



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

**Las autoridades de la Facultad de Ingeniería, por conducto del jefe de la División de Educación Continua, otorgan una constancia de asistencia a quienes cumplan con los requisitos establecidos para cada curso.**

**El control de asistencia se llevará a cabo a través de la persona que le entregó las notas. Las inasistencias serán computadas por las autoridades de la División, con el fin de entregarle constancia solamente a los alumnos que tengan un mínimo de 80% de asistencias.**

**Pedimos a los asistentes recoger su constancia el día de la clausura. Estas se retendrán por el periodo de un año, pasado este tiempo la DECFI no se hará responsable de este documento.**

**Se recomienda a los asistentes participar activamente con sus ideas y experiencias, pues los cursos que ofrece la División están planeados para que los profesores expongan una tesis, pero sobre todo, para que coordinen las opiniones de todos los interesados, constituyendo verdaderos seminarios.**

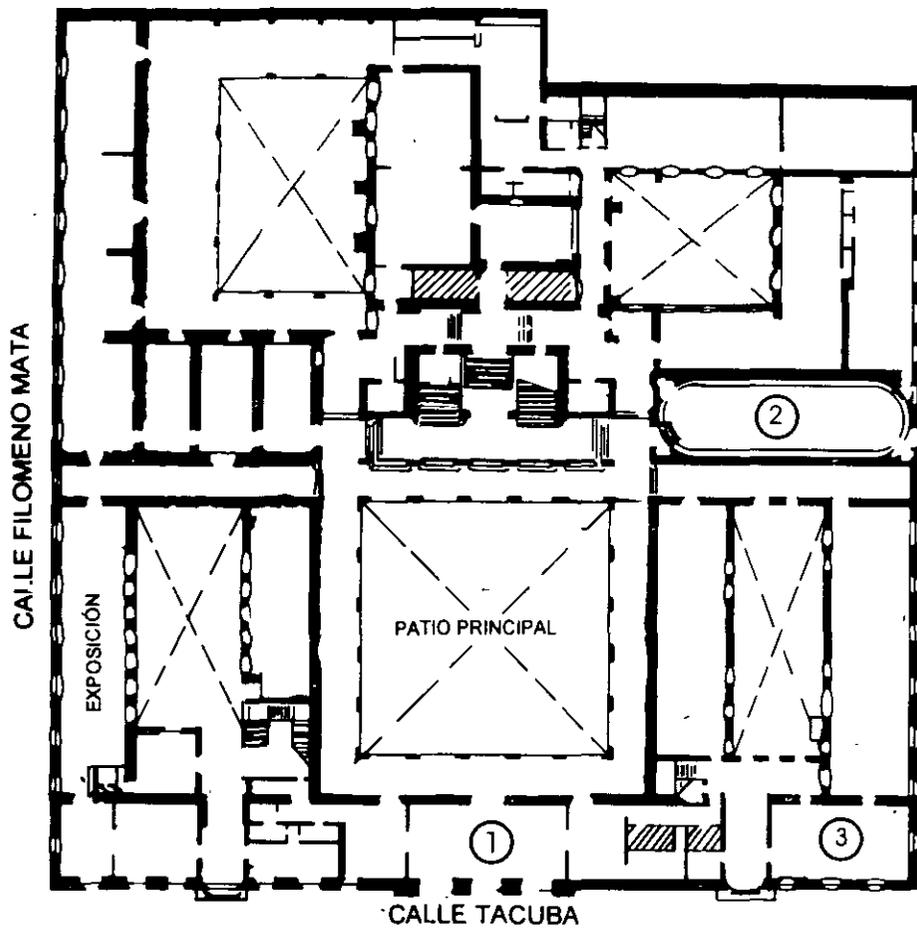
**Es muy importante que todos los asistentes llenen y entreguen su hoja de inscripción al inicio del curso, información que servirá para integrar un directorio de asistentes, que se entregará oportunamente.**

**Con el objeto de mejorar los servicios que la División de Educación Continua ofrece, al final del curso deberán entregar la evaluación a través de un cuestionario diseñado para emitir juicios anónimos.**

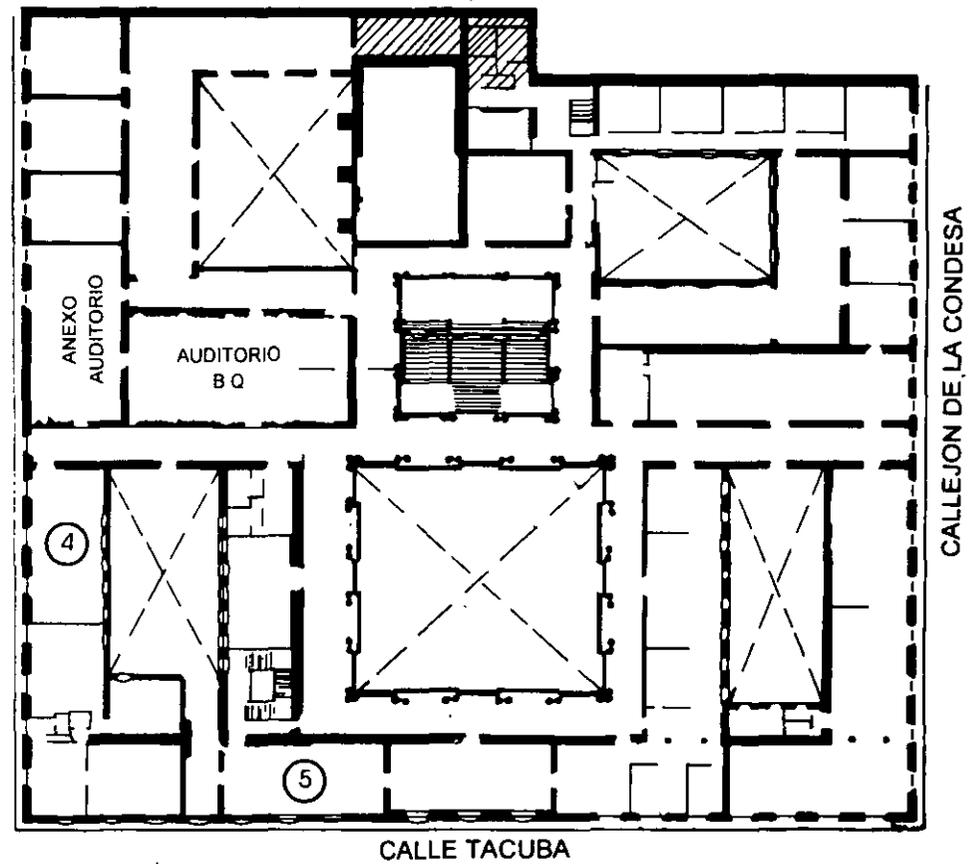
**Se recomienda llenar dicha evaluación conforme los profesores impartan sus clases, a efecto de no llenar en la última sesión las evaluaciones y con esto sean más fehacientes sus apreciaciones.**

**Atentamente  
División de Educación Continua.**

# PALACIO DE MINERIA

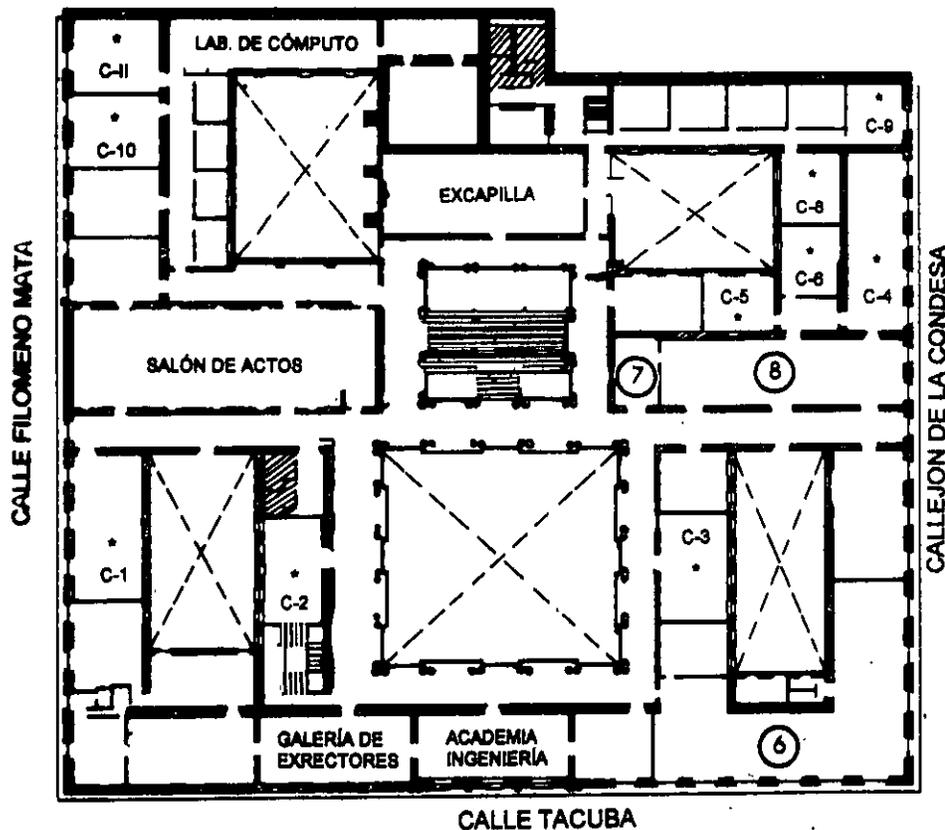


**PLANTA BAJA**



**MEZZANINNE**

# PALACIO DE MINERÍA



**1er. PISO**

## GUÍA DE LOCALIZACIÓN

1. ACCESO
  2. BIBLIOTECA HISTÓRICA
  3. LIBRERÍA UNAM
  4. CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN "ING. BRUNO MASCANZONI"
  5. PROGRAMA DE APOYO A LA TITULACIÓN
  6. OFICINAS GENERALES
  7. ENTREGA DE MATERIAL Y CONTROL DE ASISTENCIA
  8. SALA DE DESCANSO
- SANITARIOS
- \* AULAS



DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERÍA U.N.A.M.  
CURSOS ABIERTOS





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

TELECONFERENCIA

“INGENIERÍA DE COSTOS EN LA CONSTRUCCIÓN”



ING. RAFAEL ABURTO VALDÉS

24 DE JUNIO DE 1998

## CONTENIDO

1. INTRODUCCION
2. CONCEPTO DE TRABAJO
3. NORMAS Y ESPECIFICACIONES
4. COSTOS DE OBRA DE MANO
5. RENDIMIENTO DE LA OBRA DE MANO
6. COSTO DE MATERIALES
7. COSTO DE MAQUINARIA
8. COSTOS INDIRECTOS

---

9. PRECIO UNITARIO
10. PRESUPUESTO
11. LOS COSTOS EN LA COSTRUCCION ANTE UN PROBLEMA INFLACIONARIO

## INTRODUCCION

Tradicionalmente la construcción ha sido concebida como una serie de técnicas y procedimientos que nos permiten la ejecución de cualquier obra de Ingeniería, sin embargo, en la actualidad no es suficiente estar preparado para poder realizar cualquier proyecto desde el punto de vista técnico, sino también hay que saber manipular hábilmente el factor económico inherente a dicho proyecto, y con esto lograr que el costo de la obra sea lo más bajo posible sin disminuir la calidad de la misma.

Así pues en la Industria de la Construcción, como en cualquier otra rama de la Ingeniería, el factor económico cobra especial importancia y dentro de éste la determinación de los Costos de Obra. En muchos casos el desconocimiento de los factores involucrados en esta actividad o el descuido en el manejo de los mismos acarrea grandes problemas a las empresas tales como demoras, pérdidas, o en los peores casos, la suspensión de la ejecución de las obras o la quiebra.

Es por esto que la determinación de los costos en la construcción requiere, por parte de los Ingenieros encargados de su evaluación, un conocimiento pleno de todos los elementos que intervienen así como habilidad y experiencia en la aplicación de metodologías que ayuden a obtener resultados confiables, prácticos y cercanos a la realidad.

Esta obra presenta los puntos más importantes a considerar para la integración de "LOS COSTOS EN LA CONSTRUCCION".

Existen diversos métodos para determinar el costo de una obra. Ya sea que se trate del costo de la obra ya terminada que se llama ESTIMACION o bien el costo total previo a su ejecución al que se denomina PRESUPUESTO.

Sea uno u otro caso para llevar a cabo esta determinación, en la industria de la Construcción suelen utilizarse los sistemas a base de Precios Unitarios a cuya obtención y manejo se centra el propósito de esta obra. Para poder definir el concepto de precio unitario es necesario en primera instancia señalar que para facilitar el manejo de todas las variables involucradas en el proceso constructivo de una obra, éste se divide convencionalmente en actividades claramente identificables conocidas como CONCEPTOS DE TRABAJO a cada uno de los cuales le corresponde una unidad de medición conocida como UNIDAD DE OBRA. (Estos dos conceptos serán ampliados en el desarrollo de este trabajo).

Ahora bien aclarados estos conceptos podemos definir **PRECIO UNITARIO** como remuneración total que el contratante (cliente) cubre al constructor (Prestador del Servicio) por unidad de obra y por concepto de trabajo que ejecute de acuerdo a las especificaciones previamente establecidas entre ambos.

El precio unitario, entonces, presenta la ventaja de facilitar la medición de las cantidades de obra y con ello su correcta remuneración, sin embargo no por ello el problema de los costos en la construcción está del todo resuelto. Existen numerosos factores involucrados en su determinación cuyo manejo cuidadoso es necesario por parte de los ingenieros de costos para llevar a cabo tan fundamental tarea.

En la industria de la Construcción hemos de considerar como elementos básicos del costo de producción, la Mano de Obra, los Materiales, la Maquinaria, la Herramienta y fletes. Otros costos gravan la producción en función de tiempos, cantidades o valores recogidos en aquellos. Por convención se ha recurrido a establecer una clasificación general en 2 tipos de costos. Directos e Indirectos.

Los costos directos representarán aquellos gastos y consumos llevados a cabo para la realización de cada concepto de trabajo dentro del proceso constructivo por existir una determinación concreta de cantidad y valoración, tanto en lo referente a consumo de materiales; como utilización de maquinaria y mano de obra.

El costo indirecto, por el contrario, no puede llevarse a una sola actividad por no poderse determinar precisamente la cantidad consumida o empleada en cada concepto de trabajo, por lo que es necesario entonces recurrir a la imputación indirecta valiéndose de métodos de distribución adecuados. Tal es el caso de los costos que se erogan para cubrir la administración, impuestos, fianzas, financiamiento, etc.

Dicho de otra manera llamaremos **COSTO DIRECTO** a la suma de todos aquellos cargos aplicables al concepto de trabajo, que se derivan de las erogaciones efectuadas exclusivamente para realizar dicho concepto de trabajo, y llamaremos **COSTO INDIRECTO** a todas aquellas erogaciones necesarias para la ejecución de una obra que no han sido consideradas dentro de los costos directos.

Hasta aquí se han considerado todas las erogaciones hechas por el constructor para llevar a cabo la ejecución de una obra. Sin embargo, acorde a la definición de Precio Unitario, falta añadir el elemento **UTILIDAD**; que es la ganancia que debe considerar el constructor como resultado de su actividad dentro del proceso constructivo.

Ahora si, integrando todo lo anteriormente expuesto diremos que el Precio Unitario de un concepto de trabajo es la suma de los costos directos más los costos indirectos y la utilidad.

Al aplicar un sistema de Precios Unitarios en la determinación de los Costos de una obra surgen las interrogantes: ¿Qué conceptos de Trabajo deberán ejecutarse para llevarla a cabo y por consiguiente se deberán determinar sus correspondientes Precios Unitarios? y ¿Qué cantidad de unidades de obra corresponderán a cada concepto?. La primera cuestión quedará resuelta en base a las Especificaciones de Construcción que, en general, deberán reunir todos los requerimientos para llevar a cabo la obra. Estas especificaciones cobran especial importancia ya que en ellas quedarán precisados con claridad los alcances de cada Concepto de Trabajo y servirán de base para la relación legal cliente-constructor al contratar una obra. En el capítulo III se tratará este tema haciendo especial énfasis en la importancia de contar con Especificaciones claras y precisas en cualquier obra de construcción.

Una vez conocidos la totalidad de los conceptos de trabajo a ejecutar faltará evaluar la cantidad de unidades de obra correspondiente a cada uno de estos conceptos. La cuantificación de volúmenes de obra es uno de los aspectos de la Ingeniería de Costos, que debe realizarse con sumo cuidado para obtener resultados confiables. En el capítulo II se ampliará esta cuestión dando en esbozo general de como llevar a cabo sistemáticamente dicha cuantificación.

Retomando todo lo anterior, a lo largo del presente trabajo se verá la manera de determinar los costos directos e indirectos previa explicación de algunos conceptos básicos así como la manera de aplicarlos a la integración de los precios unitarios. Se tratará también la manera de integrar los presupuestos y la aplicación del criterio de Costo en la selección de la mejor alternativa de construcción; se analizará el problema inflacionario y por último un panorama general del control de costos, y de la utilización de las computadoras como herramienta de análisis y control.

## I: CONCEPTO DE TRABAJO

Cada obra de ingeniería tiene una denominación específica (carretera, puente, presa, etc.), pero a la vez cada una de ellas pueden subdividirse en varios grupos, tantos como la Ingeniería avanza, ya que existen por ejemplo carreteras de dos o más carriles, puentes de concreto o acero, tradicionales, prefabricados, atirantados, así como presas de almacenamiento con cortina de diferentes tipos; de materiales graduados, de gravedad, arco, bóveda, etc.

A su vez dentro de las obras existen lo que se conoce como "campos de construcción" que son trabajos divididos por alguna especialidad, y que se ejecutan en la mayoría de las obras por ejemplo: Movimiento de tierras, excavaciones en roca, fabricación y colocación de concretos hidráulicos, montajes, revestimientos, etc.

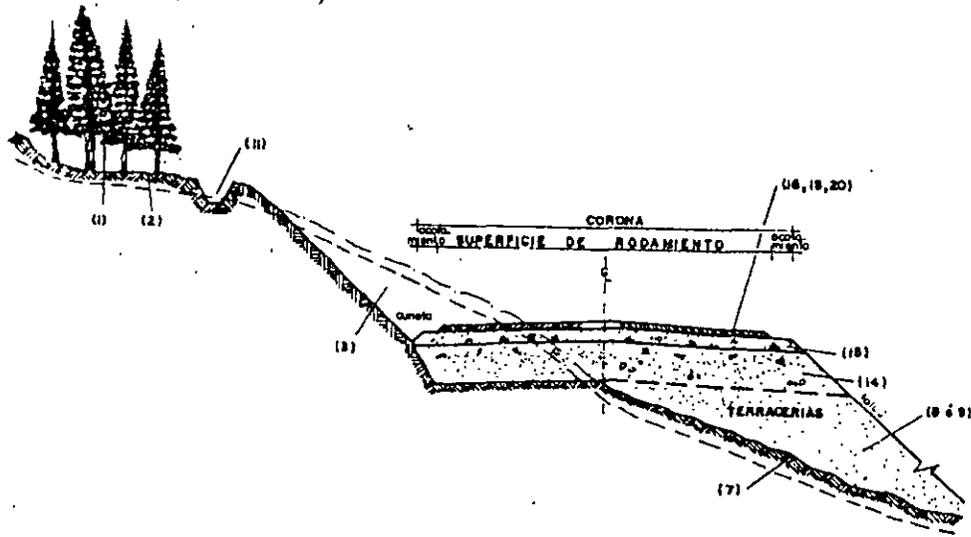
Debido a la necesidad de cuantificar los recursos humanos, materiales y equipo, además de llevar el control del avance de obra y poder conocer los costos, debemos detallar la denominación de estos campos, de tal manera que nos permita definir claramente el tipo de trabajo que estamos realizando. Por ejemplo, se entiende que no tendrá el mismo grado de dificultad y por ende el mismo costo fabricar y colocar concreto hidráulico de baja resistencia rodillado para la cortina de una presa, que la fabricación y colocación de concreto hidráulico de mayor resistencia y calidad para revestimiento de túneles, o un concreto para ser colado bajo el agua en puentes u obras marítimas.

Lo anterior resalta la importancia de definir adecuadamente los CONCEPTOS DE TRABAJO, que son el conjunto de operaciones bien definidas y diferentes de las demás, que se deben realizar durante la ejecución de una obra, divididas convencionalmente de acuerdo al campo que pertenezcan.

En cada tipo de obra existe ya, una relación de los conceptos de trabajo más importantes o de mayor uso.

A continuación se presentan dichos conceptos de trabajo de algunas obras que se consideraron representativas de los principales campos de la construcción, con el propósito de que sirvan como fuente de información básica para aquellos que se inicien en el análisis de costos.

## RELACION DE CONCEPTOS PRINCIPALES DE TRABAJO PARA OBRAS EN CAMINOS, FERROCARRILES Y AEROPUERTOS



UNIDAD

1.- Desmorte en áreas de construcción

Ha

- a) En manglar
- b) En selva ó bosque
- c) En regiones áridas ó semi-áridas
- d) En regiones desérticas

### *EXCAVACIONES*

2.- Despalmes en áreas de construcción desperdiciando material

$m^3$

3.- Excavación en cortes

$m^3$

4.- Excavación en cortes adicionales abajo de la subrasante

$m^3$

5.- Excavación en abatimiento de taludes

$m^3$

6.- Excavación en rebajes de la corona de cortes y/o de terraplenes

$m^3$

Los incisos 3, 4, 5 y 6 pueden subdividirse en material I, II ó III y

- a) Cuando el material se utilice para la formación de terraplenes
- b) Cuando el material se desperdicie

## TERRAPLENES

- 7.- Compactación del terreno natural en el área de desplante de los terraplenes m<sup>3</sup>
- a) Para "X" % de la prueba proctor
- 8.- Excavación de préstamos laterales para la obtención de material común que se utilice en la formación de terraplenes (volumen medido en terraplén) m<sup>3</sup>
- a) Dentro de una faja de "X" mts de acarreo.
- 9.- Excavación en bancos de préstamo para la obtención de material común que se utilice en la formación de terraplenes (volumen medido en terraplen). m<sup>3</sup>
- a) Del banco ubicado en .....
- 10.- Formación y compactación de terraplenes cotiguos a los estribos de puentes y estructuras de pasos a desnivel con sus cuñas de sobrecancho m<sup>3</sup>
- a) Para "X" % de compactación
- 11.- Excavación para contracunetas en material común m<sup>3</sup>

## SOBREACARREOS

- 12.- Sobreacarreo de materiales
- a) En distancias hasta "X" estaciones m<sup>3</sup>-est.
- b) En distancias hasta "X" hectómetros m<sup>3</sup>-hm
- c) En distancias de más de "X" kilómetros m<sup>3</sup>-km

Puede ser necesario tener un concepto de sobreacarreo para material III por problemas de abudamiento.

## REVESTIMIENTOS

- 13.- Revestimiento para caminos compactado al "X" % de la prueba proctor con material obtenido de banco de préstamo m<sup>3</sup>
- a) Del banco ubicado en .....

## PAVIMENTACION

14.- Sub base compactada al "X" % con material obtenido de banco de préstamo m<sup>3</sup>

a) Del banco ubicado en .....

15.- Base compactada al "X" % con material obtenido de banco de préstamo m<sup>3</sup>

a) Del banco ubicado en .....

16.- Materiales asfálticos empleados en estabilizaciones, en riegos - y construcción de carpetas

a) Cementos asfálticos kg

b) Asfalto Litro

c) Emulsiones asfálticas Litro

d) Aditivos Litro

17.- Estabilización en la construcción de sub-bases o bases compactadas al "X" % m<sup>3</sup>

a) Del banco ubicado en .....

18.- Materiales que se utilizan en la estabilización

a) Cemento Portland. kg

b) Cal Hidratada kg

c) Puzolana kg

19.- Riego de Impregnación

a) Barrido de la superficie Ha

b) Riego de impregnación Litro

c) Arena para cubrir la base impregnada m<sup>3</sup>

d) Barrido de la base impregnada Ha

20.- Carpeta asfáltica por el sistema de riegos

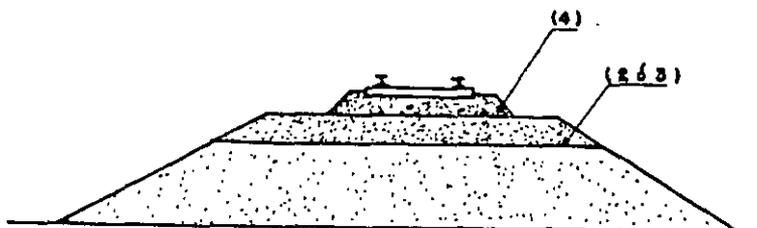
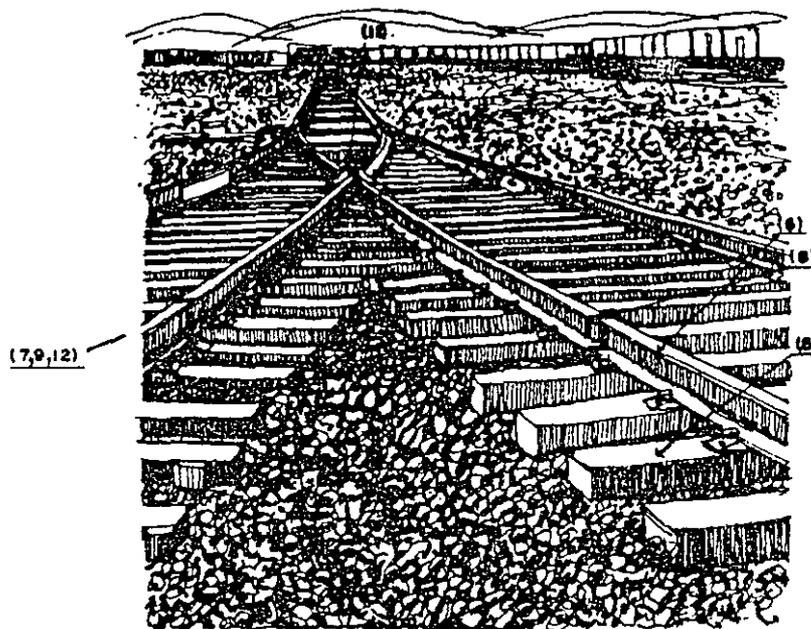
A) De un riego m<sup>3</sup>

1.- Con material tipo "X" del banco ubicado en .....

B) De dos riegos m<sup>3</sup>

- 1.- Con material "X" del banco ubicado en .....y  
material "Y" del banco ubicado en .....
- C) De tres riegos m<sup>3</sup>
- 1.- Con material "X" del banco ubicado en .....  
material "Y" del banco ubicado en .....y  
material "Z" del banco ubicado en .....
- 21.- Carpeta asfáltica por el sistema de mezcla en el lugar
- A) Riego de liga Litro
- B) Carpeta asfáltica compactada al "X" % m<sup>3</sup>
- a) Del banco ubicado en .....
- 22.- Carpeta de concreto asfáltico fabricado en planta
- A) Carpeta de concreto asfáltico compactada al "X" % m<sup>3</sup>
- a) Del banco ubicado en .....
- 23.- Riego de sello
- A) Riego de sello utilizando material pétreo tipo "X"
- a) Del banco ubicado en ..... m<sup>3</sup>
- 24.- Morteros asfálticos con materiales de banco m<sup>3</sup>
- a) Del banco ubicado en .....
- 25.- Carpetas de concreto hidráulico
- a) De concreto simple (para diversas resistencias f'c) m<sup>3</sup>
- b) De concreto reforzado (para diversas resistencias f'c) m<sup>3</sup>
- 26.- Sobreacarreos para materiales asfálticos:
- a) Por peso. ton-km
- b) Por volumen. m<sup>3</sup>-km

CONCEPTOS RELATIVOS EXCLUSIVAMENTE AL TENDIDO DE VIAS FERREAS

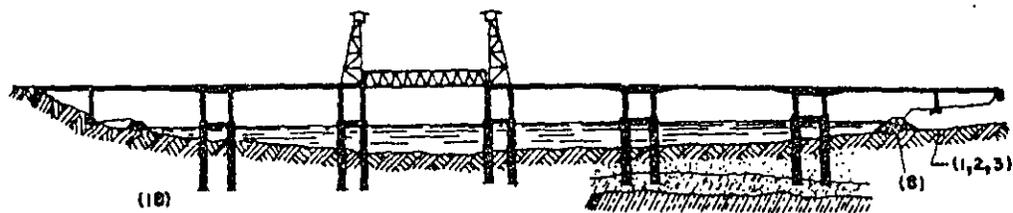
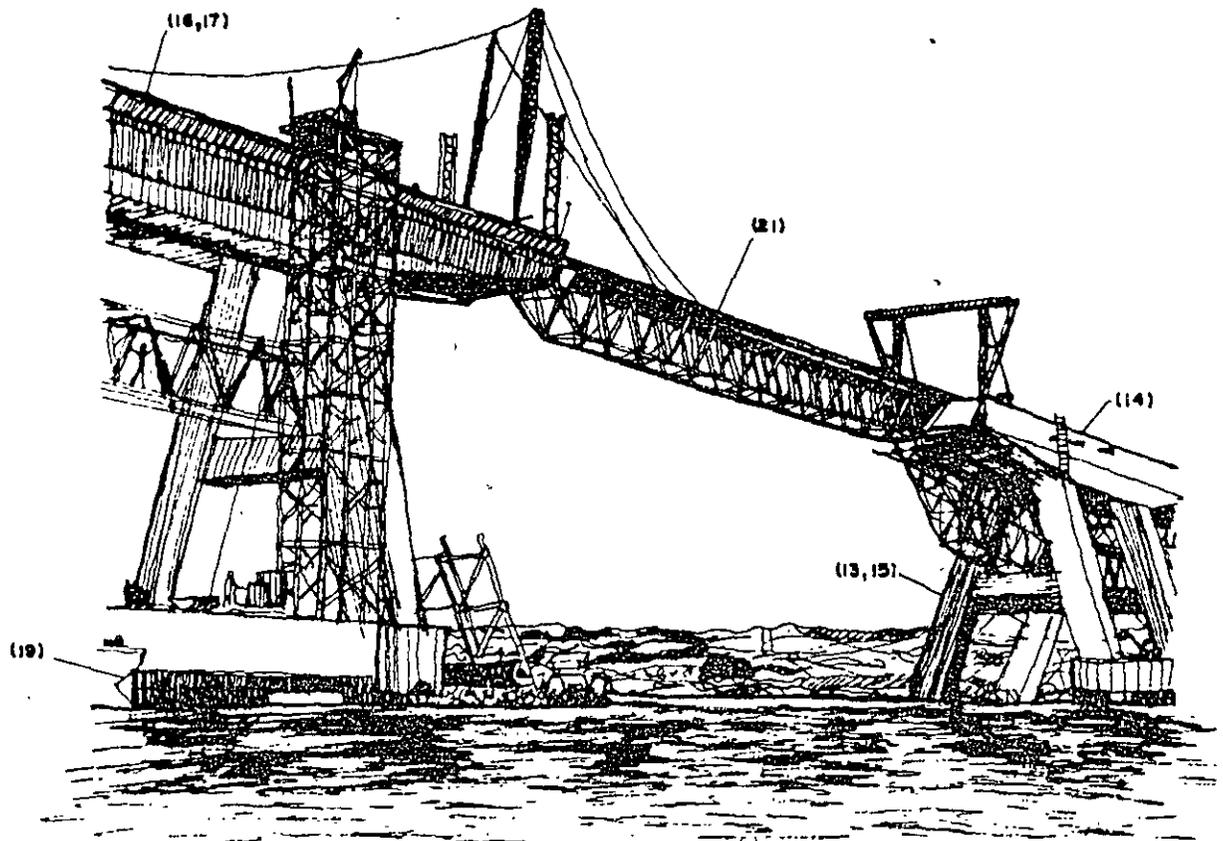


UNIDAD

- |  |                |
|--|----------------|
| 1.- Despalme de bancos de préstamo para la obtención de sub-balasto y balasto  | m <sup>3</sup> |
| 2.- Sub balasto compactado al "X" % del banco ubicado en .....   | m <sup>3</sup> |
| 3.- Reconstrucción de sub-balasto incluyendo escarificación, disgregado en su caso, mezclado, acamellonamiento, tendido y compactación al "X" %. | m <sup>3</sup> |

4.- Balasto acomodado por vibración para formarlo en capas del banco ubicado en .....	m <sup>3</sup>
5.- Carga, acarreo y distribución de durmientes a lo largo del eje de la vía	Pza
<ul style="list-style-type: none"> <li>a) De maderas blandas preservadas</li> <li>b) De maderas duras ó semiduras preservadas</li> <li>c) De concreto hidráulico reforzado ó presforzado</li> <li>d) Mixtos, de acero y concreto hidráulico reforzado</li> </ul>	
6.- Carga, acarreo, y descarga a lo largo de la vía de	Pza ó Ton.
<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Rieles de diferentes medidas</li> <li>b) Planchuelas</li> <li>c) Tornillos, tuercas y rondanas</li> <li>d) Dispositivos de sujeción y de apoyo</li> </ul>	
7.- Armado de la vía.	ml
8.- Juntas soldadas	Junta
<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Aluminotérmicas</li> <li>b) Eléctricas</li> </ul>	
9.- Alineamiento y nivelación de la vía	ml
10.- Colocación de señales ó referencias permanentes	Pza
11.- Instalación de piezas especiales.	Pza
<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Juegos de cambio</li> <li>b) Cruceros</li> <li>c) Juntas de dilatación especiales</li> <li>d) Lubricaciones</li> </ul>	
12.- Compensación térmica de la vía	ml

## RELACION DE CONCEPTOS PRINCIPALES DE TRABAJO PARA LA CONSTRUCCION DE PUENTES



UNIDAD

- |  |       |
|--|-------|
| 1.- Excavación a mano en seco                      | $m^3$ |
| 2.- Excavación con máquina en seco                 | $m^3$ |
| 3.- Excavación a mano cuando no se requiera bombeo | $m^3$ |

4.- Excavación con máquina cuando se requiera bombeo m<sup>3</sup>

En los incisos anteriores se deberá especificar el tipo de material que predomina en la zona donde se va a excavar, de acuerdo a la siguiente clasificación:

Material tipo I (Suave)

Material tipo II (Intermedio)

Material tipo III (duro)

En caso de existir sobreacarreo deberá darse el mismo tratamiento que en caminos.

6.- Bombeo Hora

a) Bomba de diversas capacidades

7.- Relleno de estructuras compactadas al "X" % m<sup>3</sup>

a) Con material producto de la excavación

b) Con material del banco de préstamo ubicado en .....

8.- Mamposterías

a) Con piedra obtenida de banco de préstamo ubicado en .....

b) Con piedra obtenida de pepena

c) Con piedra obtenida de la excavación de estructuras

9.- Tubos de concreto para drenes ml  
(Diferentes diámetros)

10.- Zampeado de mampostería de tercera m<sup>3</sup>  
(Igual al 8)

11.- Zampeado Seco m<sup>3</sup>  
(Igual al 8)

12.- Zampeado de suelo cemento m<sup>3</sup>

a) Con materiales mezclados en el lugar

b) Con materiales mezclados en planta

13.- Concreto hidráulico (Diferentes f'c y diversas partes de la estructura) m<sup>3</sup>

a) Colado en seco

b) Colado en presencia de agua

- c) Colado bajo el agua
- d) Ciclópeo

14.- Juntas de dilatación

m<sup>2</sup> ó ml

- a) Metálicas
- b) No metálicas

15.- Acero para concreto hidráulico

kg

- a) Varillas
- b) Varillas torcidas en frío
- c) Soleras, ángulos y otros perfiles
- d) Rieles
- e) Rejillas de alambre
- f) Metal desplegado
- g) Malla soldada

16.- Estructuras de concreto presforzado (Diversas partes de la estructura).

- a) Por volumen de concreto presforzado colado en el lugar
- b) Por pieza fabricada entregada en el lugar

m<sup>3</sup>  
Pza

17.- Montaje de elementos estructurales presforzados

- a) Por peso del concreto presforzado
- b) Por elemento estructural

Ton.  
Pza

18.- Suministro e hincado de pilotes (Diversos diámetros).

ml

- a) Pilotes de madera cruda
- b) Pilotes de madera preservada
- c) De concreto hidráulico (diferentes f'c)
- d) De concreto hidráulico colado en el lugar, incluyendo el suministro e hincado de tubos o forros
- e) De acero

19.- Suministro e hincado de tablaestacados (diversas secciones)

ml

- a) De madera cruda
- b) De madera preservada
- c) De concreto hidráulico (diferentes f'c)

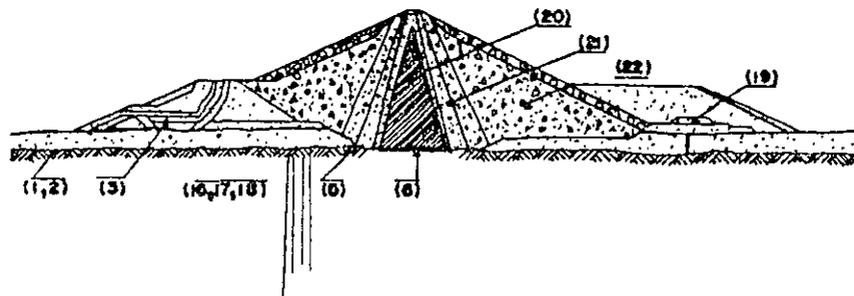
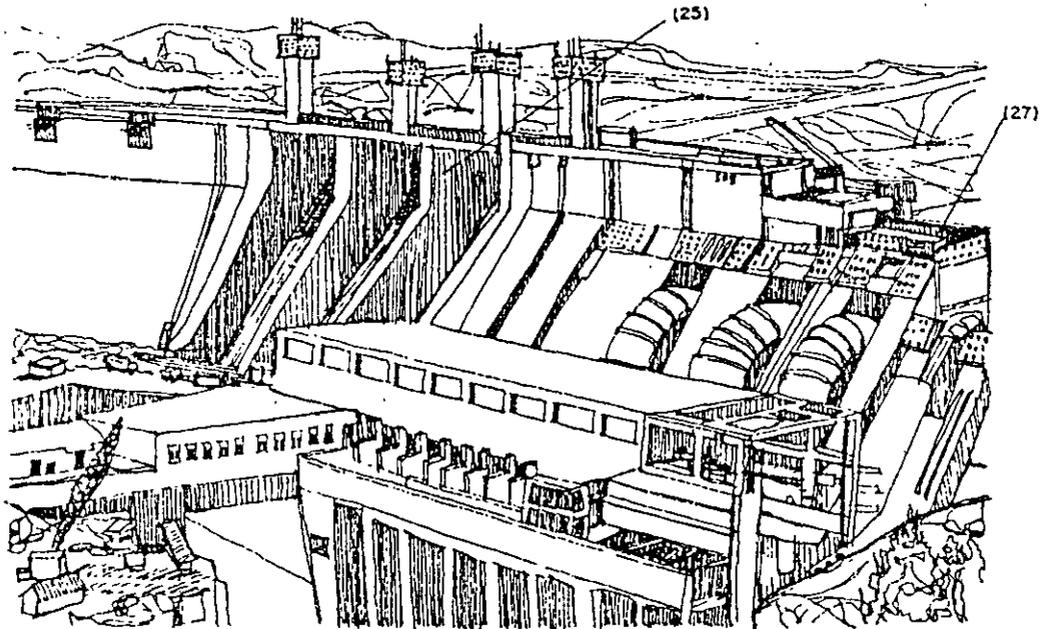
- d) De concreto presforzado
- e) De acero estructural
- f) De lámina

20.- Cilindros y cajones de cimentación

I	Cuchillas (de diversos tipos)	kg
II	Forros (de diversos tipos)	kg
III	Concreto hidráulico (diferentes f'c)	m <sup>3</sup>

- 21.- Fabricación y montaje de estructuras de acero (diferentes partes de la estructura). kg

**RELACION DE CONCEPTOS PRINCIPALES DE TRABAJO PARA LA CONSTRUCCION DE UNA PRESA**



UNIDAD

1.- Desmonte y desenraice en áreas de construcción y bancos de préstamo. (clasificación de desmonte igual a la utilizada para caminos y aeropuertos). Ha

2.- Despalse en áreas de construcción y bancos de préstamo. m<sup>3</sup>

*EXCAVACIONES*

3.- Excavación en el cauce del río, en agua, para la cimentación de ataguías. m<sup>3</sup>

4.- Excavación para remoción de ataguías. m<sup>3</sup>

5.- Excavaciones para la limpia de las áreas de cimentación de la cortina o diques. m<sup>3</sup>

6.- Excavación en el área de tratamiento de la trinchera de la zona impermeable. m<sup>3</sup>

7.- Excavación para cimentación de la obra de toma. m<sup>3</sup>

8.- Excavación para el vertedor. m<sup>3</sup>

9.- Excavación para el canal de desvío. m<sup>3</sup>

10.- Excavación en portales de entrada y salida de túneles. m<sup>3</sup>

11.- Excavación en sección completa de túneles. m<sup>3</sup>

12.- Excavación en lumbreras. m<sup>3</sup>

13.- Excavación para dentellones en roca fija sin uso de explosivos. m<sup>3</sup>

14.- Excavación para dentellones en roca fija con uso de explosivos. m<sup>3</sup>

15.- Excavación para dentellones en material impermeable compactado. m<sup>3</sup>

En todos los conceptos de excavación se debe especificar la distancia libre de acarreo así como el tipo de material a excavar, que puede ser común o clasificado en materiales I, II, III.

### *TRATAMIENTO DE CIMENTACIONES*

- |   |      |
|---|------|
| 16.- Perforación para inyección con máquina neumática hasta "X" diámetro y a diversas profundidades | ml   |
| 17.- Suministro y colocación de coples para inyección   | Pza  |
| 18.- Inyección de lechada de cemento  | Hora |

### *OBTENCION Y COLOCACION DE MATERIALES*

- |   |                |
|---|----------------|
| 19.- Obtención, acarreo en el primer kilómetro y colocación de material impermeable semicompactado en las ataguías            | m <sup>3</sup> |
| 20.- Obtención, acarreo en el primer kilómetro y colocación de material impermeable compactado en la cortina ó diques         | m <sup>3</sup> |
| 21.- Obtención, acarreo en el primer kilómetro y colocación de material permeable para zona de filtros o zonas de transición. | m <sup>3</sup> |
| 22.- Obtención, acarreo en el primer kilómetro y colocación de enrocamientos  | m <sup>3</sup> |

En todos los casos (19,20,21,22), deberá indicarse la ubicación del banco de préstamo

### *SOBRE-ACARREO DE TERRACERIAS*

- |  |                    |
|--|--------------------|
| 23.- Sobre-acarreo adicional al primer kilómetro de material producto de todas las excavaciones y materiales | m <sup>3</sup> -km |
|--|--------------------|

También aquí puede ser necesario tener un concepto para sobreacarreo de material III.

### *ESTRUCTURAS*

- |  |                |
|--|----------------|
| 24.- Fabricación y colocación de concreto en dentellones                         | m <sup>3</sup> |
| 25.- Fabricación y colocación de concreto en muros y taludes del vertedor        | m <sup>3</sup> |
| 26.- Fabricación y colocación de concreto en el cimacio y plantilla del vertedor | m <sup>3</sup> |
| 27.- Fabricación y colocación de concreto en la obra de toma                     | m <sup>3</sup> |

- |   |                |
|---|----------------|
| 28.- Fabricación y colocación de concreto en la cámara de válvulas de la obra de toma | m <sup>3</sup> |
| 29.- Fabricación y colocación de concreto en los tapones del túnel de la obra de toma | m <sup>3</sup> |
| 30.- Fabricación y colocación de concreto en el revestimiento de los túneles          | m <sup>3</sup> |
| 31.- Fabricación y colocación de concreto en el revestimiento de lumbreras            | m <sup>3</sup> |

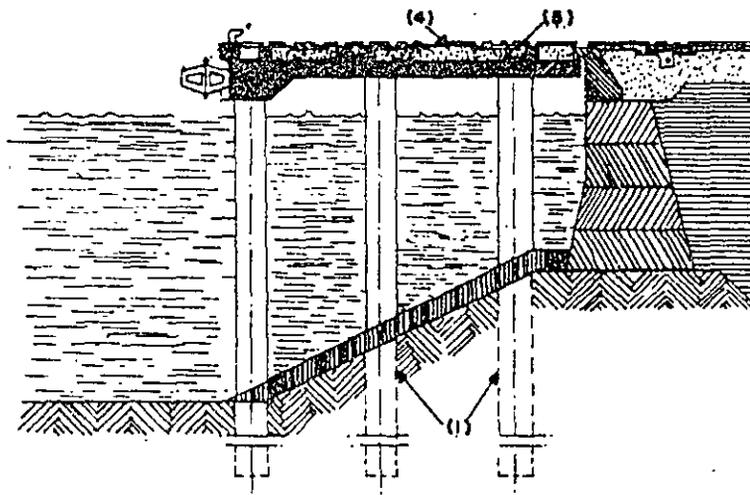
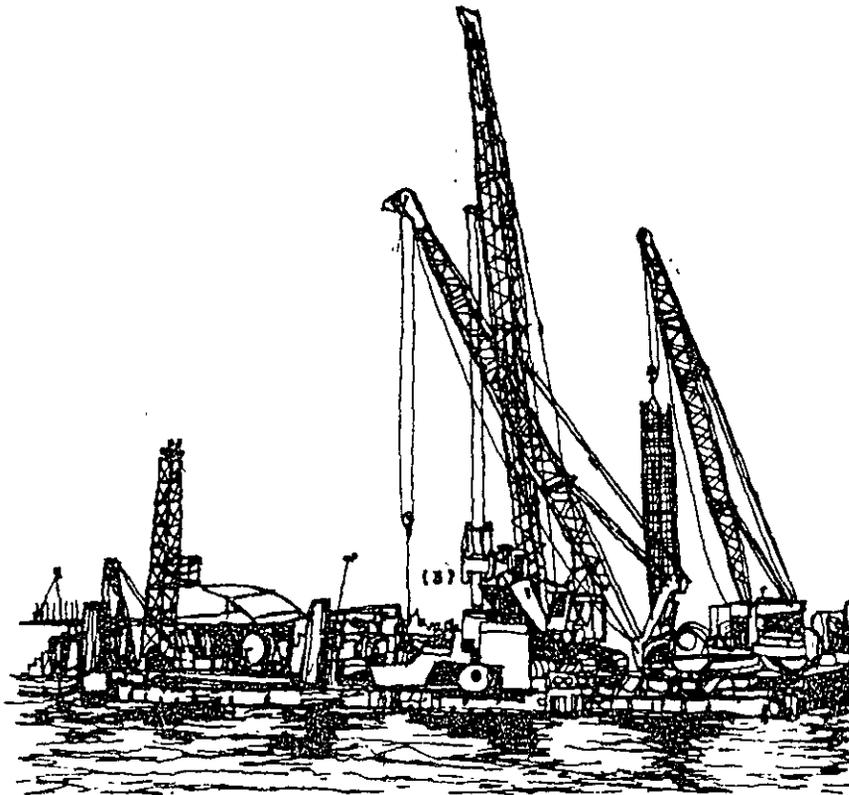
En todos los conceptos que involucren concreto hidráulico deberá anotarse sus principales especificaciones (C.A., tamaño máximo de agregados, revenimiento, etc.)

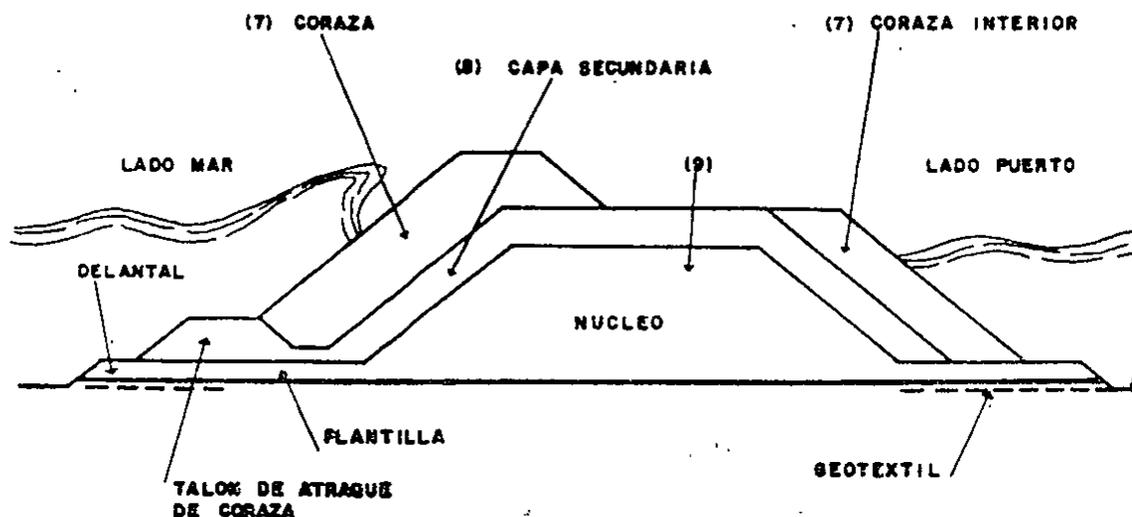
- |   |                |
|---|----------------|
| 32.- Fabricación y colocación de la estructura de entrada y estructura de rejillas de la obra de toma | kg             |
| 33.- Conexión y colocación de fierro de refuerzo en estructuras                                       | kg             |
| 34.- Muro y retención de tierra en estructuras  | m <sup>3</sup> |
| 35.- Zanjado con mortero de cemento en estructuras  | m <sup>3</sup> |
| 36.- Zanjado seco en estructuras  | m <sup>3</sup> |

En los conceptos 34, 35, 36 debe considerarse si la piedra es de explotación de banco, producto de explotación de pepeta.

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 37.- Suministro y colocación de material compactado para relleno - de arcilla de banco el tipo es ..... | m <sup>3</sup>      |
| 38.- Suministro y colocación de alambres metálicos  | kg                  |
| 39.- Suministro y colocación de tablas de madera  | Pt ó m <sup>2</sup> |
| 40.- Suministro y colocación de acero estructural en rejillas, escaleras y puertas de estructuras       | kg                  |
| 41.- Suministro y colocación de chapas de acero estructural.  | kg                  |

RELACION DE CONCEPTOS PRINCIPALES PARA LA CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS. (MUELLES, ESPIGONES, ESCOLLERAS)





UNIDAD

**MUELLES**

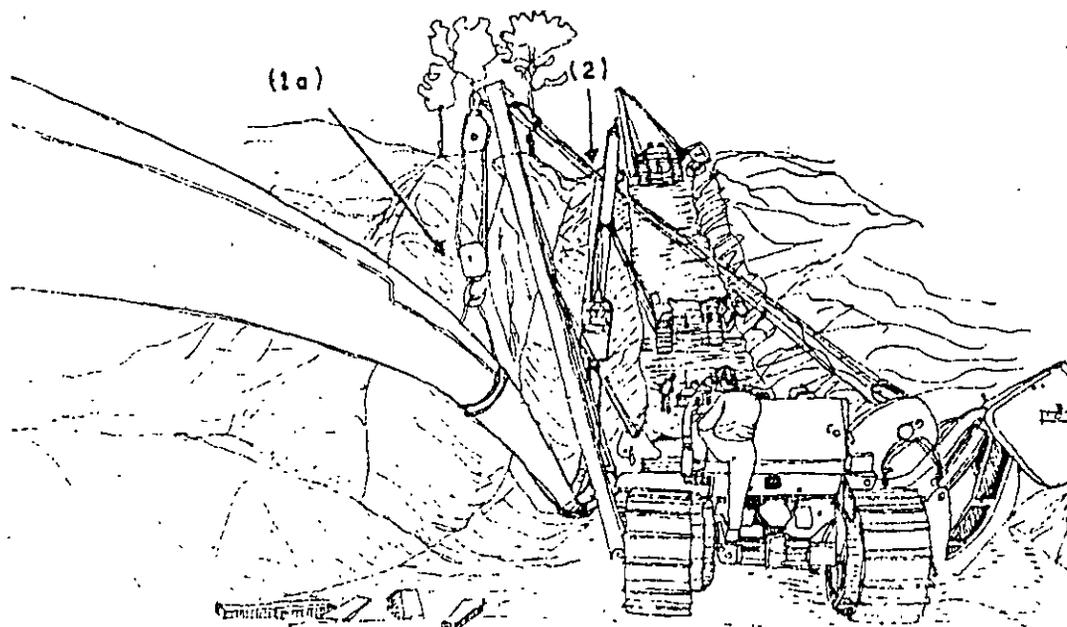
- 1.- Elaboración y colado de concreto en pilotes de una sección específica y un  $f'c = "X" \text{ kg/cm}^2$  ml
- 2.- Suministro, habilitado y colocación de acero de refuerzo grado estructural  $f_y = "X" \text{ kg/cm}^2$  en pilotes kg
- 3.- Manejo e hinca de pilotes hasta nivel de proyectos ml
- 4.- Elaboración y colado de concreto  $f'c = "X" \text{ kg/cm}^2$  en superestructura de muelle, compuesta por: losa, cabezales, traveses y pantallas de atraque m<sup>3</sup>
- 5.- Suministro, habilitado y colocación de acero de refuerzo grado  $f_y = "X" \text{ kg/cm}^2$  en superestructura del muelle kg
- 6.- Cimbra de contacto común en superestructura de Muelle m<sup>2</sup>

**ESPIGONES Y ESCOLLERAS**

- 7.- Suministro y colocación de piedra natural para coraza en cuerpo y morro de la escollera, producto de la explotación del banco de préstamo, ubicado en ....., con el peso especificado Ton.

8.- Suministro y colocación de piedra natural para capa secundaria de la escollera, producto de la explotación del banco ubicado en ..... con el peso especificado	Ton.
9.- Suministro y colocación de piedra natural para núcleo de la escollera, producto de la explotación del banco de préstamo, ubicado en ..... con el peso especificado	Ton.
10.- Acarreos en Kms. subsecuentes al primero de piedra natural para núcleo, capa secundaria, coraza y morro de la escollera	Ton-Km
11.- Montaje, mantenimiento y verificación periódica de báscula existente en dos ejes, con capacidad de "X" Ton, para el pesaje de la piedra	Lote
12.- Fabricación y colocación de tetrapodos	Pza
13.- Fabricación y colocación de bloques de concreto	Pza
14.- Fabricación y colocación de estabilis	Pza
15.- Fabricación y colocación de doms	Pza
16.- Fabricación y colocación de dolos	Pza

**RELACION DE CONCEPTOS PRINCIPALES DE TRABAJO EN POLIDUCTOS DE ACERO**



*TERRACERIAS*

Los trabajos de terracerías son similares a los tratados en caminos.

1.- Movimientos, almacenamientos y distribución de tuberías y accesorios.

- |   |       |
|---|-------|
| a) Carga, transporte y distribución de tubería con tractor pluma a plataforma remolcable. | km    |
| b) Transporte de tubería al primer km., y/o distribución en el derecho de vía             | km    |
| c) Acarreo de tubería de acero subsecuente al 1er km                                      | km-km |

En los conceptos anteriores la tubería puede ser desnuda, esmaltada y/o lastrada

2.- Tapado de tubería km

- |   |  |
|---|--|
| a) Tapado de zanja con maquinaria, en terreno firme             |  |
| b) Tapado de zanja en pantano con retroexcavadora sobre tarimas |  |

3.- Pruebas hidrostáticas y limpieza interior en tuberías.

- |  |     |
|--|-----|
| a) Fabricación e instalación de tapones y corte posterior en tubería                                   | Pza |
| b) Llenado y levantamiento de presión  | km  |
| c) Corrida de diablos con aire, previa o posterior a la prueba   | km  |
| d) Sangrías para expulsión de agua   | Pza |
| e) Instalación de carretes para unir tramos de prueba  | Pza |
| f) Instalación y corrida de gráfica durante 24 horas de la primera corrida de diablo efectuada con gas | km  |
| g) Corrida subsecuente a la primera corrida con gas  | km  |

Los conceptos del inciso 3 deben referirse a diferentes diámetros.

4.- Conexiones, curvas y empates

- |   |       |
|---|-------|
| a) Doblado tubería recta en curvas para formar bayonetas        | Curva |
| b) Empates de la tubería en la obra especial a la línea regular | Pza   |

5.- Tuneleado e instalación de línea conductora.

- |   |    |
|---|----|
| a) Tuneleado e hincado de camisa para cruzamiento de carretera ó vía de FF. CC. ejecutado con máquina perforadora | ml |
|---|----|

b) Colocación de línea conductora dentro de camisa para cruzamiento de carretera o vía de FF. CC.

6.- Tubería lastrada .

a) Revestimiento de concreto para lastre exterior de tubería de acero al carbón para lograr coeficiente de flotación negativo utilizando concreto de "X" kg/m<sup>3</sup>.

km

7.- Manejo y erección de válvulas, codos, bridas, etc.

Pza

8.- Corte extremo plano de tuberías de acero con oxiacetileno.

Corte

9.- Corte y biselado en tuberías de acero al carbón con biselador y cortador oxiacetileno.

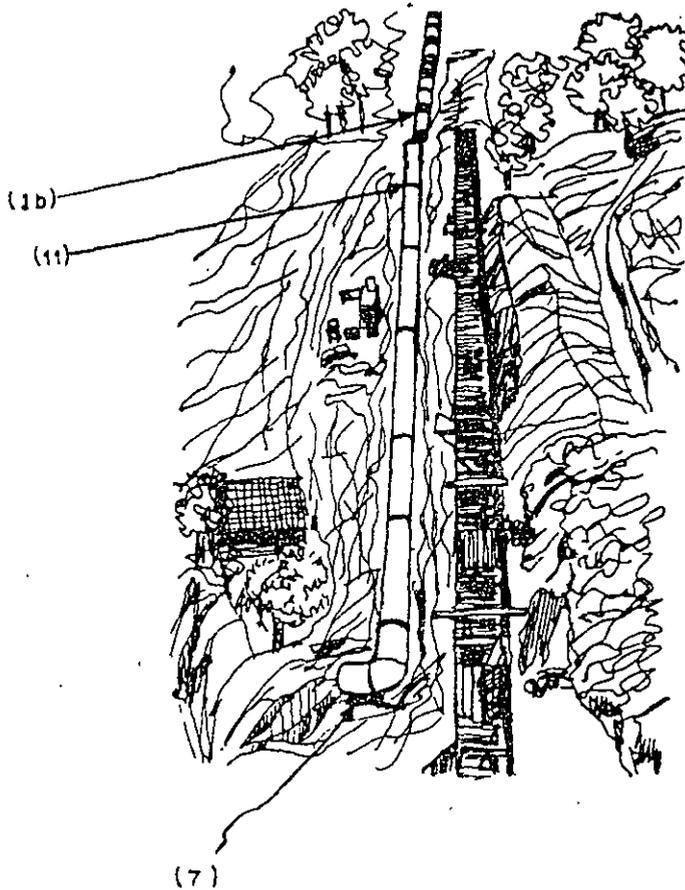
Pza

10.- Soldadura a tope en líneas de tuberías y uniones de igual diámetro.

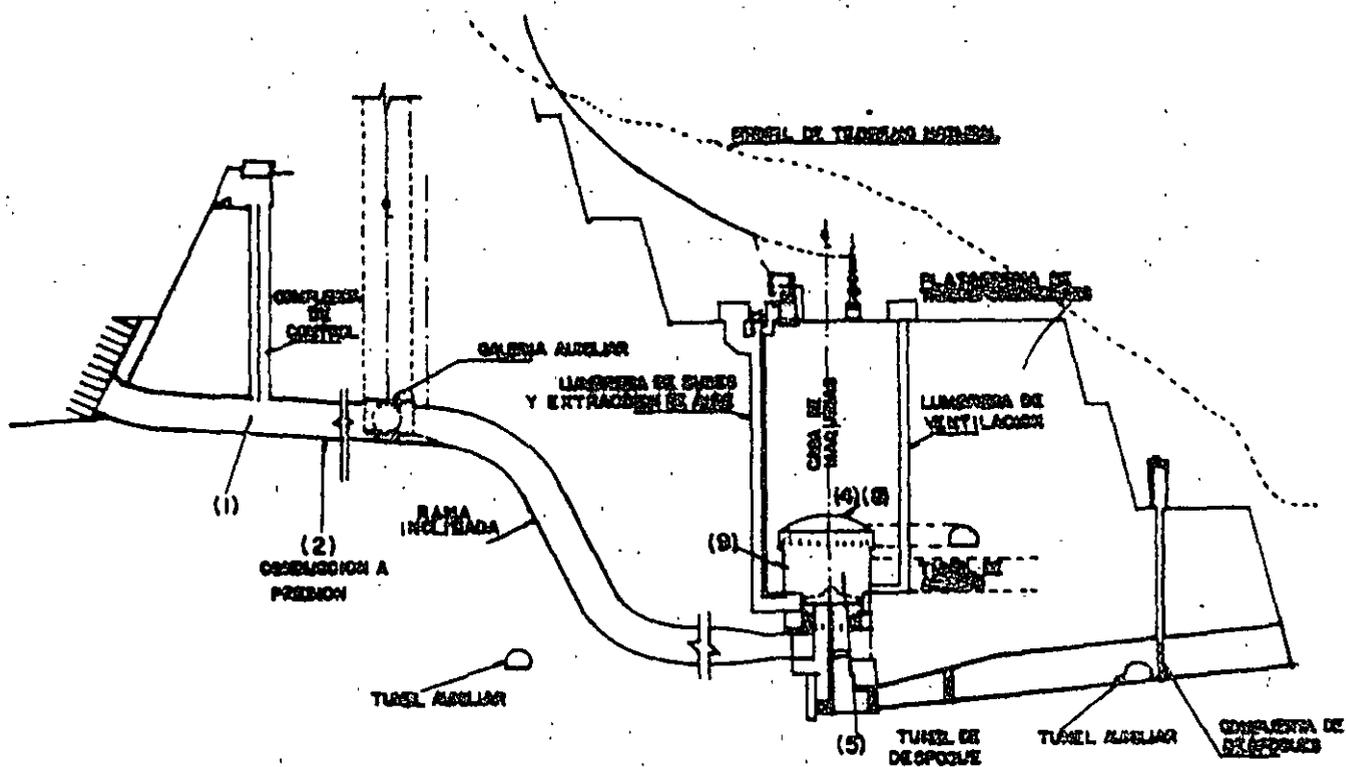
Junta

11.- Aplicación de recubrimientos de acabado en superficies metálicas, rasqueteo, cepillado, limpieza y "X" capas de RP-2 cromato Zinc y RA-20 esmalte alquidático ambos aplicados con brocha.

ml



## RELACION DE CONCEPTOS PRINCIPALES DE TRABAJO PARA LA CONSTRUCCION DE UNA CENTRAL HIDROELECTRICA



UNIDAD

### CONDUCCION A PRESION

- |  |                |
|--|----------------|
| 1.- Excavación en túneles en material I, II ó III                                  | m <sup>3</sup> |
| 2.- Suministro y colocación de anclas de tensión inyectadas con mortero de cemento | Pza            |
| 3.- Concreto reforzado f'c = "X" en la sección de los túneles de presión           | m <sup>3</sup> |

### CASA DE MAQUINAS

- |  |                |
|--|----------------|
| 4.- Excavación subterránea en material "X" de la bóveda de la casa de máquinas         | m <sup>3</sup> |
| 5.- Excavación subterránea en material "X" del cuerpo principal de la casa de máquinas | m <sup>3</sup> |

6.- Suministro y colocación de anclas de tensión con expansor en su extremo e inyectadas con lechada de cemento	Pza
7.- Malla de acero (se deben anotar especificaciones)	m <sup>2</sup>
8.- Concreto reforzado f'c = "X" para el revestimiento de la bóveda de casa de máquinas, incluyendo muros y trabe carril.	m <sup>3</sup>
9.- Concreto reforzado f'c = "X" para revestimiento del cuerpo principal de la caverna de casa de máquinas incluyendo muros desde pisos de generadores a la trabe carril, tímpanos y la losa	m <sup>3</sup>
10.- Concreto reforzado f'c = "X" en la casa de máquinas, en la galería de cárcamo de drenaje, tubos aspiradores, edificios de auxiliares, carcazas, piso de turbinas, piso de cables, galerías de barras, muros trincheras, escaleras, losas, traveses, columnas, ductos y galerías y el cilindro de los generadores	m <sup>3</sup>

### *GALERIAS DE OSCILACIONES*

11.- Excavación subterránea en materiales "X" en las galerías de oscilación.	m <sup>3</sup>
12.- Concreto reforzado f'c = "X" para revestimiento en la galería de oscilación	m <sup>3</sup>
13.- Suministro y colocación de marcos de acero estructural para ademe del túnel casa de máquinas y/o galerías de oscilación	Ton.
14.- Aplicación de concreto lanzado en túnel casa de máquina y/o galerías de oscilación	m <sup>3</sup>
15.- Habilitación y colocación de acero de refuerzo de cualquier diámetro en túnel casa de máquinas y/o galerías de oscilación.	Ton.
16.- Sobre-acarreo en exceso al acarreo libre de 1 km. del material producto de las excavaciones	m <sup>3</sup> -km

### **III. NORMAS Y ESPECIFICACIONES**

#### ***NORMALIZACION:***

El objeto de la normalización es procurar unificar los criterios y servir de parámetro comparativo sobre la calidad de los productos elaborados, así como seleccionar y simplificar los medios a diferentes tipos de fabricación de manera que se garanticen tanto los intereses del consumidor como los del industrial.

El 29 de diciembre de 1960 se expidió la Ley General de Normas de Pesas y Medidas, en la que se da el reconocimiento de obligatoriedad a las normas que rigen el Sistema General de Pesas y Medidas que fije la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

Estas normas industriales hacen referencia a los materiales, procedimientos o productos que afecten la vida o la integridad física de las personas, también dichas normas señalan, los requerimientos de las mercancías destinadas a la exportación o al consumo nacional que específicamente señale la propia secretaría, cuando así lo requiera la economía del país.

Para obtener un buen producto, es necesario estudiarlo y definirlo estableciendo una serie de especificaciones con sus respectivas magnitudes y tolerancias que garanticen las condiciones mínimas que debe reunir para que satisfaga las necesidades de uso a que esta destinado. Dichas características deben corresponder lo mas posible a normas de empresas, normas nacionales o normas internacionales.

#### ***ESPECIFICACIONES:***

No es posible la ejecución de una obra, por pequeña o grande que sea, sin contar con las especificaciones necesarias que fijen los requisitos constructivos y de calidad que deben cumplirse.

Estos requisitos generan a su vez las especificaciones particulares de una obra, las cuales deben ser incluidas en el proceso de contratación, por lo cual, deben ser tan completas como sea necesario para eliminar toda posible duda sobre los conceptos que deben ser cumplidos.

La claridad es indispensable en las especificaciones para cotizar precios correctos y evitar controversias inoportunas por falta de comprensión.

## **ESPECIFICACIONES GENERALES Y PARTICULARES:**

La función de las especificaciones generales, es: 1) Recomendar los procedimientos generales de construcción, 2) Señalar los límites de calidad comunmente aceptados y 3) Describir los métodos de prueba establecidos,

Las especificaciones particulares deben señalar los requisitos del proyecto, los límites especiales de calidad que se hayan fijado y los procedimientos especiales para la construcción de una obra en particular.

Como ejemplos de especificaciones generales, que tienen alcances internacionales, podemos mencionar las ISO (Internacional Standards Organization). También existen otras que, a pesar de ser locales por su prestigio, son utilizadas en otros países y así adquieren una función internacional. Como ejemplos destacan las siguientes: ASTM, ACI, AASHTO, DIN, etc.

En México existen especificaciones nacionales que han jugado un papel muy importante en la industria de la construcción. Tales como las de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), de la Secretaría de comunicaciones y Transportes (SCT), etc.

Como se puede observar en el ejemplo que sigue, una especificación se divide en varios subtítulos que son los siguientes:

**DEFINICION.-** Aquí precisamente se establecen con claridad los lineamientos y alcances del concepto de trabajo de que se está hablando.

**REFERENCIAS.-** En esta parte se habla sobre otros conceptos que pueden intervenir en el concepto principal y que son tratados en otro capítulo de las mismas Especificaciones, para que puedan ser localizadas con facilidad.

**MATERIALES.-** Se establece en este subtítulo, los materiales que deben de ser usados en el concepto, su almacenamiento, manejo, dosificación, normas de calidad y tolerancias.

**EJECUCION.-** En este apartado es donde se prevee el procedimiento de construcción que se debe seguir para la ejecución del concepto mencionado, el tipo de maquinaria, las tolerancias y lo que debe hacerse en caso de que existan cambios en el proyecto.

**MEDICION.**- Se indica la unidad en que será medido el concepto, (M2, M3, Ton., etc.). Se indica también en que forma será medido el trabajo ejecutado y que partes del trabajo serán pagados en otros conceptos.

**BASE DE PAGO.**- En esta parte de la Especificación se indica cuales son precisamente todas las operaciones que se realizan en el concepto y que estan consideradas en el precio unitario fijado en el contrato de Obra.

Como se puede observar, una buena especificación no debe dejar duda alguna sobre el procedimiento de construcción, los materiales a utilizar y todo lo relativo al pago de los trabajos ejecutados.

Posterior al ejemplo de especificación se presenta también un ejemplo de lo que es una norma para dejar más clara la diferencia entre ambos conceptos.

#### **EJEMPLO DE ESPECIFICACION:**

"      *CAPITULO LI*  
*SUB BASES Y BASES*

#### **51-01 DEFINICION**

*51-01.1 Capas sucesivas de materiales seleccionados que se construyen sobre la subrasante y cuya función es soportar las cargas rodantes y transmitir las a las terracerías, distribuyéndolas en tal forma que no se produzcan deformaciones perjudiciales en éstas.*

#### **51-02 REFERENCIAS**

*51-02.1 Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Sub-bases y Bases y que son tratados en otros capítulos de estas especificaciones, conceptos que deberán sujetarse, en lo que corresponda, a lo indicado en las cláusulas de Materiales, Ejecución, Medición y Base de Pago, que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.*

CONCEPTOS RELATIVOS A ESTE CAPITULO	PARTE	MATERIALES	EJECUCION	MEDICION	BASE DE PAGO
Requisitos previos a la construcción de las sub-bases o de las bases, --- cuando éstas se construyan sobre la sub-rasante.	SEGUNDA		9-04 11-04		
Materiales empleados --- para construcción de --- sub-bases y bases.	CUARTA	49-03	49-04	49-05	49-06
Definición y calidad de los materiales.	OCTAVA	91-03			
Acarreos de los desperdicios y de los desperdicios de bancos.	SEGUNDA		14-04	14-05	14-06
Acarreos de los materiales aprovechables, de los desperdicios de tratamiento y del agua.	CUARTA		61-04	61-05	61-06

### 51-04 EJECUCION

51-04.1 La construcción de la sub-base o de la base se iniciará cuando las terracerías o la sub-base, según sea el caso, estén terminadas dentro de las tolerancias fijadas en estas especificaciones.

51-04.2 La descarga de los materiales que se utilicen en la construcción de sub-bases o bases deberá hacerse sobre la sub-rasante o la subrasante según sea el caso, en la forma y en los volúmenes por estación de veinte (20) metros que ordene la Secretaría.

51-04.3 La longitud máxima del tramo de carretera o aeropista, para descargar materiales de sub-base o base, será fijada por la Secretaría.

51-04.4 Los procedimientos de ejecución de las sub-bases y bases, así como sus proporcionamientos, serán fijados en el proyecto. En términos generales, la secuencia de éstas operaciones es la siguiente:

a) Cuando se empleen dos (2) o más materiales, se mezclarán en seco con objeto de obtener un material uniforme.

b) Cuando se empleen motoconformadoras para el mezclado y el tendido, se extenderá parcialmente el material y se procederá a incorporarle agua por medio

*de riegos y mezclados sucesivos, para alcanzar la humedad que se fije y hasta obtener homogeneidad en granulometría y humedad. A continuación se extenderá el material en capas sucesivas de materiales sin compactar, cuyo espesor no deberá ser mayor de quince (15) centímetros.*

*c) Cuando se emplee otro equipo para mezclado y tendido, tanto el equipo como el procedimiento de construcción deberán ser previamente aprobados por la Secretaría.*

*d) Cada capa extendida se compactará hasta alcanzar un grado mínimo de noventa y cinco por ciento (95%) sobreponiéndose las capas hasta obtener el espesor y sección fijados en el proyecto y/o ordenados por la Secretaría, la cual podrá ordenar que cualquier capa ya compactada se escarifique superficialmente y se le agregue agua, si es necesario, antes de tender la siguiente capa, a fin de ligarlas debidamente. Podrá efectuarse la compactación en capas de espesores mayores que el indicado en el párrafo b) de este inciso, siempre que se obtenga la compactación fijada en el proyecto y/o ordenada por la Secretaría. Se darán riegos superficiales de agua, durante el tiempo que dure la compactación, únicamente para compensar la pérdida de humedad por evaporación.*

*e) En las tangentes, la compactación se iniciará de las orillas hacia el centro y en las curvas, de la parte interior de la curva hacia la parte exterior.*

*51-04.5 En la reconstrucción de carreteras o aeropistas, en términos generales, la secuencia de las operaciones necesarias en la ejecución de las sub-bases y bases será la siguiente:*

*a) Cuando el material de la carpeta asfáltica existente se vaya a aprovechar, primero se escarificará la carretera o aeropista en el ancho y espesor que fije el proyecto; se disgregará todo el material escarificado y se mezclará, después, hasta obtener un material homogéneo; cuando lo fije el proyecto y/o lo ordene la Secretaría, se añadirá material nuevo al ya disgregado y se mezclará en la forma antes indicada; el material homogéneo resultante se acamellonará para dejar descubierta toda la superficie de la sub-base o base correspondiente, la cual se conformará y se compactará al grado fijado en el proyecto y/o ordenado por la Secretaría; el material acamellonado se tenderá, por capas, sobre la superficie ya compactada, de manera de formar la nueva sub-base o base en la forma especificada en el inciso 51-4.4 hasta alcanzar el espesor y forma fijados en el proyecto y/o ordenados por la Secretaría. A continuación se procederá en la misma forma en el resto de la sección transversal de la carretera o aeropista.*

*b) Si el material de la carpeta asfáltica existente se va a desechar, se escarificará y recogerá, transportándolo al sitio que señale la Secretaría; a continuación se conformará y compactará la superficie descubierta y se procederá a la construcción de la nueva sub-base y/o base.*

c) En caso de que solamente exista revestimiento y la Secretaría determine aprovecharlo como parte de la sub-base, se escarificará éste en el espesor y en el ancho que fije el proyecto; cuando lo fije el proyecto y/o lo ordene la Secretaría, se añadirá material de sub-base nuevo y se mezclará con el de revestimiento hasta obtener una mezcla homogénea, la cual se acamellonará para dejar descubierta la superficie de la terracería correspondiente, la que se conformará y se compactará al grado fijado en el proyecto y/o ordenado por la Secretaría; el material acamellonado se tenderá, por capas, sobre la terracería ya compactada, de manera de formar la sub-base en la forma especificada en el inciso 51-04.4 hasta alcanzar el espesor y forma fijados en el proyecto y/o ordenados por la Secretaría. A continuación se procederá en la forma anterior en el resto de la sección transversal de la carretera.

51-04.6 Para la verificación de la dosificación y de los volúmenes de material o materiales que se utilicen en la construcción de sub-bases o bases se hará, en términos generales, en tramos de la longitud que fije la Secretaría, lo siguiente:

a) Se acamellonará el material y se determinará su volumen utilizando el sistema del promedio de áreas extremas, y su peso volumétrico seco, aplicando el procedimiento indicado en el capítulo CIX de la parte novena.

b) Si se requiere añadir un segundo material, éste se acamellonará por separado, determinando su volumen y su peso volumétrico seco, de acuerdo con lo indicado en el párrafo a) de este inciso.

c) A partir de estos dos volúmenes se determinará si los porcentajes en relación con la suma de volúmenes sueltos, son los fijados por el proyecto y/o ordenados por la Secretaría.

d) Se acamellonará el material o mezcla de materiales y se le determinará su volumen y su peso volumétrico en el camellón, de acuerdo con lo indicado en el párrafo a) de este inciso.

e) Se determinará el coeficiente de variación volumétrica del material o mezcla de materiales, de material compactado a material acamellonado, de acuerdo con el procedimiento indicado en el capítulo CIX de la parte novena

f) El producto que resulte de multiplicar el volumen de proyecto por el coeficiente de variación volumétrica de material compactado a material acamellonado, se considerará como el necesario de material o mezcla de materiales sueltos que se requieran para integrar el volumen de proyecto.

g) Para determinar el volumen suelto de cada uno de los materiales constituyentes de la mezcla, deberá multiplicarse el volumen de la mezcla por el coeficiente de variación de materiales mezclados a materiales separados y adicionalmente por el porcentaje en que según el proyecto, debe intervenir el material de cada banco.

*h) En caso de que sea necesario usar más de dos (2) materiales se procederá, para cada uno de ellos, en forma semejante a como se indica en los párrafos anteriores.*

*51-04.7 Para dar por terminada la construcción de la Sub-base y de la base, se verificarán el alineamiento, perfil, sección, compactación, espesor y acabado, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y las siguientes tolerancias:*

	<i>Sub-base</i>	<i>Base</i>
<i>a) Ancho de la sección, del eje a la orilla, para carreteras y aeropistas. . . . .</i>	<i>+ 10 cm</i>	<i>+ 10 cm</i>
<i>b) Nivel de la superficie, en sub-bases para losas de concreto hidráulico y en bases para carpetas asfálticas, para aeropistas. . . . .</i>	<i>± 1 cm</i>	<i>± 1 cm</i>
<i>c) Pendiente transversal, para carreteras . . . . .</i>	<i>± 1/2%</i>	<i>± 1/2 %</i>
<i>d) Profundidad de las depresiones, observadas -- colocando una regla de tres (3) metros de longitud para carreteras y de cinco (5) metros de longitud para aeropistas, paralela y normalmente al eje:</i>		
<i>Para carreteras, máximo,</i>	<i>2 cm</i>	<i>1 1/2 cm</i>
<i>Para aeropistas:</i>		
<i>1) Pavimento rígido, máximo. . . . .</i>	<i>1 cm</i>	
<i>2) Pavimento flexible, máximo. . . . .</i>	<i>1.5 cm</i>	<i>1 cm</i>
<i>e) En espesores para carreteras y aeropistas, la raíz cuadrada del promedio de los cuadrados de las diferencias calculadas restando al espesor real obtenido en cada punto de prueba el espesor real promedio correspondiente a todos los puntos de prueba, siempre deberá ser igual o menor que catorce centésimos (0.14) del espesor real promedio de la sub-base para el caso de pavimentos flexibles, igual o menor que doce centésimos (0.12) del espesor real promedio de la sub-base de pavimentos rígidos o de la base de pavimentos flexibles e igual o</i>		

menor que nueve centésimos (0.09) del espesor real promedio conjunto de sub-base más base de pavimentos flexibles; además, el valor absoluto de la diferencia entre los espesores real y de proyecto, correspondiente al ochenta y cuatro por ciento (84%) como mínimo, de las determinaciones realizadas para la sub-base de pavimentos flexibles y al noventa y cinco por ciento (95%) como mínimo, en el caso del conjunto de sub-base más base de pavimentos flexibles, siempre deberá ser igual o menor que el veinte por ciento (20%) de los espesores de proyecto. Lo anterior se puede expresar también de la siguiente manera:

$$\frac{(e_1 - e)^2 + (e_2 - e)^2 + \dots + (e_n - e)^2}{n} \quad 0.14 e$$

para sub-base de pavimentos flexibles;

$$\frac{(e_1 - e)^2 + (e_2 - e)^2 + \dots + (e_n - e)^2}{n} \quad 0.12 e$$

para sub-base de pavimentos rígidos o base de pavimentos flexibles; y

$$\frac{(e_1 - e)^2 + (e_2 - e)^2 + \dots + (e_n - e)^2}{n} \quad 0.09 e$$

para sub-base más base de pavimentos flexibles.

$$e_r - e \quad 0.2 e$$

en el ochenta y cuatro por ciento (84%) de los casos como mínimo, para sub-base de pavimentos flexibles;

$$e_r - e \quad 0.2 e$$

en el noventa por ciento (90%) de los casos como mínimo, para sub-base de pavimentos rígidos o base de pavimentos flexibles, y

$$e_r - e \quad 0.2 e$$

en el noventa y cinco por ciento (95%) de los casos como mínimo, para sub-base más base de pavimentos flexibles.

en donde:

$e$  = Espesor de proyecto.

$e_1, e_2, \dots, e_n, e_r$  = Espesores reales encontrados al efectuar los sondeos y nivelaciones.

$e = \frac{e_1 + e_2 + \dots + e_n}{n}$  = Espesor real promedio correspondiente a todos los puntos de prueba.

$n$  = Número de verificaciones del espesor real hechas en el tramo. La longitud de cada tramo será de un (1) kilómetro o menos, con la distribución indicada en el inciso 51-04.8

51-04.8 La distribución de los puntos donde se lleven a cabo los sondeos para la verificación de espesor y compactación y aquellos en donde se determinen los niveles para fines de espesores y tolerancia, deberá ser la indicada en las figuras 52, 53, 54 y 55 respectivamente. Además, se harán los sondeos o se determinarán los niveles que ordene la Secretaría, como necesarios para controlar las fracciones de tramo comprendidas entre las separaciones indicadas y las que se originaron por razones de procedimiento de construcción o de interrupciones en la obra. Se tomará en cuenta adicionalmente lo siguiente:

a) Para los sondeos:

1) No deberá dañarse la parte contigua a los mismos.

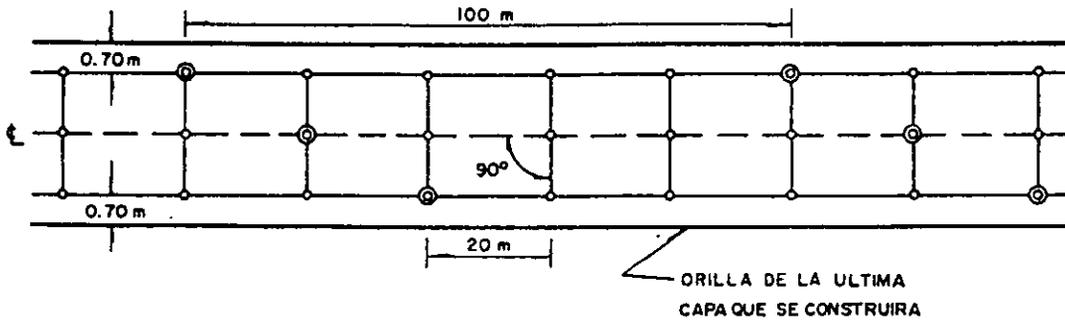
2) El espesor de la sub-base y/o base, determinado a partir de los sondeos realizados deberá ser igual al espesor fijado en el proyecto y/o ordenado por la Secretaría, con la tolerancia indicada en el párrafo e) del inciso 51-04.7

3) El contratista rellenará el hueco en cada uno de los sondeos, usando el mismo tipo de material de sub-base y/o base, compactando el material de relleno hasta obtener el grado fijado en el proyecto y deberá enrasar la superficie con la original de la sub-base y/o de la base.

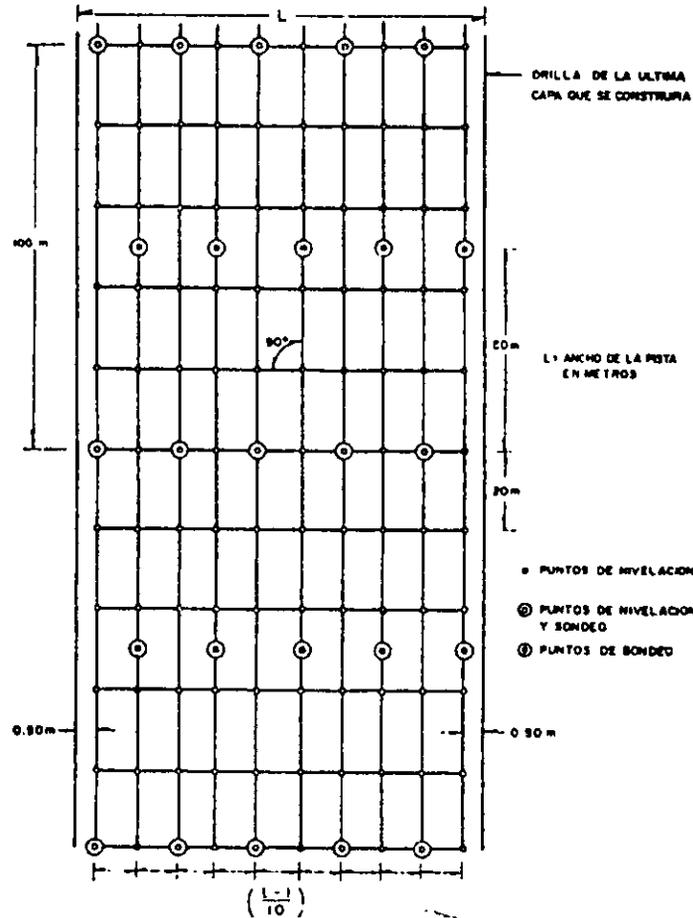
b) En las nivelaciones para verificar los espesores:

1) Se nivelará la corona de la terracería, o en su caso la sub-base, terminada, utilizando nivel fijo y comprobando la nivelación. Para cada sección transversal, que deberán estar, en el caso de carreteras, a una distancia máxima de veinte

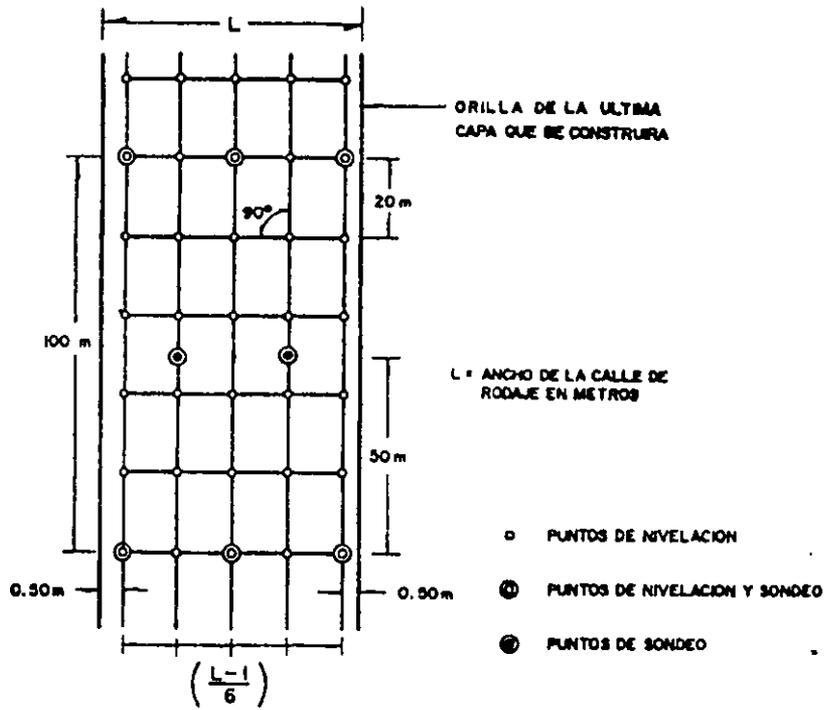
# PUNTOS DE VERIFICACION CARRETERAS



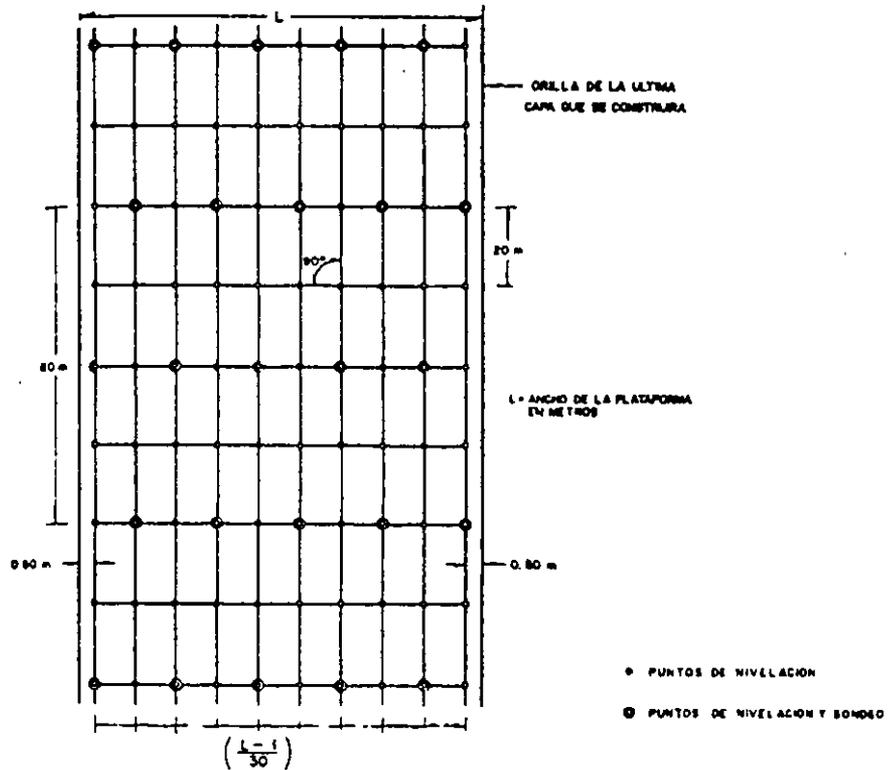
# PUNTOS DE VERIFICACION PISTAS DE AEROPUERTOS



## PUNTOS DE VERIFICACION CALLES DE RODAJE DE AEROPUERTOS



## PUNTOS DE VERIFICACION PLATAFORMAS EN AEROPUERTOS



*(20) metros una de la otra, se tomarán los puntos que se indican en las figuras a que se refiere este inciso.*

*2) Una vez terminada la sub-base o la base, se volverán a nivelar los mismos puntos y para las mismas secciones a que se refiere el sub-párrafo anterior.*

*3) A partir de las cotas de ambos seccionamientos, en todos los puntos antes indicados se obtendrán los espesores de la subbase o de la base, compactadas. Estos espesores deberán ser iguales al fijado en el proyecto y/o ordenado por la Secretaría, con las tolerancias indicadas en el párrafo e) del inciso 51-04.7*

*51-04.9 Los procedimientos de construcción de las sub-bases y bases serán fijados por el proyecto y/o por la Secretaría.*

*51-04.10 El equipo empleado en la construcción de las sub-bases y bases será previamente aprobado por la Secretaría.*

*51-04.11 Cuando en la construcción de sub-bases y bases, el pago se haga por unidad de obra terminada, la cantidad de materiales utilizados, los procedimientos de construcción y el equipo empleado, serán determinados por el contratista.*

#### **51-05 MEDICION**

*51-05.1 La operación de mezclado, tendido y compactación de materiales para sub-base o base, se medirá tomando como unidad el metro cúbico de material compactado en la sub-base o base, considerando el volumen que indique el proyecto y verificándolo de acuerdo con la sección en su forma, espesor, anchura, acabado y el grado de compactación fijados.*

*51-05.2 La operación de escarificación, disgregado en su caso, mezclado, acamelonado, tendido y compactación de materiales para la construcción de sub-bases o bases, se medirá tomando como unidad el metro cúbico de material compactado en la sub-base o base, considerando el volumen que indique el proyecto y verificándolo de acuerdo con la sección en su forma, espesor, anchura, acabado y el grado de compactación fijados.*

*51-05.3 El agua empleada en la compactación de sub-bases o bases, se medirá tomando como unidad el metro cúbico, de acuerdo con los volúmenes ordenados por la Secretaría. La verificación de los volúmenes se hará en los vehículos de transporte, en el lugar de aplicación.*

*51-05.4 En las sub-bases o bases que se paguen por unidad de obra terminada, se considerará el volumen resultante del espesor y las secciones transversales de proyecto,*

con las modificaciones en más o en menos, ordenadas por la Secretaría y tomando como unidad el metro cúbico de material compactado en la sub-base o base, para cada banco en particular y según el grado de compactación. Cuando se empleen dos (2) o más materiales mezclados entre sí procedentes de dos (2) o más bancos diferentes, para obtener la cantidad de material correspondiente a cada banco, se multiplicará el volumen compacto de proyecto de la sub-base o la base por la proporción que, expresada en por ciento, fue fijada por el proyecto y/o ordenada por la Secretaría.

*51-05.5 En trabajos de renivelación, las sub-bases o bases reconstruidas que se paguen por unidad de obra terminada, se medirán de acuerdo con lo indicado a continuación:*

*a) El material homogeneizado se acamellonará y se determinará su volumen suelto, seccionando el camellón y procediendo de acuerdo con el sistema de promedio de áreas extremas.*

*b) Se determinará el coeficiente de variación volumétrica del material acamellonado a material compactado, siguiendo el procedimiento descrito en el capítulo CIX de la parte novena.*

*c) Se determinará el volumen compactado de las sub-bases o bases reconstruidas multiplicando el volumen suelto del camellón por el coeficiente de variación volumétrica del material suelto en dicho camellón a material compactado.*

*d) Cuando se empleen dos (2) o más materiales mezclados entre sí procedentes de dos (2) o más bancos diferentes, para obtener la cantidad de cada banco, se multiplicará en volumen compacto de proyecto de la sub-base o la base por la proporción que, expresada en por ciento, fue fijada en el proyecto y/o ordenada por la Secretaría.*

*51-05.6 No se hará la medición de conceptos parciales a que se refiere este capítulo, cuando el pago de las sub-bases y bases se haga por unidad de obra determinada.*

## **51-06 BASE DE PAGO**

*51-06.1 La operación de mezclado, tendido y compactación se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de material de sub-base o base compactada. Este precio unitario incluye lo que corresponda por: mezclado, tendido, compactación, incorporación del agua y afinamiento para dar el acabado superficial.*

*51-06.2 Las operaciones de escarificación, disgregado en su caso, mezclado, acamellonamiento, tendido y compactación en la reconstrucción de sub-bases y bases, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de material de sub-base o base compactadas. Este precio unitario incluye lo que corresponda por:*

*escarificación, disgregación, mezclado, acamellonamiento, tendido, compactación, incorporación del agua y afinamiento para dar el acabado superficial.*

*51-06.3 El agua se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico, Este precio unitario incluye lo que corresponda por: extracción, carga al vehículo de transporte, aplicación en el lugar de utilización y los tiempos de los vehículos empleados en su transporte durante la carga y la descarga.*

*51-06.4 Las sub-bases o bases, por unidad de obra terminada, se pagarán al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de ellas, aplicando además, el que corresponda para cada banco en particular y según el grado de compactación. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: desmonte y despalme de bancos; extracción del material aprovechable y del desperdicio, cualquiera que sea la clasificación; disgregado; separación, recolección, carga y descarga en el sitio señalado, del desperdicio; instalaciones y desmantelamientos de la planta; alimentación de la planta; cribados y desperdicios de los cribados; trituración parcial o total; cargas y descargas de los materiales; todos los acarreo locales necesarios para los tratamientos y de los desperdicios de ellos; formación de los almacenamientos; extracción, carga, acarreo, aplicación e incorporación del agua; permisos de explotación de bancos de agua; operación de mezclado, tendido y compactación al grado fijado; reducción de volumen por compactación y, en su caso, por mezcla de dos (2) o más materiales; afinamiento para dar el acabado superficial; y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y las descargas.*

*51-06.5 Las sub-bases o bases reconstruidas, por unidad de obra terminada, se pagarán al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de ellas, aplicando además, el que corresponda para cada banco en particular y según el grado de compactación. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: desmonte y despalme de bancos, escarificación; extracción del material aprovechable y del desperdicio, cualquiera que sea la clasificación; disgregado; separación, recolección, carga y descarga en el sitio señalado, del desperdicio; instalaciones y desmantelamientos de la planta; alimentación de la planta; cribados y desperdicios de los cribados; trituración parcial o total; cargas y descargas de los materiales; todos los acarreo locales necesarios para los tratamientos y de los desperdicios de ellos; acamellonado; formación de los almacenamientos; extracción, carga, acarreo, aplicación e incorporación del agua; permisos de explotación de bancos de agua; operaciones de escarificación, disgregado, mezclado, acamellonado, tendido y compactación al grado fijado; reducción de volumen por compactación y, en su caso, por mezcla de dos (2) o más materiales; afinamiento para dar el acabado superficial; y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y las descargas.*

**\*Fuente: Especificaciones Generales de Construcción S.O.P. 1969**

**NOTA:** Para dar una idea clara de la utilidad de la tabla de referencias que aparece en el punto 51-02.1 de este ejemplo así como de su manejo, a continuación mostramos un fragmento del punto 91-03 de la parte octava de las mismas especificaciones que, como se puede observar, corresponde a la primera referencia que aparece en la tabla y se refiere a la calidad de los materiales.

91-03.2 Los materiales que se mencionan en los párrafos A), B) y C) del inciso 91-02.1, cuando se empleen para sub-base en pavimento flexible de carreteras o aeropistas, deberán llenar los requisitos siguientes:

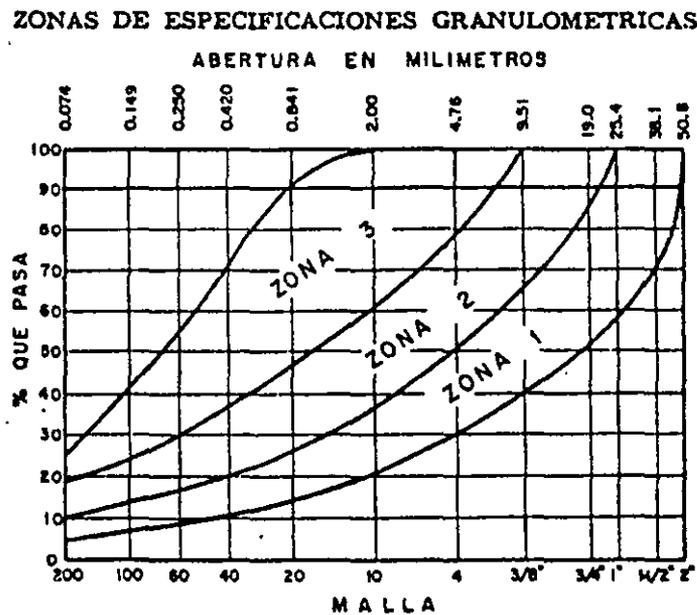


FIGURA NÚM. 2

A) De la granulometría de acuerdo con los métodos de prueba citados en el capítulo CIX de la parte novena:

1) La curva granulométrica del material deberá quedar comprendida entre el límite inferior de la zona uno y el superior de la zona tres de la figura núm. 2 y deberá afectar una forma semejante a la de las curvas que limitan las zonas, sin presentar cambios bruscos de pendiente. La relación del porcentaje en peso que pase la malla número 200 al que pase la malla número 40, no deberá ser mayor de setenta y cinco centésimos (0.75).

2) El tamaño máximo de las partículas del material no deberá ser mayor de cincuenta y un (51) milímetros (2").

B) De contratación lineal, valor cementante, valor relativo de soporte y equivalente de arena, los valores fijos en el siguiente cuadro, determinados con los métodos de prueba citados en el capítulo CIX de la parte novena:

CARACTERISTICAS	ZONA EN QUE SE CLASIFICA EL MATERIAL DE ACUERDO CON SU GRANULOMETRIA		
	1	2	3
Contracción lineal, en por ciento. ....	6.0 Máx.	4.5 Máx.	3.0 Máx.
Valor cementante para materiales angulosos, en kg/cm <sup>2</sup> .....	3.5 Mín.	3.0 Mín.	2.5 Mín.
Valor cementante para materiales redondeados y lisos, en kg/cm <sup>2</sup> .....	5.5 Mín.	4.5 Mín.	3.5 Mín.
Valor relativo de soporte estándar saturado, en por ciento.....	50 Mín		
Equivalente de arena, en por ciento.....	20 Mín. (Tentativo)		

*Cuando la curva granulométrica del material se aloja en (2) zonas, en la parte correspondiente a la fracción comprendida entre las mallas números 40 y 200, la contracción lineal deberá considerarse para la zona en la cual quede alojada la mayor longitud de dicha parte de la curva, excepto cuando la fracción que pase la malla número 200 sea menor de quince por ciento (15%), en cuyo caso la zona considerada será aquella en la que se aloja la mayor longitud de la totalidad de la curva.*

*C) De grado de compactación en la carretera o aeropista. El material deberá compactarse a noventa y cinco por ciento (95%) mínimo de su peso volumétrico seco máximo, salvo que el proyecto fije un grado diferente de compactación. La compactación será determinada mediante uno (1) de los métodos de prueba citados en el capítulo CIX de la parte novena.*

*91-03.6 Los materiales que se mencionan en los párrafos A), B) y C) del inciso 91-02.1, cuando se empleen para bases en pavimentos flexibles en carreteras o aeropistas y para sub-bases en pavimentos rígidos para aeropistas, deberán llenar los requisitos siguientes:*

*A) De granulometría, de acuerdo con los métodos de prueba citados en el Capítulo CIX de la parte novena:*

*1) La curva granulométrica del material deberá quedar comprendida entre el límite inferior de la zona 1 y el superior de la zona 3 de la Figura Núm. 2. Preferentemente, deberán emplearse materiales cuya curva granulométrica se localice en las zonas 1 ó 2.*

2) La curva granulométrica deberá afectar una forma semejante a las de las curvas que limitan las zonas, sin presentar cambios bruscos de pendiente y la relación del porcentaje en peso que pase la malla Núm. 200 al que pase la malla Núm. 40, no deberá ser mayor de sesenta y cinco centésimos (0.65).

3) El tamaño máximo de las partículas de material no deberá ser mayor de cincuenta (50) milímetros (2") para el material correspondiente al grupo A) o de treinta y ocho (38) milímetros (1 1/2") para el material correspondiente al grupo B), ambos del inciso 91-02.1.

B) De límite líquido, contracción líneal y valor cementante, los fijados en el cuadro siguiente, determinados de acuerdo con los métodos de prueba citados en el Capítulo CIX de la parte novena:

CARACTERISTICAS	ZONA EN QUE SE CLASIFICA EL MATERIAL DE ACUERDO CON SU GRANULOMETRIA		
	1	2	3
Límite líquido, en por ciento. . . . .	30 máx.	30 máx.	30 máx.
Contracción líneal, en por ciento. . . .	4.5 mín.	3.5 mín	2.0 mín.
Valor cementante, para materiales angulosos, en kg/cm <sup>2</sup> . . . . .	3.5 mín.	3.0 mín.	2.5 mín.
Valor cementante, para materiales redondeados y lisos, en kg/cm <sup>2</sup> . . .	5.5 mín.	4.5 mín	3.5 mín.

Cuando la curva granulométrica del material se aloje en dos o más zonas, en la parte correspondiente a las fracciones comprendidas entre las mallas Núms. 40 y 200, la contracción líneal deberá considerarse para la zona en la cual quede alojada la mayor longitud de dicha parte de la curva, excepto cuando la fracción que pase la malla Núm. 200 sea menor de quince por ciento (15%), en cuyo caso la zona considerada será aquella en la que se aloje la mayor longitud de la totalidad de la curva.

C) De valor relativo de soporte estándar, equivalente de arena e índice de durabilidad, los fijados en los cuadros que figuran a continuación, determinados de acuerdo con los métodos de prueba citados en el Capítulo CIX de la Parte Novena.

1) En carreteras:

INTENSIDAD DE TRANSITO EN AMBOS SENTIDOS	Valor relativo de soporte estandar	Equivalente de arena ---- (Tentativo)	Indice de durabilidad ---- (Tentativo)
Hasta 1 000 vehículos pesados al día	30 máx.	30 máx.	30 máx.
Más de 1 000 vehículos pesados al día	4.5 mín.	3.5 mín	2.0 mín.

*Los vehículos pesados incluyen los autobuses y los camiones en todos sus tipos.*

*2) En aeropistas:*

INTENSIDAD DE TRANSITO EN AMBOS SENTIDOS	Valor relativo de soporte estandar	Equivalente de arena ---- (Tentativo)	Indice de durabilidad ---- (Tentativo)
Hasta 20 toneladas .....	80 mín.	35 mín.	35 mín.
Más de 20 toneladas .....	100 mín.	50 mín	40 mín.

*D) De afinidad con el asfalto, de acuerdo con lo fijado en la tabla del inciso 92-03.5.*

*E) De grado de compactación en la carretera o aeropista. El material deberá compactarse al noventa y cinco por ciento (95%) mínimo de su peso volumétrico seco máximo, salvo que el proyecto fije un grado diferente de compactación. La compactación será determinada mediante uno (1) de los métodos de prueba citados en el Capítulo CIX de la parte novena.*

**EJEMPLO DE NORMA:**

" *En la elaboración de la presente Norma colaboraron las siguientes Instituciones.*

- CAMARA NACIONAL DEL CEMENTO.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS.  
(Dirección de Proyectos.- Departamento de Ingeniería Experimental).
- SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS  
(Dirección General de Servicios Técnicos).
- ASOCIACION NACIONAL DE PRODUCTORES DE CONCRETO  
PREMEZCLADO A.C.
- INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO A.C.

**NORMAS OFICIAL MEXICANA**

**C-1-1980**

**"INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION.- CEMENTO PORTLAND"**

**1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION.**

*Esta Norma Oficial establece las especificaciones que debe cumplir el Cemento Portland, utilizado en la Construcción. El cemento Portland se emplea para la elaboración de: Concretos, morteros, lechadas, productos de asbesto-cemento y productos prefabricados de mortero y de concreto.*

**2 REFERENCIAS.**

*Para la correcta aplicación de ésta Norma es indispensable consultar las siguientes Normas Oficiales Mexicanas en vigor.*

*NOM-C-56 Industria de la Construcción.- Cementantes Hidráulicos.- Determinación de la Finura por el Método de Permeabilidad al Aire.*

*(Método de Prueba para Determinar la Finura de Cementantes Hidráulicos por el Método de Permeabilidad al Aire).*

*NOM-C-59 Industria de la Construcción.- Cementantes Hidráulicos.- Determinación del tiempo de fraguado (Método de Vicat). (Método de Prueba para Determinar el tiempo de fraguado de los Cementantes Hidráulicos (método de Vicat)).*

*NOM-C-61 Industria de la Construcción.- Cementantes Hidráulicos.- Determinación de la Resistencia a la Compresión. (Método de Prueba para Determinar la Resistencia a la Compresión de los Cementantes Hidráulicos).*

*NOM-C-62 Industria de la Construcción.- Cementantes Hidráulicos.- Determinación de la Sanidad. (Método de Prueba para Determinar la Sanidad de los Cementantes Hidráulicos).*

*NOM-C-130 Industria de la Construcción.- Cementantes Hidráulicos.- Muestreo. (Muestreo de Cementantes Hidráulicos).*

*NOM-C-131 Industria de la Construcción.- Cemento Hidráulico.- Determinación del Análisis Químico. (Determinación del Análisis Químico del Cemento Hidráulico).*

*NOM-C-132 Industria de la Construcción.- Cemento Portland.- Determinación del Fraguado Falso del Cemento Portland por el Método de Pasta. (Método de prueba para la determinación del fraguado falso del Cemento Portland por el método de pasta).*

*NOM-C-133 Industria de la Construcción.- Cemento.- Coadyuvantes de molienda empleados en la elaboración de cementos hidráulicos.*

*NOM-C-151 Industria de la construcción.- Cementantes Hidráulicos.- Determinación del Calor de Hidratación. (Método de Prueba para la Determinación del Calor de Hidratación de los Cementantes Hidráulicos).*

### **3 DEFINICION.**

*Para los efectos de esta Norma Oficial se establece la siguiente definición.*

#### **3.1 Cemento Portland**

*Es el conglomerado hidráulico que resulta de la pulverización del clinker frío, a un grado de finura determinado, al cual se le adicionan sulfato de calcio natural, o agua*

*y sulfato de calcio natural. A criterio de productor pueden incorporarse además, como auxiliares a la molienda o para impartir determinadas propiedades al cemento, otros materiales en proporción tal que no sean nocivos para el comportamiento posterior del producto, de acuerdo con lo especificado en la NOM- C-133 en vigor.*

### **3.1.2 Conglomerante Hidráulico**

*Es el material finamente pulverizado, que al agregarle agua, ya sea solo o mezclado con arena, grava, asbesto u otros materiales similares, tiene la propiedad de fraguar tanto en el aire como en el agua y formar una masa endurecida.*

### **3.1.3 Clinker**

*Es el mineral sintético granular, resultante de la coacción a una temperatura del orden de 1673 K (1400°C), de materias primas de naturaleza calcarea y arcillo ferruginosa, previamente trituradas, proporcionadas, mezcladas, pulverizadas y homogeneizadas. Esencialmente el clinker está constituido por silicatos, aluminato y aluminoferrito cálcicos.*

### **3.1.4 Sulfato de calcio natural**

*Es el sulfato cálcico dihidratado, hemihidratado o anhidro.*

## **4 CLASIFICACION.**

*4.1 Para los efectos de esta Norma, el Cemento Portland se clasifica en los cinco tipos siguientes.*

*TIPO I.- COMUN.- Para uso general en construcciones de concreto cuando no se requieran las propiedades especiales de los tipos II, III, IV y V.*

*TIPO II.- MODIFICADO.- Destinado a construcciones de concreto expuestas a una acción moderada de los sulfatos o cuando requiera un calor de hidratación moderado.*

*TIPO III.- DE RAPIDA RESISTENCIA ALTA.- Para la elaboración de concreto en los que se requiera una alta resistencia a temprana edad.*

*TIPO IV.- DE BAJO CALOR.- Cuando se requiera un reducido calor de hidratación.*

**TIPO V.- DE ALTA RESISTENCIA A LOS SULFATOS.-** Cuando se requiera una alta resistencia a la acción de los sulfatos.

4.1.1 El Cemento Portland Blanco puede ser clasificado como Tipo I ó Tipo III según satisfaga los requerimientos de esta Norma para los tipos mencionados. Dado su bajo o nulo contenido de óxido férrico se caracteriza únicamente por ser blanco y no gris.

## 5 ESPECIFICACIONES

### 5.1 ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO.

5.1.1 Especificaciones Químicas.- El cemento a que se refiere esta Norma debe satisfacer los requisitos químicos que se anotan en la Tabla no. 1, de acuerdo con su tipo:

**TABLA 1 ESPECIFICACIONES QUIMICAS**

COMPUESTOS Y CARACTERISTICAS	T I P O				
	I	II	III	IV	V
Oxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> ). mfn. %	--	21.0	--	--	--
Oxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) máx. %	--	6.0	--	--	--
Oxido Férrico. (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) máx. %	--	6.0	--	6.5	--
Oxido de Magnesio (MgO) máx. %	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Anhidro sulfúrico (SO <sub>3</sub> ). máx % cuando (3CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) es 8% o menor	3.0	3.0	3.5	2.3	2.3
Cuando (3CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) es mayor de 8%	3.5	-	4.5	-	--
Pérdida de calcinación máx. %	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Residuo insoluble máx. %	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Silicato tricálcico (3CaO.SiO <sub>2</sub> ) máx. % (Ver inciso 5.1.1.1).	--	--	--	35	--
Silicato dicálcico (2CaO.SiO <sub>2</sub> ) máx. % (Ver inciso 5.1.1.1).	--	--	--	40	--
Aluminato tricálcico (3CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) máx. % (Ver inciso 5.1.1.1).	--	8	15	7	5
Aluminoferrito tetracálcico más dos veces el aluminato tricálcico (4CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + 2(3CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ).					
ó solución sólida (4CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + 2CaO.Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) máx. % (Ver inciso 5.1.1.1).	--	--	--	--	20.0

5.1.1.1 El hecho de limitar los valores químicos expresados como compuestos potenciales calculados, no necesariamente implica que los óxidos estén presentes efectiva o totalmente formando esos compuestos.

5.1.1.2 Para los cálculos de los compuestos el por ciento de CaO será el resultado de restar el por ciento de Oxido de Calcio libre al por ciento de Oxido de Calcio total, y el por ciento de Oxido de Silicio será el resultado de restar, al por ciento de Oxido de Silicio, el por ciento de residuo insoluble.

Cuando la relación de los porcentajes de óxido de aluminio a óxido férrico es de 0.64 o mayor, los porcentajes de silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico y aluminoferrito tetracálcico, deben calcularse en la siguiente manera:

$$\text{Silicato Tricálcico (C}_3\text{S)} = (4.071 \times \% \text{CaO}) - (7.7 \times \% \text{SiO}_2) - (6.718 \times \% \text{Al}_2\text{O}_3) - (1.430 \times \% \text{Fe}_2\text{O}_3) - (2.852 \times \% \text{SO}_3).$$

$$\text{Silicato dicálcico (C}_2\text{S)} = (2.867 \times \% \text{SiO}_2) - (0.7544 \times \% \text{C}_3\text{S})$$

$$\text{Aluminato tricálcico (C}_3\text{A)} = (2.650 \times \% \text{Al}_2\text{O}_3) - (1.692 \times \% \text{Fe}_2\text{O}_3).$$

$$\text{Aluminoferrito tetracálcico (C}_4\text{AF)} = (3.043 \times \% \text{Fe}_2\text{O}_3).$$

Cuando la relación de los porcentajes de óxido de aluminio a óxido férrico es menor de 0.64, se forma una solución sólida de aluminoferrito cálcico, la cual se expresa en la siguiente forma:  $ss(\text{C}_4\text{AF} + \text{C}_2\text{F})$ . El porcentaje de esta solución sólida y el del silicato tricálcico deben calcularse de la forma siguiente:

$$ss(\text{C}_4\text{AF} + \text{C}_2\text{F}) = (2.100 \times \% \text{Al}_2\text{O}_3) + (1.702 \times \% \text{Fe}_2\text{O}_3).$$

$$\text{Silicato tricálcico (C}_3\text{S)} = (4.071 \times \% \text{CaO}) - (7.600 \times \% \text{SiO}_2) - (4.479 \times \% \text{Al}_2\text{O}_3) - (2.859 \times \% \text{Fe}_2\text{O}_3) - (2.852 \times \% \text{SO}_3).$$

En los cementos con esta composición no se encontrará presente el aluminato tricálcico.

El silicato dicálcico se calcula en la forma indicada anteriormente.

En el cálculo del  $C_3A$ , los valores de  $Al_2O_3$  y  $Fe_2O_3$  deben expresarse con aproximación de 0.01%. En el cálculo de los otros compuestos, los óxidos determinados se expresarán con aproximación de 0.1%.

Los valores de  $C_3A$  y de la suma de  $C_4AF$  deben expresarse con aproximación de 0.1%. Los valores de los otros compuestos deben expresarse con aproximación de 1.0 por ciento.

### 5.1.1.3 Especificaciones Químicas Opcionales

Los requisitos opcionales de la Tabla 2 serán aplicables solo en el caso de que el comprador así lo especifique, considerándose entonces el cemento como especial y sujeto a previo acuerdo entre comprador y fabricante.

**TABLA 2 ESPECIFICACIONES QUIMICAS OPCIONALES**

CARACTERISTICAS	T I P O					OBSERVACIONES
	I	II	III	IV	V	
Aluminato tricálcico ( $3CaO \cdot Al_2O_3$ ) máx. % (Ver inciso 5.1.1.1).	--	--	8	--	--	Para resistencia moderada a los sulfatos.
Aluminato tricálcico ( $3CaO \cdot Al_2O_3$ ) máx. % inciso 5.1.1.1).	--	--	5	--	--	Para alta resistencia a los sulfatos.
Suma de silicato tricálcico y aluminato tricálcico. máx. % (Ver inciso 5.1.1.1).	--	58*	--	--	--	Para calor a hidratación moderado
Alcalis Totales ( $Na_2O + 0.658 K_2O$ ), máx. %.	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	Cemento de bajo contenido de alcalis.

\* (Ver inciso 5.1.1.3).

5.1.1.3.1 Este valor límite se aplica cuando se requiere calor de hidratación moderado y no se solicite la determinación del calor de hidratación.

### 5.1.2 Especificaciones Físicas

El cemento a que se refiere esta Norma debe satisfacer los requisitos que se anotan en la Tabla 3 de acuerdo con su tipo:

**TABLA 3 ESPECIFICACIONES FISICAS**

CARACTERISTICAS	T I P O				
	I	II	III	IV	V
Figura, superficie específica, cm <sup>2</sup> /g. Método de permeabilidad al aire, mínimo.	2800	2800	----	2800	2800
Sanidad (prueba de autoclave) expansión máxima en %.	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Tiempo de fraguado Método vicat: Fraguado inicial en minutos, no me- nos de .....	45 8	45 8	45 8	45 8	45 8
Fraguado final en horas; no más de ..					
Resistencia a la compresión, kgf/cm <sup>2</sup> En cubos de mortero 1.2.75 en masa (arena graduada estándar) relación agua/cemento constante 0.485 Valores mínimos: a las 24 horas	----	----	130	----	----
A los 3 días	130	105	250	----	85
A los 7 días	200	175	----	70	155
A los 28 días	----	----	----	175	210

5.1.2.1 La resistencia a la compresión a cualquier edad debe ser mayor que la correspondiente a la edad inmediata precedente.

5.1.2.2 Especificaciones físicas Opcionales

Los requisitos opcionales de la Tabla 4 serán aplicables sólo en el caso de que el comprador así lo especifique; considerándose entonces el cemento como especial y sujeto a previo acuerdo entre comprador y fabricante.

**TABLA 4 ESPECIFICACIONES FISICAS OPCIONALES**

CARACTERISTICAS	T I P O S				
	I	II	III	IV	V
Fraguado falso, penetración final, mínimo %. (Ver inciso 5.1.2.2.1)	50	50	50	50	50
Calor de hidratación a los 7 días, en cal/g máximo	----	70*	----	60	----
A los 28 días, en cal/g máximo	----	80*	----	70	----

\* (Ver inciso 5.1.2.2.2).

*5.1.2.2.1 El método de prueba que debe seguirse para la determinación del fraguado falso es el de pasta de cemento.*

*5.1.2.2.2 Cuando se especifiquen calores de hidratación, no debe especificarse la suma de silicato tricálcico y aluminatotricálcico, y en caso de que se especifique cualquiera de estos límites, los valores de resistencia para este cemento deben reducirse al 80% de los valores indicados en el cuadro de especificaciones físicas.*

*5.2 Mercado etiquetado, envases y embalaje.*

*5.2.1 Mercado y etiquetado.*

*5.2.1.1 Cuando el cemento se entrega en sacos, se deben indicar claramente en éstos los siguientes datos: El nombre del producto, la marca registrada, el nombre o símbolo del fabricante, la ubicación de la planta, el tipo de cemento, el contenido neto en kilogramos, la leyenda "HECHO EN MEXICO" y, cuando la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial lo autorice, el "Sello Oficial de Garantía".*

*5.2.1.2 Cuando el cemento se entregue a granel, las notas de embarque deben contener los datos de identificación que se indican en el inciso anterior.*

*5.2.2 Envasado*

*Cuando el cemento se envasa en sacos, el contenido neto de cada saco de cemento debe ser de 50 kg, con una tolerancia de + 750 g.*

*Previa autorización de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, el cemento se podrá envasar en sacos de capacidad diferente a la indicada en el párrafo y la tolerancia en el peso, de acuerdo con la Ley, será fijada en dicha autorización.*

*5.2.3 Embalaje*

*Los depósitos que se utilicen para el almacenamiento del cemento Portland deben estar contruídos de tal forma que la calidad el producto en ellos almacenado no se deteriore por la acción de la intemperie y deben tener fácil acceso para la inspección y el muestreo.*

**6 MUESTREO.**

*Cuando se requiere un muestreo para una inspección éste podrá ser establecido de común acuerdo entre productor y comprador, recomendándose el uso de la NOM-Z-*

12. Para efectos oficiales el muestreo estará sujeto a las disposiciones reglamentarias de la inspección que se efectúe.

## 6.1 INFORME.

El informe de los resultados obtenidos en las diferentes pruebas efectuadas al cemento se debe hacer dentro de los límites de tiempo siguientes:

<i>Para las pruebas de 24 horas</i>	<i>6 días</i>
<i>Para las pruebas de 3 días</i>	<i>6 días</i>
<i>Para las pruebas de 7 días</i>	<i>12 días</i>
<i>Para las pruebas de 28 días</i>	<i>33 días</i>

## 6.2 RECHAZO

6.2.1 El cemento puede ser rechazado si no cumple con todo lo especificado en esta Norma.

6.2.2 El cemento que no cumpla con la prueba de sanidad en autoclave, podrá aceptarse si en una repetición con una nueva muestra efectuada dentro de los 28 días siguientes a la prueba inicial, satisface dicho requisito. La prueba provisional del cemento en la fábrica, no priva al comprador del derecho a rechazarlo si al efectuar la repetición de la prueba, ésta no cumple la especificación a que se hace referencia.

## 7 METODOS DE PRUEBA

Para la verificación de las especificaciones establecidas en esta Norma, debe consultarse las Normas Oficiales Mexicanas de Métodos de Prueba que se indican en el Capítulo 2.

FUENTE: NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

# COSTO DE OBRA DE MANO

## **GENERALIDADES**

En algunos campos de la construcción la obra de mano representa un alto porcentaje del costo total de una obra ; esto hace importante el estudio detallado y metódico de los factores que integran dicho costo, es decir todas aquellas erogaciones que el constructor tiene que realizar para remunerar la fuerza aportada por un obrero.

Dicha remuneración podría llevarse a cabo por diversos métodos, pero sólo mencionaremos aquellos comúnmente usados en nuestro medio :

- 1.- Remuneración por día
- 2.- Remuneración por destajo

**1.- La Remuneración por día.-** Consiste en pagar al trabajador una cantidad de dinero fija por cada día ( Jornada ) de trabajo. Este método de pago implica, que se debe llevar un control sobre la actividad de los trabajadores, esto, evidentemente, sólo se puede lograr analizando de antemano el número máximo de personas que pueden ser controladas de manera óptima por un supervisor, sin embargo, esto redundará en un gasto administrativo mayor.

**2.- La Remuneración por destajo.-** Consiste en que al trabajador se le paga una cantidad de dinero, anteriormente pactada, por cada unidad de trabajo que ejecute, es decir, mientras más unidades de trabajo se realicen en determinado tiempo, mayor será la cantidad de dinero recibida, el problema que este método de pago mal manejado ocasiona, salta a la vista, ya que los trabajadores tienen la inclinación de realizar su labor en el menor tiempo posible y esto provoca una disminución de calidad en su trabajo, pero por otra parte con una buena organización, los trabajadores generalmente obtienen un mayor beneficio económico derivado de una planeación adecuada de las obras.

Por otra parte, este sistema ofrece la ventaja de que si se lleva una supervisión constante sobre la calidad del trabajo se pueden lograr avances de obra importantes en corto tiempo.

Es importante recalcar que cualquiera que sea el método de remuneración que se use, el trabajador siempre deberá percibir cuando menos el salario mínimo legal establecido por la institución gubernamental correspondiente.

En nuestro medio, el personal que labora en la industria de la construcción, está organizado en diversos niveles jerárquicos cuyas principales categorías son las que se observan en el siguiente cuadro:

### ESPECIALIDADES EN LA CONSTRUCCION

Peón	Operador de excavadora
Albañil	Operador de tractor
Albañil especializado	Operador de motoescrepa
Cantero	Operador de motoconformadora
Yesero	Operador de compactador
Carpintero	Operador de planta trituradora
Fierrero	Operador de planta mezcladora
Perforista	Operador de compresora
Barretero	Operador de petrolizadora
Poblador	Operador de malacate
Pintor	Operador de cablevía
Electricista	Operador de bomba de concreto
Plomero	Operador de grúa
Soldador	Operador de equipo pesado de acarreo
Herrero	Jefe de veladores
Montador	Velador
Sobrestante general	Almacenista
Sobrestante de albañilería	Bodeguero
Sobrestante de carpintería	Checador de material
Sobrestante de concretos	Tomador de tiempo
Sobrestante de barrenación	Jefe de mecánicos
Sobrestante de terracerías	Mecánico diesel
Sobrestante de pavimentación	Mecánico gasolina
Sobrestante de túneles	Mecánico electricidad
Sobrestante de montajes	Engrasador
	Chofer

**NOTA:** Algunas de las especialidades mencionadas anteriormente se auxilian con ayudantes específicos para cada área.

Como sabemos el costo de obra de mano es una de las partes principales en la integración del costo de una obra, dicho costo está estrechamente ligado con el rendimiento del trabajador, el cual se analizará en un capítulo posterior.

#### *Salario.*

Estrictamente hablando, el salario es la remuneración que se entrega a un trabajador por el desempeño de su labor, sin embargo, es importante definir algunos conceptos referentes al salario que un Ingeniero Constructor debe manejar con soltura, ya que es muy importante que al contratar o ejecutar una obra, no pierda de vista a que tipo de salario se está refiriendo el convenio contractual o que tipo de salario está reportando en sus informes

Por lo anterior se deberá tener muy clara la diferencia entre :

- a. Salario mínimo
- b. Salario base o nominal.

c. Salario real.

a).- Se deberá conocer como salario mínimo aquel salario estipulado por la institución gubernamental correspondiente, ( en el caso de México, La Comisión Nacional de Salarios Mínimos ), dicho salario tiene un carácter de obligatoriedad avalado por nuestra legislación en materia laboral, es decir, ningún trabajador que mantenga una relación laboral con alguna Empresa o patrón podrá percibir un salario inferior al salario mínimo ; este salario mínimo es el que se otorga a la menor categoría o capacidad del trabajador que es el denominado peón.

En nuestro país se ha optado por subdividir el territorio en zonas económicas que tienen diferentes salarios mínimos acordes al costo de la vida en cada una de ellas.

En los contratos colectivos de trabajo que se celebran en las organizaciones sindicales se establecen salarios mínimos para las distintas categorías de trabajadores que estén representados por dicha organización y es evidente que estos salarios son superiores a los salarios mínimos que para esa zona en particular establezca la Comisión de Salarios Mínimos, y se les denomina "salarios mínimos profesionales" que pueden derivarse también de dicha comisión. Puede suceder además que por condiciones de oferta y demanda de mano de obra, los salarios que tengan que pagarse sean superiores a los que establezca el contrato colectivo de trabajo.

De aquí surge el primer factor importante que el Ingeniero debe tener presente al contratar una obra ya que si pasa por alto este detalle su costo por mano de obra se va a incrementar de manera importante, y esto repercutirá directamente en un aumento en los precios unitarios.

b).- Salario base o nominal, es aquel por el cual se contrata al trabajador por cada día de trabajo transcurrido

c).- Salario Real es aquel salario que reúne todos los conceptos que causen una erogación al patrón y que estén relacionados directa o indirectamente con el trabajador, es decir, el salario real es el costo total que un trabajador representa para la empresa, sea esta pública o privada.

Este salario real es superior al salario base en un porcentaje considerable ( dependiendo de las prestaciones de cada empresa ), por lo cual es muy importante saber calcularlo .

**Consideraciones para la integración del salario real.**

a).- *Días no laborales por fiesta de costumbre.*

Por tradiciones arraigadas en nuestro medio laboral, los días correspondientes a celebraciones religiosas más notables, como son: Viernes y Sábado Santos, 3 de Mayo, 1º y 2 de Noviembre y 12 de Diciembre, el obrero no trabaja; es por eso que los constructores aceptan como no laborales, de acuerdo con su propia política, algunos de los días aquí mencionados.

b).- *Días no laborales por enfermedad no profesional.*

Cuando por enfermedad no profesional el obrero no trabaja, el patrón se ve obligado a cubrir su salario durante los 3 primeros días de ausencia, por lo que el Ingeniero deberá considerar a criterio, los días no laborales por esta causa.

c).- *Días no laborales por agentes físico-meteorológicos.*

Es indispensable que para la integración del salario del trabajador, en base al lugar donde se van a ejecutar las obras, el medio geográfico, la estación del año, la topografía local, etc., el Ingeniero analista de precios unitarios, realice una investigación estadística y la aplique en la definición de un número de días no laborales por causas fortuitas, como pudieran ser: lluvia, nieve, calor, frío, inundaciones y derrumbes.

d).- *Días no laborales por descanso obligatorio 7.17 días (Art. 74 Ley Federal del Trabajo).*

De lo establecido en los incisos anteriores, podemos obtener ya conclusiones importantes aunque parciales, para la integración del salario real del trabajador.

**Primero:** Los trabajadores, de acuerdo con la ley, tienen derecho a recibir como compensación a su trabajo, los siguientes pagos mínimos anuales:

Por cuota diaria ( Art. 83 )	365.0 días
Por prima vacacional ( Art. 76 y 80 ) 0.25 x 6 días de vacaciones mínimas	1.5
Por aguinaldo ( Art. 87 )	15.0
<b>SUMA</b>	<b>381.5 días</b>

**Segundo:** También de acuerdo con la ley, los trabajadores tienen derecho de descansar, con goce de salario, los siguientes días mínimos al año:

Por séptimo día ( Art. 69 )	52 días (domingos)
Por días festivos ( Art. 74 )	7.17
Por vacaciones ( Art. 76 )	6
<b>SUMA</b>	<b>65.17 días.</b>

**Tercero:** De acuerdo con la experiencia y la política de cada constructor, es necesario considerar también como inactivos algunos días del año, durante los cuales el trabajador goza de su salario íntegro, como pueden ser:

Por fiestas de costumbre	3 días
Por enfermedad no profesional	1
Por mal tiempo y otros	2
<b>SUMA</b>	<b>6 días</b>

En resumen, tenemos que los días pagados al trabajador por año, son: 381.5 días, realmente trabajados son:  $365 - 65.17 - 6 = 293.83$  días. Podemos entonces determinar el valor de un coeficiente de incremento, debido exclusivamente a prestaciones de la Ley Federal del Trabajo, que es:

$$\frac{381.5 \text{ días - pagados}}{293.83 \text{ días - laborados}} = 1.2984$$

Lo cual significa que, al integrar el salario real del trabajador, deberá considerarse un incremento del 29.84 % sobre su salario base, por concepto de prestaciones de la Ley Federal del trabajo.

Eventualmente, se llegan a presentar casos en que por necesidad de las obras o por convenir a los intereses del contratante y aún del contratista de la obra, se laboran jornadas de más de 8 horas y hasta 12 horas diarias de trabajo, constituyéndose lo que llamamos "jornadas extraordinarias de trabajo". Existen también circunstancias en que,

por urgencia, o por gran volumen de obra por realizar, se hace necesario establecer dos o tres turnos de trabajo.

Es importante también, mencionar los casos de obras foráneas donde la utilización de obra de mano especializada es indispensable y en cuyas localidades se carece de la misma, presentándose entonces la necesidad de pagar viáticos (ayuda para hospedaje y/o alimentos) al personal llevado de otros lugares. Estos importes, se deberán considerar adicionalmente a los del salario real, para las categorías correspondientes.

### **INFONAVIT**

Con el fin de proporcionar a los trabajadores habitaciones cómodas, higiénicas y a un precio accesible; el 1º de Mayo de 1972, se creó el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores ( INFONAVIT ).

Dicho fondo está formado por las aportaciones que en efectivo hacen las empresas, de 5 % sobre los salarios integrados de los trabajadores a su servicio, de acuerdo a lo mencionado por el artículo 136 de la Ley Federal del Trabajo. Para efectos de integración del Salario Real del trabajador, el Ingeniero deberá incluir en él, las cuotas que se deben cubrir por este concepto.

El factor que por este concepto modifica la integración del salario real del trabajador, será:

$$\frac{0.05 \times 381.5 \text{ días de salario ordinario}}{293.83 \text{ días laborados}} = 0.0649$$

Lo cual significa que, al integrar el salario real del trabajador, deberá considerarse un incremento del 6.49 % sobre su salario base, por concepto de cuotas patronales al INFONAVIT.

En los concursos de obras públicas se dispone que: "en los análisis de precios unitarios, no debe figurar el 5 % del importe de las percepciones de los trabajadores, que en los términos del artículo 136 de la Ley Federal del Trabajo, las empresas en su calidad de patrones, están obligados a aportar al Fondo Nacional de la Vivienda". Lo anterior significa, en este caso, que el Ingeniero deberá considerar tales erogaciones dentro del importe de su utilidad bruta, sin embargo lo seguiremos tomando en cuenta para ver cuanto importan todas las presentaciones sobre el salario.

### *Sistemas de Ahorro para el Retiro ( SAR ).*

Este ahorro es para que el trabajador en algún momento en que se encuentre suspendida su vida laboral (jubilación, incapacidad parcial, permanente o totalmente, desempleo, etc.) cuente con estos recursos para él y/o sus dependientes económicos y con esto tener una pensión, en una cuenta que elija el trabajador, el patrón está obligado a aportar el 2 % sobre el salario diario integrado.

### **Seguro Social y Presentaciones.**

De acuerdo a las dos posiciones legales vigentes emanadas de los principios constitucionales que nos rigen, todos los empresarios tienen la obligación ineludible de inscribir a sus trabajadores en el Instituto Mexicano del Seguro Social, el cual a cambio del pago de las primas de seguro correspondientes, se encarga de velar por la seguridad de los trabajadores y de impartirles la asistencia, servicios sociales y prestaciones señaladas por la Ley del Seguro Social, reformada el 1° de Enero de 1997.

El régimen obligatorio de la Ley, comprende los siguientes seguros:

- Enfermedades y maternidad:
- Invalidez y vida
- Retiro, cesantía y vejez
- Riesgos de trabajo:
- Guardería para hijos de asegurados:

La misma Ley establece cuotas o primas que cubren cada uno de los seguros anteriores. El Ingeniero analista deberá saber valorar el importe de esas cuotas o primas, y considerarlos en la integración del salario real del trabajador.

A continuación se presenta la tabla IV.1 en la que se resumen los importes de las cuotas vigentes que se deben pagar al Seguro Social, para distintos grupos de salario diario, de acuerdo con la Ley del Seguro Social.

**PORCENTAJE DE APLICACIÓN A LA PERCEPCION BASE DE COTIZACION,  
PARA EL CALCULO DE LAS CUOTAS BIMESTRALES.**

Concepto	Enfermedad y Maternidad		Invalidez y Vida	Retiro	Cesantía y Vejez	Guarderías Prestaciones Sociales	Suma
	Especie	Dinero					
Patrón	1.05 %	0.70 %	1.75 %	2 %	3.150 %	1 %	9.650
Trabajador	0.375 %	0.25 %	0.625 %	--	1.125 %	--	2.375
Suma	1.425 %	0.95 %	2.375 %	2 %	4.275 %	1 %	12.025

**TABLA IV.1**

**NOTAS IMPORTANTES:**

A las cuotas señaladas deberá aumentarse:

- A) La del seguro de riesgos de trabajo, que se calculará aplicando el importe del salario diario integrado por los días a cotizar y por la prima de riesgo que le corresponda a la clase, que el Instituto haya asignado a la empresa.
- B) La del seguro de guardería para hijos de asegurados, que se determinará aplicando la prima del 1 % que establece el artículo 211 de la Ley del Seguro Social, a la cantidad que por salario base de cotización se pague a los trabajadores.

Como complemento a la información indicada en la tabla No. IV.1 cabe mencionar que, corresponde al patrón pagar íntegramente la cuota señalada para los trabajadores que sólo perciban el salario mínimo, lo cual significa que para este caso, el patrón deberá pagar la totalidad de cuotas obrero - patronales.

Para efectos de la fijación de cuotas patronales del seguro de riesgos de trabajo, la Ley del Seguro Social establece que éstas se determinarán en relación al salario diario integrado por los días de cotización y por el porcentaje de grado de riesgo que el IMSS le asigne al patrón.

PRIMA MEDIA	EN PORCENTAJE
Clase I	0.5435
Clase II	1.13065
Clase III	2.59840
Clase IV	4.65325
Clase V	7.58875

El porcentaje de la tabla anterior puede variar de acuerdo a los accidentes registrados en el lapso de un año.

La previsión de medidas de higiene y seguridad en una obra determinada implica la generación de costos que el Ingeniero podrá considerar en la parte correspondiente a costos indirectos; sin embargo, ésta práctica resulta siempre recomendable en cuanto a la salud y las vidas de los trabajadores que quedarán protegidas por estos medios. Ejemplo de estos conceptos son: el uso del casco, mascarillas, anteojos, botas, barandales en rampas, andamios de seguridad, redes de iluminación de áreas de circulación.

De acuerdo a lo mencionado en el presente inciso, y considerando además que la base de cotización para el pago de cuotas por concepto de seguro de riesgos de trabajo, seguro de enfermedad, maternidad y seguro de invalidez y vida, cesantía, vejez y retiro, es la totalidad de pagos al trabajador ( Art. 11 de la Ley del Seguro Social ); estamos en condiciones de determinar, por dichos conceptos, un coeficiente de incremento adicional para la integración del salario real, teniendo los siguientes casos;

**a).- Para el trabajador de salario mínimo:**

Cesantía y Vejez	4.275 %
Enfermedades y Maternidad ( Tabla )	2.375 %
Invalidez y Vida ( Tabla )	2.375 %
Retiro	2.000 %
Riesgo de trabajo de la cuota obrero- patronal	6.5621 %
<b>SUMA</b>	17.5871%

$$\frac{0.17587 \times 381.5 \text{ días pagados}}{293.83 \text{ días laborados}} = 0.22835$$

**b) .- Para los trabajadores de salarios mayores que el mínimo.**

Cesantía y Vejez	1.125 %
Enfermedades y Maternidad ( Tabla )	2.375 %
Invalidez y Vida ( Tabla )	0.625 %
Riesgo de trabajo de la cuota obrero- patronal	6.5621 %
<b>SUMA</b>	10.6871 %

$$\frac{0.10687 \times 381.5 \text{ días pagados}}{293.83 \text{ días laborados}} = 0.13876$$

Lo cual significa que al integrar el salario real del trabajador, debemos considerar incrementos del 22.84 % para el trabajador con salario mínimo, y de 13.88 % para los trabajadores con salarios superiores, sobre sus respectivos salarios base, por concepto de cuotas patronales al Seguro Social correspondiente a los seguros antes mencionados.

Con el fin de que los trabajadores dispusieran de lugares apropiados para el cuidado de sus hijos durante las horas de trabajo, el 1° de Abril de 1973, se creo el seguro de guarderías para hijos de asegurados y de acuerdo al Capítulo VIII de la Ley del Seguro Social, los patrones cubrirán íntegramente el importe de la prima correspondiente, independientemente de que tenga o no trabajadoras a su servicio; además, el monto de dicha prima será del 1 % sobre salario integrado del trabajador.

El factor que por este concepto modifica la integración de el salario real del trabajador, será:

$$\frac{0.01 \times 381.5 \text{ días pagados}}{293.83 \text{ días laborados}} = 0.0130$$

Lo que significa que debemos considerar un incremento del 1.30 % adicional al salario base del trabajador, debido a cuotas patronales al Seguro Social por concepto de guarderías para hijos de aseguradas, en la integración del salario real.

Es importante hacer notar la responsabilidad que tiene un contratista ante el Seguro Social, del pago de las cuotas del personal de sus " sobcontratistas ", quienes se encargan de realizar los trabajos más especializados, como pueden ser; yeseros, pintores, instaladores, carpinteros, etc., lo anterior significa que el contratista deberá cubrir el importe de las primas; cuando los subcontratistas omiten los pagos correspondientes.

**a).- Para el trabajador de salario mínimo:**

Cesantía y Vejez	4.275 %
Enfermedades y Maternidad ( Tabla )	2.375 %
Invalidez y Vida ( Tabla )	2.375 %
Retiro	2.000 %
Riesgo de trabajo de la cuota obrero-patronal	6.5621 %
<b>SUMA</b>	<u>17.5871%</u>

$$\frac{0.17587 \times 381.5 \text{ días pagados}}{293.83 \text{ días laborados}} = 0.22835$$

**b) .- Para los trabajadores de salarios mayores que el mínimo.**

Cesantía y Vejez	1.125 %
Enfermedades y Maternidad ( Tabla )	2.375 %
Invalidez y Vida ( Tabla )	0.625 %
Riesgo de trabajo de la cuota obrero-patronal	6.5621 %
<b>SUMA</b>	<u>10.6871 %</u>

$$\frac{0.10687 \times 381.5 \text{ días pagados}}{293.83 \text{ días laborados}} = 0.13876$$

*Integración del salario real del trabajador.*

La determinación y valoración de los factores que interviene en toda relación obrero-patronal, conducen a la integración del salario real del trabajador que, como se mencionó anteriormente, corresponde a la erogación total del patrón por cada día realmente laborado por el trabajador y que incluyen pagos directos, prestaciones en efectivo y en especie, pagos por impuestos y cuotas a instituciones de beneficio social.

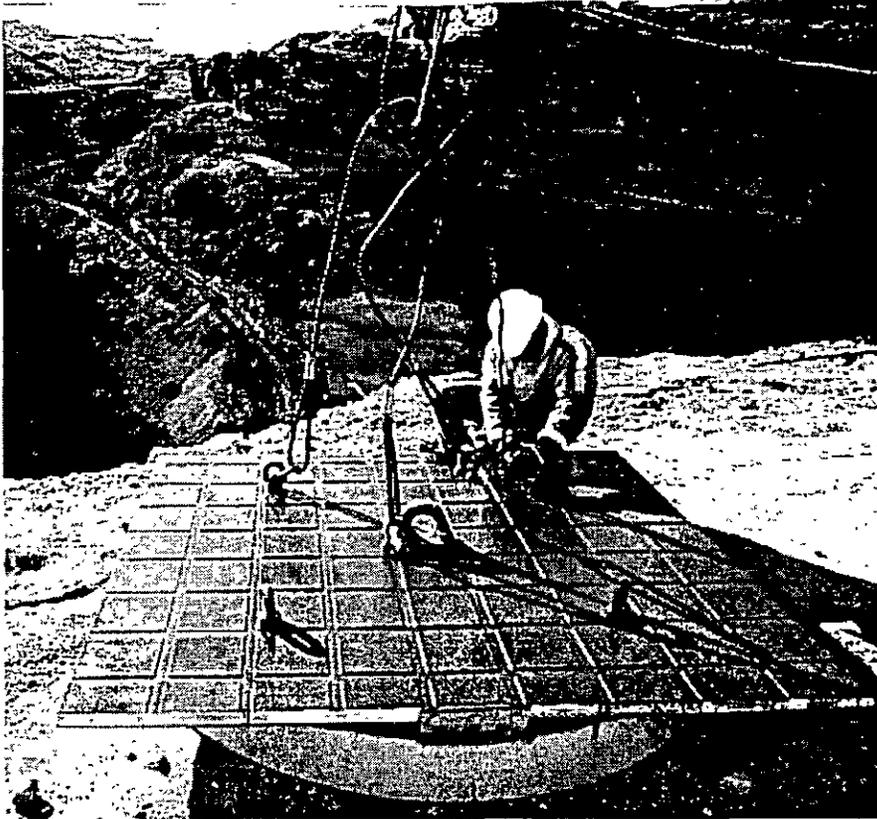
En la práctica, dicha integración corresponde en realidad a la integración de un coeficiente, usualmente llamado " factor de salario real ", que al ser multiplicado por el salario base del trabajador, da por resultado el salario real por determinar. Este factor es variable para cada categoría pero, en general, se determinan: Uno para salario mínimo y otro para categorías de salarios mayores; así mismo es usual que tal factor se calcule en

base a la erogación y los días trabajados durante un ciclo anual a efecto de considerar proporcionalmente todas las variaciones que se presenten durante ese ciclo.

La suma de los resultados de cada uno de los puntos anteriores nos ayuda a determinar el factor de salario real. Obtengamos pues el factor de salario real sumando los incrementos al salario base.

**Tenemos:**

Factor aplicable al salario base del trabajador por obligaciones y prestaciones marcadas por la Ley Federal del Trabajo.	1.2984
Incremento al factor por cuotas al INFONAVIT.	0.0649
Incremento al factor por cuotas patronales al Seguro Social debidas a los Seguros de: riesgos profesionales, enfermedades y maternidad, invalidez y vida, retiro, y cesantía y vejez:	
a).- Para categorías de salario mínimo.	0.22835
b).- Para categorías de salarios mayores al mínimo.	0.13876
Incremento al factor por cuotas patronales al Seguro Social debidas al Seguro de guarderías.	0.0130
La suma de los incrementos anteriores nos determina el factor de salario real para:	
a).- Salario mínimo.	1.60465
b).- Salarios mayores al mínimo.	1.51506



#### *El IVA en los costos de Obra de Mano.*

La remuneración de la mano de obra no incluye traslación de IVA ( Impuesto al Valor Agregado ) por los trabajadores al empleador; los pagos que éste hace por tal concepto no incluyen, pues el porcentaje del IVA y en consecuencia éste no debe aparecer en los análisis ni formar parte de los precios unitarios.

Excepción de lo anterior, es el caso de un subcontrato por servicios de mano de obra, proporcionado por una persona moral, como es el ejemplo de un destajista formalmente constituido en Sociedad Anónima, que factura cumpliendo con todos los requisitos fiscales y debe trasladar el IVA a la empresa a quien prestó el servicio; sin embargo, de igual manera que lo mencionado para materiales, este IVA pagado por la empresa no debe incorporarse a los análisis de precios, sino, se manejará contablemente en cuentas especiales.

#### **EJEMPLO DE CALCULO PARA LA OBTENCION DEL SALARIO REAL.**

A continuación presentamos un ejemplo numérico para la obtención del salario real del trabajador, basado en la aplicación del factor de salario real. También se muestra la forma de valorar el tiempo extraordinario y su integración al salario real del trabajador.

Ejemplo. Obtención del salario real para las categorías y salarios base enlistados.

I.- Considerando jornadas de trabajo normales, de 8 horas.

II.- Considerando jornadas de trabajo ordinarias de 10 horas diarias.

CATEGORIAS	SALARIO BASE
Peón ( salario mínimo ).	\$ 26.45
Oficial de albañilería	\$ 38.55
Carpintero de obra negra	\$ 35.90
Fierrero	\$ 37.15
Operador de tractor	\$ 40.55
Chofer de camión	\$ 38.55
Operador de cargador, motoconformador y compactador	\$ 40.55

En este caso únicamente tenemos que multiplicar los salarios base por los factores de salario real correspondientes. Por lo que ahora tenemos:

CATEGORIAS	SALARIO BASE	F.S.R.	SALARIO REAL
Peón ( salario mínimo )	26.45	1.60465	42.44
Oficial de albañilería	38.55	1.51506	58.41
Carpintero de obra negra	35.90	1.51506	54.39
Fierrero	37.15	1.51506	56.29
Operador de tractor	40.55	1.51506	61.44
Chofer de camión	38.25	1.51506	57.96
Operador de cargador Motoconformadora y compactadora	40.55	1.51506	61.44

TABLA IV.3

II.- Considerando jornadas de trabajo extraordinarias.

A.- Determinación del tiempo extra semanal.

Horas trabajadas a la semana en jornada extraordinarias: 6 días x 10 H. = 60 horas

Horas trabajadas a la semana en jornada normal: 6 días x 8 H. = 48 horas

Horas extras a la semana, que deberán pagarse como lo establecen los artículos 66, 67 y 68 de la Ley Federal del Trabajo. = 12 horas

B.- Equivalencia del tiempo extra en horas normales.

Horas extras dobles ( Art. 67 LFT ) 9 H. extras = 18 H. normales

Horas extras triples ( Art. 68 LFT ) 3 H. extras = 9 H. normales

**SUMA**            12 H. extras            =   27 H. normales

Lo anterior significa que las 60 horas trabajadas a la semana, le costarán al patrón, por pagos directos al trabajador, lo correspondiente a:

48 horas normales + 27 equivalentes = 75 horas normales.

Así mismo el patrón tendrá la obligación de pagar la cuota obrero-patronal, al Seguro Social correspondiente al tiempo extraordinario, de acuerdo a cada categoría; entonces tendremos que para:

**a).- Salario Mínimo:**

Por Seguro Social:  $0.17587 \times 27 \text{ H.} = 4.75 \text{ H. normales}$

**b).- Salarios mayores:**

Por Seguro Social:  $0.10687 \times 27 \text{ H.} = 2.89 \text{ H. normales}$

**c).- Cálculo del sobrecosto:**

Ya que los pagos al trabajador por concepto de tiempo extra se obtienen a partir de su salario base, se podrá calcular el sobrecosto por este concepto, con base a un incremento de salario real, que será.

1).- Para salario mínimo:

$$\text{Incremento al F.S.R.} = \frac{(27 + 4.75) \text{ H. equivalentes}}{48 \text{ H. normales}} = 0.67$$

2).- Para salarios mayores:

$$\text{Incremento al F.S.R.} = \frac{(27 + 2.85) \text{ H. equivalentes}}{48 \text{ H. normales}} = 0.63$$

Con estos factores obtendremos los sobrecostos de salario real:

CATEGORIA	FACTORES DE SALARIO REAL				SALARIO GENERAL		
	S. BASE	T. NORMAL	T. EXTRA	TOTAL	T. NORMAL	T. EXTRA	TOTAL
Peón (salario mínimo)	26.45	1.60465	0.67	2.27	42.45	17.73	60.18
Oficial de Albañilería	38.55	1.51506	0.63	2.14	58.41	24.29	82.70
Carpintero de obra negra	35.90	1.51506	0.63	2.14	54.39	22.62	77.01
Fierrero	37.15	1.51506	0.63	2.14	56.29	23.41	79.70
Operador de tractor	40.55	1.51506	0.63	2.14	61.44	25.55	86.99
Chofer de camión	38.25	1.51506	0.63	2.14	57.96	24.10	82.06
Operador de cargador motoconformadora y Compactadora	40.65	1.51506	0.63	2.14	61.44	25.55	86.99

Observando los resultados de la tabla podemos concluir que un incremento en la jornada de trabajo de 25 % (10 horas en lugar de 8), que indudablemente abatiría el tiempo de ejecución de una obra, tendrá un sobrecosto aproximado:

$$\frac{0.67}{1.60465} = \frac{0.63}{1.51506} = 42\%$$

TABLA IV.4

Hasta aquí se han considerado los diferentes conceptos que son comunes en cualquier parte de nuestro país para determinar el Salario Real en la Industria de la Construcción, sin embargo, existen conceptos que no lo son y que deben considerarse en cada caso particular que se presente, estos son entre otros:

**a) Impuestos Estatales.-** Cada Estado de la República tiene diferentes tasas de impuestos que gravan las remuneraciones pagadas por el patrón a sus trabajadores, ejemplo en el Estado de México la tasa es del 1.15 %, en el D.F. 2 %.

**b) Prestaciones extras** que obtienen los diferentes sindicatos con los que se tiene que firmar el Contrato de Trabajo, tales como, ayuda alimenticia, vacaciones, primas vacacionales y aguinaldos superiores a los de la Ley, días festivos especiales no comprendidos en la Ley, etc.

**RENDIMIENTO  
DE LA OBRA DE MANO**

## **V. RENDIMIENTO DE LA OBRA DE MANO**

Desde la aparición del hombre, este tiene que utilizar sus manos para satisfacer sus necesidades y las de los demás. Prueba de esto es que la mayor parte de las obras realizadas hasta antes de la revolución industrial, fueron hechas por la mano del hombre.

Hoy en día, a pesar del desarrollo tecnológico, existen aún muchos trabajos que sólo pueden ser ejecutados por la mano del hombre; y otros muchos que resultan más económicos con empleo de ella que con maquinaria.

Puede existir además una política oficial que promueva la ocupación de la obra de mano a través de la inversión en ciertos programas de obra pública.

De ahí surge la necesidad de conocer o investigar su rendimiento para poder establecer programas de construcción, programas de recursos humanos, programas financieros, organización de cuadros de mandos intermedios y cálculo de precios unitarios.

Quizá el mayor problema al cual se enfrenta un Ingeniero es el de determinar el rendimiento de la obra de mano, ya que se debe tener en cuenta que su rendimiento nunca será constante, puesto que el trabajador no puede ni debe ser comparado con una máquina, y su capacidad de producción puede ser afectada principalmente por los siguientes factores, ajenos a la voluntad humana.

**FACTORES FISICO-GEOGRAFICOS.-** La fatiga, el clima, las variaciones atmosféricas, los accesos a la obra y al lugar de trabajo, la iluminación y la ventilación adecuada.

**FACTORES SOCIO-ECONOMICOS.-** La educación, el tipo, abundancia y calidad de la alimentación, e incluso los orígenes étnicos, así como el salario, las prestaciones, los incentivos y la acción de los Sindicatos.

**FACTORES TECNICOS.-** La capacitación, la experiencia, la herramienta, el equipo, el procedimiento constructivo, y la dirección.

**FACTORES PSICOLOGICOS.-** La inseguridad, el peligro, la competencia y el bienestar mental, entre otros.

El trabajo que puede desarrollar un ser humano en condiciones normales, depende fundamentalmente de dos factores que varían de región a región geográfica.

- 1.- La dificultad o laboriosidad del trabajo a realizar (por condiciones propias de la obra o del trabajo).
- 2.- El grado de capacitación de hombre (habilidad innata o capacitación obtenida).

Uno de los errores en que con más frecuencia se incurre, reside en tomar rendimientos iguales de obra de mano, y aplicarlos indiscriminadamente a todas las regiones, zonas geográficas y obras del País. El criterio correcto, se fundamenta en establecer rendimientos índice promedio representativos de condiciones ideales, y afectarlos por una serie de coeficientes que conjugados vienen a formar el Factor de Rendimiento de Obra de Mano que es el equivalente al factor de rendimiento de trabajo usado en las máquinas.

El medir el rendimiento de un trabajador, de una cuadrilla de trabajadores, etc., es un proceso muy complejo dada la variedad de factores que mencionamos.

Dentro de la Edificación, dichos rendimientos son relativamente más fáciles de valuar, no así en la construcción pesada, donde a pesar de que el componente de obra de mano es reducida, comparada con el componente de maquinaria, es más difícil poder establecer rendimientos, es por ello que casi no es posible encontrar manuales donde se indique en este tipo de construcción, sus rendimientos promedio.

Desde luego, la experiencia del personal técnico directivo de una obra, es decisiva para el manejo de los rendimientos, ya que de esto dependerá en gran parte el éxito o el fracaso económico de la obra.

Existen sistemas modernos que utilizan la fotografía, la cinematografía o la televisión entre otros, para realizar con detalle estudios de "Tiempos y Movimientos", que están basados en las suposiciones de que para cualquier trabajo existe siempre, "una forma mejor" de realizarlo, y que un método científico es la forma más segura de determinar esta "forma mejor".

En operaciones muy repetitivas éstos estudios dan resultados altamente positivos. Se realizan para economizar segundos o fracciones de segundos en cada fase de operaciones y para que éstas sean realizadas con ritmo y coordinación, con lo que también se evita el cansancio de los operarios y, sobre todo, se logran mayores volúmenes de producción en el mismo tiempo.

El Estudio del Trabajo abarca técnicas de estudio de métodos y de la medida del trabajo para asegurar la mejor utilización posible de los recursos humanos y materiales con el fin de alcanzar un elevado nivel de productividad industrial.

El Estudio del Trabajo es específicamente:

- a) Un medio para aumentar la productividad con POCOS GASTOS.
- b) Un método sistemático de analizar las operaciones.
- c) Un buen medio para establecer normas de acción.
- d) Algo adaptable a todo tipo de industrias.
- e) Un instrumento por demás penetrante para el análisis y la investigación propias a la dirección.

El Estudio del Trabajo abarca dos técnicas fundamentales:

- Estudio de métodos.
- Medida del trabajo.

#### **1.- Estudio de métodos.**

- Los métodos surten grandes efectos en la productividad.
- El esfuerzo extra no aumenta la productividad en forma tan notable como lo hace un método mejorado.

El estudio de métodos sirve para crear y aplicar métodos más fáciles y efectivos para reducir costos. Es el registro, análisis y examen crítico, en forma sistemática, de los métodos existentes y propuestas para hacer el trabajo.

Los objetivos del estudio de métodos son los siguientes:

- 1.- Mejoramiento de procesos y procedimientos.

- 2.- Mejoramiento del lugar de trabajo.
- 3.- Mejoramiento del diseño del equipo de la obra.
- 4.- Economía en el uso de materiales, máquinas, mano de obra.
- 5.- Disminución de la fatiga y el esfuerzo.
- 6.- Mayor seguridad para el personal.
- 7.- Mejoramiento del medio ambiente material para el trabajo.

El estudio de métodos se ocupa de: los operarios, las máquinas, los materiales, las operaciones, los artículos acabados, el manejo y manipulación, disposición de locales, condiciones de trabajo, el tiempo del ciclo de fabricación, los requisitos de calidad, las herramientas, el papeleo, los sistemas.

El estudio de métodos sigue un procedimiento fundamental de seis pasos: Seleccionar, registrar, examinar, desarrollar, adoptar y mantener.

- 1.- Escoger la tarea a estudiar.
- 2.- Registrar todos los hechos pertinentes mediante observación directa.
- 3.- Examinar críticamente estos hechos y su orden de secuencia.
- 4.- Desarrollar el método más práctico y efectivo.
- 5.- Adoptar éste método como práctica uniforme.
- 6.- Mantener esta práctica uniforme por medio de comprobaciones rutinarias y periódicas.

## **2.- Medida del trabajo.**

Es la aplicación de las técnicas destinadas a establecer el contenido de trabajo de una tarea específica, mediante la determinación del tiempo que necesita para llevar a cabo un obrero calificado, con arreglo a una norma de rendimiento preestablecida.

Los objetivos son:

- 1.- Investigar, disminuir y eliminar el tiempo improductivo.
- 2.- Ayudar al estudio de métodos.
- 3.- Fijar normas de rendimiento congruentes y equitativas.
- 4.- Proporcionar datos fieles para utilizarlos en componer diagramas y fórmulas.
- 5.- Completar la normalización de una tarea dada.

Existen dos técnicas fundamentales de medidas del trabajo:

- Estudio de tiempos, o estudio cronometrado de tiempos.
- Estudio de producción.

### **1.- Estudio de Tiempos.**

Es la técnica empleada para determinar, con la mayor precisión posible y bastándose en un número limitado de observaciones, el tiempo que se necesita para llevar a cabo una actividad dada y al que se ha definido como norma de actuación.

### **2.- Estudio de Producción.**

Es un estudio de tiempo llevado a cabo durante un período determinado de tiempo (por lo general un turno), con el fin de saber la frecuencia y duración de las actividades y/o el tiempo improductivo que se dan irregularmente o con poca frecuencia. También sirve para comprobar las normas de tiempo existentes.

En las siguientes páginas se consigna una serie de tablas conteniendo rendimientos óptimos de diversos trabajos de ejecución manual; todos los valores que aparecen en las mismas, son promedios estadísticos, y el lector deberá emplearlos, ajustándolos a valores reales, con la aplicación de los diversos factores que para cada caso corresponda, que son los que se enunciaron con anterioridad.

En todas las tablas de referencia, los valores consignados implican que el personal encargado de los trabajos se encontrará suficiente y adecuadamente equipado con todas las herramientas, dispositivos e incluso equipo mecánico manual que sus labores requieran. Así mismo, dichos promedios implican que los diversos materiales que serán empleados en la ejecución de los trabajos, se encontrarán al alcance de los operarios, dentro de las zonas distanciadas no más de lo especificado, y en todo caso, cuando los acarrees sean de cierta importancia, cada cuadrilla deberá tener incorporado un número de operarios en cantidad necesaria y suficiente para que las operaciones se conduzcan en forma normal, armónica, balanceada y racional, evitándose los tiempos ociosos derivados de falta de materiales o equipo, así como los que una mala organización llegaría a crear en forma de interferencias mutuas y congestionamientos injustificados.

Los sobreacarreos locales realizados por cuadrillas al efecto destinadas, deberán estimarse por separado, de los rendimientos correspondientes a los trabajos propiamente de ejecución de obra o partes de la obra.

**Nota: Los jornales considerados en las tablas que a continuación se presentan, son de 8 horas.**

CONCEPTO	UNIDAD	RENDIMIENTO EN JORNALES EN CATEGORIA (*)	CONCEPTO	UNIDAD	RENDIMIENTO EN JORNALES EN CATEGORIA (*)
Despalme de terreno a mano.	m <sup>2</sup>	0.2000 (1)	Acarreo en bote de 18L, tierra, arena, agua, escombros o concreto Primera estación. Incluye carga.	m <sup>3</sup>	0.1685 (1)
Limpieza de terreno incluye: Deshierbe y retiro de material producto de éste a 20 m.	m <sup>2</sup>	0.0209 (1)	Acarreo en carretilla de tierra, grava escombros o concreto sin fraguar. Primera estación. Incluye carga.	m <sup>3</sup>	0.9140 (1)
Trazo de ejes constructivos sin pasar nivel.	m <sup>2</sup>	0.0060 (1) 0.0030 (3)	Acarreo en carretilla material producto de excavación compactado con pison de mano en capas de 20 cm.	m <sup>3</sup>	0.1755 (1)
Excavación a mano en cepa, material tipo I de 0 a 2 m. de profundidad.	m <sup>3</sup>	0.2500 (1)	Traspaleo de 1 a 3 m.	m <sup>3</sup>	0.0950 (1)
Excavación a mano en cepa, material tipo I de 2 a 4 m. de profundidad.	m <sup>3</sup>	0.2860 (1)	Registro de tabique asentado con mortero, cemento-arena; con 12 cm. de espesor, 40 x 60.	pza	0.8333 (1) 0.8333 (3)
Excavación en cepa, material tipo II de 0 a 2 metros de profundidad.	m <sup>3</sup>	0.4000 (1)	Tendido de tubo de albañal de concreto de 20 cm., juntado con mortero, cemento arena.	ml	0.0500 (1) 0.0500 (3)
Excavación en cepa, material tipo II de 2 a 4 m. de profundidad.	m <sup>3</sup>	0.5000 (1)	Tendido de tubo de concreto de 10 cm. juntado con mortero, cemento, arena.	ml	0.0450 (1) 0.0450 (3)
Excavación a mano en cepa, material tipo III de 0 a 2 m. de profundidad.	m <sup>3</sup>	0.1000 (1)			
Acarreo en bote de 18L, material producto de excavación medido en banco; Primera estación incluye carga.	m <sup>3</sup>	0.2263 (1)			

CONCEPTO	UNIDAD	RENDIMIENTO EN JORNALES CATEGORIA (*)	CONCEPTO	UNIDAD	RENDIMIENTO EN JORNALES CATEGORIA (*)
Elaboración de concreto con revolvedora.	m <sup>3</sup>	0.4208 (1) 0.9526 (3)	Cimbra y descimbra en muros y perfiles con altura máxima de 3 metros	m <sup>2</sup>	0.1457 (2) 0.1457 (4)
Elaboración de concreto a mano.	m <sup>3</sup>	0.6665 (1)	Cimbra y descimbra en losa para altura de 3 metros sin nivel de apoyo.	m <sup>2</sup>	0.0928 (1) 0.0928 (4)
Fabricación y colocación de concreto ciclopeo.	m <sup>3</sup>	1.0499 (1) 0.3200 (3)	Cimbra y descimbra en trabes, altura máxima 3 metros sin nivel de apoyo.	m <sup>2</sup>	0.1226 (2) 0.1226 (4)
Colocación de concreto en cimentación; incluye acarrees, vaciado, vibrado, acabado y curado.	m <sup>3</sup>	0.6480 (1) 0.1620 (3)	Cimbra y descimbra en rampa de escalera.	m <sup>2</sup>	0.1481 (2) 0.1481 (4)
Colocación de concreto en columnas de muros; vaciado, vibrado, acabado y curado.	m <sup>3</sup>	0.9520 (1) 0.2380 (3)	Cimbra y descimbra en contra trabes con peralte máximo de 1.50 metros	m <sup>2</sup>	0.1111 (2) 0.1111 (4)
Colocación de concreto en trabes y losas; incluye acarrees, vaciado, vibrado, acabado y curado.	m <sup>3</sup>	0.9068 (1) 0.2267 (3)	Cadena de concreto sección 20 x 20 cm. reforzado c/4 varillas de 1/2" de pulgadas.	ml	0.1050 (1) 0.1050 (3)
Cimbra y descimbra columnas rectangulares o cuadradas con altura máxima de 3 metros.	m <sup>2</sup>	0.1329 (1) 0.1321 (4)	Cadena de concreto sección 15 x 15 c/3 varillas de 3/8" y estribos de 1/4" c/30 cm.	ml	0.0833 (1) 0.0833 (3)

CONCEPTO	UNIDAD	RENDIMIENTO EN JORNALES CATEGORIA (*)	CONCEPTO	UNIDAD	RENDIMIENTO EN JORNALES CATEGORIA (*)
Castillo de concreto ahogado en muro block armado c/2 varillas #2.5	ml	0.500 (1) 0.600 (3)	Habilitado y armado de acero con refuerzo del #8 en estructura.	ton	4.6459 (2) 4.6459 (5)
Castillo de concreto sección 15 x 15 cm. reforzado c/4 varillas de 3/8" y estribos de 1/4" c/25 cm.	ml	0.0910 (1) 0.0910 (3)	Mampostería de piedra brava, asentada con mortero - de 0 a 2 m. de profundidad	m <sup>3</sup>	0.5000 (1) 0.4000 (3)
Castillo de concreto sección 28 x 28 reforzados c/4 varillas de 1/2" y estribos de 1/4" c/25 cm.	ml	0.1330 (1) 0.1330 (3)	Mampostería de piedra brava, asentada con mortero - de 0 a 4 m. de profundidad	m <sup>3</sup>	0.6500 (1) 0.6500 (3)
Habilitado y armado de acero de refuerzo del #2 en cimentación	ton	7.9499 (2) 7.9499 (5)	Aplanado en muros con mortero a plomo de regla, acabado con plana de madera.	m <sup>2</sup>	0.0910 (1) 0.0910 (3)
Habilitado y armado de acero de refuerzo del # 10 en cimentación.	ton	4.2968 (2) 4.2968 (5)	Muro de tabique hueco de 6 x 12 x 24, 2 cm. de espesor, asentado con mortero	m <sup>2</sup>	0.1280 (1) 0.1280 (3)
Habilitado y armado de acero de refuerzo del #2.5 en estructura.	ton	6.0129 (2) 6.0129 (5)	Muro de block hueco de cemento de 15 cm. de espesor, tipo intermedio.	m <sup>2</sup>	0.1000 (1) 0.1000 (3)
Habilitado y armado de acero de refuerzo #4 en estructura.	ton	5.2989 (2) 5.2989 (5)	Muro de tabique recocido de 15 cm. de espesor asentado con mortero, de 0 a 3 - metros.	m <sup>2</sup>	0.1250 (1) 0.1250 (3)

CONCEPTO	UNIDAD	RENDIMIENTO EN JORNALES CATEGORIA (*)	CONCEPTO	UNIDAD	RENDIMIENTO EN JORNALES CATEGORIA (*)
Colocación de tubería de asbesto-cemento de 4".	ml	0.0143 (10) 0.0451 (1) 0.0143 (2)	Colocación de herrería con mortero, incluye plomeado y anclaje.	m <sup>2</sup>	0.1131 (1) 0.1131 (3)
Colocación de tubería de asbesto-cemento de 6".	ml	0.0182 (10) 0.5860 (1) 0.0182 (2)	Colocación de marcos de lámina para puertas con mortero; incluye plomeado y rezanado.	ml	0.0660 (1) 0.0660 (3)
Colocación de poliducto de 1/2" para línea alimentadora de poste.	ml	0.0150 (14) 0.0150 (2)	Piso de concreto acabado, pulido o escobeteado, 5 cm. de espesor.	m <sup>2</sup>	0.0949 (1) 0.0949 (3)
Tendido de tubería de fierro galvanizado de 13 mm., incluye, conexiones.	ml	0.0160 (10) 0.0160 (2)	Piso de piedra bola asentada sobre firme de concreto, de 5 cm. de espesor.	m <sup>2</sup>	0.2000 (1) 0.2000 (3)
Tendido de tubería de fierro galvanizado de 51 mm. de diámetro incluye conexiones.	ml	0.0360 (10) 0.0360 (2)	Colocación de malla electro soldada, calibre 6 x 6 10/10 en pisos.	m <sup>2</sup>	0.0083 (2) 0.0083 (5)
Tendido de tubo sanitario PVC de 100 mm. de diámetro incluye conexiones.	ml	0.0360 (10) 0.0360 (2)	Piso de mosaico liso de 20 x 20 cm. asentado con mortero.	m <sup>2</sup>	0.0986 (2) 0.0986 (6)
Aplanado de yeso en muros, aplomo y regla, 1.5 cm. de espesor.	m <sup>2</sup>	0.0777 (11) 0.0777 (2)	Enladrillado asentado con mortero, acabado, escobillado con lechada de cemento gris.	m <sup>2</sup>	0.0500 (1) 0.0500 (3)

CONCEPTO	UNIDAD	RENDIMIENTO EN JORNALES CATEGORIA (*)	CONCEPTO	UNIDAD	RENDIMIENTO EN JORNALES CATEGORIA (*)
Aplanado fino a plomo y regla con mortero de 2.5 cm. de espesor	m <sup>2</sup>	0.0825 (1) 0.0825 (3)	Tirol en muros y plafones, acabados, fino y rústico.	m <sup>2</sup>	0.0313 (11) 0.0313 (2)
Azulejo en muros asentado con mortero y lechado con cemento blanco.	m <sup>2</sup>	0.2000 (1) 0.2000 (6)	Tirol planchado, muros y plafones.	m <sup>2</sup>	0.0585 (11) 0.0585 (2)
Martelinado en superficie de concreto.	m <sup>2</sup>	0.2360 (1)	Aplanado de yeso en plafones a nivel y regla para recibir tirol.	m <sup>2</sup>	0.0655 (11) 0.0655 (2)
Demolición de cimientos de piedra braza asentada con mortero.	m <sup>2</sup>	0.6660 (1)	Suministro y aplicación de pintura esmalte en muros de mezcla, en superficie nueva.	m <sup>2</sup>	0.0496 (7) 0.0496 (2)
Demolición de concreto armado con recuperación de acero.	m <sup>2</sup>	2.0393 (1)	Aplicación de pintura vinílica en muros y plafones aplanados con mezcla.	m <sup>2</sup>	0.0280 (7) 0.0280 (2)
Cimbra y descimbra en guarniciones de concreto en tramo curvo usando moldes metálicos.	m <sup>2</sup>	0.0230 (1) 0.0460 (2) 0.0460 (3) 0.0667 (5)	Aplicación de pintura vinílica en muros y plafones de yeso.	m <sup>2</sup>	0.0320 (7) 0.0320 (2)
Cimbra y descimbra en guarniciones de concreto en tramo recto, usando molde metálico.	m <sup>2</sup>	0.0200 (1) 0.0400 (2) 0.0400 (3) 0.0058 (5)	Voladura (barrenación primaria). Profundidad de barrenado 2.30 m; taco 0.50 m. Altura de explosivo 1.80 m. Diámetro de barrenado 32 mm.	m <sup>3</sup>	0.0111 (12) 0.0111 (2)

CONCEPTO	UNIDAD	RENDIMIENTO EN JORNALES CATEGORIA (*)
Barrenación por prefractura para una cepa de -- 1.50 x 2.00 m. de profundidad. Profundidad de barro 2.0C + 0.30 m. de fogue, separación 0.75 m.	m <sup>3</sup>	0.0111 (12) 0.0111 (2)
Fabricación de estructuras de acero formadas con perfiles semipesados (de 12 a 60 Kg/m)	kg	0.0111 (13) 0.0055 (2)
Fabricación de estructuras de acero formada con perfiles pesados (de mas de 60 kg/m)	kg	0.0167 (13) 0.0083 (2)
Montaje de estructura de acero hasta 20 m. de altura formada en perfiles ligeros	kg	0.0087 (13) 0.0087 (2)
Montaje de estructura de acero hasta 20 m de altura formada en perfiles pesados.	kg	0.0119 (13) 0.0119 (2)
Elaboración y colado de -- concreto en pilotes con cemento tipo I.	m <sup>3</sup>	0.0078 (1)

CONCEPTO	UNIDAD	RENDIMIENTO EN JORNALES CATEGORIA (*)
Elaboración y colado de concreto hidráulico para pavimento de muelle.	m <sup>3</sup>	0.0832 (3) 0.1664 (2) 0.0624 (1)
Alineado y soldado a tope de tubería, procedimiento manual.	ml	0.9090 (2) 7.2727 (13)
Afine de taludes y fondo a mano.	m <sup>2</sup>	0.0240 (1)

#### CATEGORIAS (\*)

- 1.- Peón
- 2.- Ayudante
- 3.- Albañil
- 4.- Carpintero
- 5.- Fierro
- 6.- Azulejero
- 7.- Pintor
- 8.- Herrero
- 9.- Plomero
- 10.- Tubero
- 11.- Yesero
- 12.- Poblador
- 13.- Soldador
- 14.- Eléctricista

## VI. COSTO DE MATERIALES.

### *Generalidades.*

Es requisito indispensable del Ingeniero constructor el conocer ámpliamente los materiales en todos sus aspectos. Este conocimiento le será de enorme utilidad para seleccionar los materiales óptimos, adecuados a las condiciones de trabajo, y de acuerdo con sus especificaciones, composición, resistencia, calidad, etc., así como las limitaciones económicas.

### **Precio de adquisición.**

El precio del material que se toma como base para integrar el precio unitario de un concepto, es el "Costo del material en obra", en cual esta integrado por el precio de adquisición en fábrica (lugar de origen) más el costo de transporte incluyendo carga y descarga, más los desperdicios tanto en la transportación y maniobras como en su utilización.

Existen gran variedad de precios de adquisición de un mismo tipo de material: en base a la calidad (por ejemplo: Block de concreto con distintas calidades debido a su diferente composición o proceso de fabricación,) también depende de la cercanía del consumidor con respecto a la fuente de origen del material, ya que en determinados casos es más conveniente fabricar el material en obra que traerlo desde lugares lejanos; el precio también varía con el volumen del consumo ya que si es muy grande se obtendrán mejores precios y condiciones de pago, las cuales nos determinan que comprar y cuando comprar.

### **Abundancia y escasez.**

La abundancia y la escasez depende directamente de la demanda en el mercado.

Un material puede ser escaso porque la demanda sea muy elevada o muy ocasional (no conviene en general usar materiales "raros"), es muy conveniente siempre utilizar materiales de la región.

Un material puede ser abundante o escaso en determinado lugar dependiendo de la abundancia o escasez de la materia prima o ingredientes que lo compongan.

Aunque en las obras de construcción pesada se suelen fabricar u obtener los materiales en el sitio (Rocas, grava, arena, suelos, etc) deberán cuidarse la casi totalidad de los aspectos que aquí se tratan para los materiales que se adquieran.

### *FLUCTUACION.*

Es evidente que existe en el mercado la fluctuación, tanto del precio de adquisición, como de la disponibilidad misma de un material.

Puede suceder que la fluctuación de precio se deba a la propia existencia del material, ésta a su vez, puede fluctuar por diversas causas: Condiciones climáticas, problemas laborales que afectan la producción, escasez periódica de materia prima, etc.

El precio fluctúa generalmente con las variaciones de la oferta y la demanda.

Podemos citar como ejemplo de lo anterior, los siguientes casos:

- a).- Debido a la época de lluvia, el mercado de tabique recocido presenta la siguiente secuela: Por dificultades de secado, se alarga el proceso productivo y se incrementa el costo unitario de producción. Al disminuir la oferta de tabique en el mercado, mientras continúa la demanda por los consumidores, se incrementa el precio de adquisición, tanto por el incremento en el costo de producción, como por el desequilibrio entre la oferta y la demanda. Esto, además origina pérdida de calidad aunada a la dificultad de conseguir buen material.
- b).- Por el incremento en el volúmen de construcciones en un periodo determinado, hay aumento en el consumo de cemento lo que origina su escasez en el mercado, incrementándose la demanda y el precio de adquisición.
- c).- El precio de adquisición puede incrementarse por una escasez ficticia provocada por los fabricantes, lo cual incrementa la demanda del material.
- d).- Los acaparadores de materiales aprovechan las épocas de escasez para vender los materiales que sólo ellos poseen a precios extraordinarios, estableciendo el llamado "Mercado negro".

### *Transporte, carga y descarga de material.*

El monto del costo de las operaciones de carga, descarga y transportación (flete), dependen primordialmente de la distancia de la fuente de suministro a la fuente de consumo del material, y de los procedimientos que siga para la carga y descarga del mismo.

El costo debe integrarse al precio de adquisición para obtener el costo de material en obra.

El costo del flete puede estar dentro del precio de venta del fabricante cuando este es "precio de material puesto en obra" o puede ser cargado al consumidor por separado mediante ciertas tarifas, que pueden estar basadas en volúmenes, peso o número de piezas por kilómetro o bien, por "flete cerrado", como es el caso de materiales de naturaleza delicada o de difícil transportación, tales como elementos de concreto presforzado, transformadores, etc.

Existe transportación externa (de la fuente de producción al sitio de la obra), y transportación interna o local. El suministro de materiales a la obra puede hacerse por medio de ferrocarril, camiones, etc., la transportación local o los comunmente llamados, "acarreo", pueden ser horizontales o verticales, los acarreo horizontales pueden llevarse a cabo con vagonetas, bandas transportadoras, bogues, carretillas, camiones y camionetas, en los verticales con malacates, grúas, torres elevadoras y cangilones.

Debe tenerse en cuenta para efectos de determinar el costo de material en obra, el efecto que en el mismo pueden tener los desperdicios en todas estas etapas de transportación. Estos desperdicios se expresan como un porcentaje del costo del material, se determinan por experiencias anteriores al análisis directo de las condiciones particulares de transportación, y dependen fundamentalmente del tipo de material, del tipo de transporte y de las condiciones en que deban realizarse las operaciones de carga, descarga y transportación.

### *Derechos y regalías.*

Ocasionalmente y por diversas circunstancias, el costo de un material se ve afectado del pago de ciertos derechos y regalías, como pueden ser: Derechos de importación, derecho de pago y regalías de explotación.

Así por ejemplo habrá que pagar los derechos de importación correspondientes por la utilización de materiales del extranjero, como en el caso de mármol de Carrera, aceros especiales, etc., en el caso de querer explotar y extraer cierto material localizado en una propiedad privada, habrá de pagar "regalías de explotación" al propietario de dicho predio.

Generalmente el monto de los derechos y regalías está regido por normas o lineamientos legales.

#### *Almacenamiento de materiales.*

El costo que origina el concepto "almacenamiento de materiales" debe aplicarse a los costos indirectos, y dentro de ellos, específicamente al aspecto "administración de obra" y no ser aplicado al costo del material ya que, el costo en sí, de almacenes o bodegas, tanto en el caso de que alberguen varios materiales o inclusive en el caso de almacenar uno solo, tendría que prorratearse entre todos éstos, o afectar a todos los conceptos en que éste o éstos materiales fuesen utilizados, lo cual además de muy laboriosos, sería impráctico o inexacto.

Sin embargo cabe mencionar, que podría darse el caso en que por circunstancias especiales, fuese conveniente considerar el costo de almacenamiento incluido dentro del costo del material. Ejemplo de lo anterior sería el almacenamiento transitorio e intermedio entre dos etapas de transportación de ferrocarril o de puerto, en la que el material deba ser almacenado, mientras es transportado en camión al sitio de la obra. Otro ejemplo es el de una fosa para almacenamiento de asfalto cuyo costo total debe afectar al costo directo del asfalto.

No debemos olvidar que hay ciertos materiales que requieren para su conservación y correcta utilización, condiciones especiales de almacenamiento, adquiriendo este aspecto importancia capital en estos casos. Ejemplo típico de estos materiales lo constituyen el cemento y la dinamita.

#### **RIESGOS.**

Los diversos materiales que se emplean en una obra, están sujetos a distintos riesgos durante las diferentes etapas, desde su transportación hasta su utilización. El riesgo generalmente se traduce en un mayor desperdicio que el normal, considerando las condiciones de empleo de un material

Los riesgos podemos clasificarlos en dos grupos; normales y extraordinarios.

Los riesgos normales se reflejan en un desperdicio del material considerado aceptable. Se expresa como un porcentaje del costo del material y de las condiciones de su utilización. Afectan directamente al costo del material.

Los riesgos extraordinarios se traducen en un desperdicio mayor que el considerado como normal, como puede ser la pérdida total o parcial, o el deterioro de un material. Son cubiertos generalmente por seguros específicos, cuyo costo debe ser cargado directamente al costo del material. Uno de los ejemplos más comunes de este tipo de seguro lo constituye el seguro de transportación.

*EL I. V. A. en los costos de materiales.*

En la integración del costo directo por concepto de materiales no se incluyen los importes acumulados por pago de IVA en las diferentes etapas de dicha integración (adquisición, fletes, manejos, almacenamientos, etc.).

Los importes de los IVA pagados por el constructor a sus prestadores de servicios, se maneja contablemente en cuentas especiales que registran: IVA pagado (por acreditar), IVA trasladado al cliente (adicional al precio unitario pero no integrado a él), e IVA enterado a S H y C P, que viene siendo la diferencia entre el IVA pagado y el IVA trasladado al cliente.

La Construcción de Casa Habitación de Interés Social se encuentra exenta de IVA (Art. 9-II de la Ley del IVA).

En los casos de construcción de obras de este tipo, el IVA sí se integra al costo.

Es importante tener siempre presente en la elaboración de precios unitarios que el costo de un material no es aquel que nos cotiza un determinado proveedor sino que involucra toda una serie de costos adicionales que si se olvidan se pueden traducir en grandes pérdidas dependiendo del tamaño de la obra.

A continuación se presenta un ejemplo para la integración del costo directo de un material.

**EJEMPLO:**

Determinar el costo por tonelada de cemento que deberá considerarse para la integración de costos para la remesa mensual en los siguientes frentes de una presa: Vertedor de excedencias, túneles de desvío y obra de toma, contando con los siguientes datos:

Demanda en el vertedor = 4000 ton/mes

Demanda en túneles = 3000 ton/mes

Demanda en obra de toma = 2500 ton/mes

Estas demandas se determinaron por las especificaciones propias de la obra que señalan que debe tenerse una provisión de material suficiente para un mes, para evitar cualquier problema de escasez o desabasto del material.

La Compañía cuenta con un almacén destinado exclusivamente para el cemento cuyo costo de operación es de 5000 UM/día y está ubicado a una distancia de 10 km de la presa y a 25 km de la estación de ferrocarril más próxima.

Debido a que en las cercanías no se encontró a ningún proveedor disponible, se recurrió a una fábrica que suministra el cemento a un precio de 20,000 UM/ton, el cual incluye la transportación hasta la estación del ferrocarril anteriormente mencionada, donde se recibe el material en un almacén cuya renta es de 800 UM/ton.día

Para el transporte local del cemento se cuenta con 4 camiones con capacidad de 30 ton y 3 más con capacidad de 8 ton, cuyos costos horarios son de 9000 UM/hr y 4000 UM/hr respectivamente.

Las operaciones de carga y descarga serán realizadas directamente desde las tolvas de almacenamiento por lo cual, solo se considera por mano de obra un operador de las tolvas, cuyo salario esta incluido en el costo de almacenamiento.

#### SOLUCION:

$$\text{Demanda bruta} = 4000 + 3000 + 2500 = 9500 \text{ ton/mes}$$

Considerando desperdicios por carga y descarga de 1% por cada movimiento, tenemos:

$$\begin{aligned} \text{Desperdicio en almacén de la estación} &= 2\% \\ \text{Desperdicio en almacén General} &= 2\% \\ \text{Desperdicio de 1\% en cada obra} &= 3\% \\ \text{Desperdicio total} &= \underline{7\%} \end{aligned}$$

$$\text{Por lo tanto el pedido de cemento total} = 9500 \times 1.07 = 10165 \text{ ton/mes}$$

$$\text{Costo bruto del cemento} = 10,165 \times 20,000 = 203'300,000. \text{ UM}$$

Para reducir el costo por almacenamiento en la estación se debe transportar todo el material al almacén propiedad de la compañía; utilizando la flotilla de camiones a toda su capacidad, para lo cual se obtienen sus rendimientos de la manera más aproximada posible. Una vez que se han calculado los rendimientos se deben considerar los tiempos muertos y la eficiencia con que trabajará el equipo, para fines del ejemplo éstos serán los datos:

$$\begin{aligned} \text{Rendimiento para camión de 30 ton} &= 40 \text{ ton/hr} \\ \text{Rendimiento para camión de 8 ton} &= 16 \text{ ton/hr} \end{aligned}$$

7

Rendimiento de la flotilla  $4 \times 40 + 3 \times 16 = 208$  ton/hr. Trabajando 18 hrs/día (por tiempos muertos) el rendimiento es  $208 \times 18 = 3744$  ton/día.

Para determinar el número de días que necesita trabajar la flotilla se realiza la siguiente operación:

$$\frac{10165}{3744} = 2.71 \text{ días, es decir, } 2.71 \times 18 = 48.78 = 49 \text{ hrs.}$$

Ahora ya podemos considerar en cuanto se incrementa el costo por el almacenamiento en la estación,

El primer día:  $10165 \text{ ton} \times 1 \text{ día} \times 800 \text{ UM/ton día} = 8'132,000 \text{ UM}$ .

El segundo día:  $(10165 - 3744) \times 1 \text{ día} \times 800 \text{ UM/ton. día} = 5'136,800 \text{ UM}$

El tercer día:  $(6421 - 3744) \times 1 \text{ día} \times 800 \text{ UM/ ton. día} = 2'141,600 \text{ UM}$

Por lo tanto el costo por almacenamiento en estación es:

$$8'132,000 + 5'136,800 + 2'141,600 = 15'410,400 \text{ UM}$$

El costo de transporte al almacén general

$$(49\text{hr} \times 9000 \text{ UM/hr} \times 4) + (49\text{hr} \times 4000 \text{ UM/hr} \times 3) = 2'352.000 \text{ UM,}$$

Ahora se debe determinar el costo del transporte del almacén general a la obra, y el costo de almacenamiento. Considerando que la demanda de cemento en las obras es proporcional, se obtiene la demanda diaria como sigue:

$$\text{Demanda en el vertedor} \frac{4000 \text{ ton/mes}}{25 \text{ días/mes}} = 160 \text{ ton/día}$$

$$\text{Demanda en túneles} \frac{3000 \text{ ton/mes}}{25 \text{ días/mes}} = 120 \text{ ton/día}$$

$$\text{Demanda en obra de toma} \frac{2500 \text{ ton/mes}}{25 \text{ días/mes}} = 100 \text{ ton/día}$$

$$\text{DEMANDA DIARIA TOTAL} = 380 \text{ ton/día}$$

Es decir se tienen que transportar a los diferentes frentes 380 ton/día en un lapso máximo de 2 hrs, con el fin de que las plantas cuenten con el cemento para la fabricación del concreto antes de iniciar las labores del día.

Debido a que la distancia y las condiciones del camino cambian, se deben volver a obtener los rendimientos de los camiones disponibles:

Rendimiento para camión de 30 ton = 60 ton/hr  
Rendimiento para camión de 8 ton = 20 ton/hr

Si consideramos una flotilla compuesta por 2 camiones del 1er grupo y 4 camiones del 2º grupo se tiene:

$2 \times 2 \text{ hr} \times 60 \text{ ton/hr} + 4 \times 2 \text{ hr} \times 20 \text{ ton/hr} = 400 \text{ ton.}$  que cubren el requerimiento diario en el tiempo especificado.

Una vez conocido lo anterior podemos determinar el costo de éste transporte al día  $2 \times 2 \text{ hr} \times 9000 \text{ UM/hr} + 4 \times 2 \text{ hr} \times 4000 \text{ UM/hr} = 68,000 \text{ UM}$  y el costo por mes es  $68,000 \text{ UM/día} \times 25 \text{ días/mes} = 1'700,000 \text{ UM.}$

El costo del almacenaje es  $50,000 \text{ UM/día} \times 30 \text{ días/mes} = 1'500,000 \text{ UM.}$

En este último concepto se manejan 30 días/mes debido a que el almacenamiento también se realiza en domingos.

**Así el costo del cemento puesto en planta es de:**

Costo bruto	203'300,000 UM
Costo del 1er. almacenaje	15'410,400 UM
Costo por 1er transporte	2'352,000 UM
Costo del 2o. almacenaje	1'500,000 UM
Costo del 2o. transporte	<u>1'700,000 UM</u>
<b>TOTAL</b>	<b>224'262,400 UM</b>

Por lo tanto el costo por tonelada que deberá considerarse en ese mes para el cemento es:

$$224'262,400/9500 = 23606.57 \text{ UM/Ton}$$

## VII. COSTO DE MAQUINARIA

Antes de entrar a la teoría de costos del equipo es necesario definir algunos conceptos.

### *VALOR DE ADQUISICION.*

Se ha llamado valor de adquisición de una máquina a su precio promedio actual en el mercado.

Cuando el valor de adquisición de la máquina incluye el valor de las llantas y/u otros accesorios de desgaste rápido, estos valores deberán ser descontados del valor de adquisición original, ya que el desgaste y costo de reposición de dichos accesorios se considera en un inciso del análisis del costo horario de la máquina.

### *VALOR DE RESCATE.*

Se entiende por valor de rescate de una máquina el valor comercial que tiene la misma al final de su vida económica.

Toda máquina usada, aún en el caso de que sólo amerite considerársele como chatarra, siempre tiene un cierto valor de rescate. Se acostumbra considerar el valor de rescate, como un porcentaje del valor de adquisición de la máquina, que puede variar entre 5% y 20%. Como regla general se usa un 10%.

### *VIDA ECONOMICA.*

La vida económica de una máquina es el tiempo durante el cual ésta se mantiene operando y produciendo trabajo y con un mantenimiento de acuerdo a lo previsto por el fabricante.

Cabe mencionar que existen numerosos criterios para la determinación de la vida económica de una máquina. El criterio de determinación más empleado es el estadístico, siendo en nuestro medio las estadísticas norteamericanas las más comunmente aceptadas, debido fundamentalmente a que la mayoría de la maquinaria disponible proviene de dicho mercado; más no olvidemos que en América Latina se presentan factores de orden económico, social y cultural que influyen en la eficiencia, y economía de los trabajos de construcción en general, y que difieren en mucho a los factores determinantes de la vida económica de los equipos en el medio norteamericano tales factores hacen que en constructores tengan que seguir prácticas tendientes a crear estadísticas más fieles de nuestra realidad y a unificar la diversidad de criterios de vidas económicas existentes en nuestro medio.

A continuación presentamos una tabla que muestra la variación de periodos de vida económica en años y horas de algunos de los equipos más usuales de la industria de la construcción y aplicables en nuestro medio.

PERIODOS DE VIDA ECONOMICA DE DIVERSAS FUENTES							
MAQUINA	SRIA. DE HDA. Y CRED. PUB.	ASOC. DE PALAS Y DRAGAS	LIBRO AMARILLO	SRIA. DE AGRI. Y RECURSOS HIDR.	PEURIFOY	CAM. NAL IND. CONST.	SCT
Camiones 5 ton. motor gasolina	5 AÑOS	----	5 AÑOS 7040 Hrs.	5 AÑOS 10 000 Hrs	5 AÑOS 10 000Hr.	5 AÑOS 8000 Hrs.	8000 Hrs.
Cargador frontal oruga de mas de 8 hp.	5 AÑOS	----	5 AÑOS 5280Hrs.	5 AÑOS 10 000 Hrs.	5 AÑOS 7000 Hrs.	5 AÑOS 6000 Hrs.	10 000 Hrs.
Compactadores vibratorios autopropulsados	5 AÑOS	----	4 AÑOS 5632 Hrs	----	----	4 AÑOS 6400 Hrs	10 000 Hrs.
Compresores portatiles 210-1200 p.c.m.	5 AÑOS	----	5 AÑOS 6000 Hrs	5 AÑOS 6000 Hrs	5 AÑOS 6000 Hrs	5 AÑOS 6000 Hrs	8600 Hrs.
Dragas oruga 2x2 - 3 yd <sup>3</sup>	5 AÑOS ----	16 AÑOS 28,800 Hrs	625 AÑOS 7700 Hrs	8 AÑOS 16 000 Hrs	588 AÑOS 9408 Hrs	625 AÑOS 8750 Hrs	13 400 Hrs.
Motoconformadoras	5 AÑOS	----	5 AÑOS 7040 Hrs	5 AÑOS 10 000 Hrs	5 AÑOS 10 000 Hrs	5 AÑOS 8000 Hrs	10 000 Hrs.
Motoescrepas	5 AÑOS	----	5 AÑOS 7040 Hrs	5 AÑOS 10 000 Hrs	5 AÑOS 10 000 Hrs	5 AÑOS 8000 Hrs	12 000 Hrs.
Tractor oruga con power shift	5 AÑOS	----	5 AÑOS 6160 Hrs	5 AÑOS 10 000 Hrs	5 AÑOS 10 000 Hrs	5 AÑOS 7000 Hrs	12 000 Hrs.

TABLA VII.1

NOTA: Esta tabla se elaboró de acuerdo con la ley de la S.H.C.P. donde especificaba el periodo de vida económica de 5 años de una máquina, y que en la actualidad es de 4 años.

## ***COSTO HORARIO DE OPERACION DE MAQUINARIA:***

La práctica de muchos años ha enseñado la conveniencia de estructurar todos los análisis de costos sobre la base del costo de operación por hora de las máquinas, ya que a su vez los rendimientos de las mismas se ha acostumbrado expresarlos en función de cada hora de trabajo.

El costo horario por equipo es el que se deriva del uso correcto de las máquinas adecuadas y necesarias para la ejecución de los conceptos de trabajo conforme a lo estipulado en las especificaciones y en el contrato y se integra mediante los siguientes cargos:

Cargos fijos

Cargos de consumo

Cargos por operación

calculados por hora efectiva de trabajo.

## **CARGOS FIJOS:**

Son los que se derivan de los correspondientes al:

Cargo por depreciación

Cargo por inversión

Cargo por seguros

Cargo por mantenimiento mayor

**CARGO POR DEPRECIACION.**- Este cargo que podría llamarse también "cargo para reposición de equipo". Es el que resulta por la disminución en el valor original de la maquinaria, como consecuencia de su uso durante el tiempo de su vida económica. Existen muchas formas para valorar este concepto, pero las más comúnmente empleadas son:

### ***A) METODO DE DEPRECIACION LINEAL.***

Este método considera que la disminución del valor original de la maquinaria como consecuencia de su uso sigue una depreciación lineal, es decir que la maquinaria se deprecia una misma cantidad por unidad de Tiempo.

Se representa por la siguiente ecuación.

$$D = \frac{V_a - V_r}{V_e}$$

en donde:

**D** = Depreciación por hora efectiva de trabajo

**V<sub>a</sub>** = Representa el valor inicial de la máquina considerándose como tal el precio comercial de adquisición de la máquina nueva en el mercado nacional, descontándose el valor de las llantas en su caso, y de algunos aditamentos adicionales.

**V<sub>r</sub>** = Representa el rescate de la máquina

**V<sub>e</sub>** = Representa la vida económica de la máquina expresada en horas de trabajo

En la actualidad, en el medio de la construcción la legislación fiscal en México considera que la depreciación total del equipo de construcción se completa en un periodo de 4 años, lo cual significa una depreciación anual del 25% del costo de adquisición de la máquina, esto es, siguiendo el criterio de depreciación lineal, y no considera valor alguno de rescate.

### ***B) METODO DE CARGOS DECRECIENTES O DEL RESTO DECLINANTE***

En este método se asume que la pérdida de valor del equipo durante un año dado, equivale a un porcentaje fijo del valor al principio de ese año. El valor calculado al principio de ese año es igual al costo total inicial menos la depreciación total durante los años anteriores.

Así por ejemplo, para un tractor D8 con un valor de 1'200,000.00 UM y suponiéndole una vida útil de 5 años y que se desprecia cualquier valor de rescate que se pueda tener al cabo de ese tiempo, la depreciación promedio será del 20% por año. Multipliquemos esta cantidad por 2 y el 40% que así obtenemos será el porcentaje

por el que hay que multiplicar el valor del equipo al principio de ese año, para obtener la depreciación al año en consideración. En la tabla siguiente se pueden ver los resultados obtenidos.

FIN DE AÑO	%DE DEPRECIACION	DEPRECIACION EN EL AÑO	VALOR DE LISTA
0	0	0	1 200,000
1	40	480,000	720,000
2	40	288,000	432,000
3	40	172,800	259,200
4	40	103,680	155,520
5	40	62,208	93,312

TABLA VII.2

Con este método y suponiendo que se deseará calcular el cargo correspondiente de depreciación para un trabajo que se vaya a ejecutar durante el 2° año de la vida útil y haciendo éste en la consideración de que la vida útil de la máquina es de 2000 horas por año, se tendría:

$$D = \frac{432\,000 - 93\,312}{2000} = 169.34 \text{ UM/hr}$$

Si el cargo por depreciación se desea calcular para el 4° año de vida útil, sería:

$$D = \frac{155\,520 - 93\,312}{2000} = 31.10 \text{ UM/hr}$$

Con este ejemplo se ve que no es fácil dar una aplicación práctica a este método para fines de integración de costos horarios de las diversas máquinas que participan en la ejecución de una obra, ya que cada uno de ellos tendría seguramente fechas distintas de adquisición.

### C) METODO DE LA SUMA DE LOS DIGITOS

Consiste en ir sumando los dígitos correspondientes a todos los años de vida que se estima para la maquinaria. En el ejemplo del tractor esta suma sería igual a  $1+2+3+4+5 = 15$ . Entonces se deduce del costo total del equipo el valor de

rescate estimado. Durante el primer año, el costo de la depreciación será igual a 5/15 menos el valor de rescate. Durante el segundo año será 4/15 menos el valor de rescate y así sucesivamente hasta llegar al 5º año. Veamos los resultados en la siguiente tabla considerando un valor de rescate igual a 62,000.00 UM.

FIN DEL AÑO	PROPORCION DE LA DEPRECIACION	COSTO MENOS VALOR RECUPERACION	DEPRECIACION EN EL AÑO	VALOR DE LISTA
0	0	1'138,000.00	0	1 200,000.00
1	5/15	1'138,000.00	379,333.00	820,667.00
2	4/15	1'138,000.00	303,466.00	517,201.00
3	3/15	1'138,000.00	227,600.00	280,601.00
4	2/15	1'138,000.00	151,733.00	137,860.00
5	1/15	1'138,000.00	75,866.00	62,000.00

TABLA VII.3

Para calcular por este método la depreciación que debería considerarse para el final del 2º año de vida útil se tendría:

$$D = \frac{517\,201 - 62\,000}{2000} = 277.60 \text{ UM/hr}$$

Y para el final del 4º año sería:

$$D = \frac{137\,868 - 62\,000}{2000} = 37.93 \text{ UM/hr}$$

Como se observa, este método presenta las mismas dificultades que el anterior, pero queda a criterio del Ingeniero determinar el procedimiento que más se apegue a la realidad aunque sea para fines internos de control ya que fiscalmente solo se acepta la depreciación líneal.

**CARGO POR INVERSION.-** Cualquier organización, para comprar una máquina, adquiere los fondos necesarios en los bancos o mercados de capitales, pagando por ellos los intereses correspondientes; o bien, si el empresario dispone de fondos suficientes de capital propio, hace la inversión directamente esperando que la máquina le reditúe en cualquier momento cuando menos los intereses de su capital invertido en valores de renta fija. En síntesis podemos decir, que el "cargo por inversión", es el cargo equivalente a los intereses correspondientes al capital invertido en maquinaria.

Esta representado por la ecuación:

$$I = \frac{V_a + V_r}{2 H_a} i$$

en donde:

I = Cargo por inversión por hora efectiva de trabajo.

V<sub>a</sub> = Valor inicial de la máquina

V<sub>r</sub> = Valor de rescate de la máquina

$\frac{V_a + V_r}{2}$  = Valor medio de la máquina durante su vida económica

H<sub>a</sub> = Número de horas efectivas que el equipo trabaja durante el año

i = Tasa promedio mínima de interés anual en vigor en valores de renta fija.

**CARGO POR SEGUROS.**- Se entiende como "Cargo por seguros" el necesario para cubrir los riesgos a que está sujeta la maquinaria de construcción durante su vida y por los accidentes que sufra. Este cargo existe tanto en el caso de que la maquinaria se asegure con una compañía de seguros, como en el caso de que la empresa constructora decida hacer frente a sus propios recursos, a los posibles riesgos de la maquinaria (autoaseguramiento).

Este cargo está representado por:

$$S = \frac{V_a + V_r}{2 H_A} s$$

S = Cargo por seguros por hora efectiva de trabajo

V<sub>a</sub> = Valor inicial de la máquina

V<sub>r</sub> = Valor de rescate de la máquina

$$\frac{Va + Vr}{2} = \text{Valor medio de la máquina durante su vida económica}$$

Ha = Número de horas efectivas que el equipo trabaja durante el año.

s = Prima anual promedio, expresada en por ciento del valor de la máquina.

**CARGOS POR MANTENIMIENTO.-** Son los originados por todas las erogaciones necesarias para conservar la maquinaria en buenas condiciones, a efecto de que trabaje con rendimiento normal durante su vida económica. En el mantenimiento se consideran todas las erogaciones necesarias para efectuar reparaciones a la maquinaria en talleres especializados, o aquellas que puedan realizarse en el campo, empleando personal especialista y que requieran retirar la maquinaria de los frentes de trabajo por un tiempo considerable. Incluye: obra de mano, repuestos y renovaciones de partes de la maquinaria, así como otros materiales necesarios.

Esta representada por:

$$M = QD$$

En la presente ecuación:

M = Cargo por mantenimiento mayor por hora efectiva de trabajo

Q = Representa un coeficiente de mantenimiento. Se calcula con base en experiencias estadísticas; varía para cada tipo de máquina y las distintas características del trabajo.

D = Representa la depreciación de la máquina calculada en el inciso de cargo por depreciación.

En la tabla siguiente se presenta una relación de valores del coeficiente "Q" para diferentes tipos de maquinaria y equipo, considerando depreciación lineal de los mismos.

**"COSTO DE LAS REPARACIONES DE DIFERENTES TIPOS DE MAQUINARIA Y EQUIPO, EXPRESADOS EN PORCIENTO POR LOS COSTOS DE DEPRECIACION LINEAL DE LOS MISMOS"**

**100 %**

**Q = 1.0**

Aplanadoras, desgarradores, bombas de alta presión, de pistón o de sumidero, botes para concreto, equipo marino, escarificadores, motoescrapas, grúas de patas - fijas moldes de acero, motores de combustión interna y eléctricos, palas mecánicas, retroexcavadoras, rodillos "pata de cabra", soldadores de acetileno, tolvas para concreto, tractores con o sin cuchilla, transportadores portátiles.

**80 %**

**Q = 0.8**

Agitadores para concreto, bombas para concreto bombas centrífugas, botes de - almeja, camiones de volteo, normales y fuera de carretera compresores, dosifi- cadoras, dragas de arrastre, equipo bituminoso (exceptuando estufas), gatos hi- dráulicos, malacates eléctricos, martinets para clavar pilotes, mezcladoras de - concreto de 1.5 m<sup>3</sup> o mayores, mezcladoras montadas en camión, mezcladoras - de mortero, motoconformadoras, pavimentadora, plantas trituradoras y clasifi- cadoras soldadoras con motor de gasolina, tolvas para agregados, transportado- res estacionarios, vagonetas de volteo, vibradores de concreto, zanjadoras.

**60 %**

**Q = 0.6**

Aguzadoras, camiones (exceptuando los de volteo), cañones neumáticos para con- creto; cargadoras de canjilones, elevadores de canjilones, grúas móviles, malaca- tes de gasolina, mezcladoras pequeñas perforadoras neumáticas, plantas de con- creto, quebradoras, remolques, compactadores de rodillos, excepto "pata de ca- bra".

**40 %**

**Q = 0.4**

Herramienta eléctrica de mano, herramienta neumática, mezcladoras pequeñas de concreto.

**TABLA VII.4**

## **CARGOS POR CONSUMOS:**

Las máquinas empleadas en la construcción son accionadas generalmente por motores de combustión interna, bien sean de gasolina o diesel.

El consumo de combustible de una máquina de combustión interna es proporcional a la potencia desarrollada por la misma. Toda máquina, al operar en condiciones normales, solamente necesita de un porcentaje de su potencia nominal total, lo cual se expresa aplicando a la potencia nominal máxima un coeficiente llamado "factor de operación", el cual varía entre 50% y 90% con respecto a la potencia nominal máxima.

La altura con respecto al nivel del mar, las variaciones de temperatura y las diversas condiciones climáticas, ejercen influencias adversas sobre el consumo de combustibles en las máquinas de combustión interna, ya que disminuyen la potencia del motor, pero esta disminución se considera involucrada, para efecto de cálculo, en el factor de operación.

Los cargos por consumos son los que se derivan de las erogaciones que resulten por el uso de:

Combustible

Otras fuentes de energía

Lubricantes, filtros, grasa

Llantas

Tren de rodaje

Elementos especiales de desgaste

**CARGO POR CONSUMO DE COMBUSTIBLES.-** Es el derivado de todas las erogaciones originadas por los consumos de gasolina o diesel para que los motores produzcan la energía que utilizan para desarrollar trabajo.

Esta representado por:

$$E = e P_c$$

En la presente ecuación:

$E$  = Cargo por consumo de combustibles, por hora efectiva de trabajo.

$e$  = Representa la cantidad de combustible necesaria, por hora efectiva de trabajo, para alimentar los motores de las máquinas a fin de que desarrollen su trabajo dentro de las condiciones medias de operación de las mismas. Se determina en función de la potencia del motor, del factor de operación de la máquina y de un coeficiente determinado por la experiencia, que variará de acuerdo con el combustible que se utilice.

$P_c$  = Representa el precio de combustible que consume la máquina.

Para maquinaria de construcción dotada de motores de combustión interna, por procedimientos estadísticos, se ha determinado que tienen los siguientes consumos promedios de combustible, por cada hora de operación y referidos al nivel del mar:

Motores de gasolina = 0.24 litros por H. P. op/hora

Motores diesel = 0.20 litros por H. P. op/hora

Refiriéndose tales consumos a la potencia efectivamente desarrollada como promedio horario por los motores, lo que significa que para calcular los consumos reales de los mismos, deberá multiplicarse el factor de consumo correspondiente arriba señalado, por la "potencia de operación" (H.P.o.p.). Así por ejemplo, una máquina de motor diesel de 100 H.P., cuyo factor de operación es 0.70 (promedio), tendrá un consumo combustible de:

$$0.20 \text{ litros} \times 100 \text{ H.P.} \times 0.70 = 14.0 \text{ litros/hora}$$

**CARGOS DE CONSUMO DE OTRAS FUENTES DE ENERGIA.-** Es el derivado de las erogaciones originadas por los consumos de energía eléctrica o de energéticos diferentes de los combustibles señalados anteriormente y representa el costo que tengan la energía consumida en la unidad de tiempo considerada.

El consumo de energía de un motor eléctrico depende fundamentalmente de su eficiencia para convertir la energía eléctrica que recibe en la energía mecánica que proporciona para ser utilizada. La ecuación fundamental que determina el costo de estos consumos es:

$$E_c = N \times E_m \times P_e$$

donde

$E_c$  = Es el cargo por la energía consumida

$N$  = Es la eficiencia del motor eléctrico

$E_m$  = Es la energía mecánica utilizable

$P_e$  = Es el precio de la unidad de energía eléctrica suministrada.

Los factores que determinan la eficiencia de un motor eléctrico son muy variados, pero en forma general podemos citar los siguientes:

- 1 - El porcentaje de potencia utilizada respecto a la potencia nominal.
- 2.- El diseño mecánico
- 3.- El diseño electromagnético
- 4.- La altitud del lugar de operación
- 5.- El tipo de motor
- 6.- Las características del par de arranque, y
- 7.- La edad de la máquina

En la práctica los fabricantes de motores eléctricos proporcionan la potencia nominal en caballos de potencia (H.P.), y la eléctrica se vende en kilowatt- hora (KWH). Para obtener el consumo horario de energía de un motor eléctrico en una hora de operación, considerando la disminución de eficiencia por la edad de la máquina, y también el factor de transformación de potencia nominal (HP) a unidades comerciales de energía eléctrica (KWH); se utiliza la fórmula.

$$E_c = 0.653 \text{ H.P.} \times P_e$$

donde:

$E_c$  = Es la energía eléctrica consumida en KWH,

H.P. = Potencia nominal en H.P.,

$P_e$  = Representa el precio de Kilowatt-hora puesto en la máquina.

**CARGO POR CONSUMO DE LUBRICANTES.-** Es el derivado de las erogaciones originadas por los consumos y cambios periódicos de aceites al cárter, la transmisión, los mandos finales, controles hidráulicos, filtros y grasa; y debe incluir todas las erogaciones necesarias para suministrarlos al pie de la máquina.

Este cargo se calcula de la siguiente manera:

### LUBRICANTES, FILTROS, GRASA

	PRECIO UNITARIO	X	CONSUMO/HORA	=	COSTO/HORA
CARTER	_____	X	_____	=	_____
TRANSMISION	_____	X	_____	=	_____
MANDOS FINALES...	_____	X	_____	=	_____
FUNCIONES HIDRAULICAS	_____	X	_____	=	_____
GRASA	_____	X	_____	=	_____
			TOTAL		_____

Los costos horarios de aceites lubricantes y grasas se pueden estimar con gran exactitud tomando los consumos indicados en las tablas proporcionadas por los fabricantes como la que se muestra a continuación.

**CONSUMO HORARIO APROXIMADO DE LUBRICANTES PARA TRACTORES CATERPILLAR**

	POTENCIA	CARTER	TRANSMISION	MANDOS FINALES	CONTROLES HIDRAULICOS	GRASA
	HP	Litros	Litros	Litros	Litros	Kg.
0-10						
D3B	65	.08	.04	.04	.04	.02
D4E	75	.08	.04	.04	.04	.02
D5B	105	.11	.04	.04	.08	.02
D6D	140	.15	.08	.04	.08	.02
D7G	200	.15	.08	.04	.08	.02
D8K	300	.27	.11	.08	.11	.02
D9H	410	.34	.11	.08	.15	.02
DD9H	820	.68	.23	.15	.15	.05
D10	700	.87	.23	.01	.19.	.01

(Cuando se trabaja mucho polvo, barro profundo o agua, aumente las cantidades en un 25%)  
Para otros equipos deberán consultarse las tablas de los fabricantes

**TABLA VII.5**

**GUIA PARA LA ESTIMACION DE LOS COSTOS POR HORA  
LOCALES DE LOS FILTROS**

**INSTRUCCIONES.-** Complete esta tabla utilizando los precios locales y después aplique los factores multiplicadores (mostrados en la tabla de factores multiplicadores), para el costo horario local aproximado de los filtros.

TIPO DE FILTRO No. DE PEZAS	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD DE PIEZAS	COSTO TOTAL	FACTOR	PERIODO HORA	COSTO HORA
1P229 2 (Descartable)	_____	x _____	= _____	x _____	2000	= _____
8S5820 3 (Descartable)	_____	x _____	= _____	x _____	1000	= _____
1S9150 2 (Descartable)	_____	x _____	= _____	x _____	1000	= _____
1P8483 1	_____	x _____	= _____	x _____	1000	= _____
1P8482 1	_____	x _____	= _____	x _____	2000	= _____
9J750 1 (Descartable)	_____	x _____	= _____	x _____	500	= _____
5S485 2 (Descartable)	_____	x _____	= _____	x _____	250	= _____
4J6064 2 (Descartable)	_____	x _____	= _____	x _____	250	= _____

**TOTAL**

**TIPO DE FILTRO:** Se refiere a los filtros usados por las máquinas, conviene aclarar que no siempre se usan todos en cada máquina.

**FACTOR MULTIPLICADOR:** Estos valores están determinados por el fabricante para cada tipo de máquina, para esto se tendrán que consultar las tablas que estos editan.

**TABLA VII.6**

**TABLA DE FACTORES MULTIPLICADORES PARA TRACTORES CATERPILLAR**

D3B	.28
D4E	.29
D5B	.32
D6D	.36
D7G	.39
D8K	.65
D9H	1.00
DD9H	2.00
D10	1.05

NOTA: Los periodos de cambio se basan en las instrucciones de operación y conservación excepto para los elementos del filtro de aire y filtro de combustible en donde se utilizó un promedio.

**TABLA VII.7**

**CARGO POR CONSUMO DE LLANTAS.-** Las llantas del equipo de construcción, al igual que el propio equipo, sufren demérito derivado del uso de las mismas, por lo que es necesario, a más de repararlas y renovarlas periódicamente, reemplazarlas cuando han llegado al fin del período de vida económica.

La vida económica de las llantas varía en función de las condiciones de uso a que sean sometidas, de el cuidado y mantenimiento que se les imparta, de las cargas a que operen y de las superficies de rodamiento de los caminos en que trabajen:

Para llantas de equipo de construcción, que generalmente trabajan en caminos que presentan condiciones muy severas y adversas, resulta práctico expresar su vida económica en horas de trabajo.

Se considerará este cargo solo para aquella maquinaria en la cual, al calcular su depreciación, se haya reducido al valor de las llantas del valor inicial de la misma.

Este cargo está representado por:

$$Ll = \frac{VII}{Hv}$$

donde:

Ll = Representa el cargo por consumo de llantas, por hora efectiva de trabajo.

VII = Representa el valor de adquisición de las llantas, considerando el precio para llantas nuevas de las características indicadas por el fabricante de la máquina.

Hv = Representa las horas de vida económica de las llantas tomando en cuenta las condiciones de trabajo impuestas a las mismas. Se determina de acuerdo con la experiencia, considerando los factores siguientes: velocidades máximas de trabajo, condiciones relativas al camino en que transiten, tales como pendientes, curvaturas, rodamiento; posición en la máquina, cargas que soporten y climas en que se operen.

Estudios estadísticos sobre la observación del equipo de construcción pesada en presas, carreteras, canteras y minas, han establecido que la vida económica aproximada de una llanta es del orden de 80,000 Kilómetros o 5,000 horas de operación normal. Pero solamente en condiciones de obra excepcionales se presentan los factores más favorables a la vida óptima de las llantas, razón por la que, para determinar la vida económica real, es necesario introducir los factores indicados en la "Tabla para determinar la vida económica de las llantas" (tabla VIII.8), los que está en función de las condiciones que priven en las obras.

En la práctica se presentan múltiples condiciones adversas como por ejemplo: que en ciertos tramos de los caminos abunden piedras sobre las superficies de rodamiento, que por condiciones meteorológicas los caminos sufran notorio demérito sin que ello amerite la suspensión de los trabajos, etc. Para cada caso específico se deberán estudiar cuidadosamente las condiciones de las obras, para poder aplicar en forma justa y racional los factores consignados en la tabla de factores para determinar la vida económica de las llantas.

En base a todo lo antes expuesto, se adjunta la tabla de factores de conservación de las llantas del equipo de construcción y vida económica de las mismas (Tabla VIII.9), en la que se consignan los valores de los diversos factores para determinar la vida económica de las llantas, aplicados a cada tipo de maquinaria de construcción, así como la vida económica calculada para las llantas de la misma. En el subrenglón superior se suponen condiciones normales medias, en tanto que el subrenglón inferior, se consignan los valores correspondientes a condiciones adversas. Las vidas económicas se obtuvieron multiplicando la vida óptima de las llantas, considerada del orden de 5,000 horas, por el factor total resultante de multiplicar entre sí, todos y cada uno de los factores individuales correspondientes a cada una de las condiciones. Así por ejemplo: las horas de vida económica de las llantas de un camión pesado de acarreo de terracerías, para las condiciones normales, es el producto de:

$$Hv = 1.0 \times 0.90 \times 0.80 \times 0.95 \times 1.0 \times 0.85 \times 1.0 \times 5,000 = 0.5814 \times 5,000 \text{ horas.}$$

Hv = 2,900 horas, valor que está consignado en la última columna de la tabla de factores de conservación...

## FACTORES PARA DETERMINAR LA VIDA ECONOMICA DE LAS LLANTAS

<i>CONDICIONES</i>	<i>FACTOR</i>
<b>1.- DE MANTENIMIENTO</b>	
Excelente	1.00
Medias	0.90
Deficientes	0.70
<b>2.- VELOCIDAD DE TRANSITO (Máximas)</b>	
16 Km. por hora	1.00
32 Km. por hora	0.80
48 Km. por hora	0.60
<b>3.- CONDICIONES DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO</b>	
Tierra suave sin roca	1.00
Tierra suave incluyendo roca	0.90
Camiones bien conservados con superficie de grava compactada	0.80
Caminos mal conservados con superficies de grava compactada	0.70
<b>4.- POSICION DE LAS LLANTAS</b>	
En los ejes traseros	1.00
En los ejes delanteros	0.90
En el eje de tracción:	
Vehículos de descarga trasera	0.80
Vehículos de descarga de fondo	0.70
Motoescrepas y similares	0.60
<b>5.- CARGAS DE OPERACION</b>	
Dentro del límite especificado por los fabricantes	1.00
Con 20% de sobrecarga	0.80
Con 40% de sobrecarga	0.50
<b>6.- DENSIDAD Y GRADO DE CURVAS EN EL CAMINO</b>	
No existen	1.00
Condiciones Medias	0.90
Condiciones Severas	0.80
<b>7.- PENDIENTES DE LOS CAMINOS</b> (aplicable a las llantas del eje tractor)	
A nivel	1.00
5% como máximo	0.90
10% como máximo	0.80
15% como máximo	0.70
<b>8.- OTRAS CONDICIONES DIVERSAS</b>	
Inexistentes	1.00
Medias	0.90
Adversas	0.80

TABLA VII.8

**FACTORES DE CONSERVACION DE LAS LLANTAS DEL EQUIPO DE CONSTRUCCION Y  
VIDA ECONOMICA DE LAS MISMAS**

CONDICION:	1	2	3	4	5	6-7	8	Factor Total	Vida Económica
Camiones de carretera	1.0 0.9	0.90 0.90	0.90 0.80	0.95 0.95	1.0 1.0	0.90 0.70	1.0 0.9	69.26 438.783	3463 1940
Caiones pesados de terracerías	1.0 0.9	0.90 0.90	0.80 0.70	0.95 0.95	1.0 1.0	0.85 0.70	1.0 0.9	58.14 33.94	2900 1697
Escrepas y motoescrepas	1.0 0.9	1.00 1.00	0.80- 0.70	0.75 0.75	1.0 1.0	0.85 0.70	1.0 1.0	51.0 33.07	2550 1650
Motoconformadoras	1.0 0.9	1.00 1.00	0.80 0.80	0.90 0.90	1.0 1.0	0.85 0.70	1.0 1.0	61.20 45.36	3060 2270
Palas cargadoras	1.0 0.9	1.00 1.00	0.80 0.80	0.90 0.90	1.0 1.0	0.85 0.85	1.0 0.9	61.20 49.57	3060 2480
Tractores	1.0 0.9	1.00 1.00	0.80 0.80	0.80 0.80	1.00 1.0	0.85 0.70	1.0 0.9	54.40 36.288	2720 1815
Apisonadoras	1.0 0.9	1.00 1.00	0.80 0.80	1.00 1.00	1.0 1.0	0.85 0.85	1.0 1.0	68.0 61.2	3400 3060

**TABLA VII.9**

**TREN DE RODAJE.**- Los costos del tren de rodaje constituyen una parte importante de los costos de operación de las máquinas de cadenas. Dichos costos pueden variar independientemente de los costos básicos de la máquina. En otras palabras, se puede emplear el tren de rodaje en un medio extremadamente abrasivo, ideal para el desgaste, mientras que para el resto de la máquina las condiciones son benignas y viceversa. Por esta razón, se recomienda que el costo por hora del tren de rodaje se considere como un artículo de desgaste rápido y que no se incluya en los cargos por mantenimiento, que no incluyen ningún fondo para reemplazar el tren de rodaje.

Hay tres condiciones primarias que influyen en la duración potencial del tren de rodaje de cadenas.

**CARGAS DE CHOQUE.**- El efecto más fácil de evaluar es estructural: doblamiento, descantilladuras, rajaduras, aplastamiento de las pestañas de los rodillos, rotura de aristas y desgaste de la tornillería y de los pasadores y bujes.

*Evaluación de las cargas de choque:*

**Altas.**- Superficies duras e impenetrables con protuberancias de 150 mm. (6 pulg.) o aún más altas.

**Moderadas.**- Superficies parcialmente penetrables con protuberancias de 75 a 150 mm. (3-6 Pulg.) de alto.

**Bajas.**- Superficies totalmente penetrables (proporcionan pleno soporte a las planchas de las zapatas) y de pocas protuberancias.

**ABRASION.**- La propiedad de las materias del suelo para desgastar las superficies sometidas a fricción en los componentes de las cadenas.

*Evaluación de la abrasión:*

**Intensa.**- Suelos muy húmedos que contengan gran proporción de arena o partículas de rocas duras, angulares o cortantes.

**Moderada.**- Suelos ligeramente mojados o de un modo intermitente, que tengan baja proporción de partículas duras, angulares o cortantes.

**Baja.**- Suelos secos o rocas con una proporción baja de arena angular o cortante, o esquirlas de roca.

Las cargas de choque y la abrasión combinadas pueden intensificar el grado de desgaste con mayor intensidad que los efectos considerados separadamente, lo cual reduce aún más la duración de los componentes. Esto se debe tomar en cuenta al

estimar la evaluación de las cargas de choque y abrasión o se pueden incluir para elegir el factor "Z".

**FACTOR "Z".**- Representa los efectos combinados de muchas condiciones relativas al ambiente, así como a las operaciones y conservación con respecto a la duración de los componentes en un trabajo determinado.

**ESTIMACION DEL COSTO DE RODAJE.**- La guía siguiente da un factor básico para varios tipos de máquinas de cadenas y una serie de multiplicadores de condiciones para modificar el costo básico de acuerdo al impacto anticipado, abrasión y condiciones varias ("Z") en las que la unidad va a trabajar.

**Paso 1.** Elija la máquina y su correspondiente factor básico.

**Paso 2.** Determine la escala para cargas de choque, abrasión y condiciones "Z".

**Paso 3.** Añada multiplicadores de las condiciones elegidas y aplique la suma al factor básico para obtener la estimación por hora del tren de rodaje.

El resultado será un costo horario estimado para el tren de rodaje en tal aplicación.

FACTORES BASICOS DEL TREN DE RODAJE PARA TRACTORES CATERPILLAR	
MODELO	FACTOR BASICO
D10	14.5
D9,	11.0
D8,,	8.2
D7,	7.2
D6,	5.5
D5,	4.5
D4,	3.2
D3,	2.2

TABLA VII.10

MULTIPLICADORES DE CONDICIONES			
	IMPACTO	ABRACION	"Z"
Alto	0.3	0.4	1.0
Moderado	0.2	0.2	0.5
Bajo	0.1	0.1	0.2

TABLA VII.11

Ejemplo: Un D9 trabaja con material de alta carga de choque y sin abrasión en un factor moderado "Z".

Factor básico del D9 = 11.0  
Multiplicador I = 0.3  
                  A = 0.1  
                  Z = 0.5

Costo horario del tren de rodaje =  $(0.3 + 0.1 + 0.5) \times 11.0 = 9.90$  Dólares por hora.

#### NOTAS

1.- Se pueden elegir los multiplicadores de condiciones en cualquier combinación. Por lo tanto, un multiplicador de 0.4 (todos los multiplicadores de bajo alcance) representa lo óptimo, mientras que 1.7 (todos los multiplicadores de gran alcance) representan condiciones pésimas.

2.- El costo por hora del tren de rodaje estimado que se obtenga con este método, constituirá aproximadamente un 60% del costo de las piezas y un 40% de mano de obra. El costo de los componentes del tren de rodaje se basa en las Listas de Precios del Consumidor publicadas en E.U.A. y se pueden ajustar según sea necesario de acuerdo a los derechos de importación, tasas de cambio, etc., fuera de los Estados Unidos.

CONSUMO O POR ELEMENTOS ESPECIALES DE DESGASTE.- Finalmente, el último cargo por consumos es el relativo a piezas sujetas a continuas fuerzas abrasivas, a variaciones súbitas de presión, etc., y cuya vida económica es menor al resto del equipo. Y se calcula mediante la expresión.

$$Pe = \frac{Vp}{Hr}$$

donde:

Pe = Costo por piezas de desgaste rápido, por hora de operación del equipo.

Vp = Valor de adquisición de piezas especiales de desgaste rápido (costo).

Hr = Horas de vida económica de las piezas especiales de desgaste rápido (duración).

Para tener en cuenta este cargo se debe considerar las piezas de desgaste rápido que no estén sujetas a condiciones severas de trabajo que producen un deterioro superior al normal, como pudiera ser, por ejemplo: cuchillas y gavilanes de la hoja de un tractor que continuamente estuviera trabajando en roca o casquillos de un desgarrador en condiciones semejantes. Otros elementos de desgaste rápido, pudieran ser mangueras, brocas, acero de barrenación para equipos de perforación, bandas de hule, etc., siempre que estos elementos no hayan sido considerados en el precio unitario como consumo de materiales, o mantenimiento del propio equipo.

#### **CARGOS POR OPERACION:**

Es el que se deriva de las erogaciones que se hacen por concepto del pago de salarios de personal encargado de la operación de la máquina, por hora efectiva de la misma.

Este cargo está representado por:

$$O = \frac{St}{H}$$

En la presente ecuación:

**O** = Cargo por operación del equipo por hora efectiva de trabajo.

**St** = Representa los salarios por turno del personal necesario para operar la máquina. Los salarios deberán comprender: salario base, cuotas patronales por seguro social, impuesto sobre remuneraciones pagadas, días festivos, vacaciones y aguinaldo, o sea, el salario real de este personal.

**H =** Representa las horas efectivas de trabajo que se consideren para la máquina, dentro del turno.

El salario base a que se refiere el factor "St", es aquel señalado en el tabulador vigente para operadores de maquinaria, atendiendo a la clase de máquina, capacidad y responsabilidad delegada al operador, condiciones generales del trabajo, etc., sin olvidar que dicho salario base estará indudablemente afectado por la Ley de "oferta y demanda". En la práctica puede darse el caso de que se fije al operador un salario base reducido, pero incrementándosele por medio de bonificaciones por hora efectiva de trabajo de la máquina, con lo que se logrará además que el operador tenga interés en mantener constantemente su máquina en condiciones de trabajo.

Lo anterior está basado en que la función y responsabilidad de los operadores de maquinaria de construcción, comprende tanto la operación de las máquinas, como todos los cuidados que razonablemente se requieran para la conservación y mantenimiento de las mismas; incluso, es práctica comunmente establecida por todas las empresas constructoras que, cuando las actividades directas de construcción decrecen, o que la maquinaria es retirada del servicio para concentrarla en los talleres de reparaciones mayores, sus operadores son los mejor avocados para vigilar que las reparaciones del equipo sean correctamente ejecutadas, puesto que ellos conocen íntimamente las deficiencias de la máquina a su cargo.

En la ejecución de cualquier trabajo, es prácticamente imposible que un operador labore en forma continua e ininterrumpida durante toda la jornada de trabajo. Es lógico que existan interrupciones, unas veces debidas a factores humanos, y otras debido a pequeñas reparaciones, ajuste y lubricación de las máquinas.

Debe tenerse en cuenta, así mismo, que especialmente en obras que presentan condiciones muy adversas, las pérdidas de tiempo o interrupciones en las actividades de la maquinaria, se incrementan en forma notable, bien sea por condiciones topográficas desfavorables, por fenómenos meteorológicos adversos, o porque la maquinaria de que se disponga no sea precisamente la más adecuada para las condiciones imperantes en la obra.

Así pues, por cada hora cronológica, solamente se trabaja efectivamente un porcentaje de la misma, el que está profundamente influido por las condiciones de la obra y por la calidad de la administración o gestión de la empresa constructora. Por lo antes dicho, para obtener los tiempos reales o efectivos de trabajo, es necesario

introducir en las cálculos los factores correspondientes, que se señalan en la sig. tabla.

FACTORES DE RENDIMIENTO DE TRABAJO EN FUNCION DE LAS CONDICIONES DE OBRA Y DE LA CALIDAD DE ADMINISTRACION				
CONDICIONES DE LA OBRA	COEFICIENTE DE ADMINISTRACION O GESTION			
	EXCELENTE	BUENA	REGULAR	MALA
EXCELENTES	0.84	0.81	0.76	0.70
BUENAS	0.78	0.75	0.71	0.65
REGULARES	0.72	0.69	0.65	0.60
MALAS	0.63	0.61	0.57	0.52

**TABLA VII.12**

A continuación podemos ver un formato para el análisis del costo directo: Hora-Máquina.

**FORMATO PARA EL ANALISIS DEL COSTO DIRECTO: HORA - MAQUINA .**

<b>CONSTRUCTORA:</b> _____ _____ <b>OBRA:</b> _____	Máquina: _____ Modelo: _____ Datos adic: _____	Hoja No. _____ Calculó: _____ Revisó: _____ Fecha: _____
---	--	---

**DATOS GENERALES:**

Precio de adquisición: \$ _____ Equipo adicional: _____ Valor inicial (Va): \$ _____ Valor de rescate (Vr): _____ % = \$ _____ Tasa de interés (I): _____ % Prima seguros (s): _____ %	Fecha de cotización: _____ Vida económica (Ve): _____ años Horas por año (Ha): _____ hr/año Motor: _____ de _____ HP Factor de operación: _____ Potencia de operación: _____ HP op. Coeficiente de almacenaje (K): _____ Factor mantenimiento (Q): _____
---	---

**I- CARGOS FIJOS.**

a) Depreciación:	$D = \frac{Va - Vr}{Ve}$	= _____	\$ _____
b) Inversión:	$I = \frac{Va + Vr}{2Ha}$	= _____	\$ _____
c) Seguros:	$S = \frac{Va + Vr}{2Ha}$	= _____	\$ _____
d) Almacenaje:	$A = K D$	= _____	_____
e) *:	$M = Q D$	= _____	_____
<b>SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA</b>			<b>\$ _____</b>

\* .Reservas para reparaciones (Multiplicador de uso prolongado por factor de reparación básicos.)

**II- COSTOS DE OPERACION. CONSUMO.**

a) Combustible: E = e Pc			
Diesel: E = 0.20 x _____ HP. op. x \$ _____ /lt.			
Gasolina: E = 0.24 x _____ HP. op. x \$ _____ /lt.			
b) Lubricantes, filtros, grasa: Precio unitario x Consumo = Costo/hora.			
Carter _____ x _____ = _____			
Transmisión _____ x _____ = _____			
Mandos finales _____ x _____ = _____			
Funciones hidráulicas _____ x _____ = _____			
Grasa _____ x _____ = _____			
<b>SUBTOTAL (aceites y grasa)</b>			<b>_____</b>
c) Filtros (analizar cada máquina de acuerdo al instructivo de operación)			
Neumáticos: Costo de reemplazo entre horas de uso.			
Costo/Duración = _____			
d) Tren de rodaje: ( F. Impacto + F. abrasividad + Factor Z ) x Factor básico			
_____ x _____ = _____			
e) Elementos de desgaste especial: Costo /Duración			
Concepto	Costo entre	duración	= Costo/hora
1- _____	_____	_____	_____
2- _____	_____	_____	_____
3- _____	_____	_____	_____
<b>Total</b>			<b>_____</b>
<b>SUMA CONSUMOS POR HORA</b>			<b>_____</b>

**III- OPERACION.**

Salario: \$ \_\_\_\_\_  
 Operador: \_\_\_\_\_

Sal./Turno - prom.: \$ \_\_\_\_\_  
 Horas/Turno-prom.: (H) \_\_\_\_\_

H = 8 horas x \_\_\_\_\_ (factor de rendimiento) = \_\_\_\_\_ horas.  
 ∴ Operación = O = S / H = \$ \_\_\_\_\_ horas. = \$ \_\_\_\_\_

**SUMA OPERACION POR HORA** \$ \_\_\_\_\_

**COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD)** \$ \_\_\_\_\_

## **COSTOS INDIRECTOS .**

Tal y como se mencionó en la introducción, los costos indirectos aplicables a una obra o a los diversos conceptos de trabajo que forman parte de la misma, son todos aquellos gastos generales que por su naturaleza intrínseca, son de aplicación a todos y cada uno de los conceptos de trabajo que forman parte de una obra determinada, es decir , los gastos generales que ejerce la empresa constructora para hacer posible la ejecución de todas sus operaciones en las obras a su cargo.

Los indirectos propios de cada obra en particular, son perfectamente previsibles y se pueden analizar y estimar previamente por lo menos dentro del mismo orden de aproximación de los costos directos. Se pueden, por otra parte controlar durante la ejecución de la obra, para mantenerlos dentro de los límites prefijados.

Por no ser posible una determinación concreta en tiempo, cantidades o importes de los Trabajos que los producen, los cargos indirectos se expresan como un porcentaje del costo directo de cada concepto de trabajo.

A grandes rasgos, podemos clasificar los aspectos que dan lugar a los costos indirectos, dentro de los cinco grupos siguientes.

- a) Administración central
- b) Administración y gastos generales de obra
- c) Financiamiento
- d) Fianzas y Seguros
- e) Imprevistos

De una manera enunciativa y no limitativa, en las siguientes páginas se consignan los principales renglones, que por concepto de costos indirectos, integran los cinco grupos mencionados anteriormente.

### *a) ADMINISTRACION CENTRAL.*

Se refiere a los gastos generales inherentes a toda empresa permitiendo su normal desenvolvimiento.

Toda empresa constructora racionalmente organizada, deberá estar dotada de cuerpos administrativos que estén encargados de conducir, controlar y vigilar todas las operaciones de la propia empresa, así como de servir de enlace entre las diversas dependencias que forman parte de la misma.

Dentro de la administración central, algunos de los renglones de gastos más importantes son:

Honorarios de directivos y ejecutivos.

Honorarios y sueldos de personal técnico.

Honorarios y sueldo de personal administrativo.

Salario de personal de servicio.

Seguro Social e impuestos sobre remuneraciones pagadas.

Prestaciones que obliga la Ley Federal del Trabajo.

Pasajes y viáticos del personal de administración central.

Gastos de representación.

Consultorías y asesorías.

Estudio e investigación.

Iguala en asuntos jurídicos y fiscales.

Depreciación, rentas y mantenimiento de edificios, talleres, bodegas, etc.

Depreciación de muebles y enseres.

Amortización de gastos de organización.

Previsión para cuentas de cobro dudoso.

Previsión para periodos de inactividad.

Depreciación, renta y operación de vehículos.

Servicios médicos de emergencia.

Indemnizaciones.

Gastos de oficina: Papelería y útiles de escritorios, correos, Telégrafos, teléfonos, luz, gas, radio, situación de fondos, copias y duplicados otros consumos, suscripciones y cuotas conservación.

Preparación de concursos.

Publicidad y promoción.

Donativos.

El monto de los gastos correspondientes a la administración central es muy variable dependiendo de la magnitud de la empresa y debe ser calculado en base al costo directo total de cada obra.

#### *b) ADMINISTRACION Y GASTOS GENERALES DE OBRA*

Los conceptos que constituyen este grupo, los podemos desglosar en los siguientes aspectos:

a).- Honorarios, sueldos y prestaciones

b).- Instalaciones y obras provisionales

c).- Transporte, fletes y acarreos

d).- Gastos de oficina

e).- Varios

#### **HORARIOS, SUELDOS Y PRESTACIONES**

Este concepto cubre todas las erogaciones originadas por el personal técnico-administrativo que en el campo, dirige y supervisa la ejecución de los trabajos. En dicha organización de dirección y superintendencia se incluye desde la máxima autoridad de la obra, que suele ser un Ingeniero Superintendente General, hasta sobrestante, cabos y todo el personal de campo que esté cumpliendo funciones administrativas.

Dentro de este concepto queda involucrados los siguientes renglones.

Honorarios de superintendentes e Ingenieros Auxiliares.

Honorarios de sueldos de personal administrativo y de servicios. (Jefe de Oficina, Secretarias, pagador, oficinistas, almacenistas, laboratoristas).

Sueldos y salarios de personal auxiliar (Bodegueros, mecánicos, soldadores, choferes, veladores).

Seguro Social e impuestos sobre remuneraciones pagadas del personal técnico y administrativo en obra.

Pasajes y viáticos.

Sueldos de tránsito.

Compensaciones y gratificaciones.

## **INSTALACIONES Y OBRAS PROVISIONALES**

Incluimos dentro de este aspecto, todas las erogaciones relativas a la construcción de obras e instalaciones auxiliares, necesarias para el desarrollo de la obra, tales como:

Campamento: Oficinas de obra, talleres, bodegas, almacenes, comedores, dormitorios, laboratorios de campo y patios de almacenamiento.

Conservación y mantenimiento de las estructuras anteriores.

Instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, de gas, y su conservación.

Tapiales y cercas.

Muelles.

Señalamientos.

Casetas de vigilancia.

Instalaciones deportivas y recreativas.

Escuelas.

Iglesias.

Instalaciones para servicio médico.

## **TRANSPORTES, FLETES Y ACARREOS**

Se agrupan los gastos originados por:

Consumos y amortización de vehículos del servicio general de la obra.

Fletes de materiales y equipo, etc. no incluidos en el costo directo.

## **GASTOS DE OFICINA**

Papelería y útiles de escritorio.

Correo, telégrafos, teléfono, y otros medios de comunicación.

Gastos por movimientos bancarios.

Copias y duplicados de planos y documentos.

Consumo de luz, gas, etc.

Relaciones públicas, donativos, atenciones.

Suscripciones y cuotas.

Envíos.

Pasajes y transportes locales.

Amortización de equipo de ingeniería.

## **VARIOS**

Aquí se involucran otras erogaciones, como pueden ser:

Amortización y consumo de equipo y herramienta de taller.

Control de calidad.

Riesgo de obras terminadas (reclamaciones posteriores).

Conservación de la obra hasta la entrega.

Derechos de pasos.

Letreros en general.

Servicios médicos de emergencia.

Intercomunicación.

Limpieza de obra en proceso y para entrega.

Desmantelamientos.

Ruptura y reposición (ductos, pavimentos, cables, etc.).

#### *c) FINANCIAMIENTO.*

Este es un factor de costo de vital importancia, cuya imprevisión puede tener graves consecuencias en los resultados finales de una obra, y aún ocasionar serias pérdidas.

El monto de los financiamientos dependerá en cada caso particular, de la relación que exista entre el programa previsto de erogaciones y el programa esperado de ingresos, dependiendo el primero del programa general de obra y el segundo de la forma de pago establecida en el contrato.

#### *d) FLANZAS Y SEGUROS.*

Involucra dentro de este grupo a todas las erogaciones motivadas por los aspectos de fianzas, seguros, multas, recargos, regalías por el uso de patentes, etc.

#### *e) IMPREVISTOS.*

Existen divergencias entre si se debe o nó, incluir dentro de los costos indirectos, el concepto de "imprevistos". Categóricamente hay que reconocer que existen en todo trabajo de construcción, causas o elementos de costo que no pueden ser evaluados.

No se puede suprimir totalmente los errores, tanto en estimación como en el proceso de ejecución. No se puede predecir la magnitud de un posible accidente; no se puede cubrir con seguros todas las posibles eventualidades, ni se puede prever las demoras que causarán en las operaciones. Elementos de este tipo constituyen el riesgo natural de la construcción, riesgo del mismo género que es inherente a cualquier otra orden de actividad económica.

El criterio correcto de estimación de imprevistos, consistirá pues, en tratar de presuponer con alguna base razonable, los cargas de previsión para el mayor número posible de contingencias reduciendo a un mínimo aceptable el factor marginal que se supone servirá para cubrir en alguna proporción los riesgos verdaderamente imprevisibles.

Las principales causas de los costos imprevistos son ciertas demoras y suspensiones de trabajo por conflictos obrero- patronales, atraso en suministro de materiales, obra de mano y equipo, o escasez de dichos elementos, accidentes, modificaciones al proyecto, erogaciones extras por extravíos, robos y pérdidas, errores y omisiones en presupuestos y programas, etc.

En resumen podemos concluir que el porcentaje con que se exprese en efecto de los imprevistos dentro de los costos indirectos, dependerá del grado de certidumbre que se tenga respecto a todos y cada uno de los factores de costo de una obra.

## **IX. PRECIO UNITARIO.**

Se define como la suma de los costos directos más los costos indirectos de un concepto de trabajo, incluyendo la utilidad del constructor.

El costo directo es la suma de los costos parciales de la mano de obra, la maquinaria y los materiales.

Los costos indirectos son tratados en otro capítulo.

La utilidad del contratista es la percepción a que tienen derecho por los trabajos ejecutados y riesgo de la inversión, generalmente es entre un 10% y un 15%.

Para poder analizar correctamente un costo directo es necesario:

- Conocer y/o diseñar cuidadosamente todos los pasos que deben realizarse para ejecutar un concepto de trabajo (Ejemplo: Si construimos un terraplén debemos saber si es un préstamo lateral ó de banco, que tipo de material vamos a colocar, si lleva o no compactación y desde luego con que tipo de maquinaria se va a realizar.
- Conocer los rendimientos de la obra de mano y su costo real.
- Establecer los costos horarios de la maquinaria y estudiar sus rendimientos.
- Cuantificar los materiales que lleve el concepto, conocer sus costos, sus fletes, su desperdicio y los costos de almacenamiento.

En las páginas siguientes se observan algunos análisis de costos tanto de edificación como de construcción pesada. En edificación, ya es costumbre usar el formato llamado "MATRIZ" porque regularmente son conceptos muy conocidos y repetitivos. En construcción pesada pueden manejarse matrices, pero en problemas importantes es preferible hacer todo el desarrollo del análisis del precio unitario.

## EJEMPLOS DE PRECIOS UNITARIOS USANDO MATRICES

**PRECIO UNITARIO:**

*Colado de concreto en losas, rampas de escaleras, incluye: Acarreo, vaciado a bote, vibrado, curado con agua, perfilado, artesa y desperdicio.*

**UNIDAD: m<sup>3</sup>**

Descripción del Concepto	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	Totales	%/cu
<b>MATERIALES</b>						
Agua	m <sup>3</sup>	0.22600	197.80	44.70		1.236 %
Madera de pino 3a.	pt	1.00000	250.50	250.50		6.925 %
		Subtotal		295.20	295.20	8.161 %
<b>MANO DE OBRA</b>						
Peón	jo	0.03500	2,662.88	93.20		2.576 %
Peón	jo	0.55500	2,662.88	1,477.90		40.855 %
Of. albañil	jo	0.11110	3,878.16	430.86		11.911 %
		Subtotal		2,001.96	2,001.96	55.343 %
<b>HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>						
Mando intermedio	% m.o.	8.00000	2,001.96	160.16		4.427 %
Herramienta menor	% m.o.	2.00000	2,001.96	40.04		1.107 %
Costo horario vibrador elba Mod. V.G.A.	hr	0.66670	629.79	419.88		11.607 %
		Subtotal		620.08	620.08	17.142 %
		Total costo directo			2,917.24	
		24% INDIRECTOS			700.14	
		Total precio unitario/m <sup>3</sup>			3,617.38 UM	

**PRECIO UNITARIO:**

*Cimbra y descimbra en columnas con duela para acabado común, medido por superficie de contacto incluye: -- materiales, habilitado, nivelado, resanes, perfilado cambio a la siguiente -- posición.*

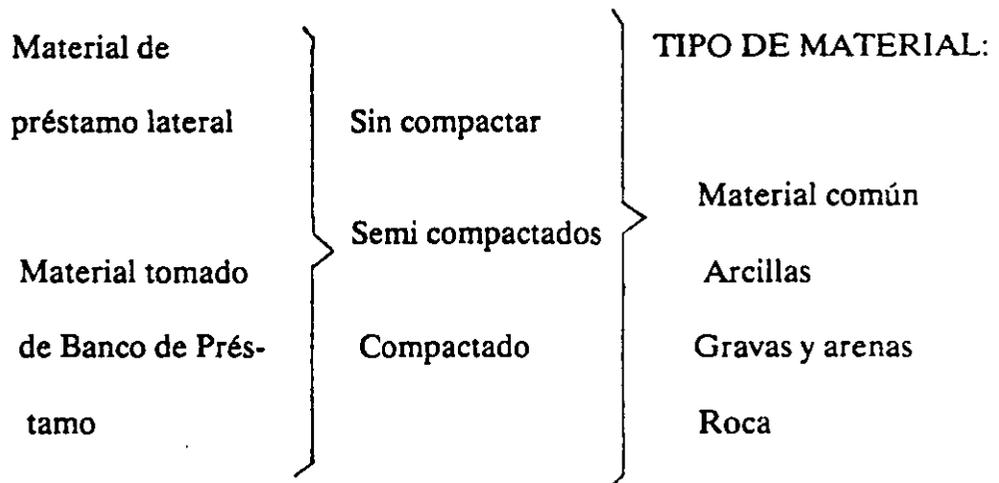
UNIDAD: m<sup>2</sup>

Descripción del Concepto	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	Totales	%/cu
<b>MATERIALES</b>						
Alambre recocido # 18	kg	0.1	270.00	27.00		1.307 %
Clavo	kg	0.22	300.00	67.50		3.268 %
Diesel	lt	0.5	72.6	36.30		1.757 %
Duela de pino 3a	pt	1.47000	250.50	368.24		17.825 %
Madera de pino 3a	pt	3.22000	250.50	806.61		39.046 %
		Subtotal		<u>1,305.65</u>	1,305.65	63.203 %
<b>MANO DE OBRA</b>						
Peón	jo	0.04000	2,662.88	106.52		5.156 %
Ayudante	jo	0.08330	2,770.11	230.75		11.170 %
Carpintero de obra negra	jo	0.08330	4,247.05	353.78		17.126 %
		Subtotal		<u>691.04</u>	691.04	33.452 %
<b>HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>						
Mando intermedio	% m.o.	8.00000	691.05	55.28		2.676 %
Herramienta menor	% m.o.	2.00000	691.05	13.82		0.669 %
		Subtotal		<u>69.11</u>	69.11	3.345 %
		Total costo directo			<u>1,065.79</u>	
		24% INDIRECTOS			495.79	
		Total precio unitario/m <sup>2</sup>			<u>2,561.59 UM</u>	

# EJEMPLOS DE PRECIOS UNITARIOS ANALIZADOS ABARCANDO LA MAYOR PARTE DE LOS CAMPOS DE LA CONSTRUCCION

## TERRAPLENES

### 1. Variantes.



2. Algunos conceptos de trabajo aplicables a diferentes tipos de obra y cuyos análisis de costo son similares y pueden agruparse bajo la denominación de "terraplenes"

#### 2.1 Vías de comunicación.

Excavación en bancos de préstamo para la obtención de material común que se utilice en la formación de terraplenes.

Formación y compactación de terraplenes contiguos a los estribos de puentes.

Formación y compactación de terraplenes en la ampliación de la corona adicionada con sus cuñas de sobreancho.

Sub-bases o bases compactadas con material obtenido de banco de préstamo.

#### 2.2 Presas.

Obtención, acarreo y colocación de material impermeable para el corazón de la cortina ó diques.

Obtención, acarreo y colocación de material permeable para zonas de filtros ó zonas de transición.

### *2.3 Urbanización.*

Plataforma de tepetate compactado para desplante de edificios.

### *2.4 Obras Marítimas.*

Explotación en banco, acarreo y colocación de piedra natural para la capa secundaria de escolleras.

## **3. Especificación Prototipo**

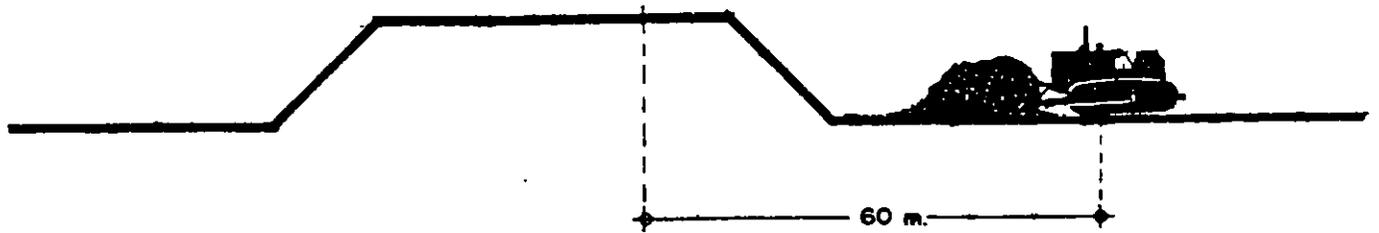
Formación de Terraplenes compactados al 95% de la prueba proctor con rodillo "pata de cabra" vibratorio autopropulsado, con material producto del banco de préstamo ubicado a 450 m. a la izquierda de la estación 3 + 450, transportado con motoescrepa.

El precio unitario para este concepto que se pagará en metros cúbicos medidos en el terraplén comprende todas las operaciones siguientes: Excavación del material en el banco de préstamo con empleo de motoescrepas y tendido de material con la misma maquinaria y motoconformadora, adaptación del espesor a las necesidades del proceso de compactación; aplicación de la humedad en el grado que se requiera, escarificación del material si es necesario para lograr este grado de humedad y compactación a base de pasadas de rodillo de especificaciones apropiadas.

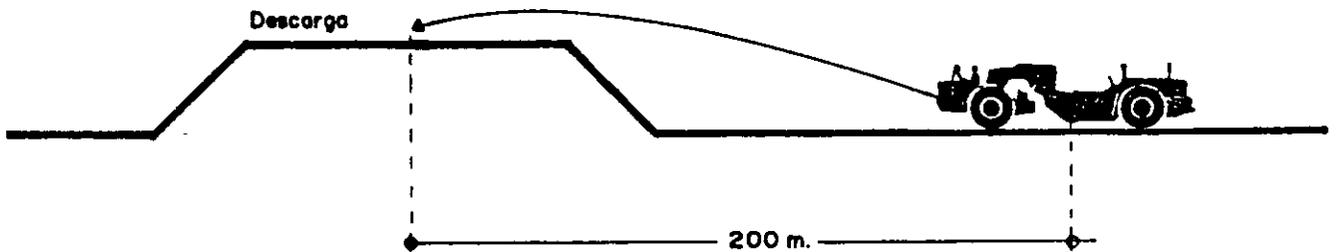
## **4. Proceso Constructivo.**

### *4.1 Obtención del material y su acarreo.*

Material obtenido de préstamo lateral. El equipo utilizado puede variar según la distancia de recorrido y necesidades del proyecto. En distancias cortas, usualmente no mayores de 60 mts. puede utilizarse un tractor empujador.

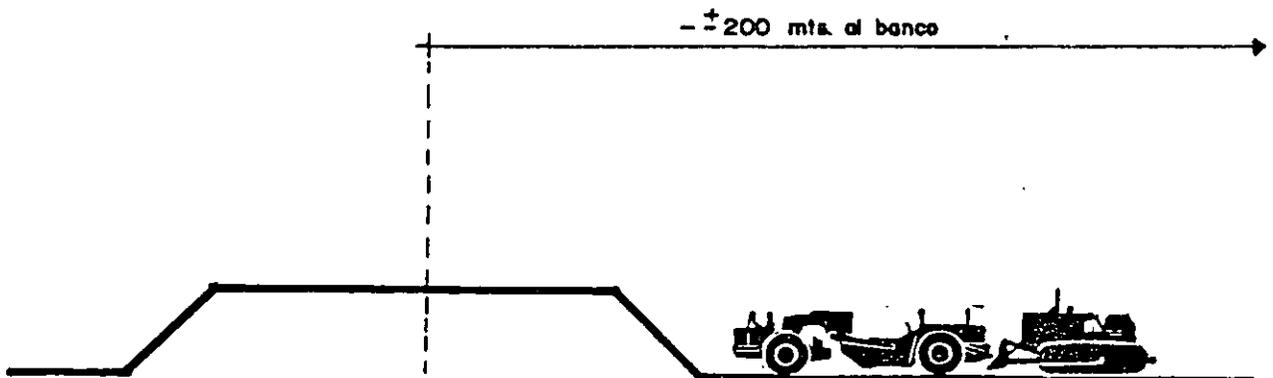


Para distancias mayores (hasta 200 m. se considera préstamo lateral) suele usarse la motoescrepa.



Material producto de banco de préstamo.

La excavación y carga puede hacerse con tractor y cargador frontal ó pala mecánica ó con motoescrepas empujadas.



Se tiene la opción de utilizar para el acarreo camiones de volteo, camiones fuera de carretera, motoescrepa o vagonetas, dependiendo de las distancias, de las características del terraplén, del costo y de la disponibilidad del equipo.

Cuando el terraplén está formado por roca, el equipo de extracción esta compuesto por compresores y equipo de barrenación y el manejo de explosivos. Este proceso se analiza en el inciso de excavaciones a cielo abierto.

Un precio unitario puede analizarse considerando la longitud de los acarreo si se conocen y se tiene la seguridad de que no sufran modificaciones o en su defecto incluir solamente lo que se le conoce como acarreo libre (2 estaciones, 5 hectómetros, un kilómetro) y la diferencia analizada por separado en un concepto que se llama sobreacarreos (estaciones subsecuentes, hectómetros subsecuentes, kilómetros subsecuentes). esto último es lo mas usual motivado por los cambios de bancos o proyectos y por lo tanto las modificaciones en las distancias de acarreo.

#### *4.2 Formación de terraplén.*

Puede realizarse con tractores empujadores, motoconformadoras o las motoescrepas que esparcen el material cuando lo vacían.

#### *4.3 Compactación.*

Dependiendo de las especificaciones de compactación puede bastar con el simple paso del equipo o ser necesario utilizar equipos compactadores como rodillos simples o vibratorios lisos o pata de cabra.

**EJEMPLO:** Sub-bases compactadas al 100% de la prueba proctor con material obtenido de banco de préstamo con una distancia de acarreo al centro de gravedad del tramo de 10 kms.

**ESPECIFICACIONES:** Las sub-bases son capas sucesivas de materiales seleccionados que se construyen sobre la subrasante de caminos y aeropuertos y cuya función es soportar las cargas rodantes y transmitir las a la terracería.

El concepto incluye la extracción del material, trituración si es necesaria, acarreo al tramo y acamellonamiento, incorporación del agua necesaria, mezclado tendido y compactación a los niveles y con las tolerancias que indique el proyecto.

**MEDICION Y PAGO:** La Construcción de bases y sub-bases se pagará de acuerdo a las secciones de proyecto con las tolerancias marcadas en las especificaciones.

## EQUIPO:

Tractor D-8 o similar	150,000.00 UM/h.e.
Cargador frontal 2 1/2 yd <sup>3</sup>	75,000.00 UM/h.e.
Planta de trituración con trituradora primaria, secundaria y cribas.	135,000.00 UM/h.e.
Motoconformadora operando	55,000.00 UM/h.e.
Motoconformadora en reserva	46,000.00 UM/h.e.
Compactador autopropulsado liso operando	30,000.00 UM/h.e.
Compactador autopropulsado en reserva	24,000.00 UM/h.e.
Camión volteo operando	28,000.00 UM/h.e.
Camión volteo en reserva	16,000.00 UM/h.e.
Camión pipa 5000 lts. operando	20,000.00 UM/h.e.
Camión pipa 5000 lts. en reserva	15,000.00 UM/h.e.
Bomba centrífuga 2"	2,000.00 UM/h.e.

## ANALISIS DEL CONCEPTO.

### a) Extracción del material.

Utilizamos un tractor tipo D-8 con un rendimiento de 122 m<sup>3</sup>/hora medido en banco.

$$\frac{150,000 \text{ UM/h.e.}}{122 \text{ m}^3/\text{h.}} = 1229.50 \text{ UM/m}^3$$

Si mediante pruebas de laboratorio se ha medido que un metro cúbico en banco se convierte en 0.87 m<sup>3</sup> compactado en el terraplén, el cargo será.

$$\frac{1229.50}{0.87} = 1413.22 \text{ UM/m}^3$$

### b) Cargo del material.

Utilizamos un cargador frontal de 2 1/2 yd<sup>3</sup> con producción de 93 m<sup>3</sup>/hora medidos sueltos.

Mediante pruebas de laboratorio se ha determinado que el material de banco se abunda 22%. Debemos calcular la producción medida en el terraplén que será:

$$\frac{93\text{m}^3/\text{h}}{1.22 \text{ m}^3/\text{h}} = 76.22 \text{ m}^3/\text{h. (banco)}$$

$$76.22 \times 0.87 = 66.31 \text{ m}^3/\text{h (terraplén)}$$

Luego entonces el cargo por la carga del material medido en el terraplén será:

$$\frac{75,000 \text{ UM/h.e.}}{66.31 \text{ m}^3/\text{h.e.}} = 1,131.05 \text{ UM/m}^3$$

c) Acarreo local a la planta de trituración localizada a 500 mts. del banco de préstamo.

Cálculo del ciclo:

Se ha determinado que el cargador frontal tarda en la carga 2.96 min. Tiempo de recorrido del camión en la ida a 30 km/hora:

$$\frac{60 \text{ min/h} \times 0.5 \text{ km.}}{30 \text{ km/h} \times 0.67 \text{ (eficiencia)}} = 1.49 \text{ min.}$$

Tiempo de recorrido del camión en el regreso a 50 km/hora.

$$\frac{60 \text{ min/h} \times 0.5 \text{ km.}}{50 \text{ km/h} \times 0.67} = 0.89 \text{ min.}$$

Tiempo de viraje, descarga y acomodos = 2.00 min.

$$\text{Tiempo total del ciclo} \quad \underline{\quad \quad \quad} \quad 7.34 \text{ min.}$$

No. de camiones para abastecer eficientemente al cargador frontal.

$$N = \frac{7.34}{2.96} = 2.47 = 3 \text{ camiones}$$

El rendimiento de los tres camiones será el mismo que el del cargador. En los análisis de precios unitarios suele considerarse un 25 ó 30% de camiones en reserva especialmente cuando se analizan trabajos en que el abastecimiento de material es la actividad crítica. Si hacemos esta consideración el cargo por este acarreo sería.

$$\begin{array}{rcl}
 3 \text{ camiones volteo operando} & = & 3 \times 21,000 \text{ UM/h.e.} & = & 63,000 \text{ UM/h.e.} \\
 1 \text{ camión volteo reserva} & = & 1 \times 16,000 \text{ UM/h.e.} & = & 16,000 \text{ UM/h.e.} \\
 & & & & \hline
 & & & & 79,000 \text{ UM/h.e.}
 \end{array}$$

$$\text{Cargo} \quad \frac{79,000 \text{ UM/h.e.}}{66.31 \text{ m}^3/\text{h.e.}} = 1,191.37 \text{ UM/m}^3$$

d) Trituración y cribado.

$$\frac{135,000 \text{ UM/h.e.}}{66.31 \text{ m}^3/\text{h.e.}} = 2,035.89 \text{ UM/m}^3$$

e) Carga y acarreo a 10 km.

$$\begin{array}{l}
 \text{Análisis del ciclo} \\
 \text{Carga} \\
 \text{Tiempo de recorrido en la ida}
 \end{array}
 \quad = 2.96 \text{ min.}$$

$$\frac{60 \text{ min/hora} \times 10 \text{ km.}}{30 \text{ km/h} \times 0.67} = 29.85 \text{ min.}$$

Tiempo de recorrido en el regreso.

$$\frac{60 \text{ min/h} \times 10 \text{ km}}{50 \text{ km/h} \times 0.67} = 17.91 \text{ min.}$$

$$\text{Viraje, descarga y acomodo.} \quad = 2.00 \text{ min.}$$

$$\text{Tiempo total del ciclo.} \quad = 52.72 \text{ min.}$$

$$\text{No de camiones} = \frac{52.72}{2.96} = 17.8 = 18$$

Costo de la carga y acarreo.

$$\begin{array}{rcl} \text{Cargador} & \times 75,000.00 \text{ UM/h.e.} & = 75,000.00 \text{ UM/h.e.} \\ 18 \text{ camiones operando} & \times 21,000.00 \text{ UM/h.e.} & = 378,000.00 \text{ UM/h.e.} \\ 5 \text{ camiones en reserva} & \times 16,000.00 \text{ UM/h.e.} & = 80,000.00 \text{ UM/h.e.} \\ & & \underline{533,000.00 \text{ UM/h.e.}} \end{array}$$

$$\frac{533,000 \text{ UM/h.e.}}{66.31 \text{ m}^3/\text{h}} = 8,038.00 \text{ UM/m}^3$$

f) Incorporación del agua. Supongamos que la fuente de abastecimiento se encuentra a 15 km del centro de gravedad del tramo que se está construyendo y que se utilizan 150 lts de agua por metro cúbico de material compacto.

Gasto medio de una bomba de 2" ----- 600 lts/min.  
Eficiencia 0.67 Gasto real ----- 402 lts/min.

$$\text{Tiempo de llenado de una pipa: } \frac{5000}{402} = 12.43 \text{ min.}$$

Cálculo del ciclo:

Recorrido de la pipa en el viaje de ida.

$$\frac{60 \text{ min/h.} \times 15 \text{ km}}{30 \text{ km/h.} \times 0.67} = 44.77 \text{ min.}$$

Recorrido de la pipa en el viaje de regreso.

$$\frac{60 \text{ min/h.} \times 15 \text{ km}}{50 \text{ km/h.} \times 0.67} = 26.86 \text{ min.}$$

Descarga de la pipa en el tramo (500 lts/min)

$$\frac{5000 \text{ lts.}}{500 \text{ lts/min.}} = 10.00 \text{ min.}$$

$$\text{TIEMPO TOTAL} = \underline{\underline{81.63 \text{ min.}}}$$

Costo del inciso "metro cúbico de agua"

$$\text{Carga por bomba} \quad \frac{2,500 \text{ UM/h.e.} \times 12.43 \text{ min.}}{60 \text{ min/h.} \times 5 \text{ m}^3} = 103.58 \text{ UM/m}^3$$

$$\text{Carga por pipa parada} \quad \frac{15,000 \text{ UM/h.e.} \times 12.43 \text{ min.}}{60 \text{ min/h.} \times 5 \text{ m}^3} = 621.50 \text{ UM/m}^3$$

$$\text{Carga por pipa trabajando} \quad \frac{20,000 \text{ UM/h.e.} \times 81.63 \text{ min.}}{60 \text{ min/h.} \times 5 \text{ m}^3} = 5,442.00 \text{ UM/m}^3$$

$$6,167.08 \text{ UM/m}^3$$

$$\text{Carga al concepto: } 6167.08 \text{ UM/m}^3 \text{ agua} \times 0.15 \text{ m}^3 \text{ agua/m}^3 = 925.06 \text{ UM/m}^3$$

g) Mezclado y tendido de materiales.

Se utilizará una motoconformadora con un rendimiento de 93 m<sup>3</sup>/hora medidos en el terraplén.

Aquí se observa que: La producción necesaria para el tramo no es compatible o múltiplo de la producción que obtenemos en el equipo de extracción, carga, acarreo

y trituración; la motoconformadora está desbalanceada, entonces el análisis correcto sería considerarla una parte del equipo operando y otra en reserva.

$$\frac{66.31 \text{ m}^3/\text{h.}}{93\text{m}^3/\text{h.}} = 0.71 = 71\%$$

**Cargo por el inciso**

Costo horario promedio de la motoconformadora

$$\begin{array}{rcl}
 & 55,000 \text{ UM/h.e.} \times 0.71 & = 39,050.00 \text{ UM/h.e.} \\
 + & 46,000 \text{ UM/h.e.} \times 0.29 & = 13,340.00 \text{ UM/h.e.} \\
 & & \hline
 & & 52,390.00 \text{ UM/h.e.} \\
 \\ 
 \text{Cargo:} & \frac{52,390 \text{ UM/h.e.}}{66.31 \text{ m}^3/\text{h.}} & = 790.07 \text{ UM/m}^3
 \end{array}$$

Para comparar obtengamos el costo sin tomar en cuenta el equipo balanceado.

$$\frac{55,000 \text{ UM/h.e.}}{93 \text{ m}^3/\text{h.}} = 591.39 \text{ UM/m}^3$$

Esta diferencia (entre 790.07 UM y 591.39 UM ) no está considerando el tiempo que necesariamente están costando las máquinas ociosas o en reserva.

**h) Compactación.**

El compactador autopulsado que se utiliza tiene un rendimiento de 164 m<sup>3</sup>/hora, luego entonces.

$$\frac{66.31 \text{ m}^3/\text{h.}}{164 \text{ m}^3/\text{h.}} = 0.40 = 40\%$$

Costo horario promedio del compactador.

$$\begin{aligned} & 30,000 \text{ UM/h.e.} \times 0.4 & = 12,000.00 \text{ UM/h.e.} \\ & 24,000 \text{ UM/h.e.} \times 0.6 & = \underline{14,400.00 \text{ UM/h.e.}} \\ & & 26,400.00 \text{ UM/h.e.} \end{aligned}$$

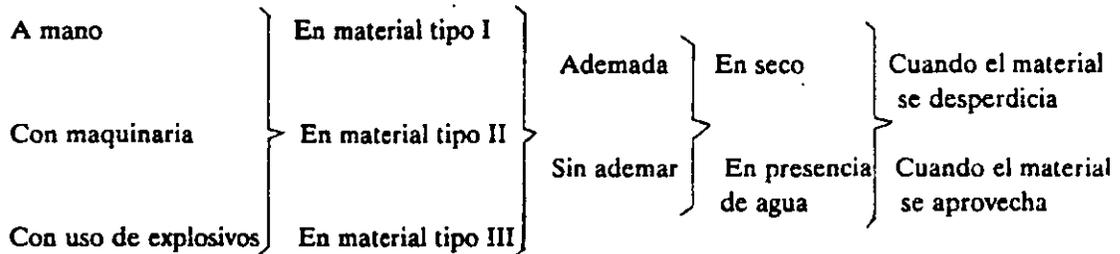
$$\text{Cargo: } \frac{26,400 \text{ UM/h.e.}}{66.31 \text{ m}^3/\text{h.e.}} = 398.13 \text{ UM/m}^3$$

**RESUMEN DE CARGOS:**

a) Extracción del material	1413.22 UM/m <sup>3</sup>
b) Carga de material	1131.05 UM/m <sup>3</sup>
c) Acarreo local a la planta	1191.37 UM/m <sup>3</sup>
d) Trituración y Cribado	2,035.89 UM/m <sup>3</sup>
e) Carga y acarreo a 10 kms.	8,038.00 UM/m <sup>3</sup>
f) Incorporación de agua	925.06 UM/m <sup>3</sup>
g) Mezclado y tendido del material	790.07 UM/m <sup>3</sup>
h) Compactación.	398.13 UM/m <sup>3</sup>
	<hr/>
COSTO DIRECTO	15,922.99 UM/m <sup>3</sup>
INDIRECTOS (45%)	7,165.26 UM/m <sup>3</sup>
PRECIO UNITARIO	<hr/>
	23,158.05 UM/m <sup>3</sup>

## EXCAVACIONES

### 1.- Variantes



2.- Algunos conceptos de trabajo aplicables a diferentes tipos de obra y cuyos análisis de Costo son similares y pueden agruparse bajo la denominación de "Excavaciones".

#### 2.1 Vías de comunicación.

- Excavación en cortes.
- Despalme en áreas de construcción.

#### 2.2 Presas.

- Excavación en el cauce del río, en presencia de agua, para la cimentación de ataguas.
- Excavación para limpieza de áreas de cimentación de la cortina o diques.
- Excavación para el vertedor.

#### 2.3 Zonas de riego.

- Excavación en tajos.
- Excavación para formar la cubeta del canal.

#### 2.4 Centrales Hidroeléctricas.

- Excavación subterránea de la bóveda y cuerpo principal de la casa de máquinas.
- Excavación subterránea en galerías de oscilación.

### 3.- Especificación prototipo

Excavación en material común en excavación de zanjas, con acarreo libre de un Kilómetro.

El concepto incluye todas las operaciones y materiales necesarios para realizar las excavaciones, incluyendo las operaciones de ademe y/o amacice y afine, las operaciones necesarias para la carga del material producto de la excavación en las unidades de Transporte, el acarreo de este material dentro de un Kilómetro de acarreo libre y su descarga, pudiendo ser esta descarga en bancos de desperdicio, bancos de almacenamiento para el aprovechamiento posterior del material, o en la obra para su utilización inmediata.

Los volúmenes de obra ejecutada con cargo a este concepto se medirá directamente en el sitio de excavaciones, de acuerdo con las secciones del proyecto y se expresarán en metros cúbicos.

#### 4.- Proceso Constructivo.

Para iniciar la excavación se debe tener en el terreno el trazo topográfico definitivo de los ejes y secciones de la excavación y definir las tolerancias máximas que se permitirán. La excavación se podrá realizar a máquina, con retroexcavadora; y a mano. Cuando la excavación se realice con máquina en material tipo III se deben hacer pruebas para determinar la velocidad sísmica si la roca es desgarrable o se tendrán que usar explosivos.

Se diseñará la voladura que incluye la plantilla de barrenación y tronado y el consumo de explosivos de acuerdo con los métodos usuales (Ej. Método sueco) y en donde se requiere se deberá diseñar y construir el ademe necesario para evitar derrumbes.

**EJEMPLO:** Excavación para limpia de las áreas de cimentación de la cortina o diques, en roca fija en presas.

#### *ESPECIFICACIONES.*

Excavación de las área de cimentación de la cortina, especialmente en los taludes de la boquilla, para retirar el material fracturado, intemperizado, etc., hasta descubrir la roca sana, dejando una superficie adecuada para servir de desplante a la cortina o diques de una presa.

Acarreo de material producto de la excavación, hasta una distancia no mayor de 1.0 (uno) kilómetro, para depositarlo en los tiraderos del banco de desperdicio.

## **EQUIPO:**

Pala de 2-1/2 yd <sup>3</sup> de capacidad	190,000.00 UM/h.e.
Tractor D-8 o similar	150,000.00 UM/h.e.
Perforadora neumática de mano RH656-4W	5,000.00 UM/h.e.
Compresora de 600 p.c.m.	35,000.00 UM/h.e.
Camión Euclid R - 35	95,000.00 UM/h.e.

## **ANALISIS DEL CONCEPTO.**

**1.- Aflojado de la roca.-** Previamente a su excavación, la roca deberá ser aflojada por medio de barrenación y empleo de explosivos.

**a).- Barrenación.-** La barrenación, será realizada empleando perforadoras neumáticas de mano Mod. RH655-4W, que tienen un pistón de 2-1/2" de diámetro y las cuales, tienen un consumo de aire, barrenando en seco, del 99 p.c.m.

El consumo real será de (estimamos 7 pistolas alimentadas por un compresor).

$$99 \text{ p.c.m.} \times 1.05 \text{ (USOS)} \times 0.72 \text{ (diversidad)} \times 1.05 \text{ (fugas)} = 78 \text{ p.c.m.}$$

$$\text{Considerando 7 pistolas} \quad 7 \times 78 \text{ p.c.m.} = 546 \text{ p.c.m.}$$

Consecuentemente, una compresora de 600 p.c.m., podrá alimentar a 7 pistolas.

**b).- Rendimiento de barrenación.-** El trabajo se realizará en riolitas compactadas y homogéneas, pero que superficialmente se encontrarán alteradas y fracturadas por intemperismo adoptamos un rendimiento de barrenación de 4.5 m. por hora, perforando a 1-1/4" de diámetro.

**c).- Rendimiento por metro lineal de barrenación.** Consideramos que la excavación se realizará disparando los explosivos con detonadores eléctricos con intervalos de milisegundos, para obtener un resultado óptimo, de acuerdo con los propósitos buscados.

Ahora bien, en la zona de limpia, el espesor variará ampliamente de un sitio a otro, por lo que tentativamente consideramos un trabajo de banqueo que en promedio tendrá 2.0 metros de profundidad.

Perforación de 1 - 1/4 de diámetro.

Profundidad media de los barrenos: 2.40 m.

Separación frontal: 1.20 m. (normal).

Espaciamiento entre barrenos:  $1.20 \times 1.25 = 1.50$  m.

Carga específica de explosivos a  $0.300 \text{ kg/m}^3$ .

Por tanto:

$$\frac{\text{Volumen tronado por barreno}}{\text{m. barrenados/barreno.}} = \frac{2.00 \times 1.20 \times 1.50}{2.40 \text{ m.}} = 1.5 \text{ m}^3/\text{ml}$$

Es decir  $2.00 \text{ m}^3$  por barreno.

d).- Consumo de acero integral de barrenación.- Puesto que se trata de riolita, obtenemos una vida índice del orden de 1000 metros, por considerar el material fracturado.

Empleando acero integral de barrenación  $7/8''$  con cincel de  $1-1/4''$  los cambios serán a incrementos de 0.80 m.; por consiguiente se tendrán los siguientes cambios de acero de barrenación:

$$2.40/0.80 = 3$$

$$K = \frac{3 + 1}{2} = 2$$

Por consiguiente, la vida efectiva del acero sería del orden de:

$$\frac{1000 \text{ m}}{2} = 500 \text{ metros.}$$

Esto último puede explicarse también con la siguiente figura:

PRIMERA PARTE  
DEL BARRENO  
(0.80 M.)



SEGUNDA PARTE  
DEL BARRENO  
(1.60 M.)



TERCERA PARTE  
DEL BARRENO  
(2.40 M.)



Longitud de acero por usar  $(0.80 + 1.60 + 2.40) = 4.80$   
 Longitud del barrenado ..... 2.40

Si para perforar un barrenado se necesita usar el doble de longitud de acero, la vida útil efectiva de barrenado, será la mitad. Es decir, en este caso aunque el acero dure 1000 mts. sólo dura 500 m.l. de barrenado.

e).- Consumo de brocas.- Queda incluido en el acero seccional, así como la afilación.

**2.- Costo directo por barrenado.**

Por compresora:  $\frac{35,000.00 \text{ UM/hora}}{7 \times 4.5 \text{ m/h.} \times 1.5 \text{ m}^3/\text{m.}} = 740.74 \text{ UM/m}^3$

Por pistola:  $\frac{5,000.00 \text{ UM/hora}}{4.5 \text{ m/h.} \times 1.5 \text{ m}^3/\text{m.}} = 740.74 \text{ UM/m}^3$

Por acero de barrenado:

$\frac{600,000.00/\text{juego de barras hasta 2.40}}{500 \text{ m.} \times 1.50 \text{ m}^3/\text{metro de barrenado.}} = 800.00 \text{ UM/m}^3$

Afilación y mantenimiento del acero:

30% del cargo por acero  $800.00 \text{ UM m}^3 \times 0.30 = 240.00 \text{ UM/m}^3$

**COSTO DIRECTO POR BARRENACION**  $2,521.48 \text{ UM/m}^3$

**3.- Costo directo por explosivos, artificios y accesorios.**

Consideramos una mezcla de 30% de tovox 100-45% y 70% de supermexamón "G" con un consumo de  $0.300 \text{ kg/m}^3$ .

Cargo por dinamita: Tovex.

$$3,500.00 \text{ UM/kg} \times 0.300 \text{ kg/m}^3 \times 0.3 = 315.00 \text{ UM/m}^3$$

Cargo por Supermexamón "G"

$$700.00 \text{ UM/kg} \times 0.300 \text{ kg/m}^3 \times 0.7 = 147.00 \text{ UM/m}^3$$

Consideramos un estopin eléctrico por barreno,

$$\frac{3,000.00 \text{ UM/pza}}{3.00 \text{ m}^3/\text{barreno.}} = 1,000.00 \text{ UM/m}^3$$

Accesorios.- Estimamos 3.0 metros de alambre de conexión:

$$\frac{3 \times 7,380.00 \text{ UM}}{100 \text{ m.} \times 3.00 \text{ m}^3/\text{barreno.}} = 73.80 \text{ UM/m}^3$$

Alambre de conducción.

$$\frac{3 \times 17,490.00 \text{ UM}}{100 \text{ m.} \times 3.0 \text{ m}^3/\text{barreno.}} = 174.90 \text{ UM/m}^3$$

COSTO DIRECTO POR EXPLOSIVOS ARTIFICIOS, ETC. 1,710.70 UM/m<sup>3</sup>

4.- Cargo unitario por carga, poblado y tronado. Una cuadrilla integrada como sigue, rinde 60 m<sup>3</sup>/hora de trabajo.

1 Poblador	19,000.00 UM/día
1 Cargador	17,000.00 UM/día
1 Ayudante cargador	14,000.00 UM/día
<b>S U M A</b>	<b>50,000.00 UM/día</b>

$$\text{Cargo unitario: } \frac{50,000.00 \text{ UM/día.}}{8 \times 60 \text{ m}^3/\text{hora}} = 104.17 \text{ UM/m}^3$$

#### 5.- Cargo unitario por excavación:

La pala mecánica, sólo tiene acceso por las banquetas y los caminos de construcción que cruzan la zona de limpia, y es por ello que una vez tronado el material, un tractor lo empuja para amontonarlo en el sitio más próximo de la banqueta o camino en que se ubica la pala.

El rendimiento de una pala mecánica de 212 yd<sup>3</sup>, si trabaja con una carrera óptima, es del orden de 235.8 m<sup>3</sup>/h. de material abundado, o sea 235.8 m<sup>3</sup>/1.65 = 143 m<sup>3</sup> (roca) medidos en la excavación con una eficiencia del 70% serán: 143 x 0.7 = 100.10 m<sup>3</sup>/h.

Consecuentemente, el tractor deberá hacer los recorridos que resulten necesarios para amontonar el material en sitios adecuados para que la pala trabaje en condiciones favorables.

Cargo por pala:

$$\frac{190,000.00 \text{ UM/h.e.}}{100.10 \text{ m}^3/\text{h.}} = 1,898.10 \text{ UM/m}^3$$

Suponemos que se ha determinado de acuerdo a la distancia de acarreo que se requieren 4 camiones Euclid R-35.

Cargo por camiones:

$$\frac{4 \times 95,000.00 \text{ UM}}{100.10/\text{m}^3/\text{h.}} = 3,796.20 \text{ UM/m}^3$$

Considerando que el tractor que empujará el material hará movimientos o recorridos con longitud media de 30 m., de las gráficas en los apuntes de rendimiento obtenemos un rendimiento teórico igual a 600 m<sup>3</sup>/hora y los siguientes factores de corrección:

Operador bueno	0.75
Material (roca)	0.70
Eficiencia 50 min/h	0.84
Cuchilla angulable	0.60

Rendimiento real =

$$600 \text{ m}^3/\text{h} \times 0.75 \times 0.7 \times 0.84 \times 0.6 = 159 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Observamos que el tractor puede abastecer a la pala que requiere de 143 m<sup>3</sup>/hora. Para el cálculo del cargo correspondiente (del tractor), es importante anotar que cuando existen operaciones de trabajo simultáneas, se debe considerar el rendimiento menor que en este caso es el de la Pala Mecánica, luego:

$$\text{Cargo por tractor excavador : } \frac{150,000.00 \text{ UM}}{100.10 \text{ m}^3/\text{h}} = 1,498.50 \text{ UM/m}^3.$$

**COSTO DIRECTO:**

Barrenación	2,521.48 UM/m <sup>3</sup>
Explosivos	1,710.70 UM/m <sup>3</sup>
Tronado	104.16 UM/m <sup>3</sup>
Carga con pala	1,898.10 UM/m <sup>3</sup>
Acarreo	3,796.20 UM/m <sup>3</sup>
Tractor apoyo	1,498.50 UM/m <sup>3</sup>
<b>SUMA</b>	<b>11,529.14 UM/m<sup>3</sup></b>
<b>INDIRECTO (45%)</b>	<b>5,188.11 UM/m<sup>3</sup></b>
<b>PRECIO UNITARIO.</b>	<b>16,717.25 UM/m<sup>3</sup></b>

## **CONCRETOS HIDRAULICOS**

**1.- Algunos conceptos de trabajo aplicables a diferentes tipos de obra y algunos conceptos de trabajo cuyos análisis de costos son similares y pueden agruparse bajo la denominación "Concretos Hidráulicos".**

### **1.1 Vías de Comunicación.**

- Carpetas de concreto hidráulico  $f'c = 400 \text{ kg/cm}^2$  Reforzado con acero  $f'y = 4000 \text{ kg/cm}^2$ .
- Fabricación y colocación de concreto ciclopeo simple en cajones de cimentación del puente.

### **1.2 Presas.**

- Fabricación y colocación de concreto en el cimacio y plantilla del vertedor.
- Fabricación y colocación de concreto en la estructura de entrada y estructura de rejillas de la obra de toma.
- Fabricación y colocación de concreto en el revestimiento de túneles de desvío.

### **1.3 Zonas de riego**

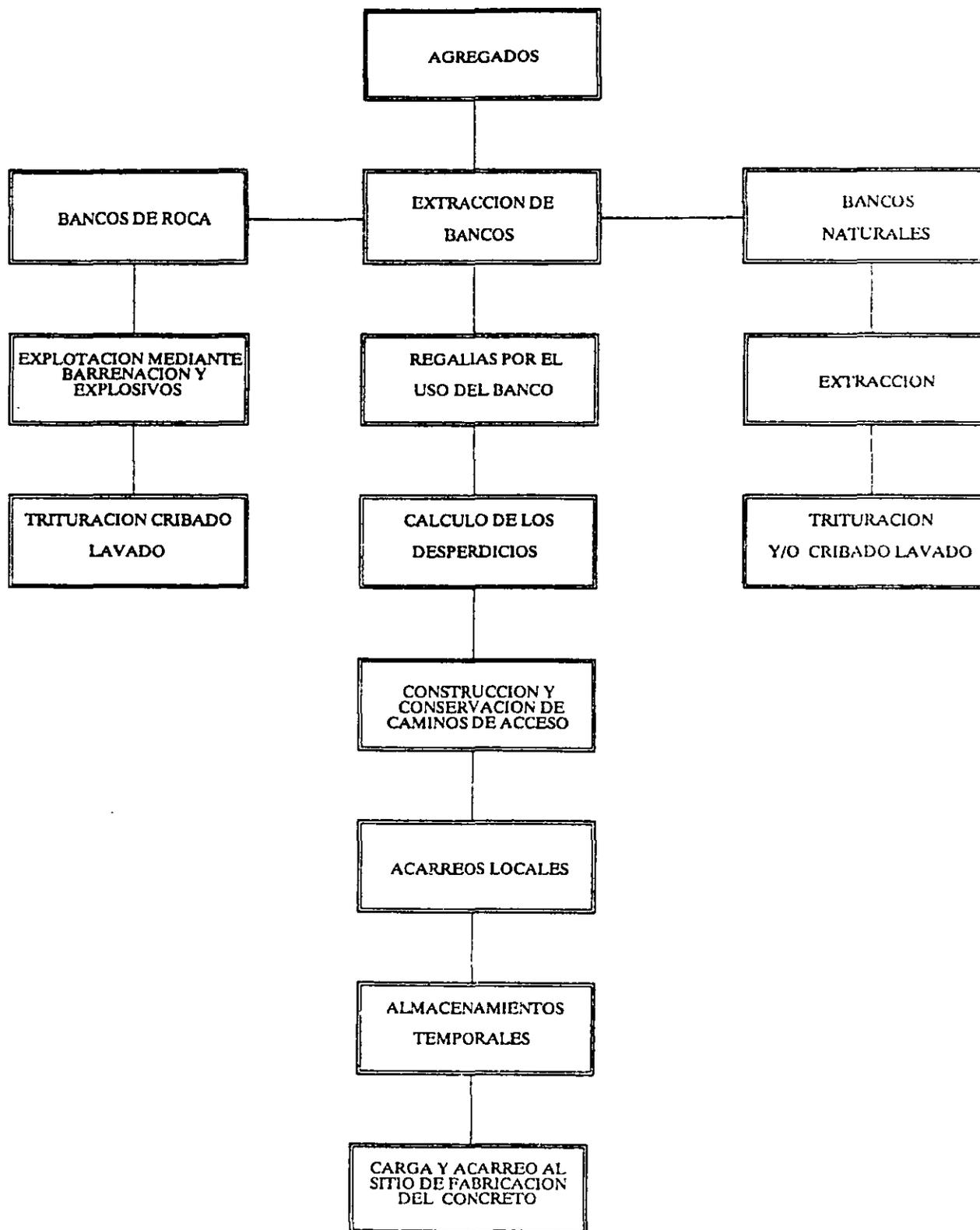
- Fabricación y colocación de concreto en el revestimiento de canales.

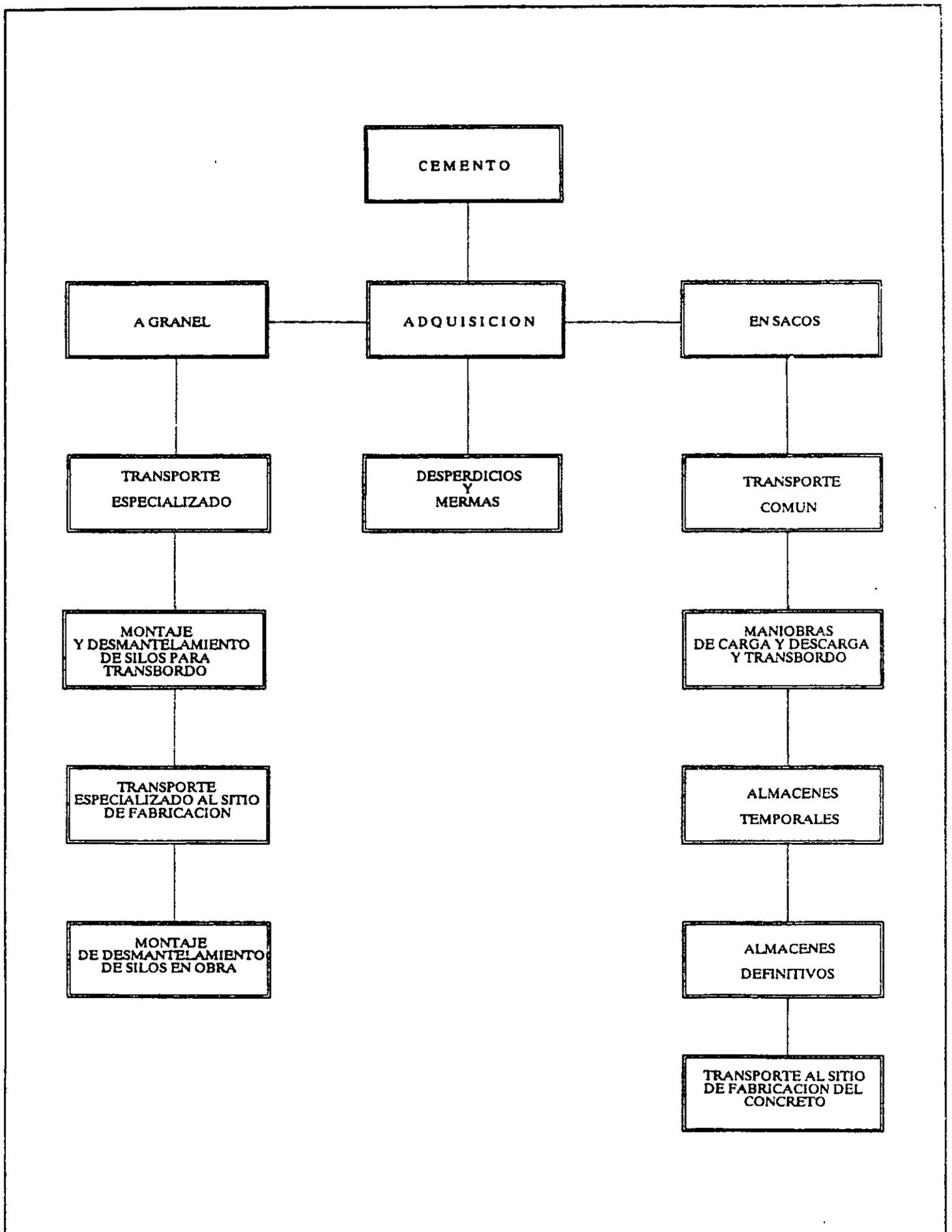
### **1.4 Obras Marítimas y portuarias.**

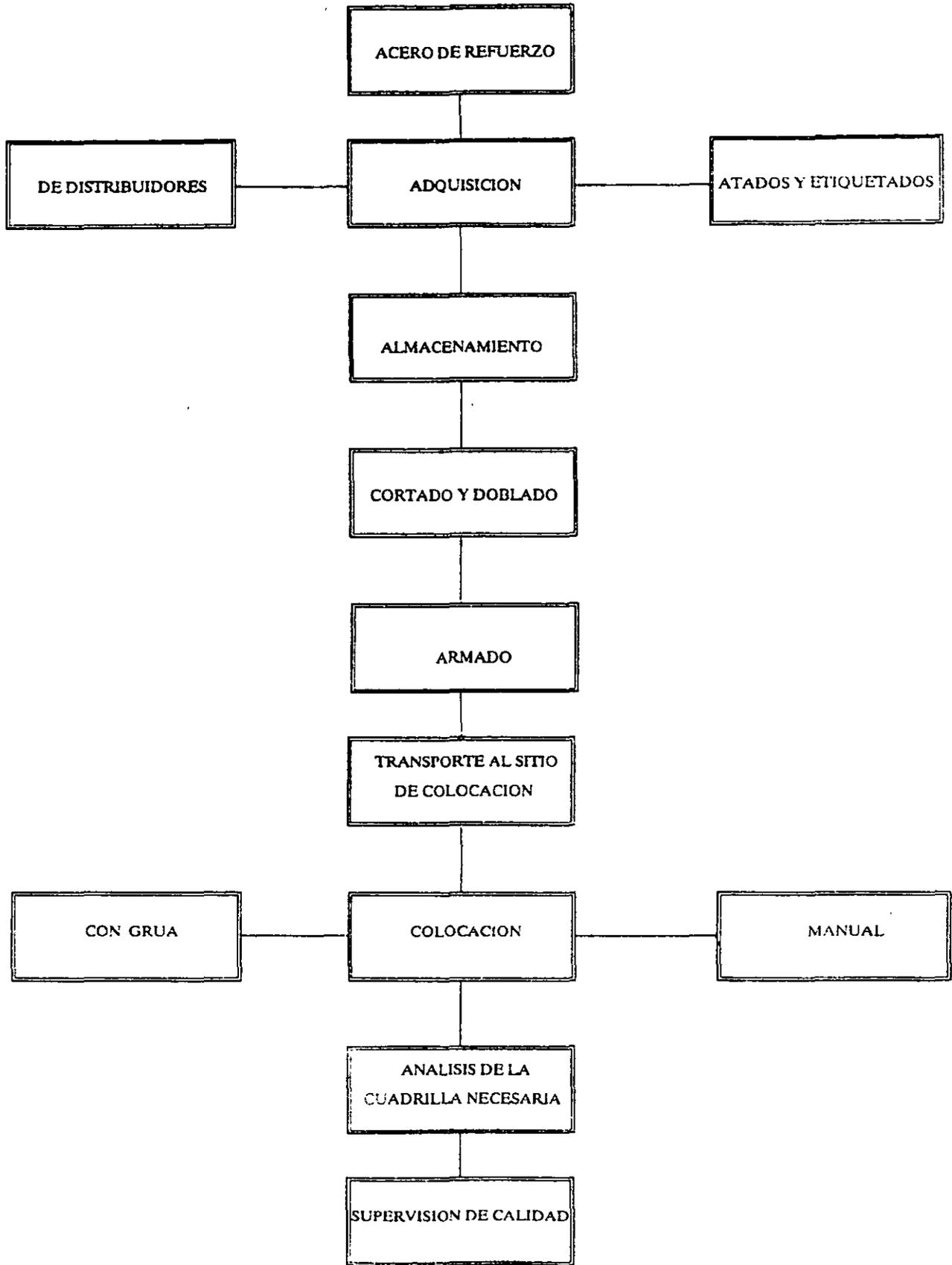
- Fabricación y colocación de tetrapodos de concreto simple en escolleras.
- Fabricación y colocación de concreto  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$  en superestructura del muelle.

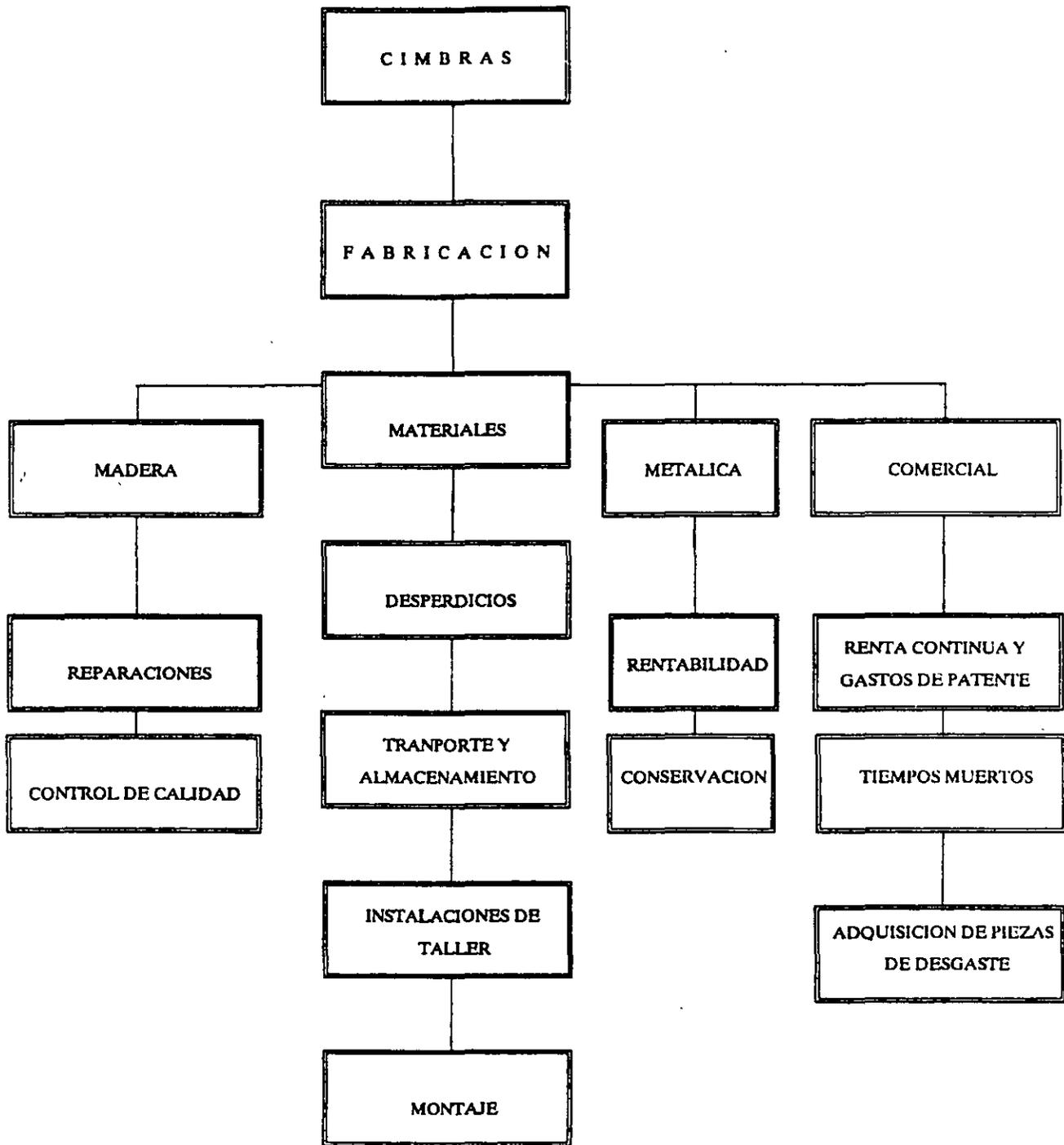
## **2.- Fabricación y colocación de concreto hidráulico.**

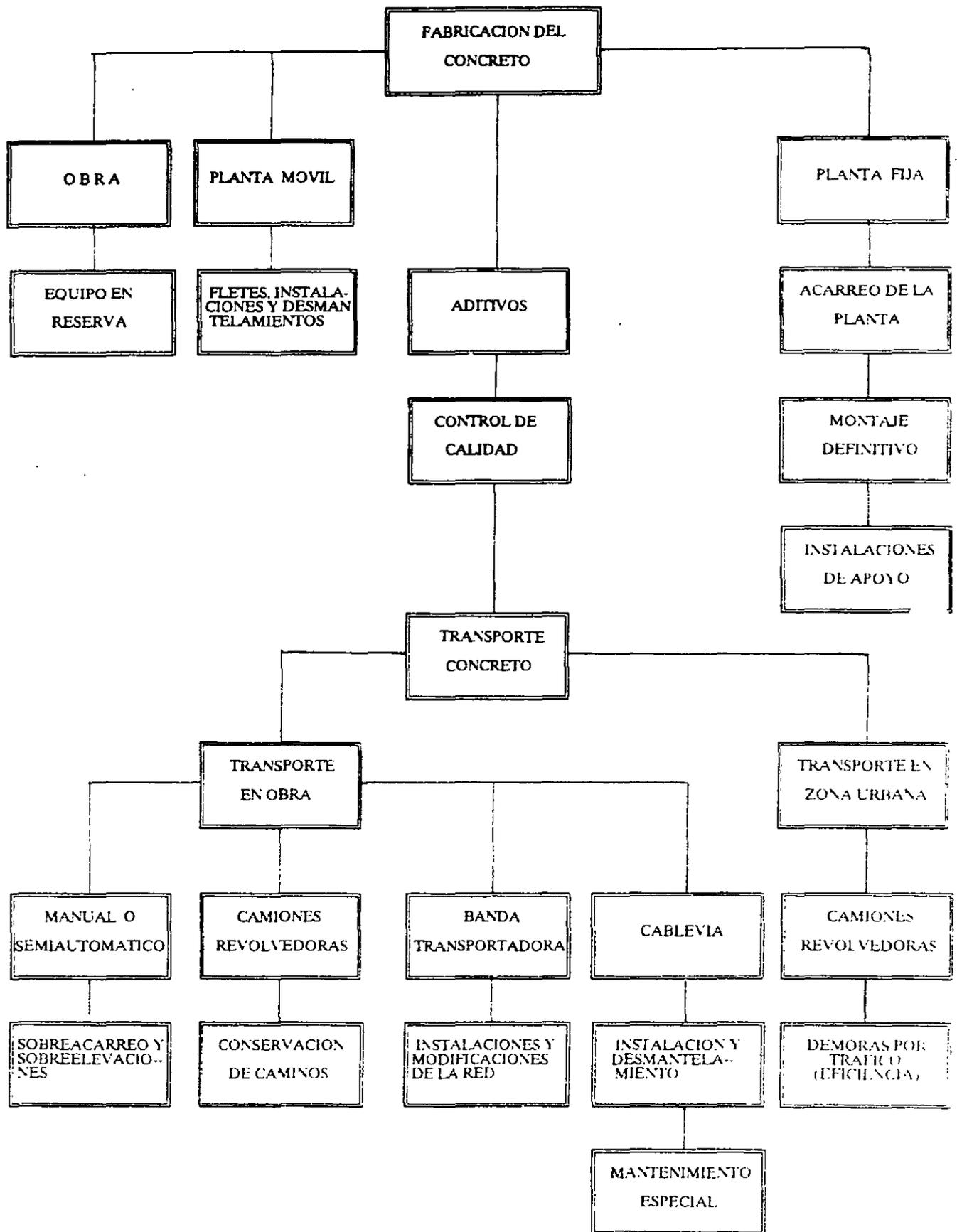
El procedimiento constructivo de estructuras de concreto involucra un sinnúmero de actividades que van desde la adquisición de los materiales hasta el acabado final y cuyas variantes son numerosas dependiendo del campo, tipo de obra y concepto de que se trate. En los cuadros que se presentan a continuación se muestra este proceso con sus principales actividades y consideraciones las cuales deberá tener plenamente presente el analista de costos al elaborar un precio unitario referente a concreto.











COLOCACION DE  
CONCRETO

MANUAL

CANALES

BOMBEO

GRUAS

BANDAS

TROMPAS

SOBRE ACA-  
RREOS Y SO-  
BRE ELEVA-  
CIONES

DESPERDICIO  
POR DISGRE-  
GACION

MANTIENI-  
MIENTO Y  
CRECIMIEN-  
TO DE LA  
RED

HORAS OCIO-  
SAS DE EQUI-  
PO ENTRE CO-  
LADOS

INSTALACIO-  
NES Y MODIFI-  
CACIONES  
A LA RED

HORAS OCIO-  
SAS DEL EQUI-  
PO DE SUJE-  
CION

ANALISIS DE LA  
CUADRILLA NECESARIA

TIPO DE CURADO

SUPERVISION  
DE  
CALIDAD

**EJEMPLO:** Fabricación y colocación de concreto armado en estructuras.

**ESPECIFICACIONES:** El precio unitario analizado para este concepto incluye:

- Fabricación de grava y arena por trituración con acarreo a un kilómetro.
- Suministro de arena de bancos naturales en caso de no ser suficiente la obtenida por trituración con acarreo a un kilómetro.
- Suministro de cemento incluyendo adquisición, fletes, maniobras, almacenamiento y acarreo de un kilómetro dentro de la obra.
- Suministro del agua necesaria con acarreo a un km.
- Suministro y colocación de fierro de refuerzo incluyendo adquisición, fletes, maniobras, almacenamiento y acarreo de un kilómetro dentro de la obra.
- Suministro, fabricación, colocación y remoción de formas de madera para la cimbra del concreto.
- Los desperdicios de todos los materiales anteriores.
- Fabricación y colocación del concreto.
- Curado del concreto.

**ANALISIS DEL EQUIPO BASICO:** Por tratarse de un problema interesante de analizar conjuntamente procedimientos de construcción, rendimiento de maquinaria, selección de los equipos y análisis de precios unitarios, vamos a suponer en esta oportunidad un caso de estudio:

Se trata de colocar 100,000 m<sup>3</sup> de concreto f'c = "X" kg/cm<sup>2</sup> en una serie de estructuras importantes en un periodo de 29 meses. El rendimiento necesario a partir del cual buscaremos los equipos adecuados será:

$$R = \frac{100,000 \text{ m}^3}{29 \text{ meses} \times 200 \text{ horas/mes}} = 17.24 \text{ m}^3/\text{hora}$$

**I).- Selección de la planta dosificadora:**

Considerando un factor de eficiencia de 0.75 y que es conveniente que la planta tenga una capacidad instalada del orden de 1.20 de la máxima demanda instantánea, necesitaremos que tenga una capacidad de:

$$\frac{17.25 \text{ m}^3/\text{hora} \times 1.20}{0.75} = 27.58 = 28 \text{ m}^3/\text{hora}$$

Una planta dosificadora con especificaciones de 40-60 yd<sup>3</sup>/hora es la que necesitamos ya que:

$$40 \text{ yd}^3/\text{hora} \times 0.765 \text{ m}^3/\text{yd}^3 = 30.60 \text{ m}^3/\text{hora}$$

El personal requerido para operarla es:

En silo de cemento y su dosificador.

1 Operador y 1 ayudante.

En las tolvas de agregados y su dosificador.

1 Operador y 2 ayudantes.

El costo horario de este equipo se calculó en: 218,000.00 UM/h.e.

## 2).- Selección de la planta de trituración.

Puesto que tenemos considerada una producción necesaria de concreto de 28 m<sup>3</sup>/hora y se requiere aproximadamente 2 tons. de agregados por m<sup>3</sup>., la producción de la planta de trituración deberá ser igual a:

$$28 \text{ m}^3/\text{hora} \times 2 \text{ tons./m}^3 = 56 \text{ tons./hora.}$$

Para un concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  se pide la siguiente granulometría:

MALLA DE	AGREGADOS NATURALES % RETENIDO	MATERIALES TRITURADOS % RETENIDO
3"	1	210
2"	2	218
1-1/2"	3	526
1"	44	34
3/4"	58	44
3/8"	64	54
No. 4	6	963
No. 30	9	590
No. 100	10	0100

El material en greña del río de donde se va a obtener tiene la siguiente granulometría:

MATERIAL COMPREN DIDO ENTRE:	PORCENTAJE INDIVIDUAL	PORCENTAJE ACUMULADO
8" y 3"	9.3	9.3
3" y 1-1/2"	17.4	26.7
1-1/2" y 3/4"	21.6	48.3
3/4" y 3/8"	13.6	61.9
Arena menos de 3/8"	38.1	100.0

De un estudio entre ambas condiciones se obtuvo una planta que está compuesta básicamente por una trituradora primaria de quijadas 15x24 misma que es manejada por un operador, un ayudante y 5 peones y tiene un costo horario de 135,000.00 UM/h.e.

### EQUIPO CONSIDERADO:

Draga de arrastre de 2-1/2 yd <sup>3</sup> .	190,000.00 UM/h.e.
Cargador frontal de 1.34 m <sup>3</sup> .	40,000.00 UM/h.e.
Planta de trituración equipada con cribas y lavado.	135,000.00 UM/h.e.
Camión volteo 6m <sup>3</sup> operando.	21,000.00 UM/h.e.
Camión volteo en reserva.	16,000.00 UM/h.e.
Planta dosificadora (940-60 yd <sup>3</sup> /hora).	218,000.00 UM/h.e.
Bomba de concreto (incluye tubería).	36,000.00 UM/h.e.
Vibrador de gasolina.	1,500.00 UM/h.e.
Camión de redilas de 10 tons.	
Operando.	25,000.00 UM/h.e.
En reserva.	20,000.00 UM/h.e.
Camión de pipa de 5000 lts.	
Operando.	20,000.00 UM/h.e.
En reserva.	15,000.00 UM/h.e.
Bomba centrífuga de 2".	2,000.00 UM/h.e.

### ANALISIS DEL CONCEPTO.

#### I).- AGREGADOS

La extracción del material en greña del lecho del río se hará con una draga de 2-1/2 yd<sup>3</sup> de capacidad, cuyo rendimiento óptimo con giro de 90°, 100% de corte óptimo excavando material constituido por arena y grava mezcladas que dan un factor de llenado de cucharón de 0.9 es de:

$$295 \text{ yd}^3/\text{h} \times 0.90 \times 0.765 = 203 \text{ m}^3/\text{hora (medido en banco)}$$

Como el material se encuentra saturado de agua, el rendimiento se reduce en proporción inversa a los pesos volumétricos del material seco y húmedo y suponiendo además una eficiencia de 75%, el rendimiento real será:

$$0.75 \times 203 \text{ m}^3/\text{hora} \times \frac{1540 \text{ kg/m}^3}{1900 \text{ kg/m}^3} = 124 \text{ m}^3/\text{hora (medido en banco)}$$

Cargo por extracción con draga:

$$\frac{190,000.00 \text{ UM/h.e.}}{123.46 \text{ m}^3/\text{hora}} = 1,538.90 \text{ UM/m}^3$$

Acarreo a un kilómetro de descarga:

Capacidad de los camiones:

$$6 \text{ m}^3 \times 1.9 = 11.4 \text{ tons.}$$

Capacidad por peso = 10 tons. =  $10/1.9 = 5.26 \text{ m}^3$  (limitación por peso)

Ciclo de camiones:

$$\text{Carga} \cdot \frac{5.26 \text{ m}^3 \times 60 \text{ min./hora.}}{124 \text{ m}^3/\text{hora.}} = 2.56 \text{ min.}$$

Ida a 15 Km/h, ya considerada como velocidad media con coeficiente de eficiencia.

$$\frac{1 \text{ Km} \times 60 \text{ min./h.}}{15 \text{ Km/h.}} = 4.00 \text{ min}$$

Regreso a 30 Km/h (Idem)

$$\frac{1 \text{ Km} \times 60 \text{ min./h.}}{30 \text{ Km/h.}} = 2.00 \text{ min}$$

Viraje y descarga = 1.00 min.

Acomodo en la carga = 0.50 min.

SUMA:                       
= 10.04 min.

No. de camiones para balancear:

$$\frac{10.04}{2.54} = 3.95 \quad = 4 \text{ camiones.}$$

Costo de los camiones.

4 camiones operando	x	21,000.00 UM	=	84,000.00 UM/h.e.
1 camiones en reserva	x	16,000.00 UM	=	16,000.00 UM/h.e.
		SUMA		<u>100,000.00 UM/h.e.</u>

Cargo por acarreo a un kilómetro y descarga:

$$\frac{100,000.00 \text{ UM/h.e.}}{123.46 \text{ m}^3/\text{hora.}} = 809.97 \text{ UM/m}^3$$

Cargo unitario por extracción, carga y acarreo a un kilómetro

$$1,532.00 + 809.97 = 2,341.97 \text{ UM/m}^3$$

Como un metro cúbico de material seco tiene un peso volumétrico de 1.54 ton/m<sup>3</sup>, y un metro cúbico de concreto, requiere de 2 toneladas, el cargo por este concepto por metro cúbico de concreto será igual a:

$$\frac{2,341.97 \text{ UM/m}^3 \times 2 \text{ ton/m}^3}{1.54 \text{ ton/m}^3} = 3,041.52 \text{ UM/m}^3 \text{ concreto}$$

Trituración, lavado y clasificación:

El rendimiento de la planta es de 56 tons/hora, por lo tanto con las mismas consideraciones anteriores:

$$\frac{135,000.00 \text{ UM/h.e.} \times 2 \text{ tons/m}^3}{56 \text{ ton/hora}} = 4821.43 \text{ UM/m}^3 \text{ concreto}$$

$$\text{Desperdicio en la trituración (5\%)} = 241.07 \text{ UM/m}^3 \text{ concreto}$$

Se debe tener un cargador de  $1.34 \text{ m}^3$  permanentemente para cargarla:

$$\frac{40,000.00 \text{ UM/h.e.} \times 2 \text{ ton/m}^3}{56 \text{ ton/hora}} = 1,428.56 \text{ UM/m}^3 \text{ concreto}$$

Acarreo de la trituradora a la planta dosificadora (para no repetir, utilizamos el análisis anterior).  
=  $3,036.00 \text{ UM/m}^3$  concreto

Cargo unitario del concepto  
(I) agregados =  $12,568.58 \text{ UM/m}^3$  concreto

## II).- SUMINISTRO DE CEMENTO:

Precio de adquisición puesto LAB en la estimación de ferrocarril distante 1 km.  
de la obra =  $100,000.00 \text{ UM/ton}$ .

1a. Maniobra.- Descarga del furgón y carga al camión.

Una cuadrilla de 6 peones y un cabo pueden mover 6 ton/hora por lo que:

$$\begin{array}{rcl} 6 \text{ peones} & \times & 12,000.00 \text{ UM} & = & 72,000.00 \text{ UM} \\ 1 \text{ cabo} & \times & 18,000.00 \text{ UM} & = & \underline{18,000.00 \text{ UM}} \\ & & & & 90,000.00 \text{ UM} \end{array}$$

$$\frac{90,000.00 \text{ UM/día}}{8 \text{ horas/día} \times 6 \text{ ton/hora}} = 1,875.00 \text{ UM/ton.}$$

El costo del camión parado será:

$$\frac{20,000.00 \text{ UM/h.e.}}{6 \text{ ton/hora}} = 3,333.00 \text{ UM/ton.}$$

Acarreo a 1 km

$$\begin{array}{ll} \text{Ida a } 20 \text{ km/h.} & 3.0 \text{ min.} \\ \text{Regreso a } 30 \text{ km/h.} & \underline{2.0 \text{ min.}} \\ & 5.0 \text{ min.} \end{array}$$

Por lo que:

$$\frac{25,000.00 \text{ UM/h.e.} \times 5,0 \text{ min.}}{10 \text{ ton} \times 60 \text{ min.}} = 208.33 \text{ UM/ton.}$$

$$\text{Sub total 1a maniobra} = 5,416.33 \text{ UM/ton.}$$

2a Maniobra: Almacén de la obra:

$$\text{Descarga del camión (igual a la carga)} = 1,875.00 \text{ UM/ton.}$$

$$\text{Camión parado en la descarga} = 3,333.00 \text{ UM/ton.}$$

Almacenamiento.- Supongamos un consumo de  $0.3 \text{ ton/m}^3$  de concreto y la necesidad de tener guardado por seguridad el consumo de una semana.

$$\frac{100,000 \text{ m}^3 \times 0.3 \text{ ton/m}^3}{29 \text{ meses} \times 4 \text{ semanas}} = 258.6 \text{ ton/semana.}$$

Suponiendo un área de bodega necesaria de  $4 \text{ m}^2/\text{ton}$  que debe amortizarse en toda la obra y cuyo costo por  $\text{m}^2$  es de  $= 25,000.00 \text{ UM/m}^2$

$$\frac{258 \text{ ton} \times 4 \text{ m}^2/\text{ton} \times 25,000.00 \text{ UM/m}^2}{100,000 \text{ m}^3 \times 0.3 \text{ ton/m}^3} = 862.00 \text{ UM/ton.}$$

$$\text{Sub total 2a maniobra} = 6,070.00 \text{ UM/ton.}$$

### RESUMEN

Adquisición	100,000.00 UM/ton.
1a maniobra	5,416.00 UM/ton.
2a maniobra	6,070.00 UM/ton.
	<hr/>
	111,486.00 UM/ton.
3% Desperdicio	3,344.50 UM/ton.
SUMA	<hr/>
	114.830.00 UM/ton.

Cargo unitario por el concepto (II) suministro de cemento.

$$114,830.00 \text{ UM/ton.} \times 0.3 \text{ ton/m}^3 = 34,448.22 \text{ UM/m}^3 \text{ concreto.}$$

### III).- SUMINISTRO DE AGUA.

Se ha visto la forma de analizar el concepto de suministro de agua en el concepto TERRAPLENES cuyo costo resultó de 6,167 UM/m<sup>3</sup> de agua. Supongámoslo igual para este caso, suponiendo un consumo de 175 lts. de agua por m<sup>3</sup> de concreto.

Cargo unitario por el concepto (III) suministro de agua.

$$6,167 \times 0.175 = 1,079.22 \text{ UM/m}^3 \text{ concreto.}$$

### IV).- SUMINISTRO Y COLOCACION DE FIERRO DE REFUERZO.

Se supone para nuestro caso de estudio un consumo de 0.2 ton/m<sup>3</sup> de concreto.

precio de adquisición puesto (como el cemento) LAB. en la estación de ferrocarril = 650,000.00 UM/ton.

Como para efectos de conocer la forma de análisis ya se manejaron las diferentes maniobras en el concepto suministro de cemento, aquí suponemos que se analizó y su costo es de: = 18,000.00 UM/ton.

Suma:	=	<u>668,000.00 UM/ton.</u>
Desperdicio (3%)	=	20,040.00 UM/ton.
SUMA	=	<u>688,040.00 UM/ton.</u>

Colocación:

Corte y doblado de varillas.- 1 Fierro y 7 peones rinden 1 tonelada por día.

1 Fierro	x	16,000UM/día	=	16,000.00 UM/día
7 Peones	x	12,000 UM/día	=	84,000.00 UM/día
				<u>100,000.00 UM/día</u>

$$\frac{100,000.00 \text{ UM/día}}{1 \text{ ton/día}} = 100,000.00 \text{ UM/ton.}$$

Colocación y amarre.- Un herrero y 7 peones pueden colocar y amarrar 1.5 ton/día, por lo tanto:

$$\frac{100,000.00 \text{ UM/día}}{1.5 \text{ ton/día}} = 66,666.67 \text{ UM/ton.}$$

Alambre de amarre.- Se requiere aproximadamente 25 kg/ton. con un precio de 800,000.00 UM/ton por lo tanto

$$800,000.00 \text{ UM/ton.} \times 0.025 \text{ ton/ton} = 20,000.00 \text{ UM/ton.}$$

$$\text{SUMA} = \underline{874,706.67 \text{ UM/ton.}}$$

Cargo unitario por el concepto (IV) Suministro y colocación de fierro de refuerzo.

$$874,706.67 \text{ UM/ton.} \times 0.25 \text{ ton/m}^3 \text{ concreto} = 218,676.67 \text{ UM/m}^3 \text{ concreto.}$$

#### V).- CIMBRA DE MADERA

Consideraciones:

- Se requieren 30 pies tablón de madera entre tableros pies derechos, madrinas, etc., para cubrir un metro cuadrado de contacto con el concreto.

- En este proyecto se requiere en un gran promedio cimbrar 2.5 m<sup>2</sup> por cada metro cúbico de concreto.

#### ANALISIS.-

Materiales: Supongamos el millar de pies tablón puestos en obra, incluyendo fletes, maniobras, almacenamiento y pérdidas en 700,000.00 UM

Consideramos 4 usos para la madera y un 40% la cantidad por reponer para reparaciones.

$$\frac{30 \text{ P. T. /m}^2 \times 700.00 \text{ UM/P.T.}}{4 \text{ usos}} = 5,250.00 \text{ UM/m}^2$$

$$40\% \times 5,250.00 \text{ UM/m}^2 = 2,100.00 \text{ UM/m}^2$$

Se requieren 0.25 kg. de herrajes por metro cuadrado.

$$0.25 \text{ kg/m}^2 \times 1500 \text{ UM/kg} = 375.00 \text{ UM/m}^2$$

Se requieren 0.10 Lts. de aceite quemado por m<sup>2</sup>

$$0.10 \text{ Lt/m}^2 \times 120.00 \text{ UM/lit.} = 12.00 \text{ UM/m}^2$$

$$\text{SUMA DE MATERIALES} = 7,737.00 \text{ UM/m}^2$$

Mano de obra:

La cuadrilla de carpintería, estará compuesta por:

1 Oficial de carpintería	x	19,000.00 UM/día	=	19,000.00 UM/día
3 Carpinteros	x	16,000.00 UM/día	=	48,000.00 UM/día
3 Ayudantes.	x	14,000.00 UM/día	=	42,000.00 UM/día
1 Peón	x	12,000.00 UM/día	=	12,000.00 UM/día
		<b>SUMA</b>		<u>121,000.00 UM/día</u>

Fabricación y ensamble.- Rendimiento teórico de la cuadrilla 30 m<sup>2</sup>/día. Suponiendo una eficiencia de 0.75

$$\frac{121,000.00 \text{ UM/día}}{0.75 \times 30 \text{ m}^2/\text{día} \times 4 \text{ usos}} = 1,344.44 \text{ UM/m}^2$$

Cimbrado.- rendimiento teórico: 55 m<sup>2</sup>/día.

$$\frac{121,000.00 \text{ UM/día}}{0.75 \times 55 \text{ m}^2/\text{día}} = 2933.33 \text{ UM/m}^2$$

Descimbrado y limpieza.- Rendimiento teórico de la cuadrilla 65 m<sup>2</sup>/día.

$$\frac{121,000.00 \text{ UM/día}}{0.75 \times 65 \text{ m}^2/\text{día}} = 2,482.00 \text{ UM/m}^2$$

Reparaciones.- Rendimiento teórico de la cuadrilla 48 m<sup>2</sup>/día

$$\frac{121,000.00 \text{ UM/día}}{0.75 \times 48 \text{ m}^2/\text{día}} = 3,361.00 \text{ UM/m}^2$$

$$\text{SUMA DE MANO DE OBRA:} = 7,187.00 \text{ UM/m}^2$$

$$+ 3\% \text{ herramienta.} = 216.00 \text{ UM/m}^2$$

$$\text{SUMA} = 15,140.00 \text{ UM/m}^2$$

SUMA DE MATERIALES Y MANO DE OBRA:

Cargo unitario por el concepto (V) Cimbra Madera.

$$15,140.00 \text{ UM/m}^2 \times 2.5 \text{ m}^3/\text{m}^3 \text{ Concreto} = 37,850.00 \text{ UM/m}^2 \text{ concreto.}$$

#### VI) FABRICACION Y COLOCACION DEL CONCRETO.

- Fabricación.- Esta será hecha en la planta dosificadora con una producción de 17.25 m<sup>3</sup>/hora por lo tanto:

$$\text{Cargo por dosificadora} \frac{218,000.00 \text{ UM/h.e.}}{17.25 \text{ m}^3/\text{h}} = 12,637.68 \text{ UM/m}^3$$

- Transporte.

Tiempo de carga

$$\frac{4 \text{ yd}^3 \times 0.765 \text{ m}^3/\text{yd}^3 \times 60 \text{ min/h}}{17.25 \text{ m}^3/\text{h}} = 10.64 \text{ min.}$$

Ida a 15 km

$$\frac{1.0 \text{ km} \times 60 \text{ min/h.}}{15 \text{ km/h}} = 4.00 \text{ min.}$$

Regreso a 30 km/h.

$$\frac{1.0 \text{ km} \times 60 \text{ min/h}}{30 \text{ km/h}} = 2.00 \text{ min.}$$

Tiempo de descarga = tiempo de carga = 10.64 min.

Maniobras de vuelta, acomodo y lavado de la revoladora = 3.00 min.

SUMA 30.28 min.

No. de camiones para balancear.

$$\frac{30.28}{10.64} = 2.84 = 3 \text{ camiones}$$

Cargo por acarreo en camiones revoladora:

$$\frac{3 \times 30,811.00 \text{ UM/h.e.}}{17.25 \text{ m}^3/\text{h}} = 5,358.00 \text{ UM/m}^3$$

- Colocación del concreto.

$$\text{Cargo por bomba } \frac{36,000.00 \text{ UM/h.e.}}{17.25 \text{ m}^3/\text{h}} = 2,087.00 \text{ UM/m}^3$$

Se necesita además la siguiente cuadrilla

15 peones	x	12,000.00 UM/día	=	180,000.00 UM/día
2 cabos conc.	x	14,000.00 UM/día	=	28,000.00 UM/día
2 carpinteros	x	16,000.00 UM/día	=	32,000.00 UM/día
		Suma	=	<u>240,000.00 UM/día</u>
		+ 3% herramienta	=	<u>7,200.00 UM/día</u>
		SUMA	=	247,200.00 UM/día

$$\text{Cargo por cuadrilla} \quad \frac{247,200.00 \text{ UM/día}}{8 \text{ hrs/día} \times 17.25 \text{ m}^3/\text{h}} = 1,791.03 \text{ UM/día}$$

- Vibrado: Spongamos que necesitaremos dos vibradores permanentes en los colocados.

$$\text{Cargo por vibrado} \quad \frac{1,500.00 \text{ UM/h.e.} \times 2}{17.25 \text{ m}^3/\text{h.}} = 173.09 \text{ UM/m}^3$$

- Acabados de superficies: Se supone una cuadrilla de 3 albañiles y 3 peones.

3 albañiles	x	14,000.00 UM/día	=	42,000.00 UM/día
3 peones	x	12,000.00 UM/día	=	36,000.00 UM/día
		Suma	=	<u>78,000.00 UM/día</u>
		+ 3% herramienta	=	2,340.00 UM/día
		SUMA	=	<u>80,340.00 UM/día</u>

$$\text{Cargo por acabados} \quad \frac{80,340.00 \text{ UM/día}}{8 \text{ hrs/día} \times 17.25 \text{ m}^3/\text{h}} = 582.00 \text{ UM/m}^3$$

- Curado del concreto:

El curado del concreto se hará con curacreto cuyo precio es de 1,200.00 UM/litro y se colocará a mano con bomba aspersora mediante un peón que rinde 300 m<sup>2</sup>, por cada día. El curacreto se pone a razón de 1 litro por 3.5 m<sup>2</sup> de concreto.

Si suponemos un espesor promedio del concreto de 0.25 m, el cargo por material será:

$$\frac{1,200.00 \text{ UM/litro}}{3.5 \text{ m}^2/\text{litro} \times 0.25 \text{ m}} = 1,371.43 \text{ UM/m}^3$$

El cargo por colocación será:

$$\frac{12,000.00 \text{ UM/día}}{300 \text{ m}^2/\text{día} \times 0.25} = 160.00 \text{ UM/m}^3$$

$$\text{Carga por curado} = 1,531.43 \text{ UM/m}^3$$

$$\text{Carga unitario del concepto (VI) fabricación y colocación del concreto.} = 24,164.00 \text{ UM/m}^3 \text{ concreto.}$$

### RESUMEN

I).- Obtención, trituración, lavado y clasificación de agregados.	12,568.58 UM/m <sup>3</sup> concreto.
II).- Suministro de cemento.	34,449.00 UM/m <sup>3</sup> concreto.
III).- Suministro de agua.	1,079.00 UM/m <sup>3</sup> concreto.
# IV).- Suministro y colocación de fierro de refuerzo	218,676.67 UM/m <sup>3</sup> concreto.
# V).- Cimbra de madera	37,850.00 UM/m <sup>3</sup> concreto.
VI).- Fabricación y colocación de concreto	24,164.00 UM/m <sup>3</sup> concreto.
<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>328,787.25 UM/m<sup>3</sup> concreto.</b>
<b>INDIRECTOS 38%</b>	<b>124,939.15 UM/m<sup>3</sup> concreto.</b>
<b>TOTAL</b>	<b>453,726.40 UM/m<sup>3</sup> concreto.</b>

(#) NOTA: Estos conceptos por ser variables en cada colado suelen analizarse por separado, pero aquí se trató de integrar todos los que intervienen en la fabricación y colocación de concreto.

**EJEMPLO:** Elaboración y colocación de pilotes de concreto de 45 cm. x 45 cm x 5 m.

**ESPECIFICACION.**

El precio estipulado para este concepto comprende el suministro de materiales, mano de obra y equipo necesario para la fabricación y colocación de pilotes de concreto incluyendo el acero de refuerzo. El concreto deberá ser de  $f'c = "X"$  kg/cm<sup>2</sup>.

**EQUIPO.**

Máquina soldadora 300 Amp.	=	3,000.00 UM/h.e.
Grúa 30 ton.	=	110,000.00 UM/h.e.
Martinete.	=	36,000.00 UM/h.e.

**ANALISIS DEL CONCRETO.**

I).- Fabricación y colocación de concreto. En vista de la sección ( $0.45 \times 0.45 = 0.20$  m<sup>2</sup>), un metro cúbico de concreto se logrará con 5 ml. de pilote.

**MATERIALES.**

Acero Estructural (placa)	1.80 Kg.	x	1,400.00 UM/kg	=	2,520.00 UM
tubo de 2" diámetros	5.00 m.	x	4,800.00 UM/m	=	24,000.00 UM
Madera	3.00 P.T.		700.00 UM/pt.	=	2,100.00 UM
Clavo	0.15 kg	x	3,000.00 UM/kg	=	450.00 UM
Soldadura	0.90 kg	x	6,500.00 UM/kg	=	5,850.00 UM
Viga acero H. de 6"	1.20 kg	x	1,400.00 UM/kg	=	1,680.00 UM
Sub-total materiales.					= 36,600.00 UM/pza.

**MANO DE OBRA**

Una cuadrilla formada por:

0.1 Cabo	x	18,000.00 UM	=	1,800.00 UM
1 Soldador	x	16,000.00 UM	=	16,000.00 UM
1 Ayudante	x	14,000.00 UM	=	14,000.00 UM
SUMA				= 31,800.00 UM/día

Tiene un rendimiento diario de 4.5 piezas.

$$\text{Costo de la mano de obra} = \frac{31,800.00 \text{ UM/jor}}{4.5 \text{ pza/jorn.}} = 7,066.66 \text{ UM/pza}$$

$$\text{Costo de la soldadora: } \frac{3,000.00 \text{ UM/h.e.} \times 8 \text{ horas/jorn}}{4.5 \text{ pzas/jorn}} = 5,333.33 \text{ UM/pza}$$

**Herramienta.-**

$$\text{Se considera un 2\% de la mano de obra } 7,066.66 \times 0.02 = 141.33 \text{ UM/pza.}$$

Para presentación de la secuela de análisis suponemos que se han analizado por separado cada uno de los siguientes conceptos.

**CONCRETO:**

Cimbra en pilotes	4.50 m <sup>2</sup> /pza. x 7,200.00 UM/m <sup>2</sup>	= 32,400.00 UM/pza.
Concreto f'c = 250 kg/cm <sup>2</sup>	1.05 m <sup>3</sup> /pza. x 99,000.00 UM/m <sup>3</sup>	= 103,950.00 UM/pza.
Colocación del concreto	1.05 m <sup>3</sup> /pza. x 25,000.00 UM/m <sup>3</sup>	= 26,250.00 UM/pza.
		<hr/>
	Importe del Concreto	= 162,600.00 UM/pza

**RESUMEN DEL COSTO DEL CONCRETO :**

Materiales	36,600.00 UM/pza
Mano de obra	7,066.66 UM/pza
Soldadora	5,333.33 UM/pza
Herramienta	141.33 UM/pza
Concreto	<u>162,600.00 UM/pza</u>
Sub-Total (1)	211,741.32 UM/pza

II).- Suministro, habilitado y colocación de acero de refuerzo grado duro en pilotes.

Cada pilote lleva aproximadamente 2.10 m<sup>3</sup>. de concreto y 840 kg. de fierro.

**MATERIALES.**

Compra, transporte y mermas de:

Varilla G. D. ....	0.84 Ton. x 938,400.00 UM/ton	= 788,256.00 UM/pza
Alambre recocido.....	0.03 kg/kg varilla x 840 kg varilla/pza x 1200.00 UM/kg	= 30,240.00 UM/pza
	<b>Materiales</b>	<b>= 818,496.00 UM/pza</b>

**MANO DE OBRA.**

<b>Personal:</b>		
Cabo	0.1 x 18,000.00 UM/día	1,800.00 UM
Fierrero	1 x 16,000.00 UM/día	16,000.00 UM
Ayudante	1 x 14,000.00 UM/día	14,000.00 UM
	<b>Total por día</b>	<b>31,800.00 UM</b>
	<b>Herramienta 2%</b>	<b>636.00 UM</b>
	<b>S U M A</b>	<b>32,436.00 UM</b>

Rendimiento diario = 500 kg  
Carga por mano de obra:

$$\frac{32,436.00 \text{ UM} \times 840 \text{ kg/pza.}}{500 \text{ kg/día}} = 54,492.48 \text{ UM/pza}$$

**RESUMEN.**

<b>MATERIALES</b>	818,496.00 UM/pza
<b>MANO DE OBRA</b>	54,492.48 UM/pza
<b>SUB-TOTAL (II)</b>	<b>872,988.48 UM/pza</b>

III).- Manejo de hincado de pilotes.

**Mano de obra:**

1 Cabo	x	18,000.00 UM	18,000.00 UM
1 Piloteador	x	17,000.00 UM	17,000.00 UM
4 Ayudantes.	x	14,000.00 UM	56,000.00 UM
			<b>91,000.00 UM</b>
		<b>Herramienta (2%)</b>	<b>1,820.00 UM</b>
		<b>S U M A</b>	<b>92,820.00 UM</b>

*Rendimiento diario = 27 mts.*

Cargo por pilote.

$$\frac{92,820.00 \text{ UM} \times 10 \text{ ml/pza.}}{27 \text{ m}} = 34,377.77 \text{ UM/pza}$$

**EQUIPO:**

Grúa	110,000.00 UM/h.e.	x 8 horas	=	880,000.00 UM
Martinete	36,000.00 UM/h.e.	x 8 horas	=	288,000.00 UM
		<b>SUMA</b>		<u>1'168,000.00 UM</u>

*RENDIMIENTO DIARIO - 27 mts.*

$$\text{Cargo por pilote} = \frac{1'168,000.00 \text{ UM} \times 10 \text{ ml/pza.}}{27 \text{ m}} = 432,592.59 \text{ UM/pza}$$

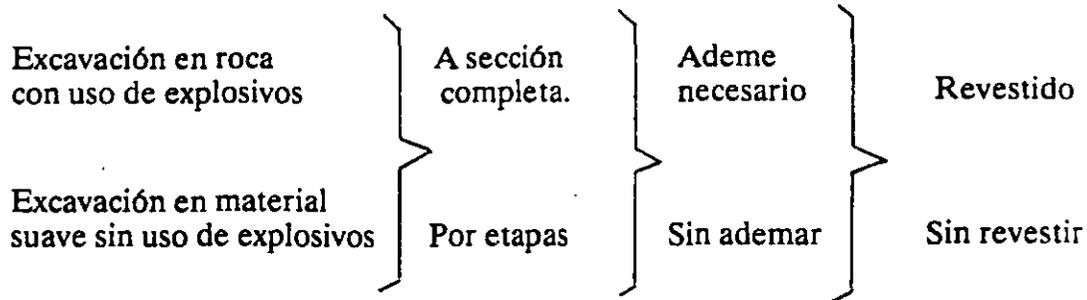
**SUB-TOTAL (III)** 466,970.36 UM/pza

**RESUMEN.**

I).- Fabricacion y colocacion de concreto.	211,741.32 UM/pza
II).- Fierro de refuerzo.	872,988.48 UM/pza
III).- Manejo e hincado de pilotes	466,970.36 UM/pza
<b>COSTO DIRECTO</b>	<u>1'551,700.16 UM/pza</u>
<b>INDIRECTOS (45%)</b>	698,265.07 UM/pza
<b>PRECIO UNITARIO.</b>	<u>2'249,965.23 UM/pza</u>

# TUNELES

## 1. Variantes



2. Algunos conceptos de trabajo aplicables a diferentes tipos de obra y cuyos análisis de costos son similares y pueden agruparse bajo la denominación "tuneles".

### 2.1 Vías de comunicación.

Excavación en cualquier clase de material en el túnel piloto del túnel carretero izquierdo del tramo La Venta-La Marquesa.

### 2.2 Presas.

Excavación Subterránea en cualquier clase de material del cuerpo principal de la casa de máquinas, incluyendo trincheras, ductos y tubos de aspiración.

### 2.3 Urbanización.

Excavación en roca en el cuerpo principal de la lumbrera No. 4 desde el nivel de inicio hasta la profundidad de conexión en el tunel emisor.

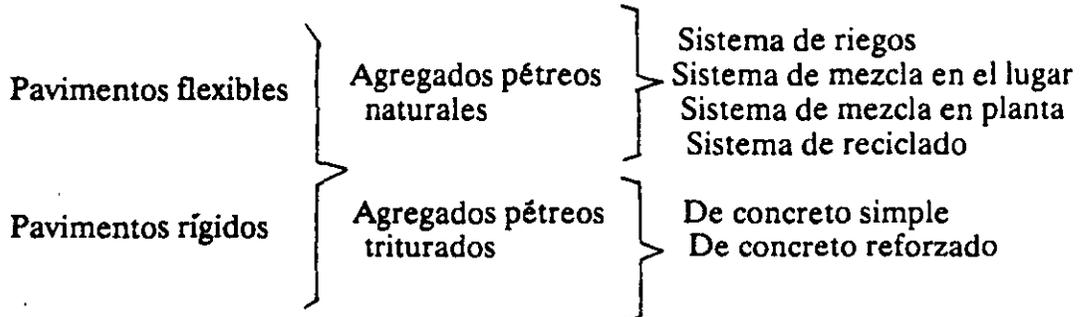
## 3. Especificación Prototipo.

Excavación de túneles, galerías y lumbreras.

Se entenderá por excavación de túneles, galerías y lumbreras, las que se realicen para alojar esas estructuras, o que formen parte de ellas, incluyendo las operaciones de amacise y limpia, la remoción del material producto de las excavaciones a los

## CARPETAS DE CONCRETO

### 1. Variantes.



2. Algunos conceptos de trabajo aplicables a diferentes tipos de obra y cuyos análisis de costos son similares y pueden agruparse bajo la denominación "Carpetas de Concreto".

#### 2.1 Vías de comunicación.

- Construcción de carpetas asfálticas para caminos ó aeropuertos.

#### 2.2 Urbanización.

- Construcción de pavimentos con concreto hidráulico para calles y avenidas.

### 3. Especificación Prototipo

Construcción de carpeta asfáltica por el sistema de 2 riegos con material pétreo del número 2 del banco ubicado a 1050 m de la estación 4 + 450 y material pétreo del número 3b del banco ubicado a 430 m. de la estación 3 + 250.

El concepto incluye el barrido de la base, las operaciones de tendido, planchado, rastreo y remoción de material excedente así como el desmonte y despalle de los bancos, la extracción del material petreo aprovechable y sus desperdicios, instalación y desmantelamiento de la planta de trituración y su operación, incluyendo el cribado y/o lavado y/o eliminación de polvo superficial; carga y descarga de los materiales y acarreos locales así como los materiales asfálticos utilizados incluyendo almacenamiento, desperdicios y las operaciones de riego con petrolizadoras:

La construcción de la carpeta se medirá en m<sup>3</sup> colocados.

#### 4. Procedimiento Constructivo.

##### *4.1 Carpetas asfálticas por el sistema de riegos.*

Se construyen mediante uno, dos o tres riegos de materiales asfálticos, cubiertos sucesivamente con capas de materiales pétreos de diferentes tamaños triturados y/o cribados.

Antes de proceder a la construcción de la carpeta se procede a un barrido de la superficie de la base con objeto de eliminar todo el polvo y materias extrañas que se encuentren en la superficie; y posteriormente se aplica un riego de impregnación con material asfáltico con objeto de impermeabilizar y luego de éste un riego de liga para favorecer la adherencia entre la base y la carpeta. Esta operación se realiza por medio de petrolizadoras que permiten distribuir el material asfáltico en la cantidad y proporciones indicadas uniformemente y a la temperatura adecuada.

Las carpetas se pueden construir desde un riego asfáltico cubierto con arena, hasta tres riegos de material asfáltico, cubierto cada riego con un producto pétreo que puede variar desde 1 1/2" hasta 3/8". El número de los riegos cubiertos respectivamente con material pétreo determina la denominación de la carpeta. Cualquiera que sea el caso, después de aplicar el material asfáltico con una petrolizadora se tiende el material pétreo especificado y se rastrea y plancha antes de colocar la siguiente capa.

##### *4.2 Carpetas asfálticas por el sistema de mezcla en el lugar.*

Se construyen en la carretera, aeropista o plataforma de trabajo mediante el mezclado, tendido y compactación de materiales pétreos y un material asfáltico.

Las operaciones que se siguen para su construcción son:

- Impregnación de la base con material asfáltico.
- Barrido de la base impregnada.
- Aplicación de un riego de liga con material asfáltico
- Tendido del material pétreo por medio de motoconformadoras
- Secado, si el material pétreo se encuentra demasiado húmedo.
- Mezclado del material pétreo y el material asfáltico con motoconformadora.
- Esparcido de la mezcla con motoconformadoras.
- Compactación de la mezcla con rodillos neumáticos y lisos.

##### *4.3 Carpetas asfálticas por el sistema de planta estacionaria.*

Son las que se construyen mediante el tendido y compactación de mezclas elaboradas en caliente, en una planta estacionaria, utilizando cementos asfálticos.

Las operaciones que se siguen para su construcción son:

- Impregnación de la base con material asfáltico.
- Barrido de la base impregnada.
- Aplicación del riego de liga de material asfáltico.
- Acarreo de la mezcla desde la planta central.
- Esparcido de la mezcla por medio de máquinas pavimentadoras.
- Compactación con rodillos neumáticos y lisos.

En algunos casos posterior a la compactación es necesario aplicar un riego de sello el cual consiste en la aplicación de un material asfáltico, cubierto con una capa de material pétreo, para impermeabilizar la carpeta, protegerla del desgaste y proporcionar una superficie antiderrapante.

#### *4.4 Carpetas de pavimentos rígidos.*

Se construyen a base de losas de concreto hidráulico por lo que su tratamiento para análisis de costos es similar a los mencionados en el inciso referente a "Concretos hidráulicos".

**EJEMPLO:** Riego de impregnación.

#### *ESPECIFICACIONES.*

Aplicación de un asfalto rebajado sobre una superficie o base terminada con objeto de impermeabilizarla y/o estabilizarla para favorecer la adherencia entre ella y la carpeta asfáltica.

El concepto incluye el barrido de la base así como el suministro y regado del asfalto.

#### **EQUIPO:**

Petrolizadora SEAMAN con capacidad de 4300 lts. y barra de riego de 3,66 m. operando.	41,000.00 UM/h.e.
En reserva	34,000.00 UM/h.e.

#### *ANALISIS DEL CONCEPTO.*

##### **a).- Barrido de la superficie.**

Una cuadrilla formada por un cabo y 10 peones pueden barrer 2,000 m<sup>2</sup> por turno

1 cabo	x 18,000.00 UM	= 18,000.00 UM
10 Peones	x 12,000.00 UM	<u>= 120,000.00 UM</u>
	Costo del turno	<u>= 138,000.00 UM</u>

Cargo:  $\frac{138,000.00 \text{ UM/turno}}{2000 \text{ m}^2/\text{turno}} = 69.00 \text{ UM/m}^2$

**b).- Costo del material.**

Se utiliza asfalto rebajado FM-1 cuyo costo puesto en obra puede suponerse de 150,000.00 UM/litro y se utilizan 1.5 litros por metro cuadrado. Consideremos además un desperdicio de 5%.

Cargo:  $150.00 \text{ UM/litro} \times 1.5 \text{ lts./m}^2 \times 1.05 = 236.25 \text{ UM/m}^2$

**c).- Aplicación.**

El rendimiento teórico de una petrolizadora puede suponerse transitando a una velocidad de 10 km/hora. Esto quiere decir que con un ancho de barra de 3.66 m. puede hacer 36,600 m<sup>2</sup>. por hora o sea 292.800 m<sup>2</sup> por turno de 8 horas. Suponiendo una eficiencia del 50% por los tiempos de carga y limpia del equipo serían 146,400 m<sup>2</sup>. por turno o sea aproximadamente 18 kilómetros de camino. Como esto no acontece en la realidad puesto que se tienen que impregnar los tramos terminados durante el turno, la maquinaria permanece ociosa una parte importante del mismo.

Vamos a suponer que el tramo por impregnar sea de 18,000 m<sup>2</sup>., esto quiere decir que la máquina trabajará 1 hora y permanecerá ociosa 7 horas, luego entonces el cargo sería:

1 hora operando	x 41,000.00 UM/hora	41,000.00 UM
7 horas ociosa	x 34,000.00 UM/hora	<u>238,000.00 UM</u>
	S U M A:	<u>279,000.00 UM</u>

Cargo:  $\frac{279,000.00 \text{ UM/turno}}{18,000 \text{ m}^2} = 15.50 \text{ UM/m}^2$

## RESUMEN.

a).- Barrido de la base.	69.00 UM/m <sup>2</sup>
b).- Material asfáltico.	236.25 UM/m <sup>2</sup>
c).- Aplicación.	15.50 UM/m <sup>2</sup>
<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>320.75 UM/m<sup>2</sup></b>
<b>INDIRECTOS (45%)</b>	<b>144.34 UM/m<sup>2</sup></b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>465.09 UM/m<sup>2</sup></b>

**EJEMPLO:** Carpetas de concreto asfáltico compactadas al 95%

### ESPECIFICACION.

Se construyen mediante el tendido y compactación de mezclas elaboradas en caliente en una planta estacionaria utilizando materiales pétreos y cementos asfálticos.

El concepto incluye un barrido, la aplicación de un riego de liga sobre la superficie previamente impregnada, utilizando para ello cementos asfálticos, asfaltos rebajados ó emulsiones de rompimiento rápido; la extracción carga y acarreo del material a la planta de trituración y/o cribado, sus desperdicios, lavado, secado de los materiales pétreos, clasificación y dosificación, calentamientos, suministro del cemento asfáltico y su mezclado con los materiales, acarreo de la mezcla al tramo, tendido y compactación y la aplicación de un riego de sello con material 3A o 3E y cemento asfáltico, asfalto rebajado de fraguado rápido o emulsión de rompimiento rápido.

### EQUIPO:

Tractor CAT D-8 o similar.	150,000.00 UM/h.e.
Cargador frontal 2-1/2 yd <sup>3</sup> .	75,000.00 UM/h.e.
Cargador frontal 1 1/2 yd <sup>3</sup> .	50,000.00 UM/h.e.
Planta de trituración con primaria 15 x 36 secundaria y cribas.	135,000.00 UM/h.e.
Camión F-600 operando.	21,000.00 UM/h.e.
Camión F-600 en reserva.	16,000.00 UM/h.e.
Planta de asfalto de 3000 lbs.	195,000.00 UM/h.e.
Finisher SB-111.	85,000.00 UM/h.e.
Aplanadora 8 tons.	24,000.00 UM/h.e.
Rodillo neumático autopropulsado.	30,000.00 UM/h.e.
Espaciador de arena.	12,000.00 UM/h.e.
Aplanadora tandem 4-6 ton.	16,000.00 UM/h.e.

## ANALISIS DEL CONCEPTO

a).- Barrido y riego de liga (igual a riego de impregnación). =  $465.09 \text{ UM/m}^2$

Como la carpeta asfáltica es de 5 cm. de espesor, tenemos  $0.05 \text{ m}^3/\text{m}^2$  por lo tanto el cargo por metro cúbico de carpeta será:

$$\frac{465.09 \text{ UM/m}^2}{0.05 \text{ m}^3/\text{m}^2} = 9,301.08 \text{ UM/m}^3$$

b).- Extracción y carga del material.

Se considera igual al concepto de Sub-Bases y bases solo que para este caso existe un 30% del desperdicio.

$$\text{Cargo: } \frac{(2,000.00 \text{ UM/m}^3 + 3,010.00 \text{ UM/m}^3)}{0.7 \text{ (volumen real)}} = 7,157.14 \text{ UM/m}^3$$

c).- Acarreo local a la planta de trituración. =  $2,750.00 \text{ UM/m}^3$

d).- Trituración y cribado.

Se utiliza la misma planta pero como el material es menor, disminuye su producción a 40 ton. cortas/hora.

$$P = \frac{40 \text{ ton. cortas/h.} \times 0.907 \text{ ton/ton. corta}}{1.6 \text{ ton/m}^3} = 22.67 \text{ m}^3/\text{h.}$$

El volumen medido en terraplén será:

$$22.67 \text{ m}^3/\text{hora} \times 0.9 = 20.40 \text{ m}^3/\text{h}$$

Cargo por trituración y cribado.

$$\frac{135,000.00 \text{ UM/h.e.}}{20.40 \text{ m}^3/\text{h.e.}} = 6,617.65 \text{ UM/m}^3$$

e).- Acarreo local a la planta de asfalto. = 620.00 UM/m<sup>3</sup>

f).- Elaboración de la mezcla en la planta  
Producción de la planta 20 m<sup>3</sup>/hora.

Cargo horario.	Planta	195,000.00 UM/h.e.
	Cargador 1-1/2 yd <sup>3</sup> .	50,000.00 UM/h.e.
		<hr/>
		245,000.00 UM/h.e.

Cargo por equipo:

$$\frac{245,000.00 \text{ UM/h.e.}}{20 \text{ m}^3/\text{hora}} = 12,250.00 \text{ UM/m}^3$$

Cemento asfáltico

$$100 \text{ lts/m}^3 \times 160.00 \text{ UM/lit.} = 16,000.00 \text{ UM/m}^3$$

$$\text{S U M A} = 28,250.00 \text{ UM/m}^3$$

Como el material se reduce al 90% del volumen, el cargo real será:

$$\frac{28,250.00 \text{ UM/m}^2}{0.9} = 31,388.89 \text{ UM/m}^3$$

g).- Acarreo al centro de gravedad del tramo suponiendo que se encuentre a 10 km.

Por facilidad y no repetir cálculos hechos varias veces, tomemos el valor obtenido en el concepto sub-bases y bases.

$$= 8,038.00 \text{ UM/m}^3$$

h).- Extendido de la mezcla

Se emplea un finisher SB-111 que tendrá un rendimiento igual al de la planta (20 m<sup>3</sup>/hora)

$$\text{Cargo: } \frac{85,000.00 \text{ UM/h.e.} \times 0.9}{20 \text{ m}^3/\text{hora.}} = 3,825.00 \text{ UM/m}^3$$

Cuadrilla auxiliar.

$$\begin{array}{r} 1 \text{ cabo} \times 18,000.00 \text{ UM} = 18,000.00 \text{ UM} \\ 6 \text{ peones} \times 12,000.00 \text{ UM} = 72,000.00 \text{ UM} \\ \hline 90,000.00 \text{ UM/turno} \end{array}$$

Rendimiento  $160 \text{ m}^3/\text{turno}$ .

$$\text{Cargo: } \frac{90,000.00 \text{ UM/turno} \times 0.9}{160 \text{ m}^3/\text{turno.}} = 506.25 \text{ UM/m}^3$$

i).- Compactación.

Se emplea una aplanadora de 8 ton. con un rendimiento igual a  $20 \text{ m}^3/\text{hora}$ .

$$\text{Cargo: } \frac{24,000.00 \text{ UM/h.e.} \times 0.9 \text{ m}}{20 \text{ m}^3/\text{hora.}} = 1,080.00 \text{ UM/m}^3$$

j).- Riego de sello

Barrido y riego de sello (igual a impregnación) =  $465.09 \text{ UM/m}^3$

Obtención de material 3A ó 3E

Extracción y carga.  $7,157.14 \text{ UM/m}^3$

Acarreo local a la planta.  $2,750.00 \text{ UM/m}^3$

Trituración.

El rendimiento baja a 20 ton. cortas/hora.

$$P = \frac{20 \text{ ton. cortas/h.} \times 0.907 \text{ ton/ton. corta} \times 0.9}{1.6 \text{ ton/m}^3} = 10.20 \text{ m}^3/\text{h.}$$

Cargo por trituración y cribado.

$$\frac{135,000.00 \text{ UM/h.e.}}{10.20 \text{ m}^3/\text{hora.}} = 13,235.29 \text{ UM/m}^3$$

$$\text{S U M A} = 23,142.43 \text{ UM/m}^3$$

$$\text{Como se utilizan } 10 \text{ lts/m}^2 = 231.42 \text{ UM/m}^2$$

$$\text{SUMA} = 696.51 \text{ UM/m}$$

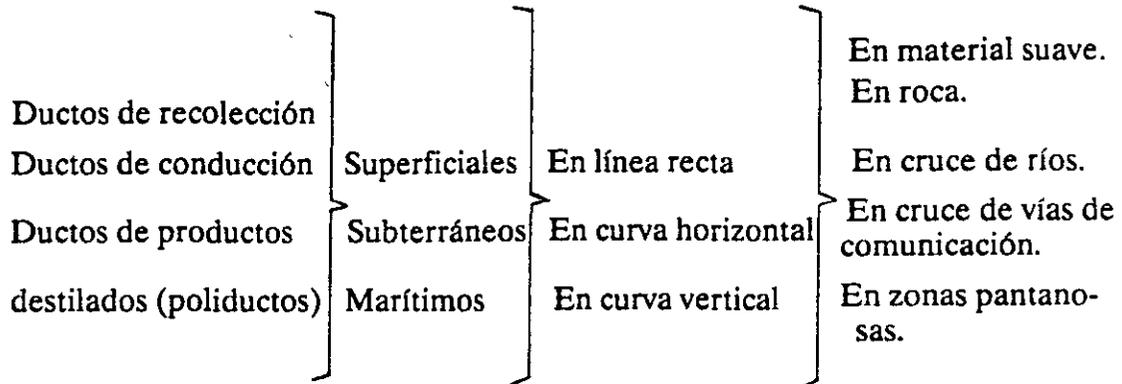
$$\text{Cargo} \quad \frac{696.51 \text{ UM/m}^2.}{0.05 \text{ m}^3/\text{m}^2.} = 13,930.22 \text{ UM/m}^3$$

### RESUMEN.

a).- Barrido y riego de liga.	9,301.08 UM/m <sup>3</sup>
b).- Extracción y carga del material.	7,157.14 Um/m <sup>3</sup>
c).- Acarreos locales.	2,750.00 UM/m <sup>3</sup>
d).- Trituración y cribado.	6,617.65 UM/m <sup>3</sup>
e).- Acarreo a planta de asfalto.	620.00 UM/m <sup>3</sup>
f).- Elaboración de mezcla en planta.	31,388.89 UM/m <sup>3</sup>
g).- Acarreo al tramo.	8,038.00 UM/m <sup>3</sup>
h).- Extendido de la mezcla.	4,331.25 UM/m <sup>3</sup>
i).- Compactación.	1,080.00 UM/m <sup>3</sup>
j).- Riego de sello.	13,930.22 UM/m <sup>3</sup>
	<hr/>
COSTO DIRECTO	85,214.23 UM/m <sup>3</sup>
INDIRECTO (45%)	38,346.40 UM/m <sup>3</sup>
	<hr/>
PRECIO UNITARIO	123,560.63 UM/m <sup>3</sup>

## **DUCTOS DE ACERO**

### **1. Variantes.**



### **2. Algunos Conceptos de Trabajo aplicables a diferentes tipos de obra y cuyos análisis de costo son similares y pueden agruparse bajo la denominación "DUCTOS DE ACERO".**

#### **2.1 Poliductos.**

- Construcción de línea de conducción del sistema de Transporte de petróleo crudo.

#### **2.2 Centrales hidroeléctricas.**

- Construcción de ductos de acero para la conducción a presión de la obra de toma a casa de máquinas.

#### **2.3 Urbanización.**

- Suministro y colocación de tubería de acero para la línea de conducción del sistema de abastecimiento de agua potable.

### **3. Especificación prototipo.**

Instalación de tubería de acero de 710 mm(28")

**PRESUPUESTO**

## **XI. PRESUPUESTO**

El presupuesto de una obra es la determinación del monto total de las erogaciones necesarias para llevar a cabo la ejecución de la misma por parte del constructor, y si este es una empresa privada, deberá incluir su utilidad. Se obtiene de multiplicar el volumen de proyecto de cada concepto por su precio unitario y efectuando la suma de todos. Este debe llenar las siguientes condiciones:

- Que cada parte de la obra corresponda a un concepto o grupo de conceptos de trabajo bien definidos.
- La descripción de estos conceptos debe permitir obtener una idea clara y precisa del trabajo a que se refiere.
- Los análisis de precios unitarios deben ser claros y sencillos.

Los presupuestos varían durante el desarrollo de la obra, debido a las siguientes causas:

- Trabajos extraordinarios
- Modificación de los volúmenes de proyecto
- Actualización de precios unitarios

Se incluye un ejemplo de un presupuesto para una carretera.

En otra parte se explica con detalle lo relativo a la cuantificación de volúmenes de proyecto así como a los análisis de precios unitarios.

PRESUPUESTO  
DE UNA  
CARRETERA

---

RESUMEN

I M P O R T E

---

TERRACERIAS	\$	827'889,251.36
OBRAS DE DRENAJE	\$	797'008,598.70
PAVIMENTOS	\$	1,398'133,074.25
SEÑALAMIENTOS	\$	17'047,186.50
PASO A DESNIVEL SUBESTRUCTURA	\$	233'051,354.74
PASO A DESNIVEL SUPERESTRUCTURA	\$	414'792,914.42
ACCESOS	\$	87'661,125.45
OBRAS COMPLEMENTARIAS	\$	149'053,547.70

---

T O T A L P R E S U P U E S T O \$ 3,924'637,053.12

---

I.V.A. 15% \$ 588'695,557.97

T O T A L \$ 4,513'332,611.09

DESCRIPCION DEL CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
TERRACERIAS				
DESMONTE POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA	HA	1.0000	698,826.21	698,826.21
DESPALMES DESPERDICIANDO EL MATERIAL DE CORTES P.U.D.T.	m <sup>3</sup>	390.0000	4,051.94	1'580,256.60
DESPALMES DESPERDICIANDO EL MATERIAL PARA DESPLANTE DE TERRAPLENES	m <sup>3</sup>	1,150.0000	4,051.94	4'659,731.00
EXCAVACIONES EN CORTES Y ADICIONALES- ABAJO DE LA SUBRASANTE CUANDO EL MATERIAL SE DESPERDICIE.	m <sup>3</sup>	690.0000	9,375.75	6'469,267.50
EXCAVACIONES EN REBAJES DE CORONA Y/O TERRAPLENES EXISTENTES CUANDO EL MATERIAL SE DESPERDICIE.	m <sup>3</sup>	690.0000	9,375.75	6'469,267.50
EXCAVACIONES ABRIENDO CAJA PARA DESPLANTE DE TERRAPLENES CUANDO EL MATERIAL SE DESPERDICIE.	m <sup>3</sup>	3,380.0000	9,375.75	31'690,035.00
EXCAVACIONES EN ESCALONES DE LIGA EN LOS TALUDES DE LOS TERRAPLENES EXISTENTES CUANDO EL MATERIAL SE UTILICE PARA LA FORMACION DE TERRAPLENES.	m <sup>3</sup>	150.0000	8,686.25	1'302,937.50
EXCAVACIONES DE PRETAMOS DEL BANCO - UBICADO A 2,600 MTS. A LA IZQUIERDA - DE LA ESTACION 101+250.	m <sup>3</sup>	48,740.0000	6,589.38	272'426,381.20
COMPACTACION P.U.D.T. DEL TERRENO NATURAL EN EL AREA DE DESPLANTE DE LOS TERRAPLENES PARA 90%	m <sup>3</sup>	2,250.0000	3,790.07	8'527,657.50
COMPACTACION DE LAS TERRACERIAS EXISTENTES CONSTRUIDAS CON ANTERIORIDAD / PARA 95% P.U.O.T.	m <sup>3</sup>	835.0000	3,816.33	3'186,635.55
FORMACION Y COMPACTACION DE TERRAPLENES ADICIONADOS CON SUS CUNAS DE SOBRECUNO PARA 90%	m <sup>3</sup>	25,470.0000	6,069.15	154'581,250.50
FORMACION Y COMPACTACION DE TERRAPLENES ADICIONADOS CON SUS CUNAS DE SOBRECUNO PARA 95%	m <sup>3</sup>	9,890.0000	6,069.15	60'023,893.50
FORMACION Y COMPACTACION DE TERRAPLENES ADICIONADOS CON SUS CUNAS DE SOBRECUNO PARA 100%	m <sup>3</sup>	5,740.0000	6,069.15	34'836,921.00

-----Continua-----

DESCRIPCION DEL CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
FORMACION Y COMPACTACION DE AMPLIACION DE LA CORONA ADICIONADA CON SUS CUNAS DE SOBRECARGO EN TERRAPLENES EXISTENTES PARA 100%.	m <sup>3</sup>	640.0000	6,317.68	4'043,315.20
EXCAVACIONES PARA CANALES DE ENTRADA Y SALIDA A OBRAS DE DRENAJE.	m <sup>3</sup>	1,040.0000	35,125.13	36'530,135.20
SOBREACARREO PARA CUALQUIER DISTANCIA DE MATERIALES DE PRESTAMO DE BANCO PARA LA CONSTRUCCION DE LA CAPA DE SUBRASANTE Y PARA COMPLETAR LA CONSTRUCCION DE TERRAPLEN PARA EL PRIMER KILOMETRO.	m <sup>3</sup>	48,740.0000	884.22	43'096,882.80
SOBREACARREO PARA CUALQUIER DISTANCIA DE MATERIALES DE PRESTAMO DE BANCO PARA LA CONSTRUCCION DE LA CAPA DE SUBRASANTE Y PARA COMPLETAR LA CONSTRUCCION DE TERRAPLEN PARA KILOMETROS SUBSECUENTES.	m <sup>3</sup> -Km	341,180.0000	389.64	132'937,375.20
		SUBTOTAL: 1		827'889,251.36
OBRAS DE DRENAJE				
EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS CUALESQUIERA QUE SEA SU CLASIFICACION Y PROFUNDIDAD.	m <sup>3</sup>	480.0000	28,546.13	13'702,142.40
RELLENOS PARA LA PROTECCION DE OBRAS DE DRENAJE, P.U.O.T.	m <sup>3</sup>	480.0000	6,317.47	3'032,385.60
MAMPOSTERIA DE TERCERA CLASE, PARA CUALQUIER ALTURA CON MORTERO DE CEMENTO P.U.O.T.	m <sup>3</sup>	220.0000	114,598.69	25'211,711.80
CONCRETO HIDRAULICO COLADO EN SECO P. U.O.T. DE F'c=1/2) KG/CM <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	20.0000	248,862.67	4'977,253.40
ACERO DE REFUERZO, VARILLA DE LIMITE-ELASTICO IGUAL O MAYOR DE 2320 KG/CM <sup>2</sup>	Kg	1,720.0000	2,144.41	3'688,385.20
TUBERIA DE CONCRETO REFORZADO DE F'c=280 KG/CM <sup>2</sup> DE ( ) CMS. DE DIAMETRO	Ml	120.0000	237,237.12	28,468,454.40
GUARNICIONES DE CONCRETO HIDRAULICO F'c=200 KG/CM <sup>2</sup> . DE 1,110 cm <sup>2</sup> DE SECCION PARA CAMELLON CENTRAL.	Ml	1,900.0000	23,940.98	45,487,862.00

-----Continua-----

DESCRIPCION DEL CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
GUARNICIONES DE CONCRETO HIDRAULICO - F'c=100 KG/CM <sup>2</sup> DE 138 CM <sup>2</sup> DE SECCION- (BORDILLOS DE 15 CMS. DE BASE MAYOR,- 8 CMS. DE BASE MENOR Y 12 CMS. DE ALTURA), CON AGREGADO MAXIMO DE 3/4"	M1	38,780.0000	5,861.15	227'295,897.00
RECUBRIMIENTO DE CUNETAS CON CONCRETO HIDRAULICO SIMPLE DE F'c=100 KG/CM <sup>2</sup> .- CON AGREGADO DE TAMAÑO MAXIMO DE 3/4"	m <sup>3</sup>	1,510.0000	176,916.41	267,143,779.10
LAVADEROS METALICOS FORMADOS CON TUBO DE LAMINA DE ACERO CON DOBLE CAPA DE CEMENTO ASFALTICO DE 60 CMS. DE DIAMETRO Y CALIBRE No. 16	M1	1,980.0000	89,899.61	178,001,227.80
SUBTOTAL:	2			797'008,598.70

#### PAVIMENTOS

SUB/BASE COMPACTADA AL 100% CON MATERIAL DEL BANCO LA ORDENA UBICADO A -- 14,000 M A LA DERECHA DEL KILOMETRO - 82+700 DE LA CARRETERA QUERETARO-IRAPUATO.	m <sup>3</sup>	6,630.0000	41,594.54	275'771,800.20
BASE COMPACTADA AL 100% CON MATERIAL DEL BANCO LA ORDENA UBICADO A 14,000M A LA DERECHA DEL KILOMETRO 82+700 DE LA CARRETERA QUERETARO-IRAPUATO	m <sup>3</sup>	6,340.0000	45,116.49	286,038,546.60
MATERIAL ASFALTICO, ASFALTO REBAJADO-FM-1 EN RIEGO DE IMPREGNACION.	Lt	49,000.0000	45,116.49	286'038,546.60
MATERIAL ASFALTICO, ASFALTO REBAJADO - FR-3 EN RIEGO DE LIGA.	Lt	16,000.0000	513.86	8'221,760.00
MATERIAL ASFALTICO, ASFALTO REBAJADO-FR-3 EN RIEGO DE SELLO.	Lt	37,000.0000	513.86	19,012,820.00
MATERIAL ASFALTICO?, ASFALTO REBAJADO FR-3 EN CARPETA ASFALTICA POR EL SISTEMA DE MEZCLA EN EL LUGAR.	Lt	539,000.0000	513.86	276'970,540.00
ADITIVO ADIFLEX "GO" PARA ASFALTOS REBAJADOS.	Lt	6,250.0000	10,090.09	63'063,062.50
BARRIDO DE LA SUPERFICIE POR TRATAR.	Ha	3.0000	4'098,766.85	12'296,300.55
CARPETA ASFALTICA CONSTRUIDAS POR EL SISTEMA DE MEZCLA EN EL LUGAR, CON MATERIALES YA PRODUCIDOS Y TRATADOS, -- COMPACTADA AL 95%, MATERIAL DEL BANCO LA ORDENA.	m <sup>3</sup>	4,310.0000	50,772.34	218,828,785.40

-----Continua-----

DESCRIPCION DEL CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
RIEGO DE SELLO CON MATERIALES YA PRODUCIDOS Y TRATADOS UTILIZANDO MATERIAL PETREO 3-A DEL BANCO STA. ROSA-UBICADO A 32,000 MTS. A LA IZQUIERDA DEL KILOMETRO 82+700 DE LA CARRETERA QUERETARO-IRAPUATO	m <sup>3</sup>	300.0000	54,572.00	16'371,759.00
ACARREO DE MATERIALES PETREOS PARA PAVIMENTACION, CUANDO EL VOLUMEN ACARRREADO PARA AL SUB-BASE, BASE Y CARPETA ELABORADA POR EL SISTEMA DE MEZCLA EN EL LUGAR.	m <sup>3</sup> -Km	484,000.0000	389.64	188'585,760.00
ACARREO DE MATERIALES PETREOS PARA PAVIMENTACION, CUANDO EL VOLUMEN ACARRREADO PARA EL RIEGO DE SELLO SE DETERMINE CONFORME A LO SEÑALADO EN EL PARRAFO C DEL INCISO 085-G.03	m <sup>3</sup> -Km	20,000.0000	389.64	7'792,800.00
	SUBTOTAL:	3		1,398'133,074.25
SEÑALAMIENTOS				
FANTASMAS DE CONCRETO HIDRAULICO	Pza	1,070.0000	15,931.95	17,047,186.50
	SUBTOTAL:	4		17,047,186.50
PASO A DESNIVEL SUBESTRUCTURA				
EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS CUALESQUIERA QUE SEA SU CLASIFICACION Y PROFUNDIDAD.	m <sup>3</sup>	1,563.0000	33,765.61	52'775,648.43
MAMPOSTERIA DE TERCERA CLASE, PARA CUALQUIER ALTURA CON MORTERO DE CEMENTO	m <sup>3</sup>	1,298.0000	116,036.91	150'615,909.18
CONCRETO HIDRAULICO COLADO EN SECO DE F'c=250 KG/CM <sup>2</sup> EN CORONAS Y DIAFRAGMAS DE ESTRIBOS.	m <sup>3</sup>	34.0000	233,990.78	7'955,686.52
CONCRETO HIDRAULICO COLADO EN SECO DE F'c=250 KG/CM <sup>2</sup> . PARA REMODELACION DE CORONAS Y DIAFRAGMAS DE ESTRIBOS.	m <sup>3</sup>	12.0000	252,582.08	3'030,984.96
CONCRETO HIDRAULICO COLADO EN SECO DE F'c=250 KG/CM <sup>2</sup> EN CORONAS DE PILAS	m <sup>3</sup>	40.0000	252,119.09	10'084,763.60
ACERO DE REFUERZO, VARILLA DE LIMITE ELASTICO IGUAL O MAYOR DE 4000KG/CM <sup>2</sup>	Kg	4,005.0000	2,144.41	8'588,362.

Continúa





**LOS COSTOS EN LA  
CONSTRUCCION ANTE UN  
PROBLEMA INFLACIONARIO**

### XIII. LOS COSTOS DE LA CONSTRUCCION ANTE UN PROBLEMA INFLACIONARIO

Cuando en un país se aumenta la emisión del billetes más allá de los límites convertibles, esta acción trae como consecuencia que el circulante pierda valor efectivo, y por lo tanto decrece su poder adquisitivo con el consecuente aumento del costo de la vida, además de esto se produce un aumento en la emisión de la deuda de dicho país. A este fenómeno se le conoce con el nombre de INFLACION.

Por otra parte, si el aumento de la deuda externa se enfoca únicamente a abrir el déficit presupetal, descuidando otros aspectos como podría ser la inversión en otros rubros como la industrialización del país o la infraestructura adecuada para producción, el problema inflacionario se ve aún más acentuado.

Otra repercusión del fenómeno de la Inflación se observa en los salarios, pues debido a la falta de control de precios, la gran mayoría de las mercancías suben de valor, teniendo entonces la necesidad de aumentar dichos salarios, lo cual contribuye a complicar en mayor grado el problema, puesto que está vinculado a un nuevo aumento en el costo de la vida.

Para detener el fenómeno inflacionario se han planteado algunas posibles soluciones como son, entre otras, la restricción de las emisiones de billetes, disminución de los gastos del estado, aumento de las exportaciones, devaluación monetaria, etc., aunque dichas soluciones no son fáciles de implementar, sobre todo a corto plazo.

En lo que respecta a la industria de la construcción en México, está tuvo un periodo de auge hasta el año de 1972, debido principalmente a que el incremento de costos era uniforme, y hasta cierto punto predecible.

La Camara Nacional de la Industria de la Construcción proporciona los siguientes índices para el periodo de 1954 a 1972:

Indice de materiales	1972 = 193.70
Indice de mano de obra	1972 = 490.60
Indice de materiales + mano de obra	1972 = 245.81
Los índices anteriores, con base a	1954 = 100

De acuerdo con los datos anteriores se puede observar que en un periodo de 18 años, los costos de los materiales tuvieron un incremento medio de aproximada-

mente 5% anual, la mano de obra del orden del 22% anual, mientras que materiales y mano de obra ponderados observaron un incremento del 8% anual sobre 1954.

A raíz de los diversos trastornos económicos vividos en el mundo, México no fue la excepción, y desde 1973 se comenzó a sentir la presión inflacionaria, lo cual afectó gravemente a la Industria de la Construcción. A partir de esto, Constructores y Contratantes se avocaron a encontrar mecanismos que sirvieron de base para ajustar los costos de Construcción en los contratos, tanto en la Obra Pública como en la Privada.

Además, durante los años de 1972 y 1973, la industria de la Construcción tuvo grandes crecimientos, del orden del 17% y 15.8 respectivamente en relación a 1960, y precisamente en estos dos años dicho crecimiento coincidió con la explosión inflacionaria, lo que provocó una grave escasez de insumos y el consecuente incremento en los costos de una obra.

Por otro lado, las empresas se descapitalizaron rápidamente, además comenzaron a surgir diferencias entre contratantes y contratistas en lo que se refiere a los contratos de obra que se encontraban en proceso, ya que en ellos no se contemplaba el ajuste de los costos.

A causa de todo lo anterior, la actividad constructora decayó notablemente, registrándose un crecimiento durante 1974 de únicamente 5.9% a valores constantes de 1960.

Fue hasta entonces que la Industria de la Construcción empezó a reaccionar, comenzaron a hacerse ajustes a los costos de las obras en proceso, pero estos ajustes fueron inadecuados, y por tanto muy ineficientes, esto se tradujo en una situación incierta y caótica, tanto para contratantes como para contratistas.

Como consecuencia de la situación que se presentaba, en el año de 1975 fué reconocida la necesidad de incluir en los contratos de Obra Pública, los ordenamientos de tipo legal necesarios para el ajuste de los costos de construcción. El gobierno Federal creó entonces una comisión intersecretarial para tratar este asunto, lo que desembocó en la creación de una "Clausula de Ajuste", la cual se presenta a continuación:

*CLAUSULA DE AJUSTE: Cuando los costos que sirvieron de base para calcular los precios unitarios del presente contrato, hayan sufrido variaciones originadas en incrementos en los precios de materiales, salarios, equipo y demás factores que integren dichos costos, que impliquen un aumento superior al 5% del valor total de la obra aún no ejecutada y amparada por este contrato, el contratista podrá solicitar por escrito a la Dependencia el ajuste de los precios unitarios proporcionando los elementos justificativos de su dicho.*

*Con base en la solicitud que presente el contratista, la Dependencia llevará a cabo los estudios necesarios para determinar la procedencia de la petición, en la inteligencia de que dicha solicitud sólo será considerada cuando los conceptos de obra que sean fundamentales estén realizándose conforme al programa de trabajo vigente en la fecha de solicitud, es decir, que no exista en ellos demora imputable al contratista.*

*De considerar procedente la petición del contratista, después de haber evaluado los razonamientos y elementos probatorios que este haya presentado, la dependencia ajustará los precios unitarios, los aplicará a los conceptos de obra que conforme a programa se ejecuten a partir de la fecha de presentación de la solicitud del contratista.*

*Si los costos que sirvieron de base para calcular los precios unitarios del presente contrato han sufrido variaciones originales en la disminución de los precios materiales, salarios, equipos y demás factores que integran dichos costos, que impliquen una reducción superior al 5% del valor de la obra aún no ejecutada, el contratista acepta que la dependencia, oyéndolo, para lo cual le concederá un plazo de 30 días a fin de que manifieste lo que a su derecho convenga, ajuste los precios unitarios como corresponda. Los nuevos precios se aplicarán a la obra que se ejecute a partir de la fecha de la notificación.*

Retomando lo anterior tenemos que cuando una obra de construcción se realiza en la época de condiciones inflacionarias, es necesario la corrección periódica de los costos, ajustándolos a los aumentos generales del mercado.

Para llevar a cabo estos ajustes pueden utilizarse diversos métodos dependiendo de factores como la importancia y magnitud tanto de la obra, las partes que la componen, el criterio que se establezca entre contratante y contratista, etc.

Sea cual sea el método que se utilice, hay que recordar que el costo de una obra, esta compuesto fundamentalmente por salarios, materiales y uso de la maquinaria, y que cada uno de estos conceptos se comporta de manera diferente en el fenómeno inflacionario, puesto que ninguno de los tres sufre el mismo porcentaje de incremento, ni entre ellos mismos existen las mismas variaciones. Esto quiere decir que en el caso de los salarios, el incremento correspondiente a un peón de la construcción no necesariamente es igual al incremento de salario para los operadores de maquinaria pesada o para el personal directivo de una obra. Así mismo, el incremento en el costo de los materiales, no necesariamente será igual para el cemento, el acero, los explosivos, etc., como tampoco el incremento en el costo del equipo será igual para cualquier tipo de máquina.

Un sistema para hacer los ajustes de costos, es mediante el uso de algunas fórmulas como las que se verán más adelante, cuyo lapso de aplicación (mensual, trimestral, semestral o anual) dependerá fundamentalmente de la magnitud de la inflación,

por lo tanto de la necesidad de la pronta recuperación de las inversiones reales efectuadas en la obra. Una consideración importante que se deberá tener es la del volumen de trabajo que supone el realizar todos estos ajustes si la obra en cuestión se maneja con una cantidad importante de precios unitarios.

El criterio para la aplicación de cualquiera de las fórmulas que se utilizan, dependerá de la importancia de la variación de los conceptos ya mencionados de mano de obra, materiales y maquinaria y así puede utilizarse una fórmula sencilla como la a) en donde sólo se toman en cuenta los conceptos globales ya mencionados, ó con una fórmula más complicada como la b) en donde como se explicará más adelante, se toman en cuenta diferentes tipos de salarios, diferentes tipos de materiales y diferentes tipos de máquinas.

La fórmula más simple es la siguiente:

$$a).- PF = Pi \left( 0.55 \frac{Sf}{Si} + 0.30 \frac{Mf}{Mi} + 0.15 \frac{Ef}{Ei} \right)$$

en donde:

Pf = el nuevo valor obtenido en el costo o precio unitario del concepto que se esté analizando.

Pi = costo o precio unitario inicial o de la última revisión si esta es periódica.

$\frac{Sf}{Si}$  = la relación que existe entre el salario inicial al momento de la revisión (Sf) y el salario inicial (Si)

$\frac{Mf}{Mi}$  = La relación que existe entre el costo actualizado de los materiales (Mf) y el costo inicial de los mismos (Mi)

$\frac{Ef}{Ei}$  = El valor actualizado de la maquinaria considerada en forma de renta, depreciación, o valor de adquisición actualizado (Ef) al valor original (Ei)

La fórmula anterior, quiere decir que el costo y precio revisado está afectado en un 55% por salarios, 30% por materiales y un 15% por el uso de la maquinaria, porcentajes que pueden ser fácilmente determinados en cualquier análisis de costos.

Si existen diferencias importantes en los incrementos de salarios, materiales, maquinaria y el uso de alguno de ellos en el concepto que se analice, reviste especial importancia, se puede llegar a fórmulas tan complicadas como la siguiente:

$$b).- Pf = Pi \left( 0.05 \frac{Spf}{Spi} + 0.10 \frac{Sof}{Soi} + 0.05 \frac{Saf}{Sai} + 0.03 \frac{Mcf}{Mci} + 0.07 \frac{Mef}{Mei} + \right. \\ \left. + 0.08 \frac{Maf}{Mai} + 0.07 \frac{Mcef}{Mcei} + 0.20 \frac{Epf}{Epi} + 0.25 \frac{Eaf}{Eai} + 0.10 \frac{Ebf}{Ebi} \right)$$

donde:

spf = Salario actual de los peones

Spi = Salario inicial de los peones

Sof = Salario actual de los operadores de maquinaria pesada

Soi = Salario inicial de los operadores de maquinaria pesada

Saf = salario actual de los empleados que están en la administración de la construcción.

Sai = Salario inicial de los empleados que estan en la administración de la construcción.

Mcf = Precio actual de los combustibles

Mci = Precio inicial de los combustibles

Mef = Valor actual de los explosivos

Mei = valor inicial de los explosivos

Maf = Valor actual del acero

Mai = Valor inicial del acero

Mcef = Valor actual del cemento

Mcei = Valor inicial del cemento

Epf = Valor actual del equipo pesado

Epi = Valor inicial del equipo pesado

Eaf = Valor actual del equipo de acarreo

Eai = Valor inicial del equipo de acarreo

Ebf = Valor actual del equipo de barrenación

Ebi = Valor inicial del equipo de barrenación

En caso de que se este realizando una obra en un país extranjero, existe la necesidad de dividir los análisis de costos en dos grupos que son:

Los pagos que deben hacerse en moneda local y por otro lado los pagos que deben hacerse en divisas extranjeras que generalmente es el dolar americano.

Para ilustrar lo anterior, se transcriben las especificaciones relativas a un proyecto real que se ejecutó en la República de Colombia.

*Los reajustes al valor en moneda nacional y dólares de las estimaciones mensuales del Contrato para compensar los incrementos en costo de mano de obra, equipos y materiales para el trabajo, se harán a las estimaciones mensuales para todos los frentes de trabajo y por grupos, según se define a continuación.*

*Los ítemes de pago se presentan reunidos por frentes de trabajo así:*

*I      Generales*

*II     Excavaciones*

*III    Concretos y aceros*

Las fórmulas que se aplicarán son las siguientes:

1.- Para el frente de trabajo "Generales" la componente en moneda local se reajustará mediante la siguiente fórmula:

$$P_i = P_o \left( 0.45 \frac{S_i}{S_o} + 0.32 \frac{M_i}{M_o} + 0.13 \frac{G_i}{G_o} + 0.10 \right)$$

La componente en dólares se reajustará mediante la siguiente fórmula:

$$D_i = D_o \left( 0.15 \frac{E_i}{E_o} + 0.70 \frac{U_i}{U_o} + 0.15 \right)$$

2.- Para los grupos II "Excavaciones" la componente en moneda local se reajustará mediante la siguiente fórmula:

$$P_i = P_o \left( 0.44 \frac{S_i}{S_o} + 0.23 \frac{C_i}{N_o} + 0.15 \frac{G_i}{G_o} + 0.08 \frac{M_i}{M_o} + 0.10 \right)$$

La componente en dólares se reajustará mediante la siguiente fórmula:

$$D_i = D_o \left( 0.15 \frac{E_i}{E_o} + 0.38 \frac{M_{mi}}{M_{mo}} + 0.07 \frac{S_{pi}}{S_{to}} + 0.25 \frac{U_i}{U_o} + 0.15 \right)$$

3.- Para los grupos III "Concreto y aceros" la componente en moneda local se reajustará mediante la siguiente fórmula:

$$P_i = P_o \left( 0.45 \frac{S_i}{S_o} + 0.13 \frac{C_i}{C_o} + 0.18 \frac{A_i}{A_o} + 0.09 \frac{M_i}{M_o} + 0.05 \frac{G_i}{G_o} + 0.10 \right)$$

*La componente en dólares se reajustará mediante la siguiente fórmula:*

$$D_i = D_o \left( 0.15 \frac{E_i}{E_o} + 0.70 \frac{U_i}{U_o} + 0.15 \right)$$

*Los símbolos en las fórmulas anteriores tienen el siguiente significado.*

*P<sub>i</sub> = Valor ajustado de la componente en moneda local de cada uno de los pagos mensuales que deban hacerse por trabajo ejecutado.*

*P<sub>o</sub> = Valor liquidado a los precios unitarios del contrato de la componente en moneda local de cada uno de los pagos mensuales que deban hacerse por trabajo ejecutado.*

*S = Índice ponderado de mano de obra calculado en la siguiente proporción: diez por ciento (10%) del índice de mano de obra para maestros de obra, cuarenta y cinco por ciento (45%) del índice para oficiales y cuarenta y cinco por ciento (45%) del índice para ayudantes, que aparecen en el "Boletín Mensual de Estadística", publicado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en Bogotá y que durante el año de 1976 han aparecido en la Sección de precios y Salarios, Cuadro 4.6.2 Índice de Costos de materiales y Mano de Obra en la Construcción para la Ciudad de Medellín.*

*M = Índice total de precios de los materiales de construcción en Bogotá, que aparece en la "Revista de Banco de República", publicado mensualmente por dicho Banco en Bogotá, y que durante el año de 1976 ha aparecido en el Cuadro 8.6.1, Índice de Precios de los materiales de construcción en Bogotá columna: resumen total.*

*G = Precio por galón de una mezcla de combustibles y lubricantes constituida en la siguiente forma: noventa por ciento (90%) de aceite combustible (ACPM), ocho por ciento (8%) de gasolina corriente y dos por ciento (2%) de aceite para Carter SAE 30. El precio para la gasolina y el ACPM será el vigente el último día de un mes determinado en una planta distribuidora de Medellín. Para el aceite será el precio al por mayor de una distribuidora de Medellín.*

*N = Precio de venta por un kilo de dinamita Flexabel del sesenta por ciento (60%) en cartuchos de 2.5 cm (1 pulgada) de diámetro producida por la Fábrica de Explosivos Antonio Ricuarte de INDUMIL en Bogotá, para cantidades de 10 toneladas o más, en el último día de un mes determinado. El precio será el de venta en el Almacén.*

*C = Índice de precios del cemento gris (toneladas) en Bogotá, que aparece en la "Revista del Banco de la República", publicada mensualmente por dicho Banco en Bogotá y que durante el año de 1976 ha aparecido con el Cuadro 8.6.1., Índice de Precios de los materiales de construcción en Bogotá, columna minerales no metálicos y sus productos, cemento gris (toneladas).*

*A = Índice de precios de las varillas de hierro de 1/2" (toneladas) en Bogotá, que aparece en la "Revista del Banco de la República", publicada mensualmente por dicho Banco en Bogotá, que durante el año de 1976 ha aparecido en el Cuadro 8.6.1., índice de los Precios de los Materiales de Construcción en Bogotá, columna: hierro y artículos metálicos, varillas 1/2" (toneladas).*

*Di = Valor ajustado de la componente en moneda extranjera de cada uno de los pagos mensuales que deban hacerse por trabajo ejecutado.*

*Do = Valor liquidado a los precios unitarios del Contrato, de la componente en moneda extranjera de cada uno de los pagos mensuales que deban hacerse por trabajo ejecutado.*

*U = Índice para maquinaria y equipo de construcción: Construcción "Machinery and Equipment" (Code 112), tomado de la publicación "Wholesale Prices and Price Indexes", United States Department of Labor, Bureau of Labor Statistics.*

*E = Índice oficial de salarios de empleados en el País de origen del CONTRATISTA. se elegirá de común acuerdo la publicación en donde deberán tomarse estos índices, con base en la información solicitada en la Sección II.2.12 de estos documentos, pero tal índice se afectará mensualmente por la relación que exista entre la tasa de cambio, para un dólar de los Estados Unidos de América y moneda del País de origen del Contratista, en tal forma que se obtenga un índice ponderado con relación al dólar de los Estados Unidos de América.*

*Mn = Índice para "Mining Machinery and Equipment" (Code 1192). Este índice se tomará de la publicación "Wholesale prices and Price Indexes", United States, Department of Labor, Bureau of Labor Statistics.*

*St = Índice para "Steel Mill Products" (Code 1013) tomado de "Wholesale prices and Price Indexes".*

*o = Corresponde a los índices al fin del mes calendario anterior a aquel durante el cual se cierra la Licitación.*

*i = Corresponde al mes calendario para el cual se hace el ajuste.*

## INDICES DE COSTOS

Otro sistema comunmente aceptado para la corrección periódica de costos en épocas inflacionarias es el que se basa en la utilización de Indices de costos, cuyo manejo debe ser cuidadoso, ya que cada uno de los insumos de la construcción puede tener Indices diferentes que no siempre es conveniente agrupar en un solo Índice General.

Se conoce como índice a un número cualquiera de una serie el cual sirve de indicador de los cambios con respecto al tiempo que se producen en una variable, con referencia a una base arbitraria (comunmente se toma como dicha base el 100), y representa el valor de la variable mencionada en un periodo específico previo.

Resumiendo podemos definir al número índice como una medida estadística utilizada para mostrar los cambios sufridos por una variable o grupo de ellas con respecto al tiempo, y en ocasiones en respecto a otros factores que afectan también a dicha variable.

Por lo tanto el índice de costo es la relación entre el costo de un determinado bien o servicio en un periodo dado y el costo del mismo bien pero en otro periodo tomado como base.

$$I_c = \frac{C_n}{C_1} \times 100$$

donde:

$I_c$  = Índice de costo.

$C_n$  = Costo de un periodo (n) dado.

$C_1$  = Costo en el periodo base.

Por ejemplo, tenemos que para octubre de 1987 la varilla del No. 3 (3/8"), tenía un costo de 5,215.00, UM dado que en octubre de 1986 su costo era de 1,807.00 UM el índice correspondiente en base 1986 sera:

$$I_c = \frac{5251.00}{1807.00} \times 100 = 288.60\%$$

De aquí podemos concluir que este producto tuvo un incremento de 288% en el transcurso de un año, es decir casi se triplicó su valor.

Hablando de índices de costos de construcción, por el momento sólo diremos que lo mismo nos podemos referir a los cambios en el costo de algún tipo de obra o de una máquina, vistos éstos como elementos aislados e independientes o bien vistos de manera general.

### *PROPIEDADES DE LOS INDICES.-*

Los índices tienen algunas limitaciones, para poder entender éstas con mayor claridad así como sus posibilidades es conveniente conocer sus propiedades.

llamaremos  $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$  a los costos de un determinado bien o servicio en los períodos 1, 2, 3 ..., n.

**1.- Propiedad de identidad** Un índice de costo en un período dado, con base en el mismo período, es igual a 100.

$$I_c = \frac{C_1}{C_1} * 100 = 100$$

Esta propiedad se puede ejemplificar en la tabla XIII.2 en la cual se cambió la base de 1974 a 1980 (operación que se verá más adelante), por lo que todos los datos fueron divididos por 336.9 dato correspondiente al mes de Enero de 1980, una vez cambiada la base, el primer dato observado es 100 porque se dividió por sí mismo:

$$\frac{336.9}{336.9} * 100 = 100$$

**2.- Propiedad de tiempo inverso.** Cuando dos periodos se intercambian, índices de costo correspondientes son recíprocos entre sí.

$$\frac{C_1}{C_2} * \frac{C_2}{C_1} = 1$$

Aplicando datos de la tabla XIII.2 tenemos:

$$C_2 \text{ mes febrero base 1974} = 342.50$$

ambos para el año de 1980.

$$C_1 \text{ mes febrero base 1980} = 101.66$$

$$\frac{101.66}{342.50} * \frac{342.50}{101.66} = \frac{34,818.55}{34,818.55} = 1$$

3.- **Indices en cadena o enlazados.** El índice de costo para un periodo dado, con respecto a otro periodo tomado como base. Siempre puede expresarse en términos de enlaces relativos entendiéndose por tales a la relación entre un costo y el costo del periodo precedente. O dicho de otra manera, como el producto de todos los índices de costos dividido cada uno de ellos entre el inmediato anterior.

$$\frac{C_n}{C_{n-1}} * \dots * \frac{C_4}{C_3} \frac{C_3}{C_2} \frac{C_2}{C_1} = \frac{C_n}{C_1}$$

donde

$C_n$  = sigue siendo una observación en el periodo n

$C_1$  = es la observación en el periodo base

Todo esto se puede apreciar más fácilmente en la tabla XIII.1

**INDICE NACIONAL DEL COSTO DE EDIFICACION DE LA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL**

	1974 = 100	INDICES EN CADENA O ENLAZADOS(*)
1980		
ENE	336.9	1.016622
FEB	342.5	1.018102
MAR	348.7	1.006595
ABR	356.1	1.014529
MAY	356.1	1.009828
JUN	359.6	1.009828
JUL	368.3	1.024193
AGO	375.9	1.020635
SEP	380.0	1.010907
OCT	383.7	1.009736
NOV	387.4	1.009642
DIC	389.4	1.005162

(\*)Esta columna se obtuvo de aplicar la formula:

DIC/NOV \* NOV/OCT . . . . \* FEB/ENE

que corresponde a los indices en cadena o enlazados.

Ahora bien nos falta demostrar que:

DIC/NOV \* NOV/OCT . . . . \* FEB/ENE = DIC/ENE

haciendo las operaciones correspondientes obtenemos:

1.155832 = 1.155832

FUENTE: INDICADORES ECONOMICOS DEL BANCO DE MEXICO.

TABLA XIII.1

**4.- Operación de índices entre distintos periodos.** Cuando ya se tienen calculados y tabulados los índices de costo para un cierto periodo base, puede ser necesario por alguna razón conocer los índices de costos de la misma serie respecto a otro periodo base, distinto al tomado originalmente.

Supongamos que:

$$I_{C(n,1)}, I_{C(n-1,1)}, \dots, I_{C(4,1)}, I_{C(3,1)}, I_{C(2,1)}$$

Son los índices de costos para un cierto artículo, en los periodos 2,3,4, ..., n-1,n, habiendo sido calculados todos con base 1.

Si establecemos que:

$$I_{C(n,3)}, I_{C(n-1,3)}, \dots, I_{C(4,3)}, I_{C(2,3)}, I_{C(1,3)}$$

Son los índices de costos para el mismo artículo, en los periodos 1,2,4, ..., n-1,n, calculados con base 3, tenemos que:

$$I_{C(n,3)} = \frac{I_{C(n,1)}}{I_{C(3,1)}} \cdot 100$$

$$I_{C(n-1,3)} = \frac{I_{C(n-1,1)}}{I_{C(3,1)}} \cdot 100$$

$$I_{C(1,3)} = \frac{I_{C(1,1)}}{I_{C(3,1)}} \cdot 100$$

Para tener más claro lo anterior observemos la Tabla XV.2 en donde x tiene que la base 1 es 1974 = 100 (primera columna) y se desea cambiar a base 3, que es 1980 = 100. Entonces:

$$\text{Para Dic. 1982} \quad I_c(n, 1, 3) = \frac{887.6}{336.9} \cdot 100 = 263.46$$

$$\text{Para Nov. 1982} \quad I_c(n-1, 3) = \frac{862.9}{336.9} \cdot 100 = 256.13$$

$$\text{Para Ene. 1979} \quad I_c(1, 3) = \frac{258.7}{336.9} \cdot 100 = 76.79$$

Como se puede observar toda la columna de base 3 se construyó de igual manera. Es muy importante tener en cuenta que los índices de costos nunca deben sumarse o restarse entre sí. Deben multiplicarse o dividirse según lo que se desee obtener.

**INDICE NACIONAL DEL COSTO DE EDIFICACION DE VIVIENDA DE  
INTERES SOCIAL**

		BASE (1) 1974 = 100	BASE (3) 1980 = 100	
ENE	1979	258.7	76.79	OBSERVACION 1, BASE (3) (1980)
FEB		267.4	79.37	
MAR		271.4	80.56	
ABR		274.5	81.48	
MAY		279.4	82.93	
JUN		282.8	83.94	
JUL		285.0	84.59	
AGO		289.5	85.93	
SEP		291.5	86.52	
OCT		294.3	87.36	
NOV		297.2	88.22	
DIC		300.8	89.28	
ENE	1980	336.9	100.00	PERIODO BASE (3)
FEB		342.5	101.66	
MAR		348.7	103.50	
ABR		351.0	104.19	
MAY		356.1	105.70	
JUN		359.6	106.74	
JUL		368.3	109.32	
AGO		375.9	111.58	
SEP		380.0	112.79	
OCT		383.7	113.89	
NOV		387.4	114.99	
DIC		389.4	115.58	
ENE	1981	433.4	128.64	
FEB		444.2	131.85	
MAR		447.6	132.86	
ABR		450.3	133.66	
MAY		461.7	137.04	
JUN		466.8	138.56	
JUL		472.9	140.37	
AGO		482.3	143.16	
SEP		485.7	144.17	
OCT		489.4	145.27	
NOV		506.2	150.25	
DIC		511.0	151.68	
ENE	1982	579.4	171.98	
FEB		596.7	177.11	
MAR		615.9	182.81	
ABR		675.5	200.50	
MAY		692.8	205.64	
JUN		712.0	211.34	
JUL		723.3	214.69	
AGO		775.3	230.13	
SEP		801.2	237.82	
OCT		824.1	244.61	
NOV		862.9	256.13	
DIC		887.6	263.46	

FUENTE: INDICADORES ECONOMICOS DEL BANCO DE MEXICO

TABLA XIII.2

## **METODO PARA LA INTEGRACION DEL VALOR FINAL O PRECIO DE VENTA DE UNA OBRA EN UN PROCESO INFLACIONARIO.**

Existen ciertos criterios para la integración de un precio de venta cuando se está en un proceso inflacionario, a continuación se presenta uno de los más comunes.

Para realizar una modificación en el valor final de una obra, ocasionado por este fenómeno y para este procedimiento en especial; se requiere contar con los siguientes datos:

- 1.- Debemos contar con el programa de obra final, autorizado por la parte contratante o supervisión en su caso, donde se incluirán los avances mes a mes.
- 2.- Se requieren números generadores de volúmenes de obra ejecutados.
- 3.- Dependiendo del procedimiento que se realice para el cálculo de precios unitarios, se necesitarán algunos de los siguientes datos; tabulador de precios unitarios los cuales deben tener un periodo de vigencia determinado, o bien, índices inflacionarios establecidos o pronósticos de incrementos en los costos.

Una vez que contamos con estos datos, podemos desarrollar el siguiente procedimiento:

*I) Realizar un presupuesto con los volúmenes totales de obra, tomando como base los precios unitarios del mes de inicio de los trabajos, el cual se denomina presupuesto de origen ( $P_o$ ).*

*II) Elaborar presupuestos mes a mes, considerando los volúmenes totales de obra ejecutados con los precios unitarios del mes en cuestión, esto nos arrojará un presupuesto actualizado ( $P_a$ ) para cada uno de los meses.*

*III) Por último se elabora una tabla para facilitar el cálculo del monto final del precio de venta. Esta tabla debe contener los principales datos referentes a la obra como son: Nombre del frente, número de registro, localidad, descripción breve de los trabajos efectuados, plazo de ejecución, prórrogas o reprogramaciones autorizadas, etc. Además la tabla debe presentar los montos correspondientes a los siguientes conceptos:*

a) Proyecto de inversión ( $P_i$ ) que es la autorización del financiamiento primario que la Dependencia contratante estima que costará la obra según sus propios estudios.

b) Monto contratado (MC) que es el monto estipulado en el contrato que celebran ambas partes, el constructor y el contratante, dicho monto generalmente es igual al (Pi).

c) Presupuesto de origen (Po) cuya obtención se mencionó anteriormente y,

c') Presupuestos de actualización (Pa) con precios unitarios a cada mes del programa de obra.

d) Anticipo (A), el cual es otorgado por la parte contratante al constructor.

Una vez estipulados estos montos se calcula un factor de incremento (f), que regula los incrementos en función del anticipo, mediante la fórmula:

$$f = 1 - \frac{A}{P_o}$$

Este factor es necesario porque el anticipo que se da al inicio de la obra, en un proceso inflacionario, no corresponde al porcentaje fijado en el contrato sobre el presupuesto inicial (Po).

En algunos casos se establece que la fórmula anterior debe ser afectada por un factor que compense la parte del anticipo utilizada para los gastos de inicio de obra y no para la adquisición de materiales que es el fin primordial del mismo.

**Con estos cálculos preliminares, podemos iniciar la construcción de la tabla:**

#### *I.- PROCEDIMIENTO:*

En esta columna se escribe el tipo de procedimiento usado para el cálculo de precios unitarios que puede ser; como ya se mencionó anteriormente, por medio de tabuladores o índices.

#### *II.- MES:*

Se presentan los meses que componen la duración total de la obra.

### *III.- PORCENTAJE DE AVANCE:*

Se escribe el porcentaje de avance de obra de cada uno de los meses indicados en la columna anterior.

### *IV.- PRESUPUESTOS PARCIALES AL INICIO (Ppo):*

Los cuales se obtienen de multiplicar el (Po) por cada uno de los renglones de la columna III, y la suma final de estos valores debe ser igual a (Po).

### *V.- PRESUPUESTO PARCIAL DE ACTUALIZACIÓN (Ppa):*

Se obtiene de multiplicar el porcentaje de avance por el (Pa) correspondiente a cada mes y al final se obtiene la suma total.

### *VI.- INCREMENTOS TOTALES:*

Se obtiene de restar en cada mes el (Ppo) del (Ppa).

### *VII.- PORCENTAJE DE INCREMENTO O AFETACION DEL ANTICIPO:*

Es el factor (f) ya calculado anteriormente.

### *VIII.- INCREMENTO REAL*

Son los incrementos totales afectados por (f).

Después de haber realizado las sumas correspondientes, se resume la integración del precio final de la obra como sigue:

$$\begin{array}{l} \text{Valor final ó} \\ \text{Precio de venta} = \end{array} (\text{Po}) + \text{Incremento real} + \text{Obra extra (si existe)}$$

**Nota:** Si existe obra extra, se pone su valor total con precios unitarios al mes de ejecución de los trabajos; sin que se vea afectado por el anticipo, ya que son obras autorizadas posteriores a la fecha de contratación por las cuales normalmente no se da anticipo.

A continuación se presenta un ejemplo de una tabla de cálculo; haciendo notar que dicha tabla debe estar acompañada de todos los datos necesarios que avalen su veracidad.

Localidad: Frente:	Contrato: Contratista:	PI MC PO A 0.8A	2,138,012,000 2,138,012,000 3,206,911,229 534,503,000 427,602,400
Tipo de Obra: Fecha Calc.:	F Inicio: F Termino: Plazo: Prorrogas:	1-(0.8A/PO)	0.866662

PROCEDIMIENTO	A V A N C E MES	%	1 PRES. PARC. AL INICIO Ppo	2 PRES. PARC. ACTUALIZADO Ppa	3 INC. TOTALES (2-1): 1	4 % A INC	5 INC. REAL (3X4) : iR
TABULADOR	JUN/89	0.0850	272,587,454	272,587,454	0	0.866662	0
TABULADOR	JUL/89	0.0103	33,031,186	33,452,647	421,461	0.866662	365,265
TABULADOR	AGO/89	0.0237	76,003,796	77,153,722	1,149,926	0.866662	996,597
TABULADOR	SEP/89	0.0385	123,466,082	126,947,161	3,481,079	0.866662	3,016,920
TABULADOR	OCT/89	0.1074	344,422,266	356,104,112	11,681,846	0.866662	10,124,215
TABULADOR	NOV/89	0.0579	185,680,160	191,977,915	6,297,755	0.866662	5,458,026
TABULADOR	DIC/89	0.0000	0	0	0	0.866662	0
TABULADOR	ENE/90	0.1372	439,988,221	465,929,702	25,941,481	0.866662	22,482,502
TABULADOR ENE/90	FEB/90	0.0239	76,645,178	81,164,139	4,518,961	0.866662	3,916,413
TABULADOR ENE/90	MAR/90	0.0879	281,887,497	298,507,440	16,619,943	0.866662	14,403,877
TABULADOR ENE/90	ABR/90	0.1882	603,540,693	639,125,145	35,584,452	0.866662	30,839,700
TABULADOR ENE/90	MAY/90	0.1470	471,415,951	499,210,395	27,794,444	0.866662	24,088,395
TABULADOR ENE/90	JUN/90	0.0930	298,242,744	315,826,985	17,584,240	0.866662	15,239,597
	<b>SUMA CON TABULADOR</b>	1.00	3,206,911,229	3,357,986,817	151,075,588		130,931,506

RESUMEN:  
PRESUPUESTO AL INICIO (PO)  
INCREMENTO REAL (i)  
MONTO MAXIMO DE OBRA (P. V.)

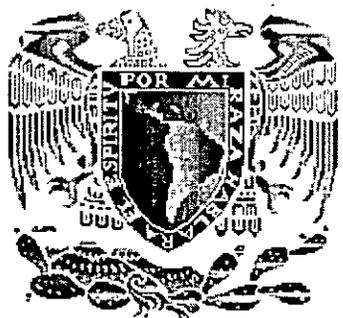
3,206,911,229  
130,931,506  
=====

\$3,337,842,735

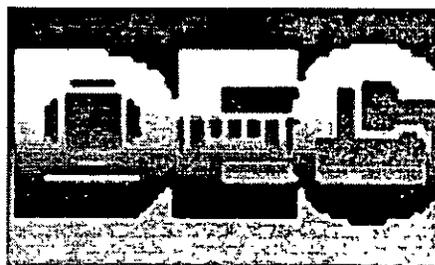
U N I V E R S I D A D N A C I O N A L  
A U T Ó N O M A D E M É X I C O



**Coordinador GENERAL:**  
**Ing. RAFAEL ABURTO VALDÉS**



FACULTAD DE INGENIERÍA



División de Educación Continua

# DIPLOMADO DE "LOS COSTOS EN LA CONSTRUCCION"

La División de Educación Continua de la Facultad de Ingeniería de la UNAM presenta el primer Diplomado de autoaprendizaje en material multimedia y con interacción a través de INTERNET. Dicho diplomado ofrece la posibilidad de adquirir, actualizar y profundizar los conocimientos y habilidades necesarias tanto para estudiantes como de profesionales en el área de los costos en la construcción.

Este diplomado anunciado desde principios de año en publicaciones de la UNAM y otros medios de difusión, ha tenido dos cambios importantes que se están manejando en la versión definitiva. El primero es que no se hará en CD (Disco Compacto) entre otras causas porque impide la ampliación del curso y sus posibles correcciones, así como la inclusión de trabajos sobresalientes de los alumnos.

El segundo cambio es que se ha ampliado casi tres veces con material que se tenía pensado para otros cursos por INTERNET. De tal manera el curso abarca nuevos temas y queda definitivamente de la siguiente forma:

## CURSO POR INTERNET "LOS COSTOS EN LA CONSTRUCCION"

### CONTENIDO

#### CAPITULO I

#### "INTRODUCCION A LOS PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION Y SUS CONCEPTOS DE TRABAJO"

- Construcción de carreteras, aeropuertos y ferrocarriles

Compactación  
Pavimentos

- Construcción de presas y proyectos hidroeléctricos
- Proyectos marítimos
- Construcción de poliductos de acero
- Construcción y montaje de estructuras de acero y plantas industriales

Soldadura

- Construcción y montaje de proyectos termoeléctricos
- Construcción de túneles, galerías y lumbreras

Barrenación, voladura y rezaga  
Ciclo de excavación en túneles

- Construcción en roca utilizando explosivos

Diseño de una voladura por el método americano  
Diseño de una voladura por el método sueco

- Construcción de cimentaciones profundas
- Construcción de puentes
- Construcción de obras con concreto hidráulico

Diseño de mezclas

- Construcción de obras urbanas y edificación
- Diseño de una red hidrosanitaria urbana
- Relación de conceptos principales de trabajo de:  
Terracerías  
Pavimentos  
Vías férreas  
Presas  
Plantas hidroeléctricas  
Obras marítimas  
Poliductos de acero  
Montaje de estructuras  
Cimentaciones profundas  
Puentes  
Agua potable y alcantarillado  
Perforación de pozos profundos  
Obra de edificación

CAPITULO II

"CUANTIFICACIÓN DE OBRA"

- Cuantificación de obra
- Números generadores
- Cálculo de cubicación de terracerías
- Curva masa
- Nuevas tecnologías para mediciones topográficas
- Diseño de vías terrestres con el uso de computadoras

CAPITULO III

"NORMAS Y ESPECIFICACIONES"

- Normas y especificaciones
- Explicación de una norma (ejemplo)
- Explicación de una especificación (ejemplo)

CAPITULO IV

"COSTO DE OBRA DE MANO"

- Costo de obra de mano
- Salario nominal

Salario nominal  
Integración de salario real  
    navit, sar, imss y prestaciones (carga social)  
Proceso para hacer una lista de raya

## CAPITULO V

### "RENDIMIENTO DE LA OBRA DE MANO"

Rendimiento de obra de mano  
Productividad en el trabajo  
Tiempo y producción  
Tiempos y movimientos  
Mano de obra en la producción

## CAPITULO VI

### "RENDIMIENTO DE MAQUINARIA"

Concepto de eficiencia  
Métodos para conocer el rendimiento de una máquina  
Materiales y factores volumétricos de conversión  
Principales equipos de construcción  
Motores y mecanismos  
    Transmisiones mecánicas  
    Cintas  
Tractores  
Desgarradores  
Motoconformadoras  
Cargadores  
Equipo de compactación  
Equipo de excavación:  
    Palas mecánicas  
    Palas hidráulicas  
    Dragas de arrastre  
Retroexcavadoras  
Taludadoras  
Equipo de dragado hidráulico ó marítimo  
Zanjadoras  
Cablevías  
Equipo de acarreo  
Motoescrepas  
Camiones fuera de carretera  
Volquetes  
Locomotoras  
Bandas transportadoras  
Plantas de asfalto  
    comprimido  
Equipo de barrenación  
Equipo de perforación  
Plantas de trituración

Plantas de trituración  
Plantas de concreto  
Revolvedoras  
Bombas de concreto  
Usos principales  
Bombas de agua  
Grúas torre

En toda la maquinaria se estudia:

- Usos Principales
- Producción
- Ejemplos

## CAPITULO VII

### "COSTO DE MATERIALES"

Precio de adquisición  
Abundancia y escasez  
Fluctuación de precios  
Almacenamiento de materiales  
Proceso de procuración  
Compra de materiales y equipo  
Administración de recursos físicos  
Catálogos de almacén

## CAPITULO VIII

### "COSTO DE MAQUINARIA"

Costo de maquinaria  
Costo horario  
Cargos por insumos  
Cargos por operación  
Costo horario de maquinaria ociosa  
Problemas fiscales con la maquinaria  
Revaluación de activos

## CAPITULO IX

### "COSTOS INDIRECTOS"

## "COSTOS INDIRECTOS"

- Costos indirectos
- Administración
- Organización de obras
- Administración central
- Administración y gastos generales de obra
- Financiamiento. Ejemplo

## CAPITULO X

### "PRECIO UNITARIO"

- Precio unitario
- Matrices. Sus restricciones y defectos
- Metodología para el análisis de:
  - Precios Unitarios en terraplenes
  - Precios Unitarios en excavaciones
  - Precios Unitarios en concretos hidráulicos
  - Precios Unitarios en túneles
  - Precios Unitarios en carpetas de rodamiento
  - Precios Unitarios en ductos de acero
  - Precios Unitarios en estructuras metálicas

## CAPITULO XI

### "EL ANALISIS DE COSTOS PARA SELECCIONAR LA MEJOR ALTERNATIVA EN EL PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION"

- Análisis de costos
- Ejemplo de comparación económica para la excavación de una lumbrera
- Ejemplo de comparación económica para la construcción de un túnel falso
- Análisis de costos para elegir entre diferentes alternativas de proyecto
- Ejemplo para el análisis de equipo balanceado

## CAPITULO XII

## " TEORIA GENERAL DE PRESUPUESTOS"

- Presupuesto aritmético original
- Presupuesto original probabilístico
- Presupuesto matriz por insumos
- Presupuesto matriz por componentes
- Presupuesto matriz por operaciones de construcción
- Presupuesto con tensor en costos
- Presupuesto con tensor en tiempo
- Presupuesto financiero (flujo de caja y tasa interna de retorno)
- Presupuesto indexado
- Presupuesto por paquetes en secuencia
- Presupuesto por campos de construcción
- Presupuesto por horas hombre
- Presupuesto de indirectos
- Presupuesto por programas de construcción
- Presupuesto con revaluación de activos
- Presupuesto actualizado con diferencias
- Presupuesto paramétrico

## CAPITULO XIII

### "ANALISIS Y CONTROL DE COSTOS"

- Análisis y control de costos
- Catálogo de materiales
- Catálogo de matrices
- Presupuesto general de obra
- Programa de ejecución de obra
- Controles de costos en obra
- Control de programa general

## CAPITULO XIV

### "LOS COSTOS EN LA CONSTRUCCION ANTE UN PROBLEMA INFLACIONARIO"

- Indices de costos
- Integración del valor final de una obra en un proceso inflacionario
- Cálculo de factores de ajuste
- Procedimiento mediante fórmulas

## CAPITULO XV

### "LA ESTADISTICA APLICADA A LOS COSTOS"

La estadística aplicada a los costos  
Recopilación de la información  
Ejemplos

## CAPITULO XVI

Las formaciones y los accidentes geológicos en las obras de ingeniería

## APENDICES

Especificaciones de maquinaria para resolución de ejemplos y tareas del curso  
Tabla de conversión de unidades

Se incluyen una gran cantidad de imágenes y videos, que permiten una mejor comprensión por parte de los alumnos, con ejemplos de aplicaciones reales, utilizando la ventaja de los elementos multimedia.

Adicionalmente al estudio del material contenido en el WEB, el alumno deberá resolver una serie de problemas planteados por el coordinador académico del Diplomado, que se publicarán en él, y que serán evaluados en forma automática por el programa de la computadora del curso.

Aprovechando la capacidad del INTERNET, existen alrededor de 150 conexiones (links), con los principales fabricantes de maquinaria y materiales de construcción así como lugares de interés para los profesionales de la construcción que permitirá además solicitar a los alumnos el desarrollo de algunos trabajos de investigación a través de INTERNET, que servirán también para considerar el desempeño del alumno.

La duración del diplomado es de 400 horas, que pueden ser distribuidas con gran flexibilidad por el alumno, con el compromiso de terminarlo en un plazo no mayor de 12 meses a partir de la fecha de inscripción.

## PROCEDIMIENTO PARA TOMAR EL CURSO

1 El alumno tiene tres formas de inscripción, que pueden ser cubiertas desde uno hasta seis pagos:

1.1. Pagar directamente en las oficinas de la DECFI. Hecho esto, mande por correo electrónico sus datos personales para que se le indique su clave de acceso.

B. Abonar en la cuenta de la DECFI, por medio de una ficha de depósito de concentración empresarial (CIE) de Bancomer, la cual deberá llenarse de la siguiente manera:

- a. Si el pago es en efectivo, el número de convenio es 3891-6, y el número de referencia es el 218416030000000128. Ejemplo
- b. Si el pago es con cheque Bancomer, el número de convenio es 3891-6, y el número de referencia es el 218416030000000219. Ejemplo
- c. Si el pago es con cheque de otro banco, el número de convenio es 3891-6, y el número de referencia es el 218416030000000300. Ejemplo

Al depositar la ficha, el banco le proporcionará un número de guía. Ese número lo debe enviar por correo electrónico, junto con sus datos personales, y dos días después de hacer el depósito se les indicará su clave de acceso.

C. Se está implementando un sistema de cobro por tarjeta de crédito a través de Internet, en el cual el alumno mandará el número de su tarjeta de crédito a través de su visualizador de páginas Web, y en un plazo de 24 horas hábiles, en las que se comprobará su abono, se le indicará su clave de acceso.

Importante: A partir de la fecha en que el alumno reciba su clave de acceso, se comenzará a contar el tiempo que tiene para aprobar el Diplomado.

2.El alumno comenzará a actuar con su computadora y su correo electrónico con la Coordinación Académica del Diplomado.

3.El curso tendrá problemas que serán evaluados de manera automática por un programa, el cual le señalará si aprueba, y con qué calificación.

4.Habrà línea abierta por correo electrónico con la coordinación académica para consultar permanentemente, y conversaciones en línea (CHAT) entre los participantes.

5.Para aprovechar todos los recursos de INTERNET, existirán investigaciones, utilizando sitios WEB y correos electrónicos proporcionados por la coordinación académica. todos los problemas técnicos como instalación del Software y conexiones, se resolverán a través de la coordinación técnica.

6.Ya terminado el Diplomado, aprobando todos los exámenes, si obtuvo un promedio mayor o igual a 8.0, en un plazo no mayor de un año, el alumno recibirá una notificación por correo electrónico, y se le enviará su diploma por correo tradicional. Si no obtiene esta calificación, o tarda más tiempo en el Diplomado, deberá cursarlo nuevamente.

**Importante:** Se harán descuentos en la inscripción a grupos a partir de 25 personas de Dependencias Oficiales o Empresas.

## REQUISITOS MINIMOS DE CÓMPUTO

Una PC 486 o superior que cuente con lo siguiente:

Por lo menos con 8 MB en RAM

Multimedia (tarjeta de sonido y bocinas)

Acceso a INTERNET con un módem de por lo menos 14.4 kbps

El usuario debe estar familiarizado con el funcionamiento de una PC, Windows, Netscape y los principales servicios de Internet, como correo electrónico y WWW

Como una ventaja de Internet, el curso está permanentemente a disposición de los usuarios, por lo que puede iniciarse en cualquier momento, cumpliendo solamente con el pago de la inscripción. El curso es posible dividirlo en seis pagos iguales. Pregunte por el costo total del curso para Ud.

#### COORDINADOR ACADÉMICO GENERAL:

Ing. RAFAEL ABURTO

raburto@tolsa.mineria.unam.mx

---

#### COORDINADORES DEL CURSO:

Ing. JULIO VARGAS

jvargas@tolsa.mineria.unam.mx

Ing. MARIANO PÉREZ

mperez@tolsa.mineria.unam.mx

Lic. SERGIO ARIAS

sarias@tolsa.mineria.unam.mx

---

#### APOYO TÉCNICO EN COMPUTACIÓN

Ing. MARICARMEN HERNÁNDEZ

mhernan@tolsa.mineria.unam.mx



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

DIPLOMADO VIRTUAL "LOS COSTOS EN LA CONSTRUCCION"

ING. RAFAEL ABURTO VALDÉS

3 DE NOVIEMBRE DE 1998

## ***Diplomado Virtual "Los Costos en la Construcción"***

La División de Educación Continua de la Facultad de Ingeniería de la UNAM presenta el primer Diplomado totalmente en línea con autoaprendizaje en material multimedia y con interacción a través de INTERNET. Dicho diplomado ofrece la posibilidad de adquirir, actualizar y profundizar los conocimientos y habilidades necesarias tanto para estudiantes como de ingenieros civiles, ingenieros mecánicos electricistas, arquitectos, contadores y en general profesionales relacionados con la construcción.

### **CURSO POR INTERNET "LOS COSTOS EN LA CONSTRUCCION"**

#### **CONTENIDO**

##### **CAPITULO I**

#### **"INTRODUCCION A LOS PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION Y SUS CONCEPTOS DE TRABAJO"**

- Construcción de carreteras, aeropuertos y ferrocarriles
  - Materiales en terracerías, pavimentos y vías férreas
  - Compactación
  - Pavimentos
  
- Construcción de presas y proyectos hidroeléctricos
  - Tipos de Cortinas
  - Obras de Toma
  - Obras de Excedencias
  
- Construcción de obras marítimas y fluviales
  - Obras de Protección
  - Muelles
  - Terminales
  
- Construcción de polductos de acero
  - Proceso constructivo
  - Protección anticorrosiva
  - Obras especiales
  - Líneas submarinas
  
- Construcción y montaje de estructuras de acero y plantas industriales

Metalurgia del acero  
Soldadura  
Plataformas petroleras marítimas  
Aceros especiales

- Construcción y montaje de proyectos termoeléctricos
  - Actividades de trabajo
  - Centrales carboeléctricas
  - Centrales nucleoeeléctricas
  
- Construcción de túneles, galerías y lumbreras
  - Barrenación, voladura y rezaga
  - Ciclo de excavación en túneles
  
- Construcción en roca utilizando explosivos
  - Explosivos y sus características
  - Diseño de una voladura por el método americano
  - Diseño de una voladura por el método sueco
  - Comparación entre métodos
  
- Construcción de cimentaciones profundas
  - Pilotes
  - Pilas
  - Muros de ademe
  
- Construcción de puentes
  - Tipos de puentes
  - Cimentación
  - Montaje de armaduras
  - Arcos metálicos y de concreto
  - Estructuras ortotrópicas
  - Concreto presforzado
  - Puentes atirantados
  
- Construcción de obras con concreto hidráulico
  - Elaboración y tipos de cemento
  - Agregados
  - Dosificación de mezclas
  - Fabricación, transporte y colocación
  - Concreto lanzado
  - Cimbras
  
- Construcción de obras urbanas y edificación
  - Redes hidrosanitarias- diseño
  - Redes eléctricas y de alumbrado
  - Perforación de pozos profundos
  
- Relación de conceptos principales de trabajo de:
  - Terracerías
  - Pavimentos

- Vías férreas
- Presas
- Plantas hidroeléctricas
- Obras marítimas
- Poliductos de acero
- Montaje de estructuras
- Cimentaciones profundas
- Puentes
- Agua potable y alcantarillado
- Instalaciones eléctricas urbanas
- Perforación de pozos profundos
- Obras de edificación

## CAPITULO II

### "CUANTIFICACIÓN DE OBRA"

- Cuantificación de obra
- Números generadores
- Cálculo de cubicación de terracerías
- Curva masa
- Equipos topográficos y de medición avanzados
- Topografía electrónica
- Sistemas de posicionamiento global (GPS)
- Manejo de topografías y proyectos con el uso de computadoras y procesadores gráfico

## CAPITULO III

### "NORMAS Y ESPECIFICACIONES"

- Normas y especificaciones
- Explicación de una norma (ejemplo)
- Explicación de una especificación (ejemplo)

## CAPITULO IV

### "COSTO DE OBRA DE MANO"

- Costo de obra de mano
- Salario nominal
- Integración de salario real
- Infonavit, sar, imss y prestaciones (carga social)
- Proceso para hacer una lista de raya

## CAPITULO V

### "RENDIMIENTO DE LA OBRA DE MANO"

- Rendimiento de obra de mano
- Productividad en el trabajo
- Tiempo y producción
- Tiempos y movimientos

## Mano de obra en la producción

### CAPITULO VI

#### "RENDIMIENTO DE MAQUINARIA"

- Concepto de eficiencia
- Métodos para conocer el rendimiento de una máquina
- Materiales y factores volumétricos de conversión
- Principales equipos de construcción
- Motores y mecanismos
- Transmisiones mecánicas
- LLantas
- Tractores
- Desgarradores
- Motoconformadoras
- Cargadores
- Equipo de compactación
- Equipo de excavación:
- Palas mecánicas
- Palas hidráulicas
- Dragas de arrastre
- Retroexcavadoras
- Taludadoras
- Equipo de dragado hidráulico ó marítimo
- Zanjadoras
- Cablevías
- Equipo de acarreo
- Motoescrepas
- Camiones fuera de carretera
- Volquetes
- Locomotoras
- Bandas transportadoras
- Plantas de asfalto
- Aire comprimido
- Equipo de barrenación
- Equipo de perforación
- Plantas de trituración
- Plantas de concreto
- Revolvedoras
- Bombas de concreto
- Bombas de agua
- Bombas especiales
- Grúas torre

En toda la maquinaria se estudia:

- Usos Principales
- Producción
- Ejemplos

En el último capítulo se encuentran especificaciones recientes de gran parte de la maquinaria

## CAPITULO VII

### "COSTO DE MATERIALES"

- Precio de adquisición
- Fluctuación de precios
- Factores que intervienen en el costo final de los materiales
- Almacenamiento de materiales
- Proceso de procuración
- Compra de materiales y equipo
- Administración de recursos físicos
- Catálogos de almacén

## CAPITULO VIII

### "COSTO DE MAQUINARIA"

- Costo de maquinaria
- Costo horario
- Cargos por insumos
- Cargos por operación
- Costo horario de maquinaria ociosa
- Problemas fiscales con la maquinaria
- Revaluación de activos
- Disposiciones fiscales

## CAPITULO IX

### "COSTOS INDIRECTOS"

- Costos indirectos
- Administración
- Organización de obras
- Administración central
- Administración y gastos generales de obra
- Financiamiento. Ejemplo

## CAPITULO X

### "PRECIO UNITARIO"

- Precio unitario
- Matrices. Sus restricciones y defectos

Metodología para el análisis de: Precios unitarios TIPO  
Precios Unitarios en terraplenes  
Precios Unitarios en excavaciones  
Precios Unitarios en concretos hidráulicos  
Precios Unitarios en túneles  
Precios Unitarios en carpetas de rodamiento  
Precios Unitarios en ductos de acero  
Precios Unitarios en estructuras metálicas

## CAPITULO XI

### "EL ANALISIS DE COSTOS PARA SELECCIONAR LA MEJOR ALTERNATIVA EN EL PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION"

Análisis de costos  
Ejemplo de comparación económica para la excavación de una lumbrera  
Ejemplo de comparación económica para la construcción de un túnel falso  
Análisis de costos para elegir entre diferentes alternativas de proyecto  
Ejemplo para el análisis de equipo balanceado

## CAPITULO XII

### "TEORIA GENERAL DE PRESUPUESTOS"

Presupuesto aritmético original  
Presupuesto original probabilístico  
Presupuesto matriz por insumos  
Presupuesto matriz por componentes  
Presupuesto matriz por operaciones de construcción  
Presupuesto con tensor en costos  
Presupuesto con tensor en tiempo  
Presupuesto con tensores sumados  
Presupuesto financiero  
Presupuesto de costos indirectos  
Presupuesto indexado  
Presupuesto por paquetes en secuencia  
Presupuesto por campos de construcción  
Presupuesto por horas hombre  
Presupuesto por programas de construcción  
Presupuesto con revaluación de activos  
Presupuesto actualizado con diferencias  
Presupuesto paramétrico

## CAPITULO XIII

### "ANALISIS Y CONTROL DE COSTOS"

Análisis y control de costos  
Catálogo de materiales  
Catálogo de matrices  
Presupuesto general de obra  
Programa de ejecución de obra  
Controles de costos en obra  
Control de programa general

#### CAPITULO XIV

##### "LOS COSTOS EN LA CONSTRUCCION ANTE UN PROBLEMA INFLACIONARIO"

Indices de costos  
Integración del valor final de una obra en un proceso inflacionario  
Cálculo de factores de ajuste  
Procedimiento mediante fórmulas

#### CAPITULO XV

##### "LA ESTADISTICA APLICADA A LOS COSTOS"

La estadística aplicada a los costos  
Recopilación de la información  
Ejemplos

#### CAPITULO XVI

##### "CATÁLOGO Y ESPECIFICACIONES GENERALES DE MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN"

#### APENDICES

ESPECIFICACIONES DE MAQUINARIA PARA RESOLUCION DE EJEMPLOS Y TAR  
DEL CURSO  
TABLA DE CONVERSION DE UNIDADES

Se incluyen una gran cantidad de imágenes y videos, que permiten una mejor comprensión por parte de los alumnos, con ejemplos de aplicaciones reales, utilizando la ventaja de los elementos multimedia.

Adicionalmente al estudio del material contenido en el WEB, el alumno deberá resolver una

serie de problemas planteados por el coordinador académico del Diplomado, que se publicará en él, y que serán evaluados en forma automática por el programa de la computadora del curso

Aprovechando la capacidad del INTERNET, existen alrededor de 200 conexiones (links), con los principales fabricantes de maquinaria y materiales de construcción centros de investigación y bibliotecas de varias universidades en el mundo así como lugares de interés para los profesionales de la construcción que permitirá además solicitar a los alumnos el desarrollo de algunos trabajos de investigación a través de INTERNET, que servirán también para considerar su desempeño. Los mejores trabajos serán incluidos en un apéndice especial del curso para su consulta.

Se estima una duración máxima de 200 horas para completar el diplomado, independientemente del tiempo que el estudiante dedique a navegar por los sitios WEB o ligas que existen en el curso, con el compromiso de terminar el curso en un plazo no mayor de 12 meses naturales a partir de la fecha de inscripción.

## **PROCEDIMIENTO PARA TOMAR EL CURSO**

1.El alumno tiene tres formas de inscripción, que pueden ser cubiertas DESDE UNO HASTA CINCO PAGOS:

A. Pagar directamente en las oficinas de la DECFI. Hecho esto, mande por correo electrónico sus datos personales para que se le indique su clave de acceso.

B. Abonar en la cuenta de la DECFI, por medio de una ficha de depósito de concentración empresarial (CIE) de Bancomer, la cual deberá llenarse de la siguiente manera:

- a. Si el pago es en efectivo, el número de convenio es 3891-6, y el número de referencia es el 218416030000000128. Ejemplo
- b. Si el pago es con cheque Bancomer, el número de convenio es 3891-6, y el número de referencia es el 218416030000000219. Ejemplo
- c. Si el pago es con cheque de otro banco, el número de convenio es 3891-6, y el número de referencia es el 218416030000000300. Ejemplo

- Al depositar la ficha, el banco le proporcionará un número de guía. Ese número lo debe enviar por correo electrónico, junto con sus datos personales, y dos días después de hacer el depósito se les indicará su clave de acceso.

C. Se puede hacer el pago de inscripción por tarjeta de crédito a través de Internet en la siguiente dirección: <http://tienda.mineria.ws.com.mx>

Importante: A partir de la fecha en que el alumno reciba su clave de acceso, se comenzará a contar el tiempo que tiene para aprobar el Diplomado.

2.El alumno comenzará a actuar con su computadora y su correo electrónico con la Coordinación Académica del Diplomado.

3.El curso tendrá problemas que serán evaluados de manera automática por un programa, el cual le señalará si aprueba, y con qué calificación.

4.Habrará línea abierta por correo electrónico con la coordinación académica para consultar permanentemente, y conversaciones en línea (CHAT) entre los participantes.

5.Para aprovechar todos los recursos de INTERNET, existirán investigaciones, utilizando sitio WEB y correos electrónicos proporcionados por la coordinación académica. todos los problemas técnicos como instalación del Software y conexiones, se resolverán a través de la coordinación técnica.

6.Ya terminado el Diplomado, aprobando todos los exámenes, si obtuvo un promedio mayor o igual a 8.0, en un plazo no mayor de un año, el alumno recibirá una notificación por correo electrónico, y se le enviará su diploma por correo tradicional. Si no obtiene esta calificación, o tarda más tiempo en el Diplomado, deberá cursarlo nuevamente en la proporción que le haya faltado.

## REQUISITOS MINIMOS DE CÓMPUTO

Una PC 486 o superior que cuente con lo siguiente:

Por lo menos con 8 MB en RAM

Multimedia (tarjeta de sonido y bocinas)

Acceso a INTERNET con un módem de por lo menos 14.4 kbps

El usuario debe estar familiarizado con el funcionamiento de una PC, Windows, Netscape y los principales servicios de Internet, como correo electrónico y WWW

Como una ventaja de Internet, el curso está permanentemente a disposición de los usuarios, por lo que puede iniciarse en cualquier momento, cumpliendo solamente con el pago de la inscripción..

El costo del Diplomado es de 5,000 pesos (555.55 US Dlls), con la facilidad de cubrir la cuota de inscripción en 5 pagos iguales, además de que se otorgarán descuentos a organizaciones y grupos mayores de 10 personas.

El descuento será de la siguiente manera:

- Para grupos entre 10 y 20 personas, se otorgará el 10%
- Para grupos entre 20 y 30 personas, se otorgará el 20%
- Para grupos mayores de 30 personas, se otorgará el 25%

ESTA PREVISTO LA CELEBRACION DE CONVENIOS DE COLABORACION CON TARIFAS ESPECIALES CON INSTITUCIONES DE EDUCACION SUPERIOR.FAVOR D CONSULTAR CADA CASO.

Para Universidades y Centros de Educación Superior en la República Mexicana, es posible la formación de grupos de estudiantes que reciban el curso en una sola computadora que pueda proyectar su imagen a una pantalla en un solo salón de clases. Estos cursos se tratarán con una tarifa especial que deberá consultarse y tendrá las siguientes modalidades:

- Debe haber un profesor responsable en el área de recepción quien aplicará y avalará las evaluaciones para poderse emitir los diplomas.
- El curso deberá llevarse en forma secuencial y de acuerdo a un programa establecido entre ambas partes.
- El autor y coordinador académico podrá asistir las veces que se establezcan para supervisar la iniciación y el proceso de impartición del curso.

EXISTEN TAMBIEN DESCUENTOS HASTA DEL 50 % PARA ORGANIZACIONES GREMIALES Y DE EXALUMNOS DE LA UNAM.

COORDINADOR ACADÉMICO GENERAL:

Ing. RAFAEL ABURTO	raburto@tolsa.mineria.unam.mx
--------------------	-------------------------------

INFORMES DEL CURSO:

Ing. JULIO VARGAS	jvargas@tolsa.mineria.unam.mx
-------------------	-------------------------------

APOYO TÉCNICO EN COMPUTACIÓN

Ing. EDUARDO ORDÚÑEZ	eordune@tolsa.mineria.unam.mx
----------------------	-------------------------------

Este programa nos muestra la secuencia de cómo van a ir apareciendo los Capítulos "COSTOS EN LA CONSTRUCCION", debido a los cambios y aumentos que el autor mejor comprensión.

## *SITIOS DE INTERES*

Tráfico mundial 1996  
Comunicaciones digitales  
Instituto de Ingeniería UNAM  
Sociedad Internacional de Energía Solar  
Sociedad Americana de Energía Eólica  
Applied Technology Council Building  
Civil Engineering Research Foundation  
Institute of Civil Engineers (uk)  
American Society of Civil Engineers  
American Petroleum Institute  
UK. Institute of Petroleum  
OPEC  
International Energy Agency  
Satelites  
Ferrocarril tram-siberiano  
Advanced Railway Research Center  
Biblioteca del MIT  
Biblioteca Universidad de Cambridge  
Biblioteca Universidad de Oxford  
Biblioteca Universidad UNAM  
Biblioteca Universidad de Stanford  
Biblioteca Universidad de Berkeley  
US Geological Service  
UNAM

## EVALUACION FINAL DEL DIPLOMADO

A continuación encontrará usted una descripción completa del Proyecto Hidroeléctrico Aguamilpa terminado en México en 1994.

Con los datos disponible y el programa general de la obra y utilizando los catálogos de maquinaria que forman parte del apéndice del curso:

- I. Determine usted el equipo necesario así como su programa óptimo de utilización entre varias alternativas es decir buscando los grupos mejor balanceados de maquinaria en los siguientes frentes de la obra.

- OBRA DE DESVÍO
- CORTINA
- OBRA DE EXCEDENCIAS
- OBRAS DE GENERACIÓN

Usted puede disponer de cualquier marca y tipo o modelo de maquinaria de los que aparecen en el anexo del curso. Suponga los costos de adquisición tanto de la maquinaria como de materiales y obra de mano, y determine los costos horarios del equipo, los costos totales integrados de los materiales y los salarios reales del personal como lo vio en el curso.

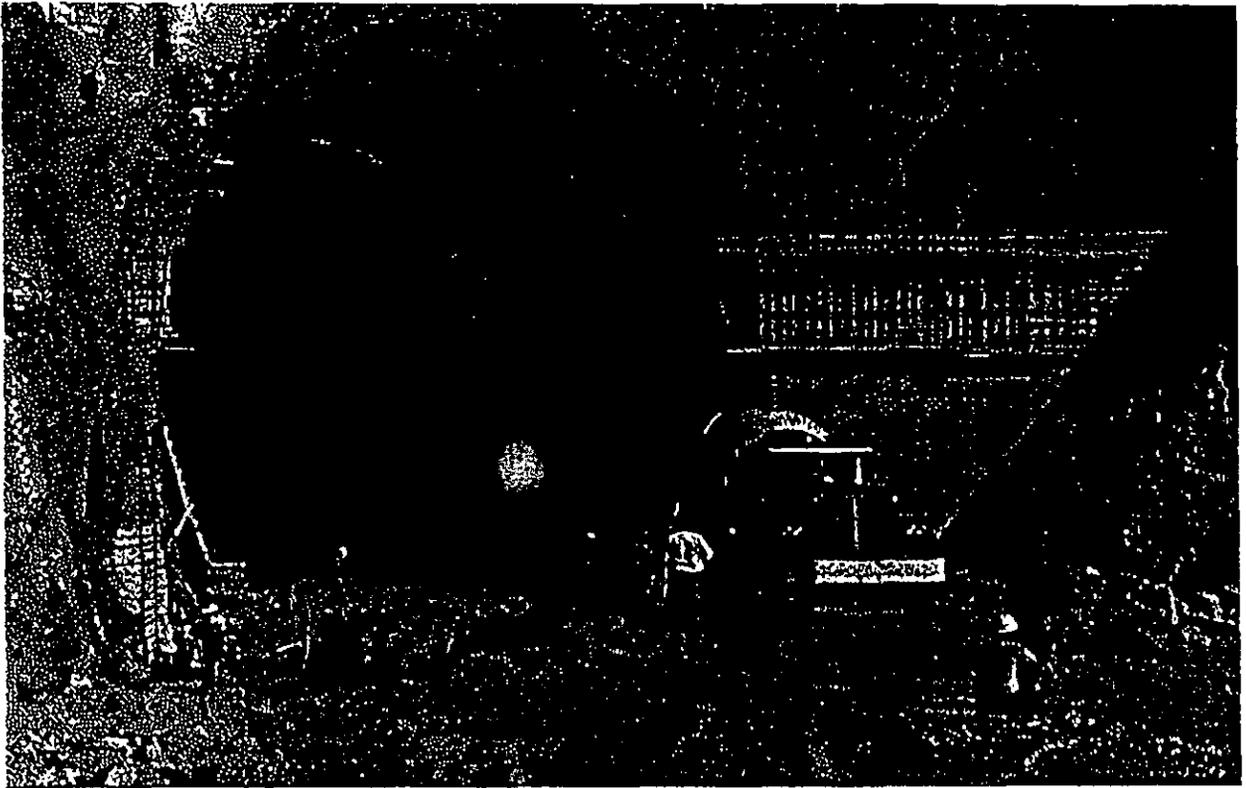
Determine los costos directos de los siguientes CONCEPTOS DE TRABAJO. (Utilice la unidad monetaria que quiera).



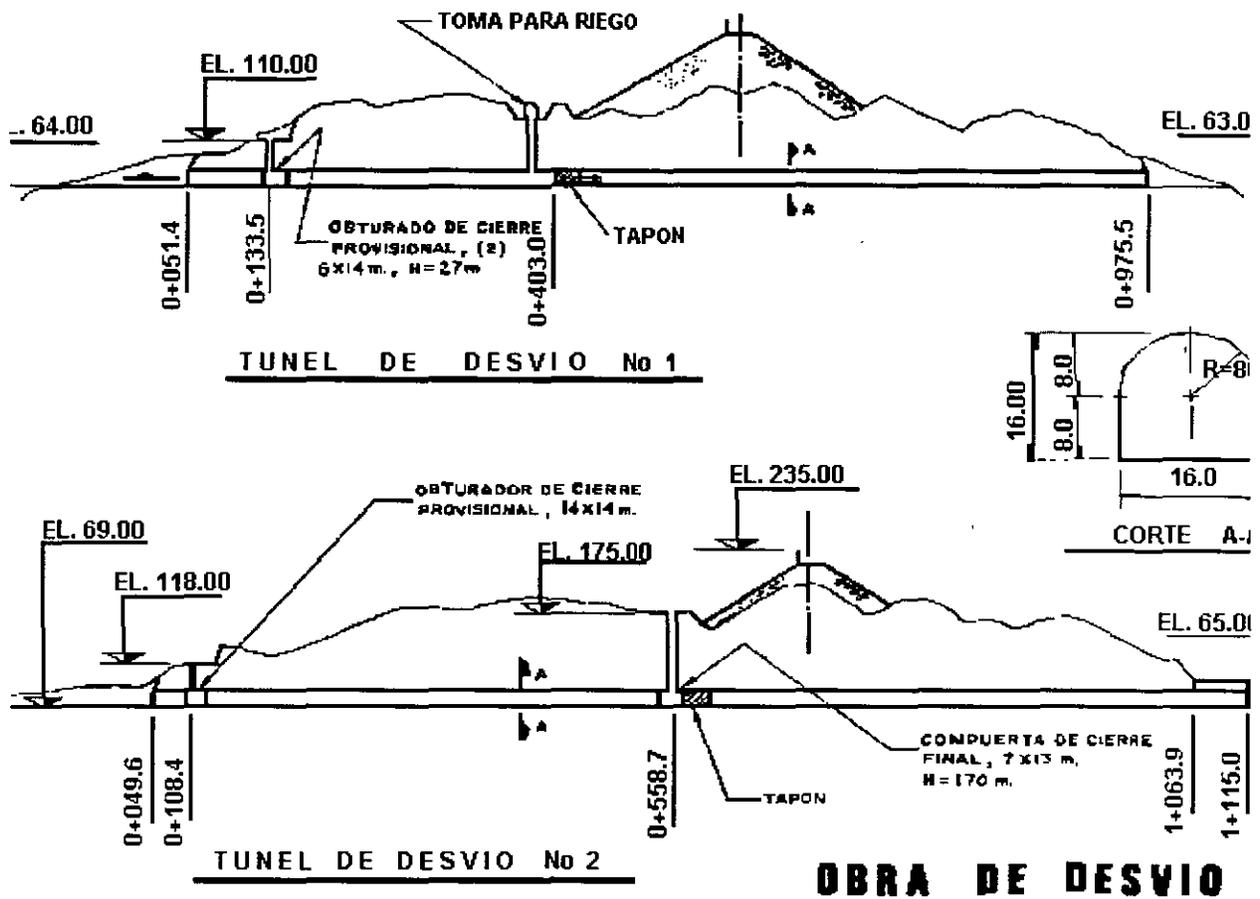
Obra.de.Desvío.avi\_(17934\_Kb)

- EXCAVACIÓN DE TÚNELES EN ROCA PARA LA OBRA DE DESVÍO, INCLUY ACARREO DE LA REZAGA A LA ZONA 3F DE LA CORTINA. (LA DISTANCIA MEDIA DE ACARREO SE PUEDE MEDIR A ESCALA EN LA FIGURA DE LA PLANTA GENERAL DEL PROYECTO).

En la fotografía siguiente puede usted ver la sección de uno de los túneles de la obra de desvío



A continuación se presenta un croquis dimensionado de la obra de desvío.



Cortinaavi.(24044 Kb)

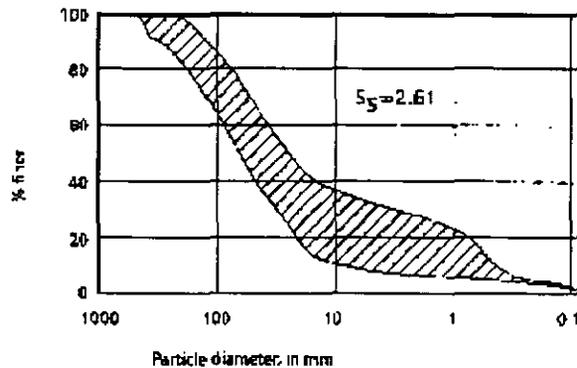
El plano siguiente muestra la localización, distancias de acarreo y capacidad de los 12 bancos sobre el río de donde se obtuvo el material de aluvión utilizado en la construcción del proyect



No	NOMBRE DEL BANCO	VOLUMEN (M3)		DIST (KM)
		PARCIAL	ACUMULADO	
1	EL CARRIZAL	450,000	450,000	2.30
2	EL ZORRO	100,000	550,000	3.80
3	LAS BLANCAS I	835,000	1,385,000	7.75
4	LAS BLANCAS II	701,000	2,086,000	6.90
5	EL VICENTEÑO I	1,886,00	3,972,000	10.0
6	EL VICENTEÑO II	383,000	4,355,000	11.25
7	EL VICENTEÑO III	756,000	5,111,000	12.0
8	EL TICUIXTLE	515,000	5,626,000	15.0
9	LA RIUBEÑA	245,000	5,871,000	13.80
10	SAN RAFAEL	1,261,00	7,132,000	18.90
11	MONICO	430,000	7,562,000	16
12	AGUA CALIENTE	198,000	7,760,000	17.10

- Extracción, carga acarreo y colocación de material tipo 3B en el cuerpo de la cortina. Incluye el acarreo total del material.

La siguiente figura muestra la composición granulométrica promedio de los bancos de aluvión localizados a lo largo del río donde se observa también que su peso específico es de 2.61 ton/m<sup>3</sup>.



La extracción del río no puede ser constante pues en la época de lluvias el río sube. Fue necesario el almacenamiento temporal en sitios especiales.

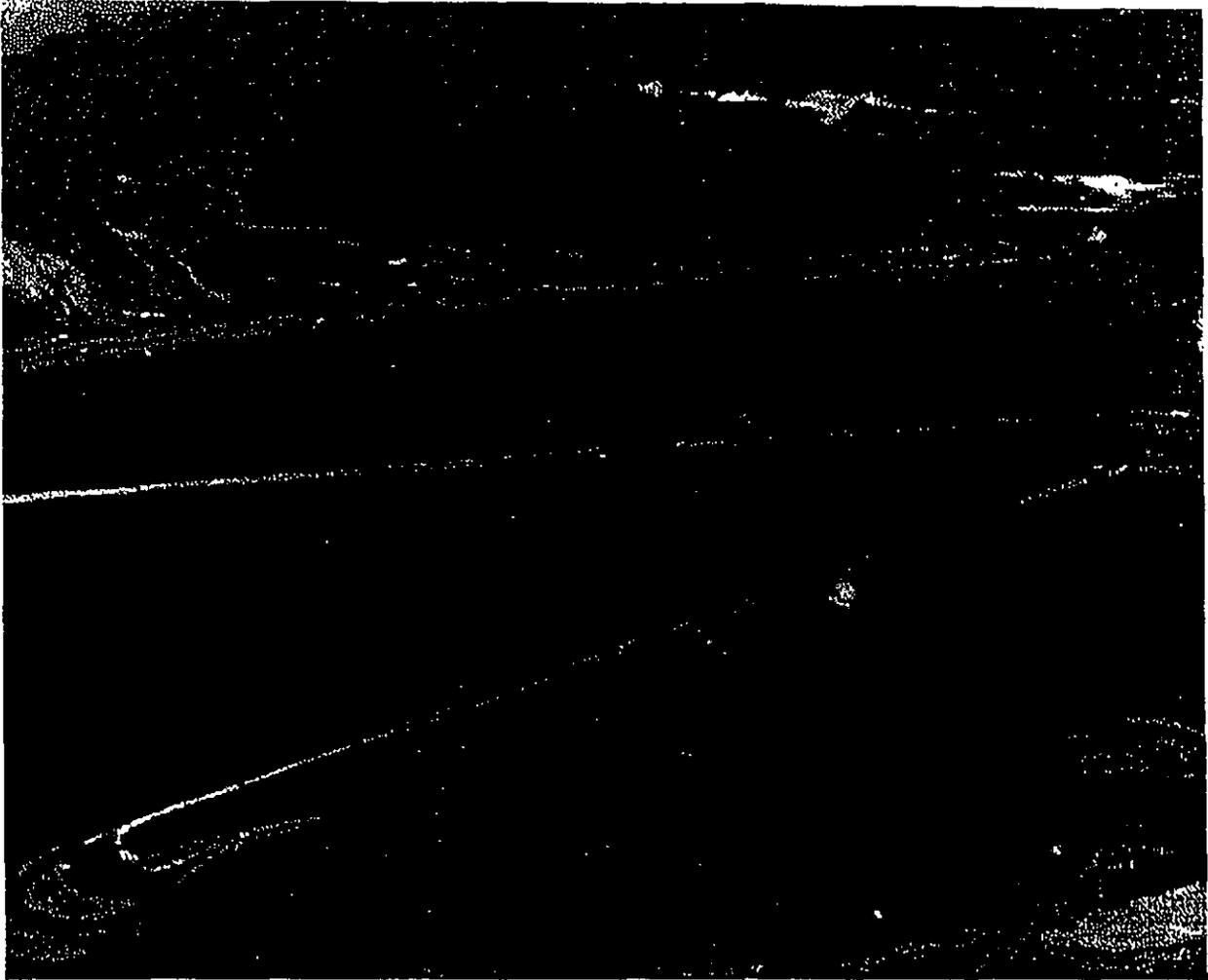
Para la colocación del aluvi6n en la cortina, se utiliz6 una banda transportadora desde la elevaci6n 120 hasta la 215. Calcule las dimensiones del equipo que se requiere y haga unacomparaci6n en costo que justifique su utilizaci6n.

- COLOCACI6N DE MATERIAL TIPO 3C EN EL CUERPO DE LA CORTINA PRODUCTO DE LA EXCAVACI6N, DE OBRAS CONEXAS DEL PROYECTO.

Considere un desperdicio del 15% en el material 3C que se debe tirar en bancos a prop6sito, situados a un promedio de 12 kms.

- SUMINISTRO, ACARREO Y COLOCACI6N DE MATERIAL TIPO T EN EL CUE DE LA CORTINA CONSIDERANDO UNA COMPOSICI6N DE 40% DE MATERI 3B Y 60% DE MATERIAL 3C

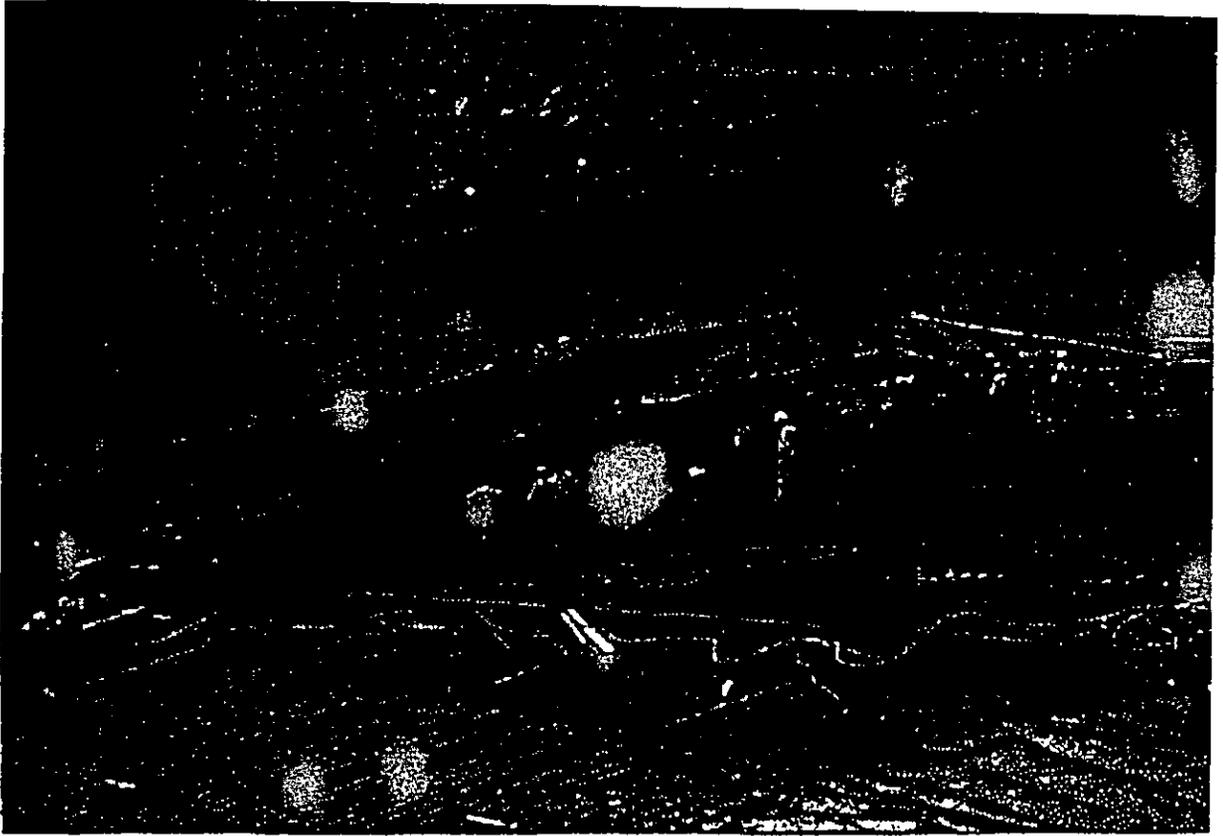
En la siguiente fotografia se observa el camino de acceso para los materiales a la cortina. Uste puede a escala determinar las pendientes y longitudes del mismo



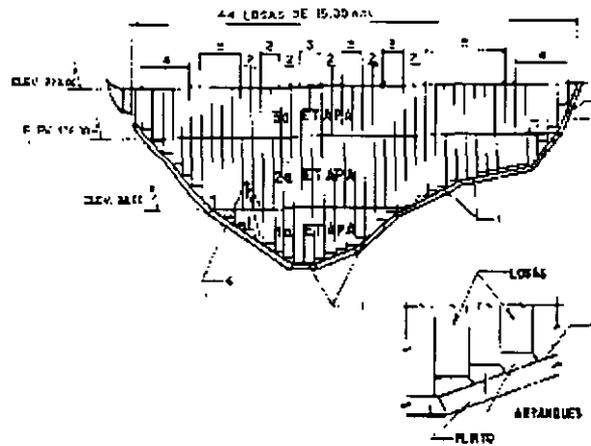
- FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO REFORZADO LA CARA AGUAS ARRIBA DE LA CORTINA F'C = 250 KG/CM<sup>2</sup> CON TAMAÑO MÍNIMO DE AGREGADOS IGUAL A 3/4" (19) MM Y REVENIMIENTO DE 15 C. Comprende todas las adquisiciones de materiales incluyendo el acero de refuerzo y todas las operaciones necesarias para colocar el concreto en su lugar. La distancia media de acarreo para agregados que se deben cribar es de 8 kilómetros al sitio de las plantas de cribado y de concreto y de ahí 3 km. al sitio de la cortina.

Deberá usted determinar y calcular el equipo de trituración y/o cribado necesario para procesar el material.

En las siguientes fotografías, puede usted observar el proceso constructivo de la cara de concreto aguas arriba de la cortina) que se colocó en tres etapas.



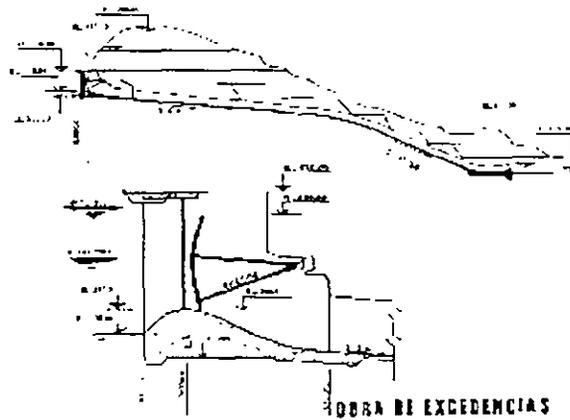
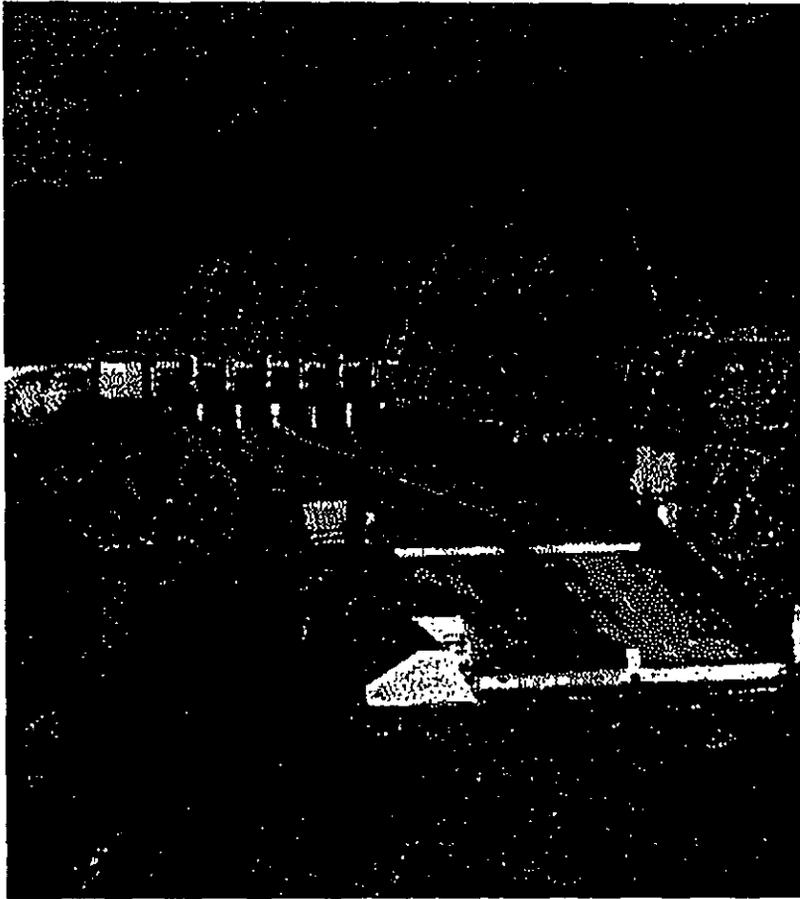
En el dibujo siguiente, podrá usted ver las etapas de construcción en la cara de concreto aguas arriba de la obra de contención.



Obras\_de\_Excedencias.avi.(22147.Kb)

- EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO EN ROCA ACARREANDO EL MATERIAL A CUERPO DELA CORTINA (MIDA LAS DISTANCIAS A ESCALA EN LA PLANT GENERAL)

En la siguiente fotografía se puede ver la obra del vertedor terminado. Se puede apreciar el procedimiento de construcción que se utilizó en la excavación en escalones llegándose a corte hasta de 130 metros de altura. En la figura que está junto, usted puede obtener a escala todas la dimensiones.

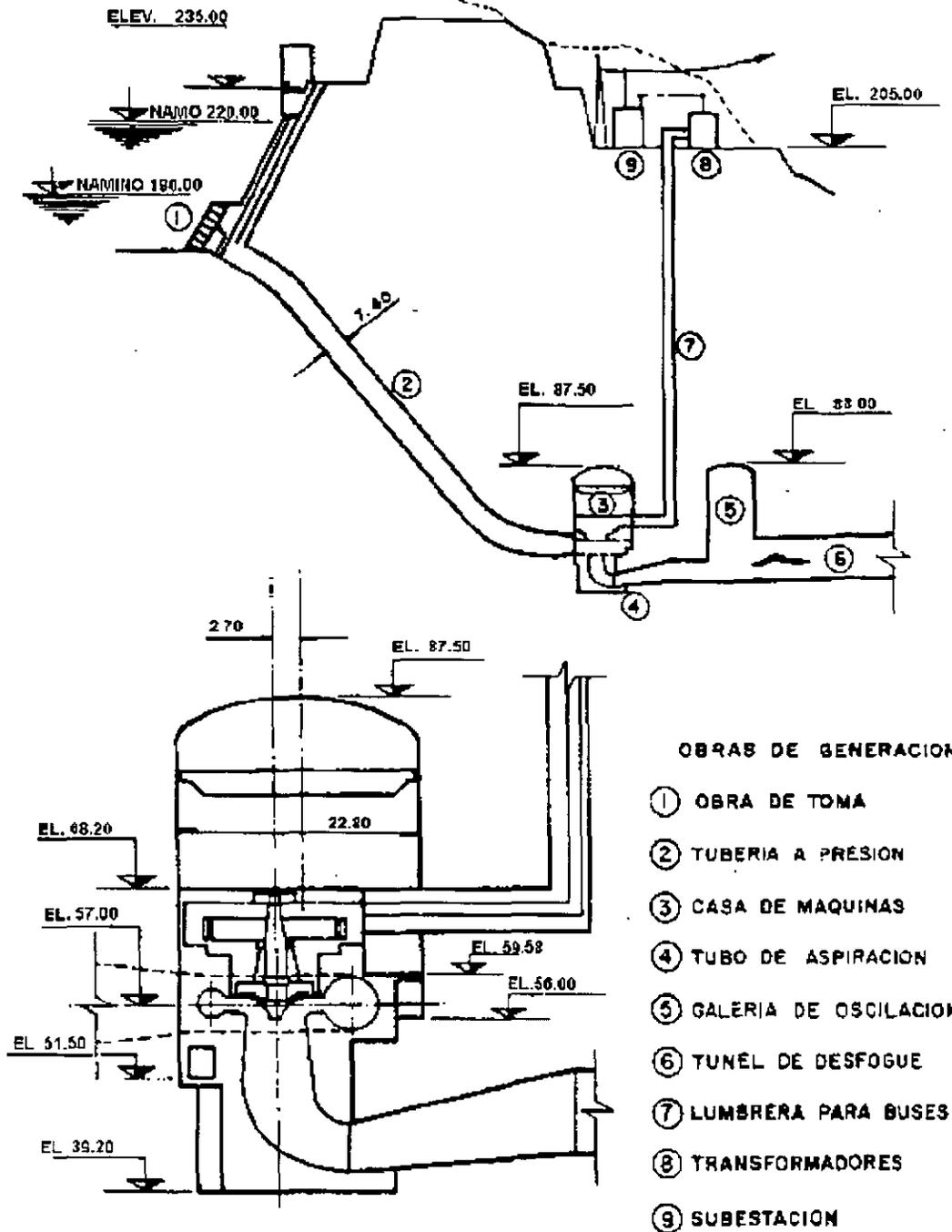




Obra de Generación.avi (24044 Kb)

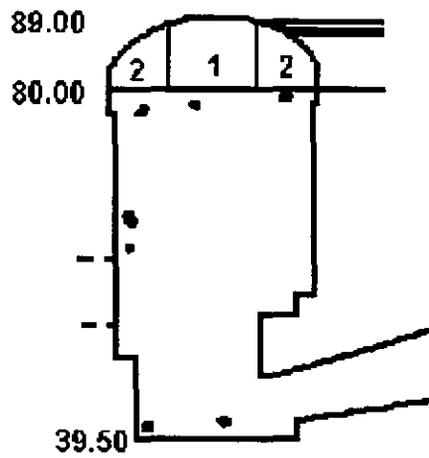
La figura siguiente presenta la disposición general de las obras de Generación que incluyen la Obra de Toma, la tubería de presión, la casa de máquinas con sus obras conexas.

# OBRAS DE GENERACION

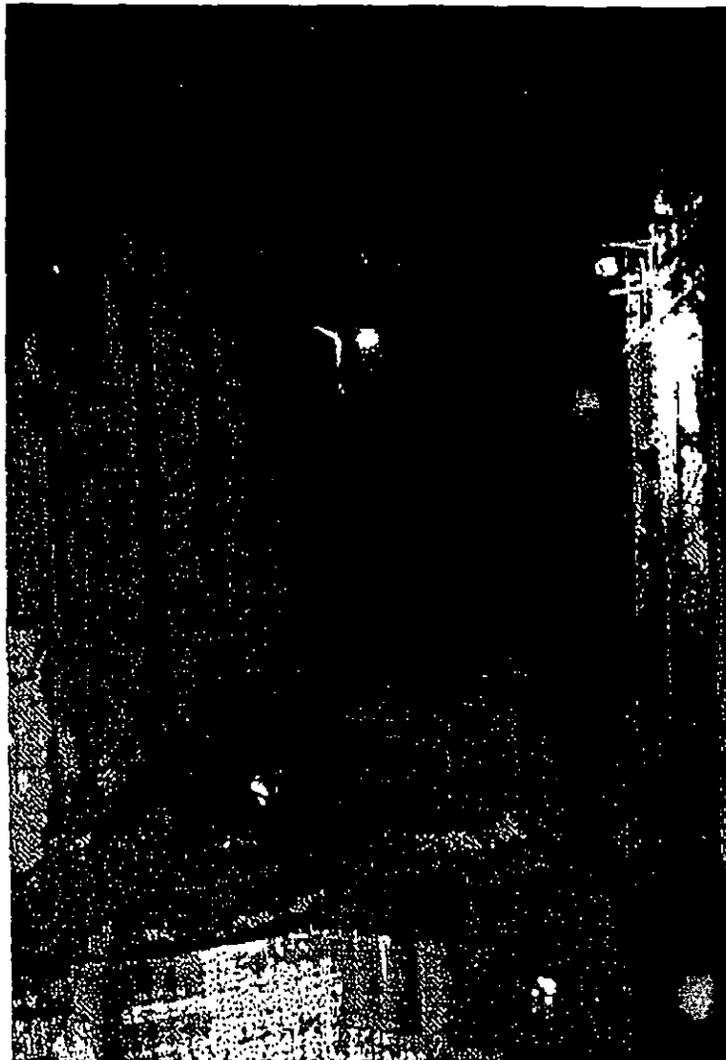


- EXCAVACIÓN EN ROCA EN LA CAVERNA DE CASA DE MÁQUINAS ACARREANDO EL MATERIAL AL CUERPO DE LA CORTINA. (MIDA LAS DISTANCIAS A ESCALA EN LA PLANTA GENERAL).

En la siguiente figura se muestra el proceso de excavación de la casa de máquinas, la cual se inició por la bóveda dividiendo su sección en tres etapas y posteriormente se procedió a banquear toda la caverna. Para atacar esta y otras estructuras subterráneas, se construyó una vialidad con túneles auxiliares que conformaron una envolvente alrededor de la casa de máquinas para permitir la circulación del equipo de excavación y la rezaga del material en forma continua sin interferencias.



La siguiente fotografía muestra la caverna de la casa de máquinas.

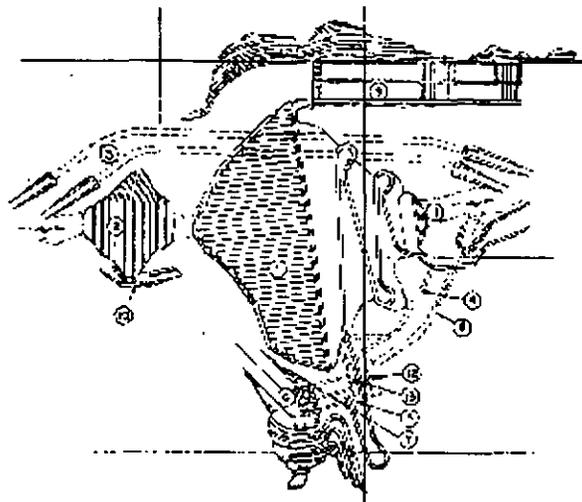


- SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE PRESIÓN DE ACERO ESTRUCTURAL CON ESPESOR DE 1 ½" EN TRAMOS DE 2.50 M.

.Determine usted el costo indirecto calculando todas las erogaciones o cargas necesarias en el transcurso del tiempo de construcción. Incluya todo lo correspondiente a campamentos e instalaciones provisionales. Suponga que ya existe un camino de acceso pavimentado y aplique el costo indirecto a cada uno de los costos directos anteriores para obtener los PRECIOS UNITARIOS correspondientes.

En la figura que se presenta a continuación se puede ver la planta general del Proyecto con la cual usted puede calcular algunas distancias que requiere para resolver el problema tomando dimensiones de los cuadros donde se presentan los datos generales del proyecto

## PLANTA GENERAL



① DORTINA	⑤ CASA DE MÁQUINAS	⑨ OBRA DE EXCEDENCIAS
② OZAJJA AGUAS ARRIBO	⑥ OBRA DE TOMA	⑩ CANAL FUSIBLE
③ TUNEL DE DESVO	⑦ TUBERÍA A PRESIÓN	⑪ ATAJAJIA AGUAS ABAJO
④ TUNEL DE ACCESO GN	⑧ TUNEL DE DESFOQUE	⑫ GALERÍA DE DIFERENCIACIÓN
		⑬ SUBESTACION

### DATOS GENERALES

- En el proyecto hidroeléctrico se trabaja todos los días durante 24 horas en tres turnos de 8 horas cada uno. La política general es no tener horas extras salvo casos indispensables.
- El tiempo de lluvias es durante los meses de mayo a septiembre.
- El coeficiente de abundamiento de la roca es del 62%. Los coeficientes de acomodo supóngalos. El peso específico en banco es de 2700 kg/m<sup>3</sup>.
- Suponga usted todos los coeficientes de eficiencia necesarios. Donde sea posible calcúlelos.
- Los caminos interiores en la obra tienen un mantenimiento adecuado.
- Todos los procedimientos de cálculo que requiera (dosificación de concretos, cálculo de voladuras de roca, ciclos en excavación de túneles, rendimientos de maquinaria y obra de mano, soldadura.etc.), los encuentra en el curso.

PROYECTO HIDROELECTRICO AGUAMILPA

La realización del Proyecto Hidroeléctrico Aguamilpa es la culminación de una gran cantidad de estudios, análisis y evaluaciones realizadas durante más de 20 años por diversas dependencias del gobierno de México.

Se describen las características generales del Proyecto, las estructuras principales, los datos de diseño y los aspectos constructivos, dedicando especial atención al diseño de la cortina, la cual es la más alta del mundo en su tipo, aluvión-enrocamiento con cara de concreto.

Aguamilpa está diseñada para generar en promedio 2,132 GWH anuales para satisfacer principalmente la demanda pico. Esto hace que Aguamilpa sea uno de los Proyectos más importantes del país.

Las coordenadas geográficas del sitio son: 104° 46'29" de longitud oeste y 21° 50'32" de latitud norte.

En el contexto nacional, entre las hidroeléctricas, Aguamilpa se ubica de acuerdo a las siguientes características:

Nombre de la Presa	Potencia Ins. Mw	Generación Med. Anual	Almacenamiento en mill. m3	Altura (m)
Chicoasen	1 500	2 500	1 705	251
Malpaso	1 080	2 800	12 960	138
Infiernillo	1 000	3 160	12 000	149
Aguamilpa	960	2 131	6 950	187
Angostura	900	2 200	18 500	147
Caracol	594	1 480	1 860	126
Peñitas	420	1 910	1 628	53
Villita	300	1 180	710	60
Zimapan	290	1 292	1 426	200
Mazatepec	208	790	62	92
Temascal	154	830	13 790	76

En un país semiárido como México, el Río Santiago es uno de los más importantes y cuenta con un potencial de generación de 11,092 GWh anuales, con una capacidad instalada de 4,807 MW, distribuidos en 12 Proyectos principales (con más de 100 MW), y 15 secundarios; de éstos, solo seis se encuentran en operación.

El escurrimiento en el Río Santiago es muy cambiante a la altura de Aguamilpa, el gasto medio en un mes de estiaje puede oscilar entre 8 y 180 m<sup>3</sup>/seg., y entre 95 y 2,000 m<sup>3</sup>/seg., en uno húmedo; el gasto medio anual histórico es de 220m<sup>3</sup>/s.

Con base en la información de las estaciones hidrométricas y climatológicas en la cuenca del río se determinaron las avenidas máximas para diferentes períodos de retorno, y con el criterio de precipitación máxima probable y transposición de ciclones la avenida de diseño para el vertedor.

Para la obra de desvío se consideró la avenida máxima histórica registrada (17 agosto 1973) que es equivalente a la de un  $Tr = 50$  años.

El Proyecto Hidroeléctrico Aguamilpa se localiza en la parte suroeste de la Sierra Madre Occidental. Esta área está caracterizada por rocas volcánicas extrusivas (ignimbritas riódacíticas) del mioceno, intrusionadas por diques de origen diverso.

Las rocas volcánicas extrusivas han sido clasificadas en 3 unidades: la inferior es la unidad Aguamilpa, la intermedia unidad colorines y la superior unidad Picachos; la primera está formada por ignimbrita masiva en tanto que las otras dos presentan pseudoestratificación.

Las principales características estructurales geológicas detectadas en el sitio correspondiente a seis fallas con orientación general NE-SW, conocidas como sistema Colorines. Cuatro de estas fallas se localizan en las margen derecha y afectan las obras de generación; las otras dos se localizan en la margen izquierda y una de ellas involucra la obra de desvío y el vertedor.

La estructura tectónica de la región está relacionada con el movimiento de subducción de las placas de cocos y rívera bajo la placa Norteamericana. La interacción entre las tres placas hace sumamente compleja la tectónica de esta zona.

## DATOS PRINCIPALES DEL PROYECTO

### OBRA DE DESVIO

Dimensión de los túneles (2) sección portal sin revestir 16m x 16m

	Túnel Núm. 1	Túnel Núm. 2
Longitud (m)	924	1,080
Gasto máximo de descarga (m <sup>3</sup> /s)	2 630	2,490
Velocidad media máxima (m/s)	11.5	10.90

### PRINCIPALES CANTIDADES DE OBRA

Vol. Ataguía aguas arriba	907,659 m <sup>3</sup>
Vol. Ataguía aguas abajo	78,119 m <sup>3</sup>

Excavación a cielo abierto	270,000 m <sup>3</sup>
Excavación en tunel	472,000 m <sup>3</sup>
Excavación en lumbrera	9,320 m <sup>3</sup>
Concreto hidráulico	64,633 m <sup>3</sup>
Acero de refuerzo y estructural	1,430 ton
anclaje	43,550 m

### CORTINA

Tipo de aluvión-enrocamiento con cara  
concreto

Elevación de la corona	235 msnm
Longitud de la corona	642 m
Altura total al desplante	185.5 m
Volumen	13.8 millones de m <sup>3</sup>
Desplante del plinto	49.5 msnm
Talud aguas arriba	1.5:1
Talud aguas abajo	1.4:1
Bordo libre	3.0 m
Area cara de concreto	137,250 m <sup>2</sup>
Volumen de concreto	98,850 m <sup>3</sup>
Acero de refuerzo	2,750 ton

### OBRA DE EXCEDENCIAS

Gasto máximo de la avenida de diseño	17,482 m <sup>3</sup> /s
Gasto de diseño (descarga)	14,900 m <sup>3</sup> /s
Elevación de la cresta	210 msnm
Longitud total de la cresta	72 m

Compuertas (6)	12 x 19.5 m
Ancho de los canales de descarga (dos)	42.5 m
Longitud de los canales (horizontal)	569 m
Velocidad máxima	35 m/s

#### Principales cantidades de obra

Excavación a cielo abierto	5'200,000 m <sup>3</sup>
Concreto en superficies moldeadas	84,900 m <sup>3</sup>
Concreto a tiro directo	53,000 m <sup>3</sup>
Concreto lanzado	7,800 m <sup>3</sup>
Acero de refuerzo	5,940 ton
Anclaje	279,000 m
Drenaje	18,000 m
Excavación en galerías	13,600 m <sup>3</sup>

### OBRAS DE GENERACION

Elevación del piso de la obra de toma	170 msnm
Dimensión de compuertas	5.8 x 7.4 m
Dimensión de rejillas	19.8 x 18 m

#### Conducción a presión

Diámetro	7.40 m
Longitud	187.00 m
Longitud de blindaje (espesor de placa 1 ½")	131.00 m

#### Casa de máquinas

Ancho	22.80 m
Largo	134.00 m
Alto	50.00 m

### Galería de oscilación

Ancho	16.00 m
Largo	85.00 m
Alto	48.50 m
Túnel de desfoque	Sección portal
Diámetro	16.00 m
Longitud	391.00 m
Gasto de diseño por unidad	249.00 m <sup>3</sup> /s
Velocidad de giro de las turbinas	150 rpm
Carga bruta máxima	159 m
Carga neta máxima (al NAMO)	157.3 m
Carga bruta de diseño	146 m
Carga neta de diseño	144 m
Generador de Potencia de cada unidad	320 MW
Capacidad instalada, 3 Francis	960 MW
Factor de planta medio anual	0.253
Generación media anual firme	1,574 GWH/año
Generación media anual secundaria	557 GWH/año
Dos líneas en primera etapa y una futura de	400 kv/c/u

### PRINCIPALES CANTIDADES DE OBRA

Excavación en Caverna	202,072 m <sup>3</sup>
Excavación en túnel	146,756 m <sup>3</sup>
Excavación a cielo abierto	1,774,619 m <sup>3</sup>
Concreto hidráulico	116,771 m <sup>3</sup>
Acero de refuerzo	7,100 ton

## DESCRIPCION DE LAS OBRAS

### OBRA DE DESVIO

Consta de dos túneles de sección portal de 16 m x 16 m sin revestir, localizados en la margen izquierda del río.

Ambos túneles se excavaron en roca volcánica extrusiva. Se revistieron de concreto reforzado los 16m a la entrada, las zonas de transición y a la salida del túnel núm. 2.

### OBRAS DE CONTENCIÓN

Se estudiaron diferentes opciones del tipo de cortina, incluyendo las de arco-gravedad, materiales graduados y enrocamiento con cara de concreto (PCC). Después de una evaluación técnica-económica se seleccionó la del tipo PCC; además del costo, los aspectos más importantes que llevaron a esta decisión fueron los de disponibilidad de materiales y tiempo requerido para la construcción.

La experiencia mundial en el diseño y construcción de PCC muestra que puede ser bastante confiable en su comportamiento y seguridad, como puede verse en los casos de las presas más altas de este tipo construídas a la fecha; Foz do Areia en Brasil y Salvajina en Colombia, con 160m y 148 m de altura, respectivamente.

En el caso de Aguamilpa, la altura desde el desplante de la losa de pie hasta la corona es de 185.5m, el área de la cara de concreto de 137,250 m<sup>2</sup> y el volumen de materiales de 13.6 millones de metros cúbicos.

El volumen de enrocamiento producto de las excavaciones necesarias para las otras estructura del Proyecto es de 7 millones de metros cúbicos y se aprovechó para conformar la zona 3C de la presa. Para el volumen adicional requerido se usaron gravas naturales de bancos ubicados dentro de los 17 km. aguas abajo de la presa.

### OBRAS DE GENERACION

La planta hidroeléctrica cuenta con 3 unidades generadoras de 320 MW cada una y puede generar en promedio 2,131 GWH anuales. Las estructuras principales que conforman las obra de generación son: canal de llamadas a cielo abierto, obra de toma, tres conductos a presión en túnel; casa de máquinas, galería de oscilación, lumbreras de buses y ventilación, plataforma d tranformadores y subestación y túnel de desfoque.

Se describen las más importantes:

## Conductos a presión

Los conductos se inician a partir de las compuertas de servicio, con sección rectangular de 5.8 x 7.4 m y mediante una transición, en curva vertical, cambian a sección circular. La zona de transición va revestida de concreto reforzado y la zona con sección circular de 7.40m de diámetro con revestimiento metálico y empacada con concreto simple.

## Casa de máquinas

La casa de máquinas, en caverna, alberga los equipos electromecánicos y de acuerdo a éstos se definen los siguientes pisos: de turbinas, de generadores y de excitadores. Además, se encuentran también las galerías de drenaje, de inspección, de charolas y el cárcamo de bombeo.

Las grúas (2) de casa de máquinas tienen una capacidad de 405/40 ton c/u y acopladas pueden levantar el rotor con un peso de 735 ton.

## Galería de oscilación

La galería de oscilación amortigua los efectos de variación de presión ocasionados por los rechazos y toma de carga. Se localiza aguas abajo de los tubos de aspiración. En esta galería se tienen las compuertas de desfogue, que aíslan al tubo de aspiración cuando se requiera desaguarlo.

La separación entre la galería y casa de máquinas (50 mts. entre ejes) obedece a condiciones geotécnicas del macizo rocoso y esto hizo necesario proyectar un túnel de aspiración que conecta el tubo de aspiración con la galería. En un extremo de la galería se inicia el túnel de desfogue.

## Desfogue

Conecta la galería de oscilación con el río. Su diseño es tal que considerando la longitud (391 m), la geología, el aspecto constructivo y la evaluación económica, de las condiciones óptimas de trabajo, ya que el comportamiento hidráulico y las pérdidas hidráulicas en este caso son importantes. La geometría de 16 x 16m, es sección portal y revestidos de concreto, cumplen con lo mencionado.

## Obra de excedencias

Es un vertedor en canal a cielo abierto, con un muro separador, con capacidad de 14 900 m<sup>3</sup>/s, para transitar una avenida con gasto máximo de 17 482 m<sup>3</sup>/s, la cual se determinó con base en criterios de trasposición de ciclones y precipitación máxima probable.

Consta de 6 vanos de 12m de ancho, dividido en dos canales, uno auxiliar y otro de servicio. La política de operación de compuertas es tal que permite regular avenidas con un período de retorno de 70 años, sin descargar más de 3,000 m<sup>3</sup>/s.

Plinto o losa perimetral.

El plinto lo constituye una losa perimetral a la cara de concreto, cimentada en la roca. Esta estructura tiene dos funciones importantes: el primero es servir de respaldo para consolidar la roca e inyectar la pantalla profunda, permitiendo a su vez, un gradiente hidráulico alto (entre 1 y 20) y el segundo es que forma parte de la junta perimetral, en la cual ocurrirán los desplazamientos relativos más significativos entre la cara y la cimentación.

### Cara de concreto

El elemento impermeable de la cortina es la cara de concreto. Su función no es estructural y su comportamiento depende de la deformación de los materiales de la cortina.

La cara de concreto está dividida en losas longitudinales de 15 m de ancho. El espesor de la losa es variable de 0.85m en el fondo del río hasta 0.30 m a la altura del parapeto.

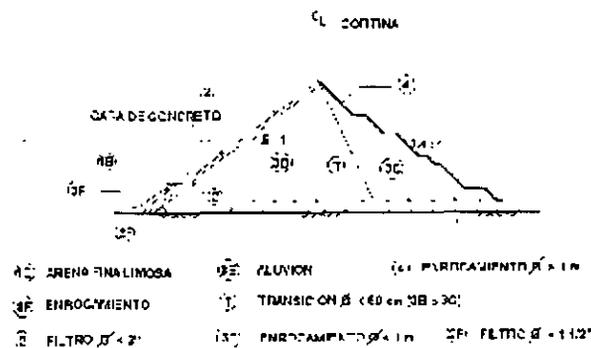
Para calcular el refuerzo de la losa, además de los criterios empíricos usualmente utilizados en este tipo de presas, se aprovechó la experiencia observada en cortinas similares recientes, así como los resultados de análisis estáticos y dinámicos, zonificando la losa en áreas de compresión hacia el centro, utilizándose porcentajes de refuerzo que variaron entre 0.5% y 0.3% de la sección de la losa.

### Materiales de la presa

Básicamente el cuerpo de la cortina lo conforman 2 tipos de materiales: aluvión, proveniente los bancos naturales, procesado de acuerdo a su ubicación dentro de la cortina, y enrocamiento producto de las excavaciones.

A continuación se puede ver la sección transversal de la cortina y se describen las características y especificaciones principales de los materiales.

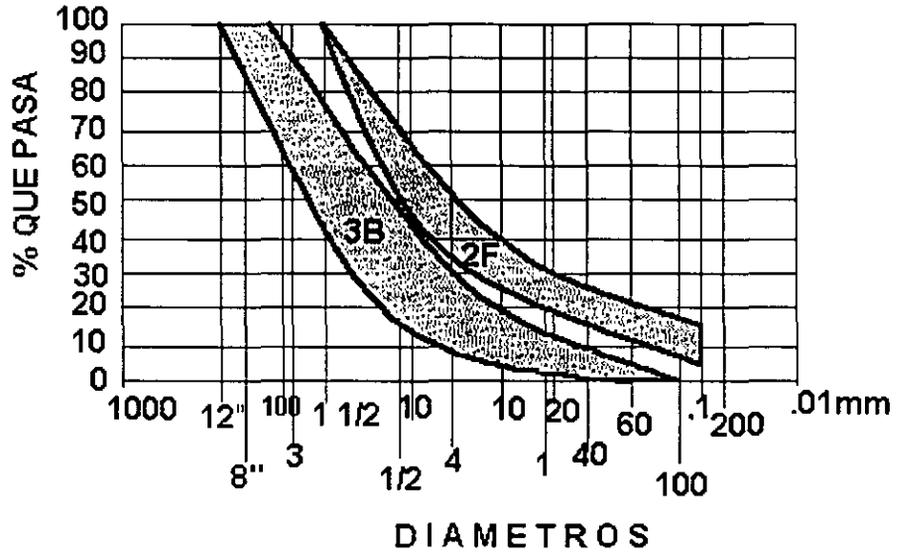
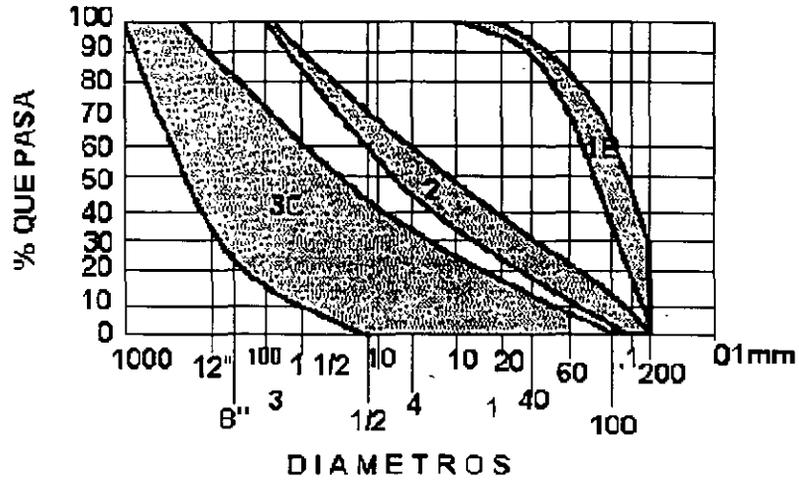
### Sección transversal de la cortina



Descripción	Simbolo	Características Vol.en millones de metros cúbicos	Colocación
-------------	---------	---	------------

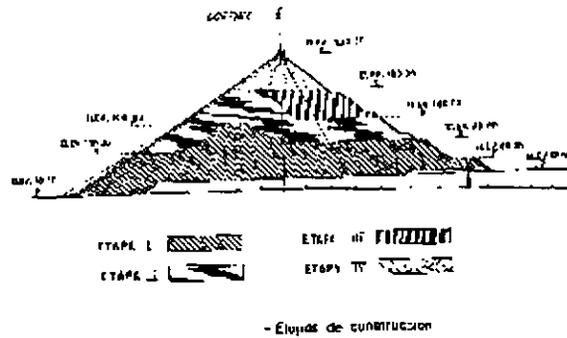
Cuerpo de la cortina	3B	Tamaño máximo 12" vol. = 6.85 cribado, Banco de Aluvión	En capas de 0.6m Peso Vol.>2.0 t/m <sup>3</sup> compactación. 4 pasadas de rodillo liso vibratorio ≥ 10 tons.
Apoyo de la cara de concreto	2	Tamaño máximo 4" vol. =0.52 Banco de Aluvión procesado	En capas de 0.3m Peso Vol. > 2.1 t/m <sup>3</sup> compactación. 4 pasadas de rodillo liso vibratorio ≥ 10 tons.
Apoyo de la junta perimetral	2F	Tamaño máximo 1 ½" vol. = 0.01 Banco de Aluvión procesado	En capas de 0.3 m Peso Vol. > 2.1 t/m <sup>3</sup> compactación. 4 pasadas de rodillo liso vibratorio ≥ 10 tons.
Enrocamiento cuerpo de la cortina	3C	Tamaño máximo 1m vol.= 4.09 Excavación de obras anexas. Fragmentos sanos	En capas de 1.2m compactación. 4 pasadas de rodillo liso vibratorio ≥ 10 tons.
Protección de talud aguas abajo	4	Tamaño >1 m vol. =0.19 Excavación de obras anexas	Empacado y acunado Material sobrante de selección de materiales 3C.
Transición	T	Mat. 3B ó 3C Tamaño máximo 0.6m Vol.= 2.08	En capas de 0.6 m compactación. 4 pasadas de rodillo liso vibratorio ≥ 10 tons.
Protección aguas arriba	1B	Arena fina limosa Vol.=0.03	En capas de 0.3 m sin compactar
Protección del material 1B	3F	Material rezaga de túneles Vol.= 0.07	Bandeado en capas de 0.4 m

A continuación se muestran las curvas granulométricas de los materiales.



### Etapas de construcción

Las condiciones hidrológicas del lugar impusieron la necesidad de construir la presa en un primera etapa hasta la elevación 140.00, con el objeto de proporcionar la mayor seguridad posible durante el segundo período de avenidas después del desvío del río. Estas condiciones la disponibilidad de los materiales determinaron construirla en varias etapas y con la siguiente estrategia constructiva.



- Adelantar la excavación del plinto, exceptuando los tramos inferiores, antes de la limpieza del cauce, exceptuando los tramos inferiores para, garantizar desplantarlos en roca firme.
- Iniciar la colocación de materiales simultáneamente con la extracción del material de excavación del plinto del lecho del río.
- Crear un sistema de rampas y accesos que facilitaran la colocación de materiales concreto en cualquier época.
- Utilizar el material proveniente de las excavaciones de las estructuras y de los bancos de gravas en forma directa, eliminando en lo posible la necesidad de almacenamientos, especialmente para los enrocamientos.

El programa general de ejecución del proyecto hidroeléctrico, mismo que debe usted considera en la solución del problema, se muestra a continuación.



## PROLOGO

Este es un Diplomado sobre la Teoría General de los Costos aplicada a la construcción, especialmente a la **CONSTRUCCION** de grandes obras.

Se considera a los costos como eje fundamental alrededor del cual giran las operaciones que son necesarias para llevar a buen término un proyecto, el cual no tendrá éxito si los costos no se han manejado adecuadamente. Hay que subrayar que lo más barato no representa necesariamente la mejor alternativa vista desde un análisis económico-financiero detallado. Por ejemplo, para lograr un costo barato puede ser necesaria la inversión en nuevos equipos de construcción asunto que debe analizarse en el ámbito financiero de la empresa.

Puede suceder por otro lado que lo que se logre en un período de tiempo de construcción a costos bajos no se compense con el costo financiero de la adquisición y valor de rescate de la maquinaria comprada.

Como este Diplomado puede ser visto en cualquier parte del mundo, en los espacios para poner el valor (ejemplo "Dólares") se utiliza el concepto UM, "Unidad Monetaria", que no tiene relación con moneda alguna.

Sin embargo, si en algún caso se refiere a una moneda determinada, ésta se señala explícitamente.

Aunque los aspectos de rendimiento de maquinaria, rendimiento de la obra de mano, análisis de precios unitarios, etc., se han tomado de fuentes autorizadas, no deben tomarse sin hacer las consultas e investigaciones necesarias. El curso hace más énfasis en los aspectos teóricos. El autor no cree en el uso general que se le da a las llamadas "Matrices de precios unitarios", que son una buena herramienta para usarse en programas que manejan conjuntamente costos, programas de construcción, cantidades de insumos, etc., especialmente en EDIFICACION, sin embargo, las matrices deben ser producidas o al menos revisadas por la empresa, con datos de su experiencia.

Para poder llevar un buen control de costos, es indispensable estudiar los costos y precios unitarios con el mayor detalle posible, lo cual solo se logra cuando se hace por personal especializado responsable y con experiencia.

Los llamados "Presupuestos", pueden ser documentos para archivo muerto o herramientas con las que se puede obtener informaciones que sirven para la toma de decisiones con menores riesgos.

El autor ha desarrollado una "Teoría General de Presupuestos", que aparece en un capítulo del curso.

Otro aspecto importante es utilizar la experiencia registrada de proyectos anteriores, lo que constituye el corazón de la "Constructabilidad". Esta experiencia acumulada, debidamente recogida y evaluada en forma estadística y probabilística distingue a las empresas importantes.

Los aspectos fiscales involucrados en todas las actividades productivas, pero en la construcción existen ángulos que deben cuidarse especialmente como se ve en parte de algunos capítulos. El análisis de los rendimientos tanto de la obra de mano como de la maquinaria y equipo de construcción, deben analizarse inteligentemente. Cualquier error o

exceso es costoso hora por hora u operación tras operación.

Un curso de este tipo, no puede diseñarse para cierto nivel de conocimientos, pues por otro lado este Diplomado corresponde al programa de la División de Educación Continua de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, que es para la actualización de profesionistas en actividad. Sin embargo, el autor tuvo que pensar también en los jóvenes que cursan carreras en donde el tema está en los programas de sus centros de educación.

Es posible que en los ejemplos que contiene el curso, el lector encuentre algunos errores o imprecisiones. El curso subraya la importancia en los procedimientos más que en los resultados numéricos. Sin embargo se agradece de antemano sus observaciones por correo electrónico, para poder hacer las correcciones procedentes.

Uno de los recursos más valiosos de la comunicación por Internet, es la de llegar a múltiples sitios WEB llamadas también páginas, hiperenlaces o links. Esto permite al usuario de manera casi instantánea viajar alrededor el mundo y situarse por ejemplo en la famosa Biblioteca Boldiana de la Universidad de Oxford en Inglaterra y hacer consultas o bien a la página del Instituto de Ingeniería de la UNAM. El autor ha considerado importante esta facilidad y por ello se le da particular importancia para la evaluación del diplomado a los trabajos de investigación.

A propósito de polémicas sobre los cursos en línea o en internet, se puede señalar que su característica es que puedan ser vistos al mismo tiempo: en cualquier parte del mundo, en la parte que el lector quiera, y sin necesidad de ningún otro medio o apoyo. lo que cumple este diplomado, el primero en su tipo producido en México y que se encuentra registrado en "Teleeducation NB", organization canadiense que lleva el registro de estos cursos para todo el mundo y que puede consultarse en <http://teleeducation.nb.ca> o también en <http://database.telecampus.com>

Veamos un poco sobre la mejor forma de tomar este tipo de cursos:

El Internet puede verse con varios visualizadores, todos los cuales tienen características particulares que los diferencian. Este diplomado esta hecho para verse en el visualizador Netscape. Si se ve en otro, es posible que algunas figuras o videos no se vean y solo aparezca el espacio o señal correspondiente.

El diplomado puede verse en cualquiera de sus partes, sin embargo es deseable que el alumno siga la secuencia de los capítulos, lo cual no es condición sino recomendación académica.

La condición académica para aprobar y recibir el diploma correspondiente de la Universidad Nacional Autónoma de México, es calificar mínimo con ocho. Administrativamente se pide que no exceda de un año, lo cual no quiere decir que tenga esa duración. Dependerá de cada alumno el tiempo que le tome terminarlo.

Es importante subrayar que cada alumno es independiente. Que no se conocerán excepto cuando se tengan las conversaciones en grupo en línea, llamadas CHAT y que solamente se conocerá la dirección electrónica de algún alumno si éste solicita expresamente que se publique para tener contacto y correspondencia con otros alumnos. También es importante subrayar que por el sistema de enseñanza-aprendizaje, cada alumno estará en partes diferentes del Diplomado, como si solamente él lo estuviera tomando.

Se señalan 200 horas para terminarlo satisfactoriamente. Aquí se trata de una apreciación del coordinador académico suponiendo un curso similar en forma presencial, sin embargo, la

realidad dependerá de cada alumno. Recuérdese además que "navegar" por INTERNET puede volverse una afición que consuma muchas horas.

El curso contiene una buena parte de temas que no son estrictamente del campo que normalmente se maneja cuando se enseña costos, pero que son indispensables para su manejo, tal es el caso de los procedimientos de construcción, de la estadística, de los métodos de medición y cuantificación de obra, del conocimiento de la maquinaria, de los controles, de la contabilidad, de la programación, de los problemas inflacionarios y los aspectos financieros y la evaluación de proyectos entre otros.

Cuando su computadora se conecta a INTERNET, lo que está haciendo es bajar archivos en forma de palabras, dibujos, fotografías, videos, texto o música, los cuales pueden venir de múltiples computadoras que están enlazadas a una gran red que es precisamente INTERNET. Estos archivos tienen un tamaño que se mide en bytes (KB, MB, GB) y el medio de transmisión (modem, fibra óptica, etc.), tiene una velocidad de transmisión que generalmente se mide en kilobytes por segundo (KB/seg.), luego entonces habrá un espacio de tiempo necesario para que el archivo que se está llamando (supóngase la liga a Caterpillar o una parte del curso), se despliegue totalmente y pueda ser visto y leído. Mientras más fotografías o videos tenga, más tiempo tardará. El autor pudo haber tomado el camino simple de forma que todo se viera a gran velocidad, lo que le habría quitado calidad e información al curso. Tome en consideración estos tres consejos: primero: sea paciente y espere que se despliegue totalmente lo que va a estudiar. Segundo: no trate de estar brincando rápidamente entre varios archivos pues la máquina le puede marcar una operación no válida y tendrá que volver a empezar, y tercero: recuerde que si lo necesita, puede bajar a su impresora alguna página, figura o fotografía. Hágalo en blanco y negro y no abuse de su impresora.

## SITIOS A LOS QUE ESTA CONECTADO EL CURSO

AASHTO  
ACI  
ADVANCED ASPHALT TECHNOLOGIES  
AISC, AMERICAN IRON AND STEEL INSTITUTE  
ALIMAX  
ALTOS HORNOS DE MEXICO  
AMERICAN AUGERS  
AMERICAN WELDING SOCIETY  
ANEBA  
AQUAJET SYSTEMS AB  
ASA  
ASOCIACION AMERICANA DE FERROCARRILES  
ASTM  
ATLAS COPCO  
BAUER  
BETHLEHEM  
BITELLI  
BLAW-KNOX  
BMT  
BOART LONGYEAR  
BOMAG  
BROOKVILLE  
BROOKVILLE MINING EQUIPMENT  
CALWELD, INC.  
CALLAGHAN USA  
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES (CAPUFE) MEXICO  
CARTOMAP  
CASE  
CATERPILLAR  
CEDARAPIDS  
CEMEN TECH  
CEMEX, CEMENTOS MEXICANOS  
CEPA, CANADIAN ENERGY PIPELINE ASSOCIATION  
CFE, COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD - MEXICO  
CIFA  
CIGB ICOLD  
CMI  
CMIC, CAMARA MEXICANA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION  
COLUMBIA RIVER DART  
COMISION NACIONAL DEL AGUA - MEXICO  
CONCRETE PUMPS  
CONFEDERATION BRIDGE  
DAEWOO HEAVY INDUSTRY  
DANDO DRILLING INTERNATIONAL LTD.  
DARDA  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA, DECFI (UNAM)  
DITCH WITCH

ELLICOTT INTERNATIONAL  
ETNYRE  
EUCLID-HITACHI  
EURO TUNNEL  
FAA  
FIATALLIS  
FIBERMESH  
FIRESTONE  
GAR-BRO MANUFACTURING CO.  
GARDNER DENVER  
GOLDEN GATE BRIDGE, HIGHWAY AND TRANSPORTATION DISTRICT  
GROUNDFOSS  
GROVE WORLDWIDE  
H2OPTIMIZE  
HANY  
HEK  
HIGHWAY 57  
HISTORIA DEL CONCRETO  
HONG KONG PORT AND MARITIME BOARD  
HR WALLINGFORD  
HYDRONIX  
HYLSA MEX, MEXICO  
ICA, INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS  
ICI EXPLOSIVOS  
IHA  
IHC HOLLAND  
IIT  
IMCYC  
IMP. INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO  
IMSS, INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
INDIANA GROUP OF COMPANIES  
INDUSTRIA PETROQUIMICA  
INEGI  
INGRESOLL-RAND  
INSTITUTE OF MAKERS OF EXPLOSIVES  
INTEC PROJECT LIST  
INTERNATIONAL ROAD FEDERATION  
INTERNATIONAL THERMOELECTRIC SOCIETY  
ISO  
ITAIPU BINACIONAL PROJECT  
ITS, INSTITUTO DE ESTUDIOS SOBRE TRANSPORTE  
JADE MOUNTAIN  
JCB  
JOHN DEERE  
KOBELCO  
KOMATSU  
KRUPP  
LEICA  
LINK-BELT CONSTRUCTION EQUIPMENT  
LONDON MACHINERY  
MANITOWOC

MAXON INDUSTRIES INCORPORATED  
MB  
MESSERS. BUILDING MACHINERY PLANTS  
MILLER, THE POWER OF BLUE  
MINING-TECHNOLOGY  
NEMA, NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURES ASSOCIATION  
NORDBERG  
NPK  
NUEVO AEROPUERTO DE HONG KONG  
OLINPUMP  
PARKER PLANT LIMITED  
PCI, BRIDGESITE  
PEMEX, PETROLEOS MEXICANOS  
PERI  
PETROLINE CONSTRUCTION GROUP  
PILECO-DELMAG  
PORT OF LONDON  
PORT OF ROTTERDAM  
POTAIN  
POWERSCREEN  
PUTZMELSTER  
RANCO  
ROYAL EQUIPMENT  
SCT, SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES – MEXICO  
SCHAEFF  
SCHWING  
SECOFI, SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL – MEXICO  
SGB INTERNATIONAL  
SHCP, SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO – MEXICO  
SOUTH CENTRAL SUPERPAVE CENTER  
SOILMEC  
SPACE IMAGING  
SPECTRA PRECISION  
STEEL STRUCTURES TECHNOLOGY CENTER INC.  
STETTER  
STPS, SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL – MEXICO  
SUMMIT PERFORMANCE SYSTEMS, INC.  
SUNNER BRIDGE  
TAMROCK  
TELSMITH  
TEREX CORPORATION  
THE LINCOLN ELECTRIC COMPANY  
THE NATIONAL ASSOCIATION OF HOME BUILDERS  
THE PORT OF AUTHORITY OF NEW YORK & NEW JERSEY  
THERMADYNE  
TOPEX, CONSULTORES EN EXPLOSIVOS  
TRENCOR, INC.  
TURMAC  
TURMAC  
UKOOA, U.K. OFFSHORE OPERATORS ASSOCIATION  
UNIVERSAL GROUP

VERMEER  
VOLVO  
WORLD OF CONCRETE EXPOSITIONS  
WWC CME

## TEMAS DE EVALUACION DEL CAPITULO I

Las respuestas deben enviarse por correo electrónico a:

[raburto@tolsa.mineria.unam.mx](mailto:raburto@tolsa.mineria.unam.mx)

### I. CONSTRUCCION DE CARRETERAS, AEROPUERTOS Y FFCC

ESCOGER DOS DE LOS SIGUIENTES CINCO TEMAS Y DESARROLLAR AL MENOS EN DOS CUARTILLAS CADA UNO.

#### 1. ¿Qué es la "INTERNATIONAL ROAD FEDERATION"?

¿Cuáles son sus objetivos?

¿Qué medios utiliza para lograrlos?

¿Quiénes pueden ser miembros?

Resuma los siguientes Programas: Fellowship

IRF Roads

IRF Training

#### 2. ¿A qué Universidad pertenece el " Instituto de Investigaciones sobre el Transporte (ITS)?

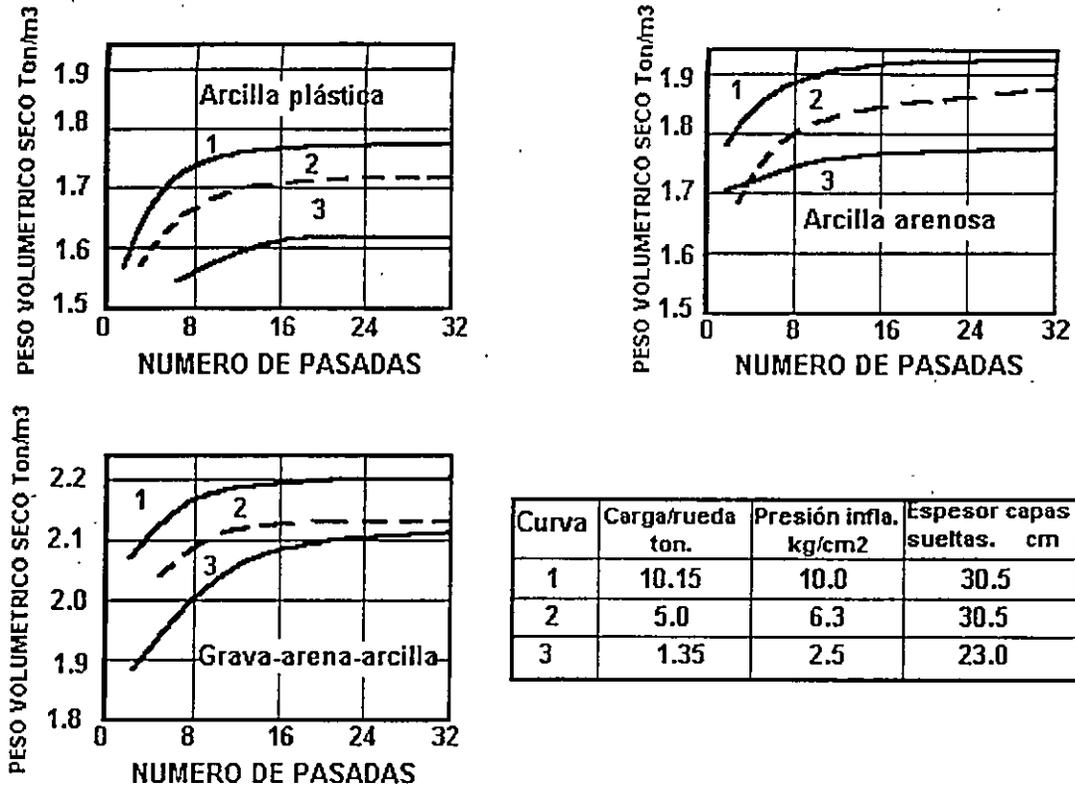
¿Cuáles son los grupos de investigación que tiene y explique que hace cada uno?

Explique cada uno de los siguientes softwares especializados:  
SPSS-MINUTP-Atlas\*GIS-SIMMOD-ALOGIT

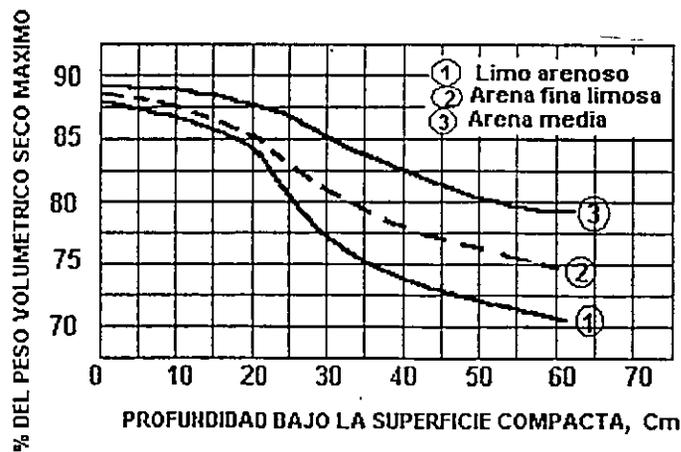
#### 3. Llame al hiperenlace CAPUFE y a su CONEXO INDUSTRIAL y explique qué son y para que usan los aditivos para asfalto que se fabrican ahí.

#### 4. Llame al hiperenlace "FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION". Tome el archivo AIRPORTS y al subarchivo ARPY2KSITE y extraiga de ahí la información sobre cuales son todos los sistemas que se deben considerar en el proyecto y costo de un aeropuerto.

Gráfica 2



Gráfica 3



¿Cuántos países la integran?

Haga un resumen de la conferencia "Dams and water management"

2. ¿Qué es la "INTERNATIONAL HYDROPOWER ASSOCIATION"?

¿Cuáles son sus objetivos?

¿Cuáles Comités Permanentes funcionan?

¿Quiénes pueden ser miembros?

¿Cuáles son los objetivos y tareas de Comité Permanente de Tecnología?

3. ¿Qué es la COMISION INTERNACIONAL DE RIEGO Y DRENAJE?

¿Cuáles son sus objetivos?

¿Cómo funciona?

¿Quiénes pueden ser miembros?

### III. CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS Y FLUVIALES

EVALUACION. ESCOGER DOS DE LOS SIGUIENTES CUATRO TEMAS Y DESARROLLAR AL MENOS EN DOS CUARTILLAS CADA UNO.

1. Explique que hace en el campo de la consultoría la "BMT (TECNOLOGIA MARITIMA BRITANICA)"

Hable de sus laboratorios y de sus modelos físico y numéricos

¿Qué es el proyecto NEPTUNE?

¿Qué es DELFT HYDRAULICS?

¿Qué son los programas HYMOSA Y WANDA 2.0?

2. Desarrolle el tema "La Barrera del Támesis"

3. ¿Qué es la "AUTORIDAD PORTUARIA DE NY Y NJ"?

EVALUACION. ESCOGER DOS DE LOS SIGUIENTES TRES TEMAS Y DESARROLLAR AL MENOS EN DOS CUARTILLAS.

1. Describa al INSTITUTO AMERICANO DEL HIERRO Y DEL ACERO

Haga un reporte sobre el "Steel-Learning Center"

Haga un reporte sobre "Today's Steel Industry"

Haga un reporte sobre "Manufacturing ans Technology"

2. Haga su trabajo de investigación sobre la UKOOA

3. Llame al hiperenlace de "LINCONLN ELECTRIC COMPANY" y tome de ahí la información para hacer su trabajo sobre los diferentes equipos y producción que se utilizan en los procesos de soldadura.

## VI. CONSTRUCCION Y MONTAJE DE PROYECTOS TERMoeLECTRICOS

EVALUACION. DESARROLLAR LOS DOS TEMAS SIGUIENTES EN AL MENOS DOS CUARTILLAS DE CADA UNO.

1. Llame al hiperenlace NEMA (NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURES ASSOCIATION) y desarrolle:

¿Qué es la NEMA?

¿Automation and Electronics?

¿Power distribution?

2. Llame al hiperenlace "LAGUNA VERDE C.F.E." y desarrolle el tema sobre lo que es y cómo funciona una planta nucleoeléctrica.

## VII. CONSTRUCCION DE TUNELES, GALERIAS Y LUMBRERAS

EVALUACION. DESARROLLAR EL SIGUIENTE TEMA EN AL MENOS DOS CUARTILLAS

1. ¿Qué es el EUROTUNNEL?

Sobre el tunel bajo el Canal de la Mancha desarrolle los temas:

**EVALUACION. DESARROLLAR EL TEMA SIGUIENTE EN AL MENOS DOS CUARTILLAS**

**1. Desarrolle su trabajo de investigación sobre el "CONSEJO MUNDIAL DEL AGUA"**