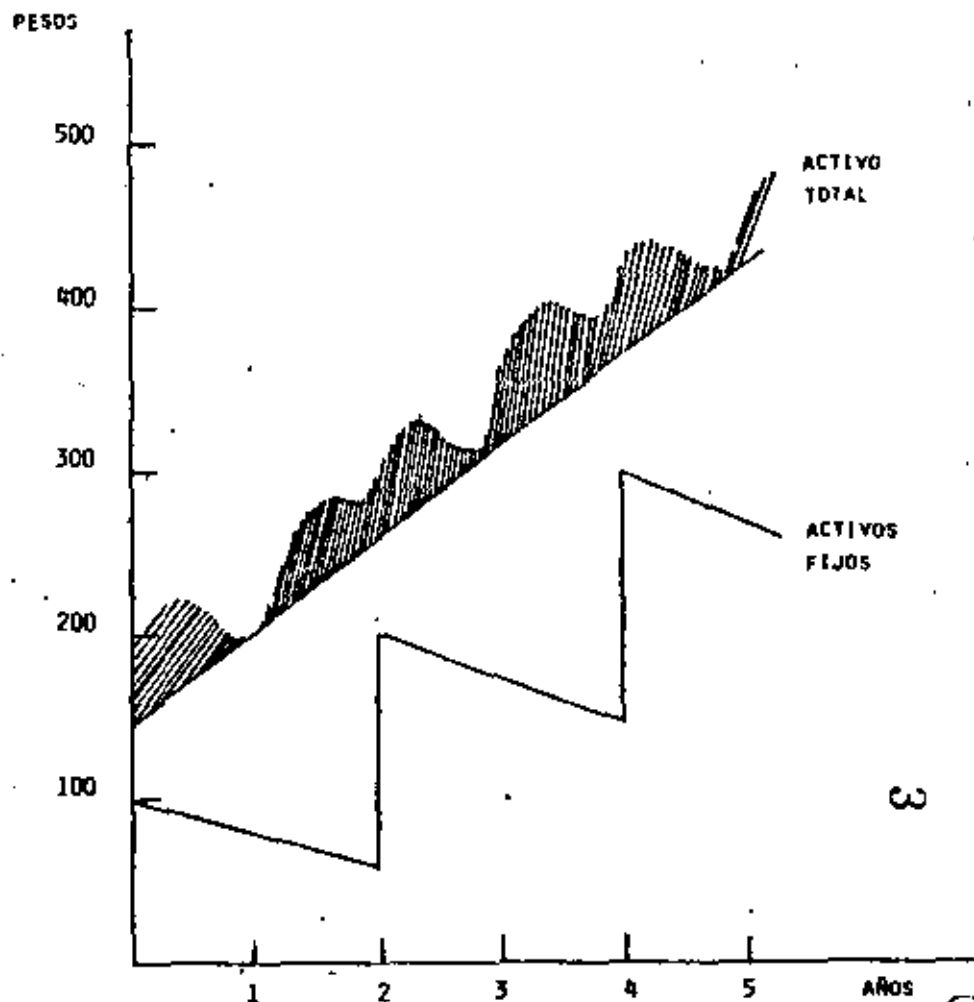
ACTIVO FIJO NETO	INVERSIONES ACTIVAS	INSTALACIONES	OTROS ACTIVOS	CAJA
		INMUEBLES		
REALIZABLE	INVERSIONES CICLICAS	INVENTARIO	PRODUCTOS EN CURSO DE FABRICACION	BANCOS
		MATERIAS PRIMAS		
DISPONIBLE		PRODUCTOS ACABADOS	CUENTAS POR COBRAR	

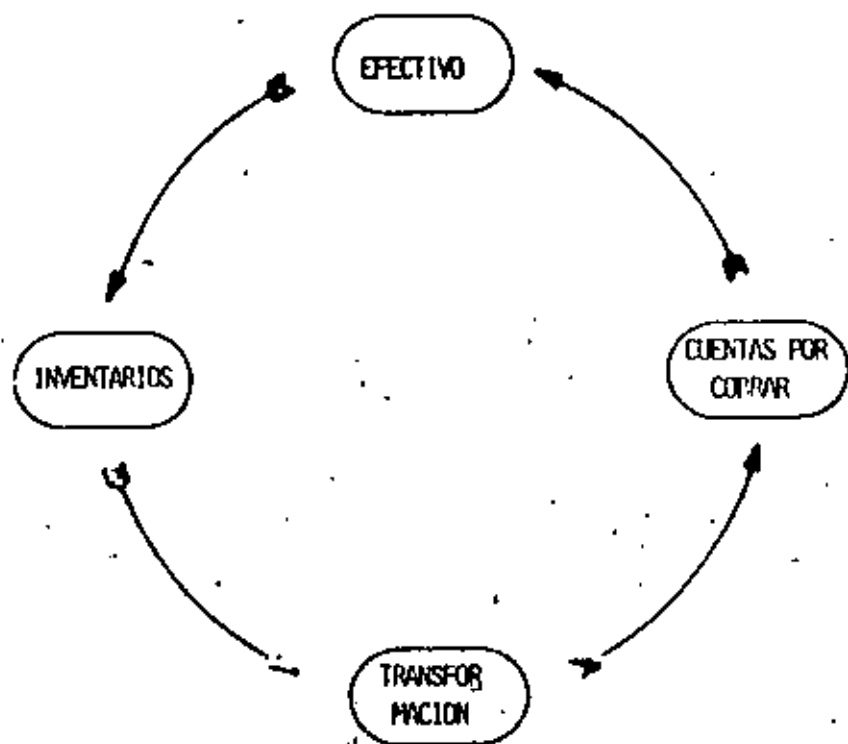
DEPRECIACIONES  
AMORTIZACIONES

**PASIVO Y CAPITAL**  
FUENTE DE  
RECURSOS.

CREDITO DE PROVEEDORES	RECURSOS CIRCULANTES	RECURSOS DE TERCEROS A CORTO
PAGOS DIFERIDOS		
IMPUESTOS		
DESCUENTO DE DOCTOS.		
CREDITO BAN- CARIO A CORTO		
CREDITO A MEDIO	RECURSOS DE TERCEROS A MEDIO Y LARGO	RECURSOS PROPIOS
CREDITO A LARGO		
OLIGACIONES		
CAPITAL	RECURSOS PERMANENTES	RECURSOS PROPIOS
RESERVAS		
PROVISIONES		

FINANCIAMIENTO DE LA EMPRESA





A) INTERES

$$\frac{\text{TASA DE INTERES}/100}{360 \text{ DIAS}} \times (\text{PRINCIPAL}) \times (\text{NO. DE DIAS TRANSCURRIDOS})$$

EJEMPLO:

Principal \$1000

Fecha de disposición: 3 de enero de 1982

Fecha de vencimiento: 18 de mayo de 1982

Interés anual: 39%

$$\frac{39/100}{360} \times 1000 \times 133 \text{ DIAS} = \$144,19$$

B) TASA EFECTIVA REAL VENCIDA

$$\frac{\text{TASA DE INTERES}}{360 \text{ DIAS}} \times 365 \text{ DIAS}$$

EJEMPLO:

Tasa anual: 39%

$$\frac{39}{360} \times 365 = 39,54\%$$

C) TASA VENCIDA CON RECIPROCIDAD (VER ANEXO)

INTERES

$$1 - \text{RECIPROCIDAD}/100$$

EJEMPLO:

INTERES: 39%

RECIPROCIDAD: 70%

$$\frac{39}{1 - (20/100)} = 48.75\%$$

D) TASA EFECTIVA REAL VENCIDA CON RECIPROCIDAD

TASA EFECTIVA REAL VENCIDA

1- (RECIPROCIDAD/100)

EJEMPLO:

Interés: 39%

Reciprocidad: 20%

$$\frac{39}{1 - (20/100)} \times 365 = 49.27\%$$

E) TASA EFECTIVA REAL ANTICIPADA

$$\frac{\text{INTERES}/(\text{PRINCIPAL} - \text{INTERES})}{\text{NO. DE DIAS TRANSCURRIDOS}} \times 365 \times 100$$

EJEMPLO:

Principal: 1000

Interés: 39%

Fecha disposición: 3/1/82

Fecha vencimiento: 18/V/82

$$\text{INTERES} = \frac{39/100}{360} \times 1000 \times 133 \text{ DIAS} = 144.08$$

$$\frac{144.08/(1000 - 144.08)}{133} \times 365 \times 100 = 46.198\%$$

F) TASA EFECTIVA REAL ANTICIPADA CON RECIPROCIDAD

$$\frac{\text{INTERES}/(\text{PRINCIPAL} - \text{INTERES} - \text{RECIPROCIDAD EN \$})}{\text{NO. DE DIAS TRANSCURRIDOS}} \times 365 \times 100$$

EJEMPLO:

Principal: 1000

Interés: 39

Fecha disposición: 3/1/82

Fecha vencimiento: 18/V/82

Reciprocidad: 20%

$$\text{INTERES} = \frac{39/100}{360} \times 100 \times 133 \text{ DIAS} = 144.08$$

$$\text{RECIPROCIDAD} = 100 \times 20\% = 200$$

$$\frac{144.08/(1000 - 144.08 - 200)}{133} \times 365 \times 100 = 60.285\%$$

57

58

A N E X O

MATRIZ DE DECISION PARA UN INTERES NOMINAL DEL 40%

C) TASA VENCIDA CON RECIPROCIDAD:

<u>CREDITO</u>	<u>RECIPROCIDAD</u>	<u>LIQUIDO</u>	<u>INTERES</u>
100	20	80	40.00
20	4	16	8.00
4	0.80	3.20	1.60
0.20	0.16	0.64	0.32
0.16	0.032	0.128	0.064
0.032	0.0064	0.0256	0.0128
<u>124.992</u>	<u>24.9924</u>	<u>99.9936</u>	<u>49.9968</u>

<u>RECIPROCIDAD</u>	<u>TASA EFECTIVA REAL VENCIDA</u>	<u>TASA EFECTIVA REAL ANTICIPADA</u>					
		<u>D I A S</u>					
		30	60	90	120	150	180
0%	40.56	41.95	43.45	45.06	46.79	48.67	50.69
5%	42.69	44.24	45.91	47.71	49.66	51.77	54.07
10%	45.06	46.79	48.67	50.69	52.90	55.30	57.94
15%	47.71	49.66	51.77	54.07	56.59	59.35	62.39
20%	50.69	52.90	55.30	57.94	60.83	64.04	67.59

LO QUE EQUIVALE LA TASA VENCIDA CON RECIPROCIDAD

$$\frac{\text{INTERES}}{1-\text{RECIPROC}/100} = \frac{40}{1-20/100} = \underline{\underline{50.00\%}}$$

O BIEN, DE CUANTO CREDITO NECESITO PARA OBTENER \$100 DISPONIBLE

$$\begin{aligned} 80\% \text{ DE } X &= 100 \\ X &= \frac{100}{.8} \\ X &= 125 \end{aligned}$$

$$125 \times 40\% = \underline{\underline{50.00\%}}$$

5

Q



ANOS TRANS-CURRI-DOS	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	12%	14%	15%
1	1.020	1.040	1.061	1.082	1.103	1.124	1.145	1.166	1.188	1.210	1.234	1.258	1.283
2	1.010	1.030	1.050	1.070	1.090	1.110	1.130	1.150	1.170	1.190	1.210	1.230	1.250
3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
4	.990	.980	.971	.962	.952	.943	.935	.926	.917	.909	.901	.893	.885
5	.980	.961	.943	.925	.907	.890	.873	.857	.842	.826	.811	.795	.780
6	.971	.942	.915	.889	.864	.840	.816	.794	.772	.751	.732	.713	.695
7	.961	.924	.888	.853	.823	.792	.763	.735	.708	.683	.656	.630	.605
8	.951	.905	.863	.822	.784	.747	.713	.681	.650	.621	.597	.571	.547
9	.942	.888	.837	.790	.746	.705	.668	.630	.596	.564	.537	.507	.479
10	.933	.871	.813	.760	.711	.665	.623	.583	.547	.513	.482	.454	.428
11	.923	.853	.789	.731	.677	.627	.582	.540	.501	.467	.434	.404	.377
12	.914	.837	.766	.703	.645	.592	.544	.500	.460	.424	.391	.361	.334
13	.905	.820	.744	.676	.614	.558	.508	.463	.422	.386	.352	.322	.294
14	.896	.804	.722	.650	.585	.527	.473	.429	.388	.350	.317	.287	.259
15	.887	.788	.701	.625	.557	.497	.444	.397	.358	.319	.287	.257	.230
16	.879	.773	.681	.601	.530	.469	.415	.368	.326	.290	.259	.229	.203
17	.870	.758	.661	.577	.505	.442	.388	.340	.299	.263	.232	.205	.180
18	.861	.743	.642	.555	.481	.417	.362	.313	.275	.239	.211	.183	.158
19	.853	.728	.623	.534	.458	.394	.339	.292	.252	.218	.193	.163	.139
20	.844	.714	.605	.513	.436	.371	.317	.270	.231	.198	.174	.146	.123
21	.836	.700	.587	.492	.416	.350	.296	.250	.212	.180	.156	.130	.108
22	.828	.686	.570	.475	.396	.331	.277	.232	.194	.164	.141	.116	.095
23	.820	.673	.554	.456	.377	.312	.258	.215	.178	.149	.126	.104	.083
24	.811	.660	.539	.439	.359	.294	.241	.204	.168	.143	.123	.101	.081
25	.803	.647	.522	.422	.342	.278	.226	.194	.159	.135	.117	.096	.076
26	.795	.634	.507	.406	.326	.262	.211	.179	.146	.123	.107	.089	.070
27	.788	.622	.492	.390	.310	.247	.197	.158	.126	.102	.086	.073	.055
28	.780	.610	.478	.375	.295	.233	.184	.146	.116	.092	.079	.068	.050

TARIFA DE VALORES ACTUALES FACTORES PERIODICOS  
 PARTIDA EN PESO DOLAR

INDICADORES FINANCIEROS

COSTO PORCENTUAL PROMEDIO

1979 DICIEMBRE	17.58%
1980 DICIEMBRE	24.25%
1981 ENERO	25.50%
1981 FEBRERO	25.94%
1981 MARZO	26.59%
1981 ABRIL	26.91%
1981 MAYO	27.22%
1981 JUNIO	27.64%
1981 JULIO	28.42%
1981 AGOSTO	29.50%
1981 SEPTIEMBRE	30.45%
1981 OCTUBRE	31.22%
1981 NOVIEMBRE	31.77%
1981 DICIEMBRE	31.81%
1982 ENERO	32.54%
INCREMENTO 1980/1979	30.4%
INCREMENTO 1981/1980	31.1%

AÑOS TRANS-CURRIDOS	16%	18%	20%	22%	24%	25%	26%	28%	30%	35%	40%	45%	50%
-2	1.346	1.392	1.440	1.489	1.538	1.563	1.588	1.638	1.690	1.823	1.960	2.103	2.250
-1	1.160	1.180	1.200	1.220	1.240	1.250	1.260	1.280	1.300	1.350	1.400	1.450	1.500
0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1	.862	.847	.833	.820	.806	.800	.794	.781	.769	.741	.714	.690	.667
2	.743	.718	.694	.672	.650	.640	.630	.610	.592	.549	.510	.476	.444
3	.641	.609	.579	.551	.524	.512	.500	.477	.455	.406	.364	.328	.296
4	.552	.516	.482	.451	.423	.410	.397	.373	.350	.301	.260	.226	.198
5	.476	.437	.402	.370	.341	.328	.315	.291	.269	.223	.186	.156	.132
6	.410	.370	.335	.303	.275	.262	.250	.227	.207	.165	.133	.108	.088
7	.354	.314	.279	.249	.222	.210	.198	.178	.159	.122	.095	.074	.059
8	.305	.266	.233	.204	.179	.168	.157	.139	.123	.091	.068	.051	.039
9	.263	.225	.194	.167	.144	.134	.125	.108	.094	.067	.048	.035	.024
10	.227	.191	.162	.137	.116	.107	.099	.085	.073	.050	.035	.024	.017
11	.195	.162	.135	.112	.094	.086	.079	.066	.056	.037	.025	.017	0.12
12	.168	.137	.112	.092	.076	.069	.062	.052	.043	.027	.018	.012	.008
13	.145	.116	.093	.075	.061	.055	.050	.040	.033	.020	.013	.008	.005
14	.125	.099	.078	.062	.049	.044	.039	.032	.025	.015	.009	.006	.003
15	.108	.084	.065	.051	.040	.035	.031	.025	.020	.011	.006	.004	.002
16	.093	.071	.054	.042	.032	.028	.025	.019	.015	.008	.005	.003	.002
17	.080	.060	.045	.034	.026	.023	.020	.015	.012	.006	.003	.002	.001
18	.069	.051	.038	.028	.021	.018	.016	.012	.009	.005	.002	.002	.001
19	.060	.043	.031	.023	.017	.014	.012	.009	.007	.003	.002	.001	
20	.051	.037	.026	.019	.014	.012	.010	.007	.005	.002	.001	.001	
21	.044	.031	.022	.015	.011	.009	.008	.006	.004	.002	.001		
22	.038	.026	.018	.013	.009	.007	.006	.004	.003	.001	.001		
23	.033	.022	.015	.010	.007	.006	.005	.003	.002	.001			
24	.028	.019	.013	.008	.006	.005	.004	.003	.002	.001			
25	.024	.016	.010	.007	.005	.004	.003	.002	.001	.001			

ILUSTRACION 13 ( continuación)

ANOS TRANS. CURRI. DOS	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	12%	14%	15%
-2	1.025	1.010	1.001	0.987	1.001	1.124	1.145	1.166	1.188	1.210	1.254	1.300	1.323
-1	1.010	1.020	1.030	1.040	1.050	1.060	1.070	1.080	1.090	1.100	1.120	1.140	1.150
0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1	.990	.980	.971	.962	.952	.943	.935	.926	.917	.909	.893	.877	.870
2	.980	.961	.943	.925	.907	.890	.873	.857	.842	.826	.797	.769	.756
3	.971	.942	.915	.889	.864	.840	.816	.794	.772	.751	.712	.675	.658
4	.961	.923	.888	.855	.823	.792	.763	.735	.708	.683	.636	.592	.572
5	.951	.906	.863	.822	.784	.747	.713	.681	.650	.621	.567	.519	.497
6	.942	.888	.837	.790	.746	.705	.666	.630	.596	.564	.507	.456	.432
7	.933	.871	.813	.760	.711	.665	.623	.583	.547	.513	.452	.400	.376
8	.923	.853	.789	.731	.677	.627	.582	.540	.502	.467	.403	.351	.327
9	.914	.837	.766	.703	.645	.592	.543	.500	.460	.424	.361	.308	.284
10	.904	.820	.743	.676	.614	.558	.508	.463	.423	.386	.322	.270	.247
11	.896	.803	.722	.650	.585	.527	.475	.429	.388	.350	.287	.237	.215
12	.887	.788	.701	.625	.557	.497	.444	.397	.356	.319	.257	.209	.187
13	.879	.773	.681	.601	.530	.469	.415	.368	.326	.290	.229	.182	.161
14	.870	.758	.661	.577	.505	.442	.388	.340	.299	.263	.205	.160	.141
15	.861	.743	.642	.555	.481	.417	.362	.315	.275	.239	.183	.140	.123
16	.853	.728	.623	.534	.458	.394	.339	.292	.252	.218	.163	.123	.107
17	.844	.714	.605	.513	.436	.371	.317	.270	.231	.198	.146	.108	.093
18	.836	.700	.587	.494	.416	.350	.296	.250	.212	.180	.130	.095	.081
19	.828	.686	.570	.475	.396	.331	.277	.232	.194	.164	.116	.083	.070
20	.820	.673	.554	.456	.377	.312	.258	.215	.178	.149	.104	.073	.061
21	.811	.660	.538	.439	.359	.294	.242	.199	.164	.135	.093	.064	.053
22	.803	.647	.522	.422	.342	.278	.226	.184	.150	.123	.083	.056	.046
23	.795	.643	.507	.406	.326	.262	.211	.170	.138	.112	.074	.049	.040
24	.788	.632	.492	.390	.310	.247	.197	.156	.126	.102	.066	.043	.035
25	.780	.610	.478	.375	.295	.233	.184	.146	.116	.092	.059	.038	.030

ILUSTRACION 13 TABLA DE VALORES ACTUALES. FACTORES PERIODICOS

ANOS TRANS. CURRI. DOS	16%	18%	20%	22%	24%	25%	26%	28%	30%	35%	40%	45%	50%
-2	1.346	1.392	1.440	1.489	1.538	1.563	1.588	1.638	1.690	1.823	1.960	2.103	2.250
-1	1.160	1.180	1.200	1.220	1.240	1.250	1.260	1.280	1.300	1.350	1.400	1.450	1.500
0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1	.862	.847	.833	.820	.806	.800	.794	.781	.769	.741	.714	.690	.667
2	.743	.718	.694	.672	.650	.640	.630	.610	.591	.549	.510	.475	.444
3	.641	.609	.579	.551	.524	.512	.500	.477	.455	.406	.364	.328	.296
4	.552	.516	.482	.451	.423	.410	.397	.373	.350	.301	.260	.226	.198
5	.476	.437	.402	.370	.341	.328	.315	.291	.269	.223	.186	.150	.132
6	.410	.370	.335	.303	.275	.262	.250	.227	.207	.165	.133	.108	.098
7	.354	.314	.279	.249	.222	.210	.198	.175	.159	.122	.095	.074	.064
8	.305	.266	.233	.204	.179	.168	.157	.133	.123	.091	.068	.051	.049
9	.261	.225	.194	.167	.144	.134	.123	.108	.094	.067	.048	.035	.036
10	.227	.191	.162	.137	.116	.107	.099	.085	.073	.050	.034	.024	.017
11	.195	.162	.135	.112	.094	.086	.079	.066	.056	.037	.025	.017	.012
12	.168	.137	.112	.092	.076	.069	.062	.052	.043	.027	.018	.012	.008
13	.145	.116	.093	.075	.061	.055	.050	.040	.033	.020	.013	.008	.005
14	.123	.092	.078	.062	.049	.044	.039	.032	.025	.015	.009	.005	.003
15	.108	.084	.065	.051	.040	.035	.031	.025	.020	.011	.006	.003	.002
16	.093	.073	.054	.042	.032	.028	.025	.019	.015	.008	.005	.003	.002
17	.080	.060	.045	.034	.026	.023	.020	.015	.012	.006	.004	.002	.001
18	.069	.051	.038	.028	.021	.018	.016	.012	.009	.005	.003	.002	.001
19	.060	.043	.031	.023	.017	.014	.012	.009	.007	.003	.002	.001	.001
20	.051	.037	.026	.019	.014	.012	.010	.007	.005	.002	.001	.001	.001
21	.044	.031	.022	.015	.011	.009	.008	.006	.004	.002	.001	.001	.001
22	.038	.026	.018	.013	.009	.007	.006	.004	.003	.001	.001	.001	.001
23	.033	.022	.015	.010	.007	.006	.005	.003	.002	.001	.001	.001	.001
24	.028	.019	.013	.009	.006	.005	.004	.003	.002	.001	.001	.001	.001
25	.024	.016	.010	.007	.005	.004	.003	.002	.001	.001	.001	.001	.001

## PUNTO DE EQUILIBRIO

Se entiende por Punto de Equilibrio aquel mediante el cual los ingresos y los costos o gastos de la empresa son iguales, o dicho de otra forma, el nivel de ventas necesario para que la empresa ni gane ni pierda en su ejercicio.

Para determinar el punto de equilibrio se necesita conocer los costos fijos y variables a los cuales está sujeta la empresa.

Costos variables son aquellos que tienen una proporción directa con las ventas.

Costos fijos son aquellos que independientemente de las ventas se realizan.

Algunos ejemplos de costos variables son la materia prima, la mano de obra directa, combustibles, transportes, etc.

Algunos ejemplos de costos fijos son la depreciación, los gastos de oficina central, impuesto predial, etc.,.

La diferencia entre las ventas o ingresos y los costos variables se denomina Contribución o Utilidad Marginal y ésta debe ser suficiente para cubrir a los costos fijos.

Para mayor claridad expenderemos varios ejemplos:

A)	VENTAS	100,000
	COSTOS VARIABLES	- 80,000
		<hr/>
	CONTRIBUCION MARGINAL	20,000
	COSTOS FIJOS	20,000
		<hr/>
	UTILIDAD	...

- b) Una empresa constructora tiene costos fijos de \$15'000,000 anuales y desea saber qué nivel de obra deberá construir en el año para alcanzar su Punto de Equilibrio, considerando que las obras ofrecidas tienen una utilidad de campo del 25%

.25 V-	15'000,000
V-	<u>15'000,000</u>
	.25
V-	60'000,000 DE OBRA ANUAL

- c) A una constructora le ofrecen un contrato por 1 mes de \$5'000,000, arrojando una utilidad de campo del 20%; sus costos fijos del año son 15'000,000 y desea saber si lo toma o no.

$$5'000,000 \times 20\% = 1'000,000 \text{ V.S. } 15'000,000 \text{ ANUALES}$$

Si la empresa toma el contrato obtendrá 1'000,000 para contribuir a costos fijos, por lo que si en el mes no hay otra alternativa que contribuya mayormente a costos fijos, lo deberá aceptar.

- d) A una empresa de prefabricados le ofrecen un contrato por \$5,000 piezas que ocupará sus instalaciones durante todo el año.

Sus costos fijos anuales son de \$10'000,000 y el precio de cada pieza es de \$1,000, con unos costos variables de \$4,000

La inversión de la fábrica es de \$10'000,000 y sus dueños requieren de un rendimiento del 10% sobre dicha inversión antes de impuestos.

$$\text{PUNTO DE EQUILIBRIO} = \frac{10'000,000 \text{ C.FIJSOS}}{18,000 - 4,000 \text{ C.MARGINAL}} = 2,500 \text{ PIEZAS}$$

Por lo tanto 5,000 piezas del contrato menos 2,500 piezas del punto de equilibrio, equivalen a una utilidad de antes del impuesto de:

$$2,500 \times 4,000 = \frac{10'000,000}{10'000,000 \text{ INVERSION}} = 100\%$$

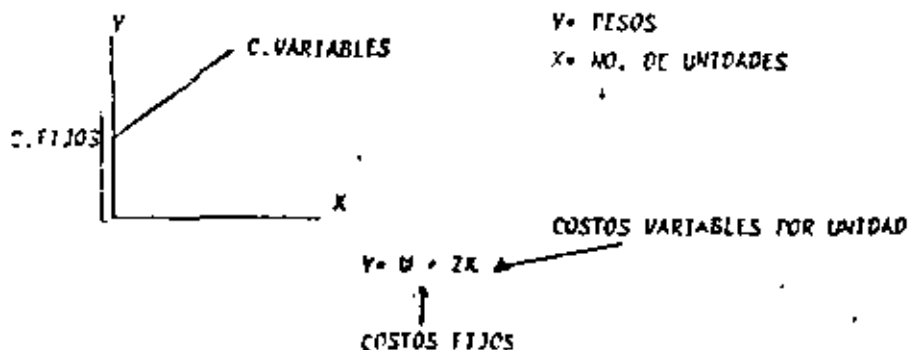
d-1) El mismo caso anterior, pero con una solicitud de 6,000 piezas, para lo cual es necesario ampliar nuestra capacidad instalada con una inversión adicional de \$10'000,000 originando un incremento de costos fijos anuales de \$8'000,000

$$\text{PUNTO DE EQUILIBRIO} = \frac{18'000,000 \text{ C.FIJSOS}}{4'000 \text{ C.MARGINAL}} = 4,500 \text{ PIEZAS}$$

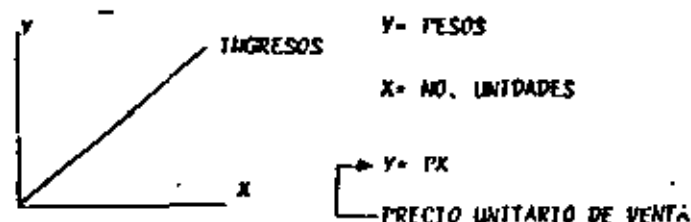
$$6'000 \text{ PIEZAS} - 4,500 \text{ PIEZAS} = 1,500 \times 4,000 = \frac{6'000,000}{10'000,000} = 30\%$$

Por lo tanto no se deberá aceptar la propuesta.

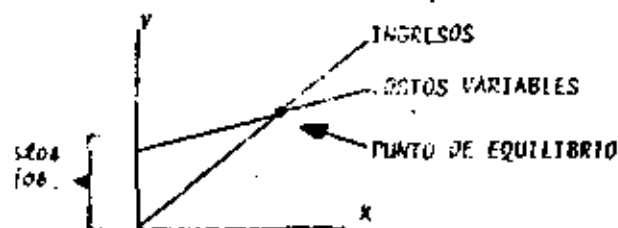
De los ejemplos anteriores se desprende que el costo total de una empresa está determinado por una ecuación lineal en donde para una capacidad determinada:



A SU VEZ, LOS INGRESOS DE UNA EMPRESA TAMBIEN ESTAN DETERMINADOS POR LA ECUACION DE UNA RECTA, EN DONDE:



POR LO TANTO LA INTERSECCION DE ESTAS DOS RECTAS REPRESENTA EL PUNTO DE EQUILIBRIO



De donde la fórmula para obtener el punto de equilibrio es:

a) COSTOS TOTALES  $V = W + ZX$

b) INGRESOS TOTALES  $V = PX$

Substituímos el valor de b) en a) y tenemos:

$$PX = W + ZX$$

$$PX - ZX = W$$

$$X(P-Z) = W$$

C. MARGINAL

$$X(P-Z) = W \text{ PUNTO DE EQUILIBRIO}$$

NO. UNIDADES

PRECIO UNIT. DE VENTA

C. VARIABLE UNIT.

C. FIJOS



## FLUJO DE CAJA

Por flujo de caja se entiende al reporte financiero que señala los ingresos y egresos en efectivo que afectan a la empresa durante un período determinado.

Su finalidad básica es indicar los sobrantes o faltantes de efectivo con los que se encontrará la empresa en el futuro próximo, a manera de poder prevenir y afrontar oportunamente dichos movimientos de tesorería.

El flujo de caja consta de 3 elementos básicos:

- Ingresos
- Egresos
- Período de tiempo

Ingresos son todas aquellas entradas en efectivo que recibe la empresa, siendo los más importantes:

- La cobranza de estimaciones y pre-estimaciones
- Los anticipos de obra
- La recuperación de los fondos de garantía
- Las ventas de contado de todo tipo de activos o servicios.
- Las aportaciones en efectivo de los accionistas
- Los préstamos bancarios
- Las devoluciones de impuestos o intereses
- El cobro a los deudores de la empresa
- Los dividendos recibidos en efectivo

En términos generales puede ocasionar un ingreso en efectivo una disminución de las partidas del Activo, un incremento de las partidas del Pasivo o del Capital.

Egresos son todas aquellas salidas de efectivo que realiza la empresa, siendo las más importantes:

- La adquisición de contado de materiales o activos fijos.
- El pago de la mano de obra y sueldos
- El pago de impuestos e intereses
- El pago de los Pasivos de la empresa, tanto bancarios como de proveedores o acreedores diversos.
- La liquidación de gastos operativos
- El pago de dividendos o retiros de los accionistas
- Los préstamos que otorga la empresa
- Las rentas de maquinaria y equipo

En términos generales puede ocasionar un egreso, una disminución de las partidas del Pasivo o Capital, o un aumento de las partidas del Activo.

Periodo de tiempo es el lapso comprendido por el flujo de caja, pudiendo ser semanal, mensual, anual o plazos mayores que abarquen total o parcialmente el ciclo de un proyecto.

Tradicionalmente el flujo de caja cubre doce periodos mensuales, definiéndose en muchos casos semanalmente el primer mes del ciclo.

Al ser un reporte dinámico el flujo de caja debe actualizarse mes a mes, siendo tan importante indicar las perspectivas futuras como un análisis de la variación entre lo estimado y lo que realmente sucedió.

Para integrar al Flujo de caja, se debe tomar como posturas de arranque que las partidas que integran al balance general, al ser éstas compromisos o derechos ya determinados.

Como segundo elemento de integración se deberá considerar el presupuesto de obras, tanto del lado de los ingresos como de los egresos.

Se deberá procurar en rubros genéricos las partidas de ingresos y egresos, debiéndose anexar siempre como parte integrante del flujo de caja, las cédulas analíticas en las cuales se realizaron los cálculos y base de apoyo.

El flujo de caja deberá arrojar cuatro sumas o totales que son:

- a) Suma de los ingresos
- b) Suma de los egresos
- c) Saldo del mes o del periodo considerado
- d) Saldo acumulado del mes o del periodo considerado

Como complemento a este reporte es muy recomendable elaborar la "solución al flujo de caja", que no es otra cosa más que un nuevo flujo de caja sintetizado, el cual incluye las decisiones que se deberán tomar y los efectos que éstas ocasionen en la tesorería de la empresa.

CASO CONSTRUCTORA, S. A.

LA EMPRESA INICIA SU EJERCICIO CON UNA APORTACION DE LOS ACCIONISTAS DE \$10'000,000.00 CON LOS CUALES ADQUIEREN MAQUINARIA Y EQUIPO POR \$5'000,000.00

DURANTE EL AÑO VA A EJECUTAR LA EMPRESA UNA OBRA POR \$100'000,000.00, BAJO LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS:

PROGRAMA DE OBRA	- SEGUI ANEXO "A"	
DURACION	- DE ENERO A DICIEMBRE	
COSTOS DIRECTOS	- \$80'000,000.00 DISTRIBUIDOS SUS EGRESOS SEGUN FLUJO DE CAJA	
COSTO INDIRECTO(OBRA CENTRAL)	- \$9'000,000.00 DISTRIBUIDOS SUS EGRESOS SEGUN FLUJO DE CAJA	
ANTICIPO	- \$20,000,000.00 EN DOS EXHIBICIONES DE \$10'000,000.00, DURANTE ENERO Y FEBRERO	
ESTIMACION COBRANZA	- MENSUALES	
FONDO DE GARANTIA	- EL 75% DE LA ESTIMACION A 45 DIAS Y EL 25% RESTANTE A 75 DIAS.	
AUTORIZACION DEL ANTICIPO	- RETENCION DEL 5% SOBRE LAS ESTIMACIONES A REINTEGRARSE AL MES SIGUIENTE DEL PAGO DE LA ULTIMA ESTIMACION	
FINANCIAMIENTO	- 20% SOBRE CADA ESTIMACION	
TASA IMPOSITIVA Y PARTICIPACION DE UTILIDADES	- INTERES ANTICIPADO AL 40% ANUAL, CON UNA RECIPROCIDAD DEL 20%	
SEO. DE PARTIDAS COMPL. DE BALANCE	- 50%	
	- AL 30/VI/82	
	ANTICIPO A PROVEEDORES	\$3'500,000.00
	ALMACEN DE MATERIALES	2'000,000.00
	PROVEEDORA	1'700,000.00
	RETENCION CONTRATISTAS	300,000.00
	AL 31/XII/82	
	ALMACEN DE MATERIALES	1'000,000.00
	RETENCION CONTRATISTAS	650,000.00

CONSTRUCTORA, S.A.

AVANCE DE OBRA

(000's)	AVANCE MENSUAL	AVANCE ACUMULADO
ENERO	3'750	3'750
FEBRERO	7'500	11'250
MARZO	8'750	20'000
ABRIL	12'500	32'500
MAYO	15'000	47'500
JUNIO	16'250	63'750
JULIO	11'250	75'000
AGOSTO	8'750	83'750
SEPTIEMBRE	6'250	90'000
OCTUBRE	3'750	93'750
NOVIEMBRE	3'750	97'500
DICIEMBRE	2'500	100'000
<u>S U M A :</u>	<u>100'000</u>	



DETERMINACION DE LAS CIFRAS AL 30 DE JUNIO DE 1982

A) ESTADO DE RESULTADOS

- INGRESOS POR ESTIMACIONES - SE CONSIDERO LAS ESTIMACIONES DE OBRA ACUMULADA AL MES DE JUNIO POR - - - \$63'750,000 DEL ANEXO "A"
- COSTO DE OBRA:
- FONDO DE OBRA - SE CONSIDERO LO EROGADO AL MES DE JUNIO POR \$20'000,000 DEL FLUJO DE CAJA
- MATERIALES - SE CONSIDERO COMO COSTO UNICAMENTE - \$25'000,000 DE LOS \$26'000,000 EROGADOS EN EL FLUJO DE CAJA.
- SUB-CONTRATISTAS - SE CONSIDERO COMO COSTO UNICAMENTE - \$6'000,000 DE LOS \$1'000,000 EROGADOS EN EL FLUJO DE CAJA.
- RENTA - SE CONSIDERO COMO COSTO UNICAMENTE - \$3'000,000 DE LOS \$3'500,000 EROGADOS EN EL FLUJO DE CAJA.
- GASTOS DE OPERACION:
- GENERALES - SE CONSIDERO LO EROGADO AL MES DE JUNIO POR \$3'950,000 DEL FLUJO DE CAJA.
- DEPRECIACION - SE CONSIDERO LO CORRESPONDIENTE A 6 MESES, DE ACUERDO A UNA VIDA UTIL DE 5 AÑOS, SIN VALOR DE RESCATE.
- FINANCIEROS - SE CONSIDERO COMO GASTOS UNICAMENTE - LO CORRESPONDIENTE HASTA EL MES DE JUNIO DE ACUERDO A LA SIGUIENTE TABLA.

CREDITO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
6'750,000	225,000	225,000	225,000	225,000
8'000,000		266,666	266,667	266,667
4'000,000			133,333	133,333
3'000,000				100,000
<u>\$21'750,000</u>	<u>225,000</u>	<u>491,666</u>	<u>625,000</u>	<u>725,000</u>

...2

I.B.R. Y P.T.U.

B) BALANCE GENERAL

- CAJA Y BANCOS - SE CONSIDERO LA CIFRA QUE ARROJO LA SOLUCION DEL FLUJO DE CAJA AL MES DE JUNIO POR - - \$2'981,250
- ESTIMACIONES POR COBRAR - SE CONSIDERO LA DIFERENCIA ENTRE LO ESTIMADO AL MES DE JUNIO DE \$63'750,000 Y LO PAGADO - VIA ESTIMACIONES A LA MISMA FECHA POR - - \$29'375,000 ANTES DE DEDUCIRLES LAS AMORTIZACIONES DEL ANTICIPO Y FONDO DE GARANTIA.
- DEPOSITOS EN GARANTIA - SE CONSIDERO LA SUMA DE LAS RETENCIONES DEL FONDO DE GARANTIA HASTA EL MES DE JUNIO.
- ANTICIPOS A PROVEEDORES - SE CONSIDERO LA DIFERENCIA ENTRE LO EROGADO EN EL FLUJO DE CAJA HASTA EL MES DE JUNIO, - MENOS LOS GASTOS DE OFICINA CENTRAL POR - - \$3'950,000 Y LO REMITIDO AL ESTADO DE RESULTADOS COMO COSTO DE OBRA POR \$54'000,000
- ALMACEN DE MATERIALES - SE CONSIDERO LA CIFRA DE \$2'000,000 SEÑALADA EN LAS PREMISAS DEL CASO, FINANCIADA POR EL PASIVO DE PROVEEDORES DE \$2'700,000 Y POR LA RETENCION A CONTRATISTAS POR \$300,000.
- MAQUINARIA Y EQUIPO - SE CONSIDERO LA CIFRA DE \$5'000,000 SEÑALADA EN LAS PREMISAS DEL CASO, MENOS LA DEPRECIACION CARGADA A RESULTADOS POR \$500,000
- BANCOS - SE CONSIDERO EL ADEUDO BANCARIO DE 21'750,000 ARROJADO POR LA SOLUCION DEL FLUJO DE CAJA.
- ANTICIPO DE OBRAS - SE CONSIDERO LA DIFERENCIA ENTRE EL ANTICIPO RECIBIDO DE \$20'000,000 Y LAS AMORTIZACIONES DE DICHO ANTICIPO HASTA EL MES DE JUNIO POR - \$5'875,000.
- IMPUESTOS Y CUOTAS - SE CONSIDERO LA CIFRA QUE ARROJO EL ESTADO - DE RESULTADOS.

..3

15

- CAPITAL SOCIAL** - SE CONSIDERO LA APORTACION DE LOS ACCIONISTAS DE \$10'000,000 SEÑALADA EN LAS PREMISAS DEL CASO.
- RESULTADOS DEL EJERCICIO** - SE CONSIDERO LA CIFRA DE \$1'616,370 SEÑALADA POR EL ESTADO DE RESULTADOS

DETERMINACION DE LAS CIFRAS AL 31 DE DICIEMBRE DE 1982

**A) ESTADO DE RESULTADOS**

- INGRESOS POR ESTIMACIONES** - SE CONSIDERO LAS ESTIMACIONES DE OBRA ACUMULADAS AL MES DE DICIEMBRE POR \$100'000,000 DEL ANEXO "A"
- COSTO DE OBRA:**
- MANO DE OBRA** - SE CONSIDERO LO EROGADO AL MES DE DICIEMBRE POR \$30'000,000 DEL FLUJO DE CAJA.
- MATERIALES** - SE CONSIDERO COMO COSTO UNICAMENTE \$32'000,000 - DE LOS \$33'000,000 QUE APARECEN EN EL FLUJO DE CAJA, CARGANDOSE LA DIFERENCIA DE \$1'000,000 AL ALMACEN EN EL BALANCE GENERAL.
- SUB-CONTRATISTAS** - SE CONSIDERO COMO COSTO \$13'000,000 A DIFERENCIA DE LOS \$12'350,000 QUE APARECE EN EL FLUJO DE CAJA, REGISTRANDO LA DIFERENCIA DE \$650,000 EN EL REGLON DE RETENCIONES A CONTRATISTAS DEL BALANCE GENERAL.
- RENTAS** - SE CONSIDERO LOS \$4'000,000 EROGADOS EN EL FLUJO DE CAJA.
- GASTOS DE OPERACION:**
- GENERALES** - SE CONSIDERO LO EROGADO AL MES DE DICIEMBRE POR \$9'000,000 DEL FLUJO DE CAJA.
- DEPRECIACIONES** - SE CONSIDERO LO CORRESPONDIENTE A 12 MESES DE ACUERDO A UNA VIDA UTIL DE 5 AÑOS, SIN VALOR DE RESCATE.
- FINANCIEROS** - SE CONSIDERO EL TOTAL DE INTERESES DE \$4'350,000 SEÑALADOS EN LA SOLUCION DEL FLUJO DE CAJA, QUE EQUIVALEN A UNA SUMA DE LOS QUE SE TE-

I.S.R. Y P.T.U.

**B) BALANCE GENERAL**

CAJA Y BANCOS

RIA POR ESTE CONCEPTO EN EL ESTADO DE RESULTADOS DEL MES DE JUNIO, MAS LOS INTERESES PAGADOS POR-ADELANTADO SEÑALADOS EN EL BALANCE GENERAL A LA MISMA FECHA, DESPARECIENDO POR EVIDE ESTA ULTIMA PARTIDA DEL BALANCE AL 31 DE DICIEMBRE.

- SE CONSIDERO EL 50% DE LA UTILIDAD DE OPERACION

ESTIMACIONES POR COBRAR

- SE CONSIDERO LA CIFRA DE \$1'909,370 APROBADA POR LA SOLUCION AL FLUJO DE CAJA EN EL MES DE DICIEMBRE.

- SE CONSIDERO LA DIFERENCIA ENTRE LO ESTIMADO AL MES DE DICIEMBRE DE \$100'000,000 Y LO COBRADO - VIA ESTIMACIONES A LA MISMA FECHA POR \$52'832,500 ANTES DE DEDUCIBLES LAS AMORTIZACIONES DEL ANTICIPO Y FONDO DE GARANTIA.

DEPOSITOS EN GARANTIA

- SE CONSIDERO LA SUMA DE LAS RETENCIONES DEL FONDO DE GARANTIA HASTA EL MES DE DICIEMBRE.

ALMACEN DE MATERIALES

- SE CONSIDERO LA DIFERENCIA DE \$1'000,000 SEÑALADA EN EL REGLON DE MATERIALES DEL ESTADO DE RESULTADOS.

MAQUINARIA Y EQUIPO

- SE CONSIDERO LA CIFRA DE \$5'000,000 SEÑALADA EN LAS PREMISAS DEL CASO, MENOS LA DEPRECIACION CARGADA A RESULTADOS POR \$1'000,000

ANTICIPO DE OBRAS

- SE CONSIDERO LA DIFERENCIA ENTRE EL ANTICIPO RECIBIDO DE \$20'000,000 Y LAS AMORTIZACIONES DE DICHO ANTICIPO HASTA EL MES DE DICIEMBRE DE \$18'562,500

RETENCION A CONTRATISTAS

- SE CONSIDERO LA DIFERENCIA SEÑALADA EN EL REGLON DE SUBCONTRATISTAS DEL ESTADO DE RESULTADOS

CAPITAL SOCIAL

- SE CONSIDERO LA APORTACION DE LOS ACCIONISTAS DE \$10'000,000 SEÑALADAS EN LAS PREMISAS DEL CASO.

...5

..4

IMPUESTOS Y CUOTAS

- SE CONSIDERO LA CIFRA QUE ARROJO EL ESTADO DE RESULTADOS.

RESULTADOS DEL EJERCICIO

- SE CONSIDERO LA UTILIDAD OBTENIDA EN EL EJERCICIO, ARROJADA POR EL ESTADO DE RESULTADOS.

CONSTRUCTORA, S.A.

INGRESOS EN EFECTIVO

(000'S)

	<u>ENERO</u>	<u>FEBRERO</u>	<u>MARZO</u>	<u>ABRIL</u>	<u>MAYO</u>	<u>JUNIO</u>	<u>TOTAL</u>
<u>POR ESTIMACIONES:</u>							
CORRESPONDIENTES AL MES DE ENERO			2'812,5	937,5			3'750
CORRESPONDIENTES AL MES DE FEBRERO				5'625	1'875		7'500
CORRESPONDIENTES AL MES DE MARZO					6'562,5	2'187,5	8'750
CORRESPONDIENTES AL MES DE ABRIL						9'375	9'375
<b>S U M A :</b>			2'812,5	6'562,5	8'407,5	11'562,5	29'375
<u>POR ANTICIPO</u>	10'000	10'000					20'000
<u>MENOS:</u>							
- AMORTIZACION DEL ANTICIPO (20%)			(562,5)	(1'312,5)	(1'687,5)	(2'312,5)	(5'875)
- FONDO DE GARANTIA (5%)			(140,62)	( 328,13)	( 421,88)	( 578,12)	(1'468,75)
<b>SOBRE LOS INGRESOS:</b>	10'000	10'000	2'109,38	4'921,87	6'328,12	6'671,88	42'031,25

CONSTRUCTORA, S.A.  
FLUJO DE CAJA  
(000'0)

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	T.O.T.A.L.
<b>INGRESOS</b>							
SALDO DE CAJA	5'000						5'000
COBRANZA	10'000	10'000	2'109.36	4'921.87	6'328.12	8'671.88	42'031.25
SUMAN LOS INGRESOS:	15'000	10'000	2'109.36	4'921.87	6'328.12	8'671.88	47'031.25
<b>EGRESOS</b>							
<b>POR OBRA:</b>							
MANO DE OBRA	3'000	3'000	3'000	3'000	4'000	4'000	20'000
MATERIALES	4'000	5'000	6'000	4'000	3'000	4'000	26'000
SUBCONTRATOS	500	1'000	2'000	2'000	1'000	1'500	8'000
RENTAS DE EQUIPO	500	1'000	500	500	500	500	3'500
OFICINA CENTRAL	700	650	650	650	650	650	3'950
SUMAN LOS EGRESOS:	8'700	10'650	12'150	10'150	9'150	10'650	61'450
SALDO DEL MES	6'300	( 650 )	(10'040.62)	( 5'228.13 )	( 2'821.88 )	( 1'978.12 )	
SALDO ACUMULADO	6'300	5'650	( 4'930.62 )	( 9'638.75 )	(12'440.63)	(14'418.75)	(14'418.75)

C O N S T R U C T O R A, S. A.

ANEXOS AL FLUJO DE CAJA (000'0)

	ENERO	ABRIL	FEBO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	SEPT.	AGOSTO	NOVIEMBRE	DIC.
SALDO FIJO	(4'360.62)	(5'228.13)	(2'821.26)	(1'978.12)	3'031.25	7'033.12	5'475	3'681.25	1'756.25	518.75	
CREDITO	5'400	6'400	3'200	2'400		(1'720)	(8'000)	(4'000)	(3'000)		
SALDO	1'039.38	1'171.87	576.12	421.68	3'031.25	533.12	(2'525)	(118.75)	(1'243.75)	(518.75)	
SALDO ACUM.	1'039.38	2'143.25	2'559.37	2'981.25	6'012.50	6'315.62	3'780.62	3'671.87	2'428.12	1'909.37	

PLAZO DE DISPONIBILIDAD DE CREDITO	6'750	8'000	4'000	3'000		6'750	( 1'000 )	( 2'000 )	( 3'000 )		
-INTERESES E HONORARIOS AL ICE	1'350	1'600	800	800							
PLAZO A RECIBIR	5'400	6'400	3'200	2'400							
SALDO AL INICIO DEL MES ACUM. DE CREDITO	6'750	34'750	38'750	21'750	21'750	21'750	15'000	7'000	3'000		
SALDO ACUM. DE DEBE.	1'039.38	2'143.75	2'559.37	2'981.25	6'012.50	6'315.62	3'780.62	3'671.87	2'428.12		
RECIBICIONES	24.85	24.79	13.85	13.71	27.36	28.04	25.27	22.46	81.94		

CONSTRUCTORA, S.A.  
ESTADO DE RESULTADOS  
(000's)

	30/JUNIO/82	31/DICIEMBRE/82
<u>INGRESOS POR ESTIMACIONES</u>	63'750	100'000
<u>COSTO DE OBRA:</u>		
MANO DE OBRA	20'000	30'000
MATERIALES	25'000	32'000
SUB-CONTRATISTAS	6'000	13'000
RENTAS	3'000	4'000
<u>TOTAL COSTO DE OBRA:</u>	<u>54'000</u>	<u>79'000</u>
<u>UTILIDAD BRUTA</u>	<u>9'750</u>	<u>21'000</u>
<u>GASTOS DE OPERACION:</u>		
GENERALES	3'950	9'000
DEPRECIACIONES	500	1'000
FINANCIEROS	2'066.66	4'350
<u>TOTAL GROS. DE OPERACION:</u>	<u>6'516.66</u>	<u>14'350</u>
<u>UTILIDAD DE OPERACION:</u>	<u>3'233.34</u>	<u>6'650</u>
I.S.R. Y P.T.U.	1'616.67	3'325
<u>UTILIDAD NETA</u>	<u>1'616.67</u>	<u>3'325</u>

CONSTRUCTORA, S. A.

BALANCE GENERAL

(000's)

	10/ENERO/82	30/JUNIO/82	31/DICIEMBRE/82
<u>ACTIVO CIRCULANTE</u>			
CAJA Y BANCOS	5'000	2'981.25	1'909.37
ESTIMACIONES POR OBR.		34'375	7'187.50
DEPOSITOS EN GARANTIA		1'468.75	4'640.63
ANTICIPO A PROVEEDORES		3'500	
ALMACEN DE MATERIALES		2'000	1'000
<u>SUMA EL CIRCULANTE:</u>	<u>5'000</u>	<u>44'325</u>	<u>14'737.50</u>
<u>ACTIVO FIJO</u>			
MAD. Y EQUIPO	5'000	5'000	5'000
DEPRECIACION		(1'500)	(1'000)
<u>SUMA EL FIJO:</u>	<u>5'000</u>	<u>4'500</u>	<u>4'000</u>
<u>OTROS ACTIVOS:</u>			
INT. PAG. POR ANT.		2'283.34	
<u>SUMA EL ACTIVO:</u>	<u>10'000</u>	<u>51'108.34</u>	<u>18'737.50</u>
<u>PASIVO A CURTO PLAZO</u>			
PROVEEDORES		1'700	19
BANCOS		21'750	
ANTICIPOS DE OBRAS		14'125	1'437.50
RETENCIONES A CONTRAT.		300	650
IMPUESTOS Y CUOTAS		1'616.67	3'325
<u>SUMA EL PASIVO:</u>		<u>39'491.67</u>	<u>5'412.50</u>
<u>CAPITAL</u>			
CAPITAL SOCIAL	10'000	10'000	10'000
RESULT. DEL EJERCICIO		1'616.67	3'325
<u>SUMA EL CAPITAL</u>	<u>10'000</u>	<u>11'616.67</u>	<u>13'325</u>
<u>SUMA PASIVO Y CAPITAL:</u>	<u>10'000</u>	<u>51'108.34</u>	<u>18'737.50</u>

**C O N S T R U C T O R A, S. A.**

**INGRESOS EN EFECTIVO (000'0)**

	ABRIL	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
<b>FOR ESTIMACIONES:</b>							
CORRESPONDIENTES AL MES DE ABRIL	3'225						3'225
CORRESPONDIENTES AL MES DE MAYO	11'250	3'750					15'000
CORRESPONDIENTES AL MES DE JUNIO		12'187,5	4'032,5				16'220
CORRESPONDIENTES AL MES DE JULIO			8'437,5	2'812,5			11'250
CORRESPONDIENTES AL MES DE AGOSTO				6'562,5			6'562,5
CORRESPONDIENTES AL MES DE SEPT.					2'187,5		2'187,5
CORRESPONDIENTES AL MES DE OCT.					4'687,5	1'562	6'250
						2'812,5	2'812,5
<b>S U M A:</b>	14'575	15'937,5	12'500	9'375	6'875	4'375	63'437,5
<b>REPOS:</b>							
AMORTIZACION DEL ANTICIPO (20%)	( 2'875 )	( 3'187,5 )	( 2'500 )	( 1'875 )	( 1'375 )	( 875 )	( 12'607,5 )
FONDO DE GARANTIA ( 5%)	( 718,75 )	( 796,88 )	( 625 )	( 468,75 )	( 303,75 )	( 218,75 )	( 3'121,63 )
<b>SEGUN LOS INGRESOS:</b>	10'781,25	11'953,12	9'375	7'031,25	5'256,25	3'281,25	47'571,12

**C O N S T R U C T O R A, S. A.**

**FLUJO DE CAJA (000'0)**

	ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
<b>INGRESOS</b>													
SEO. EN CAJA	5'000												5'000
OPERATIVA	10'000	10'000	2'109,38	4'921,87	6'328,12	6'671'88	10'781,25	11'953,12	9'375	7'031,25	5'256,25	3'281,25	69'619,37
<b>SUMAS LOS INGRESOS:</b>	15'000	10'000	2'109,38	4'921,87	6'328,12	6'671'88	10'781,25	11'953,12	9'375	7'031,25	5'256,25	3'281,25	94'609,37
<b>EGRESOS</b>													
<b>FOR OBRAS:</b>													
M. DE OBRAS	3'000	3'000	3'000	3'000	4'000	4'000	3'000	2'000	2'000	1'500	1'000	500	30'000
MATERIALES	4'000	5'000	6'000	4'000	3'000	4'000	3'000	1'500	750	500	750	500	33'000
SUB-CONTRATOS	500	1'000	2'000	2'000	1'000	1'500	850	500	500	500	1'000	1'000	12'350
RENT. DE EQUIPO	500	1'000	500	500	500	500	250	250					4'000
OFIC. CENTRAL	700	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	1'800	9'000
<b>SUMAS LOS EGRESOS:</b>	8'700	10'650	12'150	10'150	9'150	10'650	7'750	4'900	3'900	3'150	3'400	3'800	68'750
<b>SEO. DEL MES</b>	6'300	( 650 )	( 10'040,62 )	( 5'228,13 )	( 2'821,88 )	( 3'978,12 )	3'031,25	7'053,12	5'475	3'281,25	1'756,25	( 518,75 )	
<b>SEO. ACUM.</b>	6'300	5'650	( 4'380,62 )	( 9'608,75 )	( 12'430,63 )	( 14'408,75 )	( 11'367,50 )	( 4'314,38 )	1'140,62	5'021,87	6'778,12	6'259,37	6'259,37

91

CONSTRUCTORA, S.A.

INGRESOS EN EFECTIVO (1000'S)

	ENERO	FEBRERO	ENERO	ABRIL	TOTAL
<u>-POR ESTIMACIONES:</u>					
CORRESPONDIENTES AL MES DE OCTUBRE	957,5				957,5
CORRESPONDIENTES AL MES DE NOVIEMBRE	2'812,5	957,5			3'770
CORRESPONDIENTES AL MES DE DICIEMBRE		1'675	625		2'300
<b>S U M A:</b>	3'770	2'812,5	625		7'187,5
-POR REINTEGRACION DEL FONDO DE GARANTIA,				5'000	5'000
<u>MEJOS:</u>					
AMORTIZACION DE ANTICIPO (20%)	( 750 )	( 562,51 )	( 125 )		( 1'437,5 )
FONDO DE GARANTIA ( 5%)	( 187,5 )	( 140,62 )	( 51,25 )		( 379,37 )
<b>S U M A LOS INGRESOS:</b>	2'812,5	2'109,38	468,75	5'000	10'390,63



DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

CURSO RESIDENTES DE CONSTRUCCION

UNIDADES DE DESCARGA

15, 16 OCTUBRE 1982  
ORIZABA, VER.



TABLA 1

UNIDADES DE DESCARGA

Y DIAMETRO MINIMO EN DERIVACIONES Y SIPONES DE DESCARGA

TIPO DE MUEBLE D APARATO	UNIDADES DE DESCARGA			DIAMETRO MINIMO DEL SIFON Y DERIVACION		
	CLASE			CLASE		
	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª
Lavabo	1	2	2	32 (1 1/4)	32 (1 1/4)	32 (1 1/4)
W. C.	4	5	6	75 (3)	75 (3)	75 (3)
Tina	3	4	4	38 (1 1/2)	50 (2)	50 (2)
Bidé	2	2	2	32 (1 1/4)	32 (1 1/4)	32 (1 1/4)
Cuarto de baño completo con lavabo, W.C., tina y bidé	7	-	-	75 (3)	75 (3)	75 (3)
Regadera	2	3	3	38 (1 1/2)	50 (2)	50 (2)
Urinario suspendido	2	2	2	38 (1 1/2)	38 (1 1/2)	38 (1 1/2)
Urinario vertical	-	4	4	-	50 (2)	50 (2)
Fregadero en viviendas	3	-	-	38 (1 1/2)	-	-
Fregadero restaurante	-	8	8	-	75 (3)	75 (3)
Lavadero (ropa)	3	3	-	38 (1 1/2)	38 (1 1/2)	-
Vertedero	4	8	8	100 (4)	100 (4)	-
Bebedero	1	1	1	32 (1 1/4)	32 (1 1/4)	32 (1 1/4)

NOTA: EL DIAMETRO MINIMO ES EL DIAMETRO NOMINAL DE LA TUBERIA.

TABLA 2

DIAMETRO DE LAS DERIVACIONES DEL COLECTOR

# DERIVACION EN COLECTOR		NUMERO MAXIMO DE UNIDADES DE DESCARGA			
		DERIVACION HORIZONTAL	PENDIENTE		
MM	PULG.		1/100	2/100	4/100
32	1 1/4	1	1	1	
38	1 1/2	2	2	2	
50	2	4	4	4	
63	2 1/2 *	10	15	18	
75	3 *	20	27	36	
100	4	68	96	114	
125	5	144	234	280	
150	6	264	440	580	
200	8	696	1150	1680	
250	10	1392	2500	3600	
300	12	2400	4200	6500	
350	14	4800	8500	13500	

\* Sin W.C.

T A B L A 3

DIAMETROS DE COLUMNAS PARA AGUAS RESIDUALES  
Y DE COLUMNAS PARA AGUAS PLUVIALES.

DIAMETRO DE LA COLUMNA	SOLO PARA COLUMNAS DE AGUAS RESIDUALES		SOLO COLUMNAS AGUAS PLUVIALES	
	NUMERO MAXIMO DE UNIDADES DE DESCANSA		LONGITUD MAXIMA DE LA COLUMNA M	AREA DE CAPTACION. (PROYECCION HORIZONTAL M <sup>2</sup> )
	EN CADA NIVEL	EN TODA LA COLUMNA		
MM PULG.				
38 1 1/2	3	8	18	hasta 8
50 2	8	18	27	9 a 25
63 2 1/2	20	36	31	26 a 75
75 3	45	72	64	76 a 170
100 4	190	384	91	171 a 335
125 5	350	1020	119	336 a 500
150 6	540	2070	153	501 a 1000
200 8	1200	5400	225	-----

NOTA: EL DIAMETRO DE LAS COLUMNAS PARA AGUAS PLUVIALES ESTA CALCULADO PARA UNA INTENSIDAD DE LLUVIA DE 100 MM/HORA.

T A B L A 4

DIAMETROS DE CANALONES

P DEL CANALON		AREA DE CAPTACION PROYECCION HORIZONTAL M <sup>2</sup>
MM	PULG.	
75	3	9 a 25
100	4	26 a 75
125	5	76 a 100
150	6	171 a 335
200	8	336 a 500
250	10	501 a 1000

SI SE USA OTRA SECCION DE CANALON SE DEBE CONSERVAR LA MISMA AREA INDICADA POR LA TABLA.

1" = 100 mm/hora.

TABLA 5

DIAMETROS DE COLECTORES PARA AGUAS RESIDUALES  
Y DE COLECTORES PARA AGUAS PLUVIALES

DIAMETRO DEL COLECTOR		SOLO PARA COLECTORES AGUAS RESIDUALES			SOLO PARA COLECTORES AGUAS PLUVIALES		
		NUMERO MAXIMO DE UNIDADES DE DESCARGA			MAXIMA AREA DE CAPTACION m <sup>2</sup>		
mm.	pulg.	Pendiente			Pendiente		
		1%	2%	4%	1%	2%	4%
32	1 1/8	1	1	1	8	12	17
38	1 1/2	2	2	3	1	20	27
50	2	7	9	12	28	41	58
63	2 1/2	17	21	27	50	74	102
75	3	27	36	48	80	116	163
100	4	114	150	210	173	246	352
125	5	270	370	540	307	437	610
150	6	510	720	1050	488	697	995
200	8	1290	1860	2640	1023	1488	2065
250	10	2520	3600	5250	1814	2557	3720
300	12	4390	6300	9100	3022	4231	6090

NOTA: ESTA TABLA TOMA EN CUENTA EN LOS VALORES MOSTRADOS LA SIMULTANEIDAD DE USO EN FUNCION DEL NUMERO DE UNIDADES DE DESCARGA O SEA DEL NUMERO DE MUEBLES!

TABLA 6

V E N T I L A C I O N  
DE LAS TUBERIAS DE DRENAJE

DIAMETRO DE UNA DERIVACION DE VENTILACION  
PARA VARIOS MUEBLES O APARATOS

GRUPO DE MUEBLES SIN W.C.			GRUPO DE MUEBLES CON W.C.		
UNIDADES DE DESCARGA	Ø VENTILACION		UNIDADES DE DESCARGA	Ø VENTILACION	
	mm.	pulg.		mm.	pulg.
1	32	1 1/8	hasta 17	50	2
2 a 8	38	1 1/2	18 a 36	63	2 1/2
9 a 18	50	2	37 a 60	75	3
19 a 36	63	2 1/2			

V E N T I L A C I O N  
DE LAS TUBERIAS DE DRENAJE

DIAMETROS DE LAS COLUMNAS DE VENTILACION

DIAMETRO DE LA COLUMNA DE DESCARGA -- M.-/M.	NUMERO DE UNIDADES DE DESCARGA	DIAMETRO DE LAS COLUMNAS DE VENTILACION								
		1/4	1/2	2"	2 1/2	3	4	5	6	8
		Máxima longitud de la columna de ventilación en m.								
35	Hasta 1	14								
40	" 8	10	18							
50	" 18	9	15	27						
65	" 36	8	14	23	31					
80	Hasta 12		10	36	55	64				
80	" 18		6	21	55	64				
80	" 24		4	15	40	64				
80	" 36		2,5	11	28	64				
80	" 48		2	10	24	64				
80	" 72		1,8	8	20	64				
100	Hasta 24			8	33	61	91			
100	" 48			5	20	34	91			
100	" 96			4	14	25	91			
100	" 144			3	11	21	91			
100	" 192			2,5	9	18	85			
100	" 264			2	6	16	73			
100	" 384			1,5	5	14	61			
125	Hasta 72				12	20	76	119		
125	" 144				9	14	54	119		
125	" 288				6	10	37	119		
125	" 432				5	7	28	97		
125	" 720				3	5	21	67		
125	" 1.020				2,4	4	17	55		
150	Hasta 144					8	31	104	153	
150	" 288					6	21	67	153	
150	" 576					3	13	46	128	
150	" 864					2	10	38	97	
150	" 1.296					1,8	8	28	73	
150	" 2.070					1,2	8	22	57	
200	Hasta 320						13	44	122	225
200	" 640						9	25	79	225
200	" 960						7	18	58	225
200	" 1.600						5	12	36	160
200	" 2.500						4	8	27	113
200	" 4.160						2	7	19	76
200	" 5.400						1,5	5	16	64

# ABASTECIMIENTO POR GRAVEDAD

5

6

El calor favorece el desarrollo de bacterias

Basura y animales en el agua por cierre no hermético

Los Reforzada

Estructura Reforzada



Presión de agua insuficiente en las dos plantas superiores

Presión insuficiente  
1 m. de col. de agua  
(0.1<sup>kg</sup>/cm<sup>2</sup>)

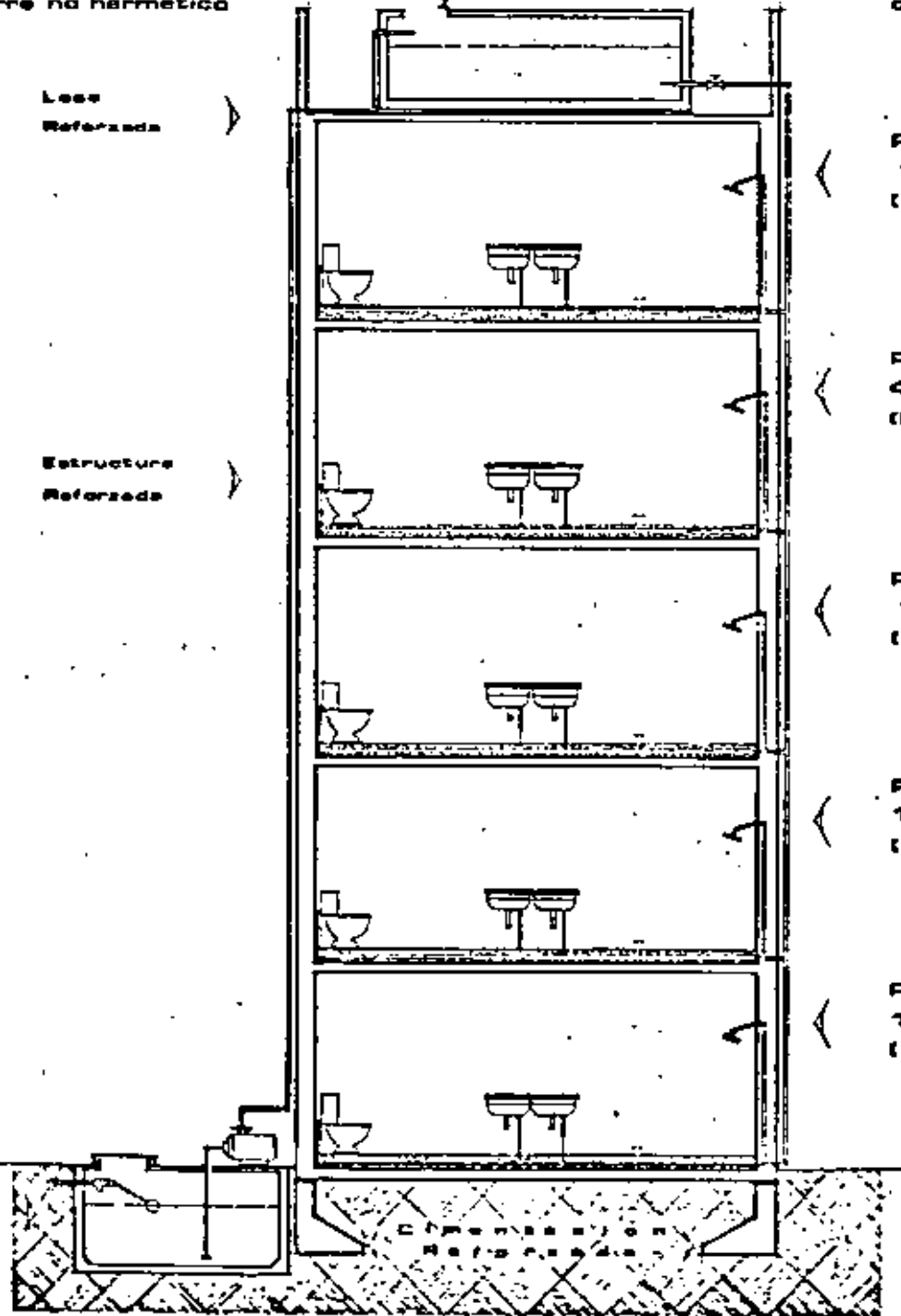
Presión insuficiente  
4 m. de col. de agua  
(0.4<sup>kg</sup>/cm<sup>2</sup>)

Presión adecuada  
7 m. de col. de agua  
(0.7<sup>kg</sup>/cm<sup>2</sup>)

Presión adecuada  
10 m. de col. de agua  
(1.0<sup>kg</sup>/cm<sup>2</sup>)

Presión adecuada  
13 m. de col. de agua  
(1.3<sup>kg</sup>/cm<sup>2</sup>)

Cisterna subterránea protegida del agua



Cimentación Reforzada

# ABASTECIMIENTO A PRESION

②

Abastecimiento por sistema cerrado protegido contra contaminación

Presión adecuada en todos los pisos

Leas Normal

Estructura Normal

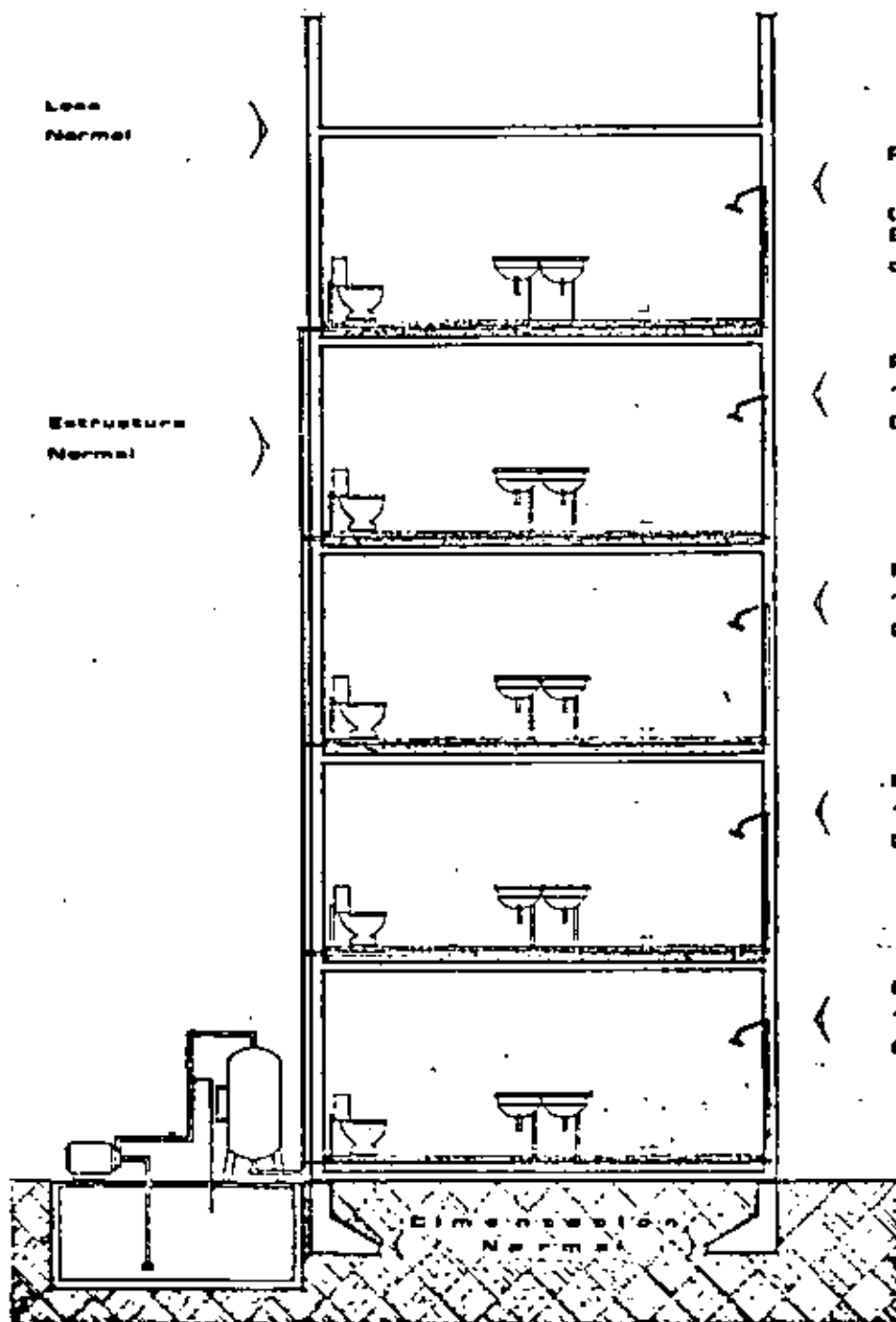
Presión adecuada 7 m. de col. de agua (0.7 kg/cm<sup>2</sup>) Equivalente a un tanque colocado a 7m. de altura

Presión adecuada 10 m. de col. de agua (1 kg/cm<sup>2</sup>)

Presión adecuada 13 m. de col. de agua (1.3 kg/cm<sup>2</sup>)

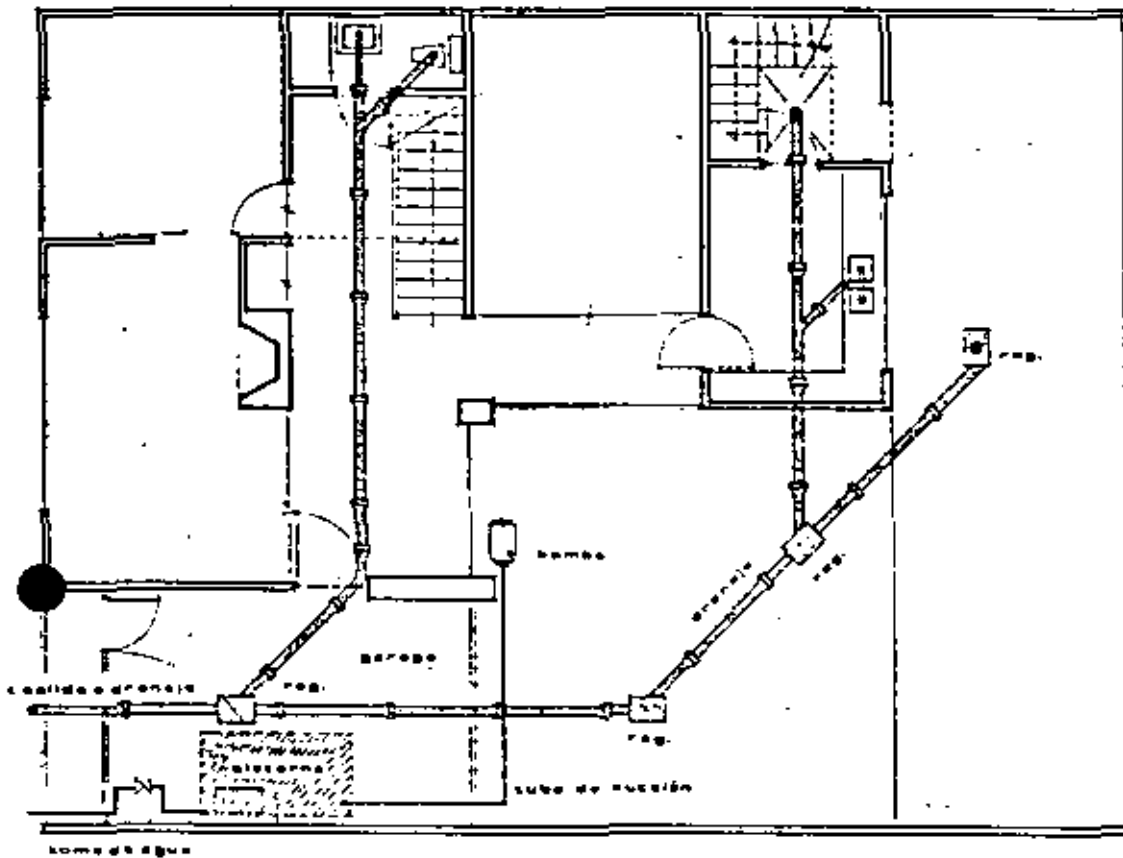
Presión adecuada 16 m. de col. de agua (1.6 kg/cm<sup>2</sup>)

Presión adecuada 19 m. de col. de agua (1.9 kg/cm<sup>2</sup>)

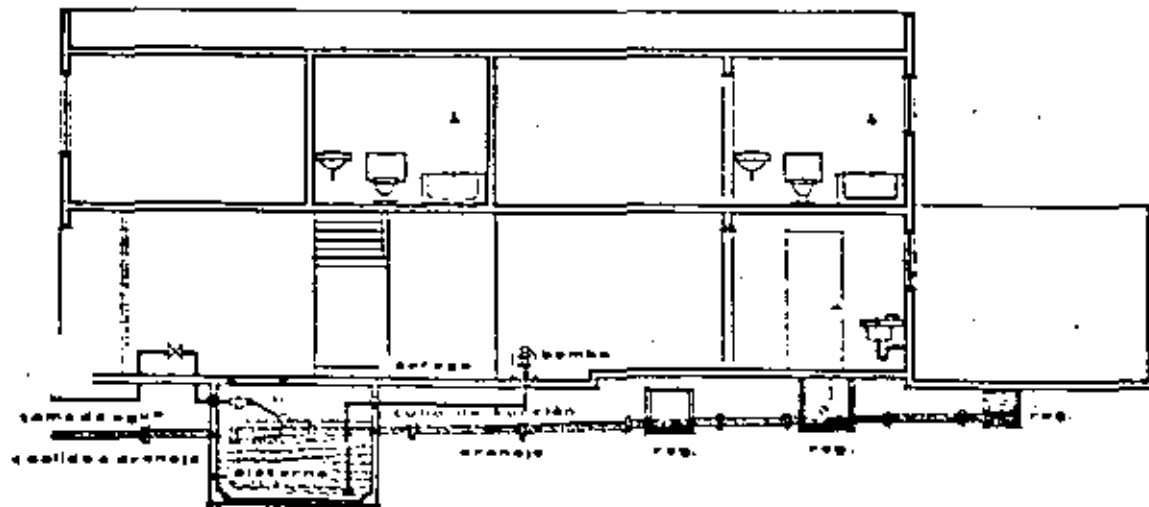


# INSTALACION DE BOMBA - CISTERNA NO RECOMENDABLE

(2)

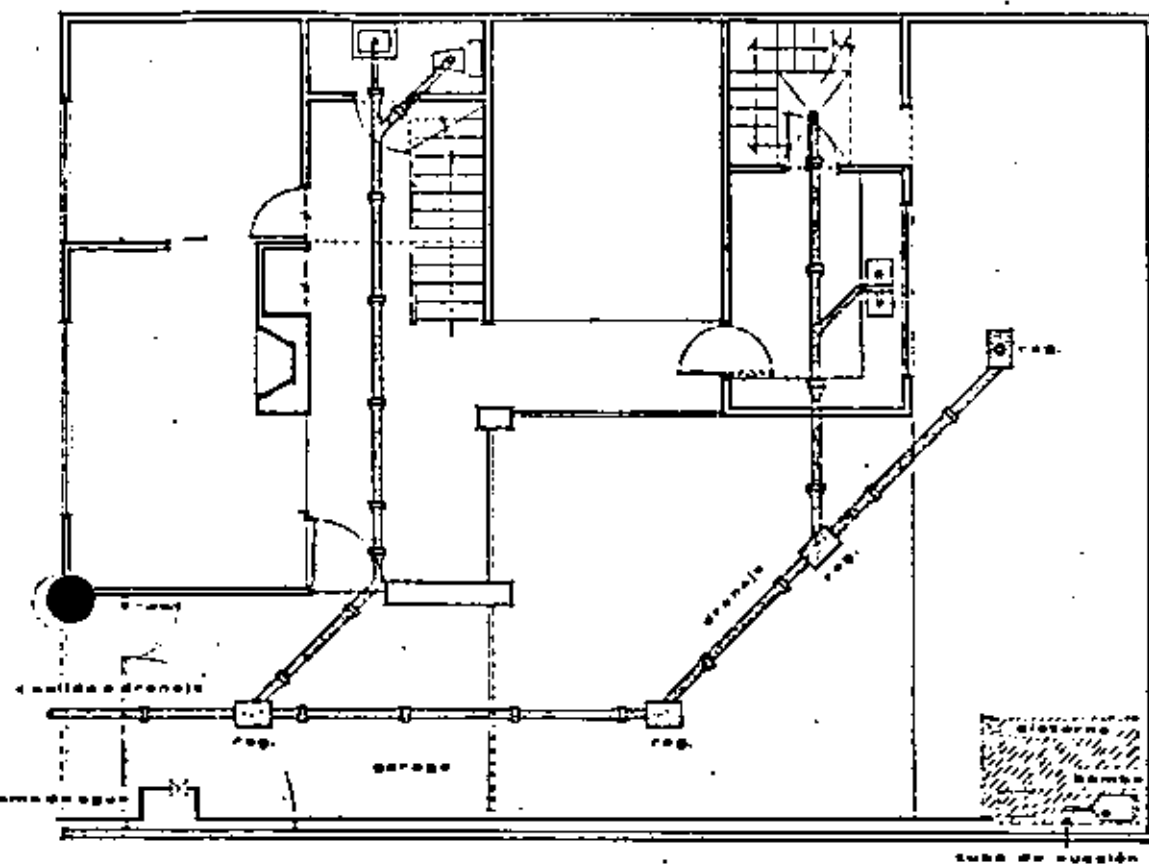


1. La bomba transmite ruidos a la casa.
2. Bomba demasiado alejada de la cisterna.
3. Tubo de succión demasiado largo.
4. Las aguas negras pueden desbordarse a la cisterna.
5. Drenaje situado a menos de 3m. de la cisterna.
6. Cisterna localizada en lugar de mucho tránsito.
7. Los registros de cisterna y drenaje no cierran herméticamente por el paso de gente y automóviles.
8. Cisterna localizada innecesariamente cerca de la toma para asegurar un buen abastecimiento de agua.

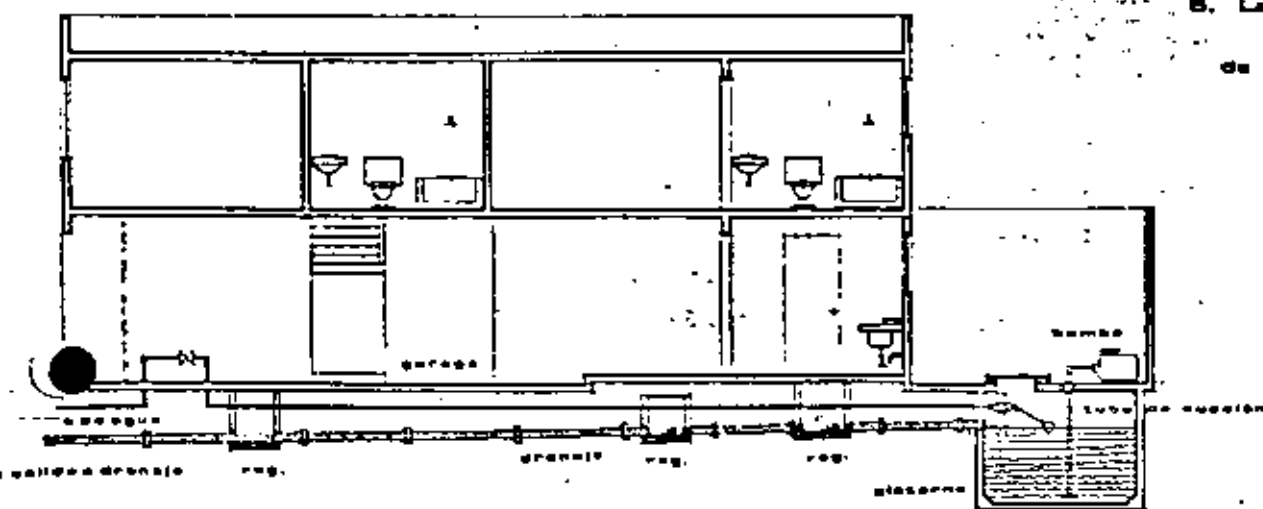


# INSTALACION DE BOMBA - CISTERNA RECOMENDABLE

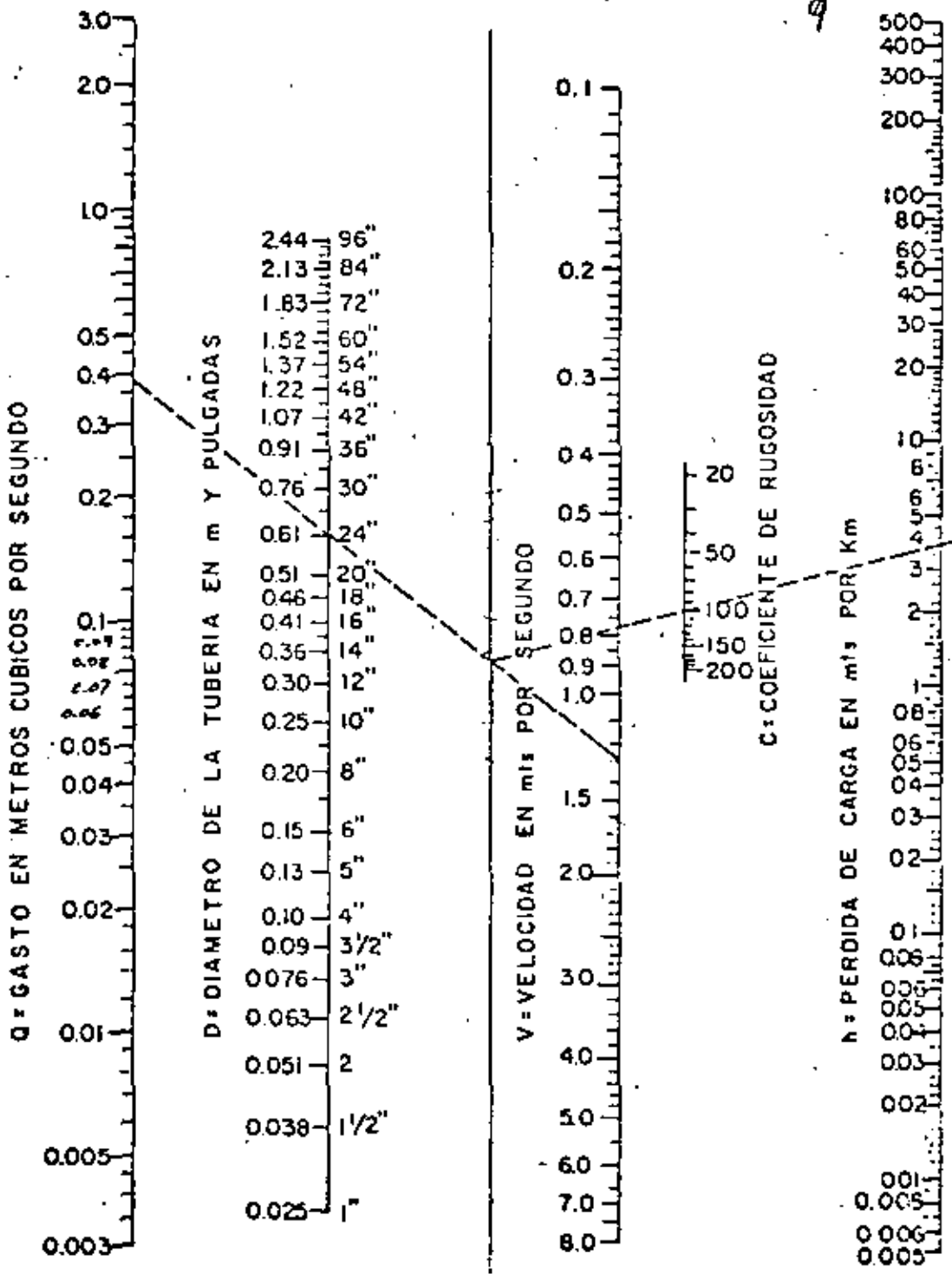
9



1. Cisterna protegida. Localizada en lugar poco transitado.
2. Distancia entre drenaje y cisterna mayor de 3m.
3. Aumentando el diámetro de toma a cisterna de 13 a 25 mm, se aumenta el caudal de agua 3.5 veces.
4. Bomba alejada de la casa previene el ruido.
5. La bomba localizada cerca de la cisterna opera mejor.

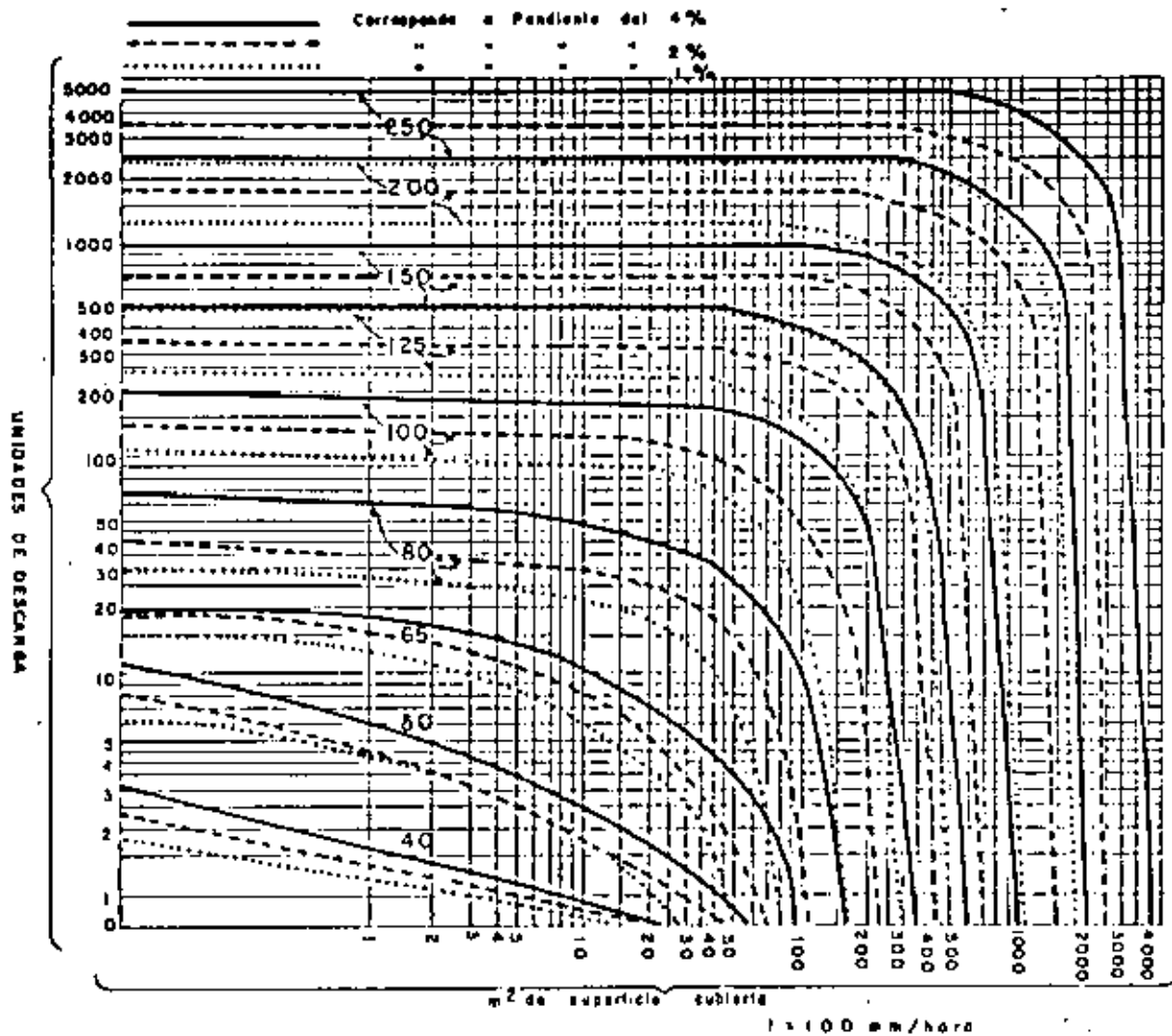






NOMOGRAMA PARA CALCULO DE TUBERIAS  
 POR LA FORMULA HAZEN-WILLIAMS

$$V = 0.849 C R^{0.63} S^{0.54}$$



DIAMETRO DE COLECTORES COMBINADOS o MIXTOS  
 ( Aguas Residuales + Pluviales )

## EQUIVALENCIA DE LOS MUEBLES SANITARIOS EN UNIDADES MUEBLE

①

Diámetro Propio (mm)	Tipo de Mueble	Tipo de Servicio	Tipo de Control	U.M.
25 6 32 mm	Excusado	público	Válvula*	10
13	Excusado	público	Tanque	5
13	Fregadero	hotel rest.	Llave	4
13	Lavabo	público	Llave	2
19 6 25	Mingitorio pared	público	Válvula	5
13	Mingitorio pared	público	Tanque	3
13	Regadera	público	Mezcladora	4
13	Tina	público	Llave	4
13	Vertedero	oficina etc.	Llave	3
25	Excusado	privado	Válvula	6
13	Excusado	privado	Tanque	3
13	Fregadero	privado	Llave	2
—	Grupo baño	privado	Exc. valv.	6
—	Grupo baño	privado	Exc. tanque	6
13	Lavabo	privado	Llave	1
13	Lavadero	privado	Llave	3
13	Regadera	privado	Mezcladora	2
13	Tina	privado	Mezcladora	2

\* Fluxómetro.

Número de			Número de			Número de		
Unidades	Gasto probable		Unidades	Gasto probable		Unidades	Gasto probable	
Mueble	Tanque	Válvula	Mueble	Tanque	Válvula	Mueble	Tanque	Válvula
840	11,60	11,82	2350	23,00	23,00	4100	34,90	34,90
860	11,80	11,98	2400	23,40	23,40	4500	39,50	39,50
880	12,00	12,14	2450	23,70	23,70	5000	43,50	43,50
900	12,20	12,30	2500	24,00	24,00	5500	46,30	46,30
920	12,37	12,46	2550	24,40	24,40	6000	49,00	49,00
940	12,55	12,62	2600	24,70	24,70	6500	52,50	52,60
960	12,72	12,78	2650	25,10	25,10	7000	56,00	56,00
980	12,90	12,94	2700	25,50	25,50	7500	59,00	59,00
1000	13,07	13,10	2750	25,80	25,80	8000	63,00	63,00
1050	13,49	13,50	2800	26,10	26,10	8500	65,50	65,50
1100	13,90	13,90	2850	26,40	26,40	9000	68,50	68,50
1150	14,38	14,38	2900	26,70	26,70	9500	71,50	71,50
1200	14,85	14,85	2950	27,00	27,00	10000	74,40	74,40
1250	15,18	15,18	3000	27,30	27,30	10500	77,50	77,50
1300	15,50	15,50	3050	27,60	27,60	11000	80,50	80,50
1350	15,90	15,90	3100	28,00	28,00	11500	83,50	83,50
1400	16,20	16,20	3150	28,30	28,30	12000	86,50	86,50
1450	16,60	16,60	3200	28,70	28,70	12500	89,50	89,50
1500	17,00	17,00	3250	29,00	29,00	13000	92,50	92,50
1550	17,40	17,40	3300	29,30	29,30	13500	95,50	95,50
1600	17,70	17,70	3350	29,60	29,60	14000	98,50	98,50
1650	18,10	18,10	3400	30,30	30,30	14500	101,50	101,50
1700	18,50	18,50	3450	30,50	30,60	15000	104,50	104,50
1750	18,90	18,90	3500	30,90	30,90	15500	108,50	108,50
1800	19,20	19,20	3550	31,30	31,30	16000	109,50	109,50
1850	19,60	19,60	3600	31,60	31,60	16500	112,50	112,50
1900	19,90	19,90	3650	31,90	31,90	17000	115,50	115,50
1950	20,10	20,10	3700	32,30	32,30	17500	118,50	118,50
2000	20,40	20,40	3750	32,60	32,60	18000	121,50	121,50
2050	20,80	20,80	3800	32,90	32,90	18500	124,50	124,50
2100	21,20	21,20	3850	33,30	33,30	19000	127,50	127,50
2150	21,60	21,60	3900	33,60	33,60	19500	130,50	130,50
2200	21,90	21,90	3950	33,90	33,90	20000	133,50	133,50
2250	22,30	22,30	4000	34,30	34,30	20500	136,50	136,50
2300	22,60	22,60	4050	34,60	34,60	21000	139,50	139,50

**DOTACIONES DE AGUA POTABLE**

Como recomendación, al calcular la dotación propia para un edificio en función del número de habitantes, pueden considerarse los valores que se indican.

Habitación tipo popular	150 L/persona-día
Habitación de interés social	200 L/persona-día
Residencias y departamentos	250 a 500 L/persona-día
Oficinas (edificios de)	70 L/empleo-día

En el caso de oficinas puede estimarse también a razón de - 10 L/m<sup>2</sup> de área rentable.

Hoteles.	500 L/huésped-día
Cines	2 L/espectador-función
Fábricas (sólo uso sanitario)	100 L/obrero/turno
Baños públicos	500 L/bañista-día
Escuelas	100 L/alumno-día
Clubes (servicio de baños)	500 L/bañista-día

En el caso de clubes hay que adicionar las dotaciones por cada concepto diferente, es decir, bañistas, restaurante, riego de jardines, auditorios o salones de reunión, etc.

Restaurantes	15 a 30 L/comensal
Lavanderías	40 L/Kg. de ropa seca
Hospitales	500 a 1,000 L/cama - día
Riego de jardines	3 L/m <sup>2</sup> superficie sembrada de césped cada vez que se riegue.
Riego de patios	2 L/m <sup>2</sup>

**GASTO MÍNIMO EN LAS LLAVES O CRIFOS DE LOS APARATOS SANITARIOS**

Diámetro mínimo - tubo entrada.	TIPO DE APARATO SANITARIO	PRACTICA EUROPEA		PRACTICA NORTEAMERICANA	
		Presión en (2) la entrada metros de columna de agua.	Gasto por llave. (l/seg.)	Presión en (2) la entrada metros de columna de agua.	Gasto por llave. (l/seg.)
9.5(3/8)	Lavabo.	DE 1.0 A 1.50 METROS DE COLUMNA DE AGUA	0.10	5.6	0.19
9.5(3/8)	Lavabo autocerante.		0.16	8.4	0.16
13 (1/2)	Tina		0.20	3.5	0.18
13 (1/2)	Regadera (ducha)		0.10	0.4	0.12
9.5(3/8)	Bidé		0.10	-	-
9.5(3/8)	W.C. con depósito		0.10	-	-
25 (1)	W.C. con flushover		2.00	7.0 a 14.0	0.95 a 2.52
13 (1/2)	Fregadero de vivienda		0.15	7.0	0.20
19 (3/4)	Fregadero de restaurante.		0.30	3.5	0.20
13 (1/2)	Lavadero para ropa		0.20	3.5	0.32
	Hidrante de riego 20 mm. Ø (3/4")		0.60	-	-
	Hidrante de riego 15 mm. Ø (1/4")		1.00	-	-
	Hidrante contra incendio 45 Ø (1 3/4")		1.00	-	-
	Hidrante contra incendio 70 Ø (2 3/4")		8.00	-	-
9.5(3/8)	Urinario de lavado con tróculo.		0.10	-	-
9.5(3/8)	Urinario de lavado con título		0.05	-	-
9.5(3/8)	Urinario de descarga automática.		0.05	-	-

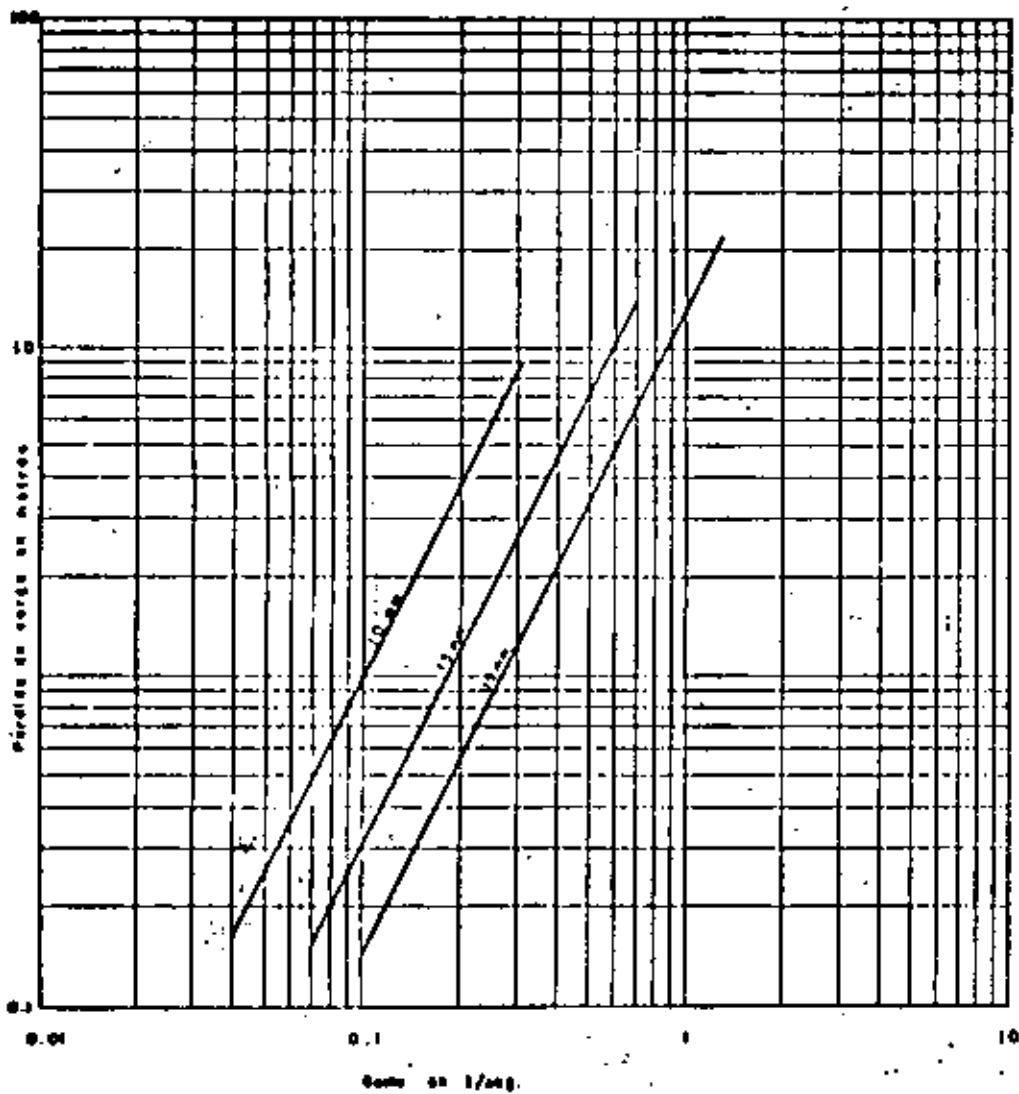
**NOTAS:**

- (1) Según el "National Plumbing Code" de los USA
- (2) El "Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificios" específica en su Art. 17: "Los depósitos que trabajen por gravedad, se colocarán a una altura de 2 m. por lo menos, arriba de los muebles sanitarios del nivel más alto.

Para aparatos no enlistados puede utilizarse el aparato más similar de la lista tanto para el punto de su llave o gillo como para el diámetro del tubo de entrada.

(11)

### LLaves de glose



### LLaves de paso a compuerta

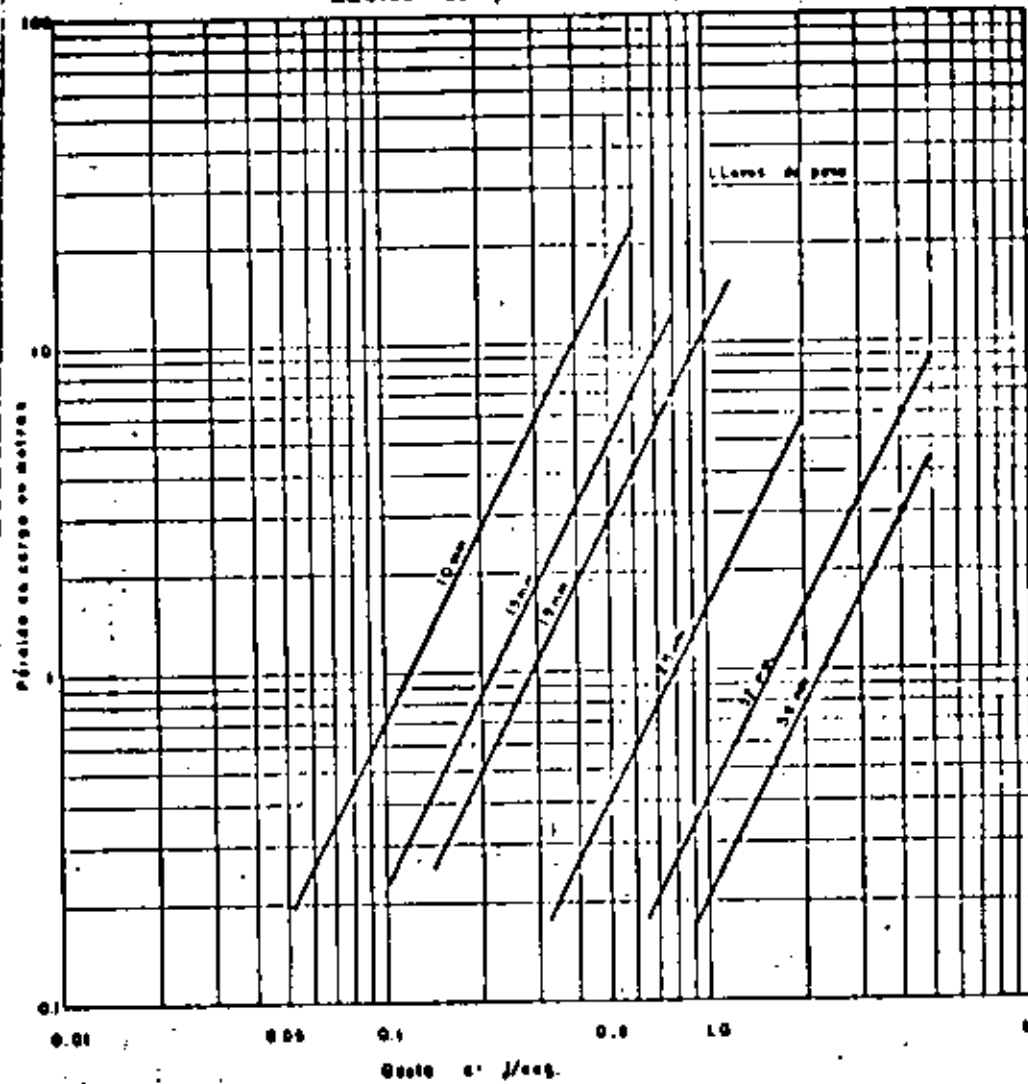


FIGURA 14

PERDIDA DE CARGA EN CONEXIONES

17

