



65
24
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
" ARAGON "**

FALLA DE ORIGEN

**"APUNTES DE RECURSOS DE LA
CONSTRUCCION"**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
JORGE SANCHEZ BONILLA



SAN JUAN DE ARAGON, EDO. DE MEX.

1995



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN
DIRECCION

JORGE SANCHEZ BONILLA
P R E S E N T E .

En contestación a su solicitud de fecha 2 de septiembre del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. JOSE PAULO MEJORADA MOTA pueda dirigirle el trabajo de Tesis denominado " APUNTES DE RECURSOS DE LA CONSTRUCCION ", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE M.
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
San Juan de Aragón, Mex., 6 de Septiembre 1994
EL DIRECTOR

M en I CLAUDIO C. MERRIFIELD CASTRO



c c p Lic. Alberto Ibarra Rosas, Jefe de la Unidad Académica.
c c p M en I Daniel Velázquez Vázquez, Jefe de la Carrera de Ingeniería Civil.
c c p Ing. José Paulo Mejorada Mota, Asesor de Tesis.

CCMC/ATR/11a.

**A DIOS PADRE
POR SUS BENDICIONES**

A MIS ADORABLES PADRES

**C.P. GERARDO SANCHEZ PALACIOS
MARGARITA BONILLA DE SANCHEZ**

**HOY RECOGEN UN FRUTO MAS QUE
SEMBRARON GRACIAS A SU DEDICACION
Y SOBRE TODO POR SU AMOR.**

A MI ESPOSA

MARIA DEL CARMEN REYES

**POR TU GRAN APOYO, TERNURA, AMOR Y
COMPRESION QUE DURANTE TODA MI
CARRERA PROFESIONAL ME MOSTRASTE,
QUE ESTE LOGRO QUE OBTUVIMOS JUN-
TOS LO FUNDES EN NUESTROS FUTUROS
HIJOS.**

A MIS HERMANOS

GERARDO, HUGO ERICK Y LIZETT

**POR SU APOYO Y CARIÑO QUE SIEMPRE
ME BRINDARON.**

A MIS FAMILIARES

**QUE CONJUNTAMENTE CON MIS PADRES,
ESPOSA Y HERMANOS SON LO MAS PRE-
CIADO QUE PUEDE HABER, LA FAMILIA.**

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

**POR SU AMISTAD DESINTERESADA,
COMPRESION Y APOYO.**

A LA UNAM

**POR HABERME ABIERTO LAS PUERTAS
DEL CONOCIMIENTO.**

A MIS PROFESORES

**ING. JOSE PAULO MEJORADA MOTA
M. EN I. DANIEL VELAZQUEZ VAZQUEZ
ING. MANUEL MARTINEZ ORTIZ
ING. JOSE MARIO AVALOS HERNANDEZ
ING. GILBERTO GARCIA SANTAMARIA G.**

**POR HABER COMPARTIDO SUS EXPE-
RIENCIAS, POR SUS PALABRAS DE ALIEN-
TO, CONSEJOS Y DEDICACION, PUDE
LOGRAR Y CULMINAR MI CARRERA PRO-
FESIONAL.**

A MI DIRECTOR DE TESIS

ING. JOSE PAULO MEJORADA MOTA.

**POR SU DEDICACION Y ESFUERZO LOGRE
REALIZAR ESTE TRABAJO DE TESIS QUE ES
LA PUERTA PARA SEGUIR ADELANTE Y
ALCANZAR LA META QUE ME HE TRAZADO.**

"APUNTES DE RECURSOS DE LA CONSTRUCCION"

INDICE

CAPITULO	PAGINA
I.- INTRODUCCION	1
II.- PROCESO CONSTRUCTIVO	5
III.- COSTOS DE MANO DE OBRA	58
IV.- TIPOS, APLICACIONES Y COSTOS UNITARIOS DEL EQUIPO DE CONSTRUCCION	76
V.- MATERIALES DE LA CONSTRUCCION Y DETERMINACION DE SUS COSTOS	109
VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	143
BIBLIOGRAFIA	147

CAPITULO

I

INTRODUCCION

INTRODUCCION

El objeto principal de este trabajo es presentarles a los alumnos Universitarios, así como a los profesores un apoyo ordenado y apegado lo más posible al programa de la asignatura "Recursos de la Construcción"; los principales recursos que se tienen en el ramo de la Construcción son: Mano de Obra, Materiales y Equipo, que mediante un proceso constructivo y visto como la transformación de estos recursos se obtendrá una obra terminada. Así mismo el alumno tome conciencia que el Ingeniero Civil siempre deberá estar actualizándose y capacitándose conforme pasa el tiempo y teniendo en cuenta la situación que prevalece en nuestro país, esto es de suma importancia; llegaran nuevas innovaciones técnicas, maquinaria más sofisticada y la competencia profesional en nuestro ramo, cada día será más difícil tanto Nacional como Internacionalmente.

Otro factor que se debe tener siempre en cuenta por el Ingeniero Civil y que es indispensable para el conocimiento y manejo adecuado de la construcción y en cualquiera de sus etapas, es necesario un conocimiento a fondo de los recursos, pero también de sus costos, ya que influyen de manera directa y definitiva en la planeación, programación, coordinación, dirección, selección y procedimientos de construcción y control de la obra, lo cual nos llevará a un buen desarrollo de una obra tanto técnicamente como administrativamente, así pues en la industria de la construcción como en cualquier otra rama de la Ingeniería, el factor económico cobra ya una especial importancia y dentro de esto la determinación de los costos de la obra.

En el capítulo número dos hablaremos de conceptos muy importantes que manejaremos profesionalmente día con día en la industria de la construcción como son los mismos recursos de la construcción, definiremos los campos de la Ingeniería Civil, así como los principios básicos de la organización de la industria constructiva.

Hablaremos sobre algunas funciones básicas de la residencia de obra; en este tema en particular nos saldremos un poco del contexto teórico y lo enfocaremos más a la práctica real, aclarando que esta información está enfocada en algunas obras grandes donde un organismo que puede ser descentralizado por medio de

una convocatoria pública contrata a una empresa constructora y a una empresa supervisora por licitación pública, por ejemplificarlo de esta manera.

Hablaremos sobre especificaciones, normas complementarias y algo muy importante como lo es el Concepto de Trabajo, su unidad y cuantificación, integración de costos y lo que es el precio unitario.

A manera de ejemplificación de un catálogo de conceptos presentaremos algunas relaciones de conceptos básicos para la realización de ciertos obras de la industria de la construcción.

En el capítulo tres, nos enfocaremos a la Mano de Obra, que es uno de los principales recursos de la construcción, ya que es el ser humano el que interviene directamente como la fuerza de trabajo, y con su empeño y dedicación la obra saldrá adelante.

En este capítulo observaremos los factores que determinan el salario del trabajador, hablaremos sobre los tipos de salarios, así como los salarios de mercado.

En el capítulo cuatro, hablaremos sobre otro recurso de la construcción muy importante, como lo es el Equipo de Construcción, en el definiremos algunos de los equipos más usuales para la realización de una obra, así como los principales factores para determinar el costo hora máquina del equipo.

En el capítulo cinco, hablaremos de los Materiales, otro recurso de la construcción de importancia para el buen término de una obra y más si se trata de una obra grande. En este capítulo estudiaremos los principales materiales que utilizaremos en cualquier tipo de obra como son el cemento, gravas, suelos, arena, tipos de pavimentos y asfaltos, yeso, pinturas, ladrillos, maderas, acero y sus aleaciones, así como sus propiedades y algunos usos que les podemos dar en el ramo de la construcción.

En el capítulo número seis, hablaremos de las conclusiones y recomendaciones sobre los recursos con que contamos para la industria constructiva, hablaremos

de ventajas y desventajas en que podemos incurrir al utilizar estos recursos, en la realización de una obra y/o problemas que se pueden presentar en la obra.

CAPITULO
II
PROCESO CONSTRUCTIVO

CAMPOS DE LA INGENIERIA CIVIL

Debido a la gran diversidad de conocimientos que forman parte de la Ingeniería Civil y del extenso campo de actividades que desarrolla el Ingeniero Civil, se distinguen los siguientes campos:

- Investigación Pura
- Desarrollo o Investigación Aplicada
- Planeación
- Diseño
- Construcción
- Operación y Mantenimiento

Describiremos a continuación cada uno de ellos:

INVESTIGACION PURA

1. Este campo tiene como objetivo primordial la búsqueda metódica y sistemática de nuevos conocimientos, potencialmente aplicables a los otros campos de la Ingeniería Civil.
2. La investigación pura, se lleva a cabo aplicando el método científico que como sabemos, consiste fundamentalmente en:
3. Identificar un problema no resuelto por conocimientos disponibles y formular una hipótesis sobre el mismo.
4. Derivar consecuencias lógicas de dicha hipótesis, susceptibles de verificación mediante un experimento especialmente diseñado a través de un evento natural.
5. Evaluar la validez de lo supuesto, y como conclusión:
6. Ampliar los conocimientos y formular nuevos problemas;

La investigación pura tiene sus principios en el siglo XVI y XVII con Galileo Galilei, Hooke y Mariotte, precedidos por Leonardo da Vinci, quien ocupó todas las artes y las ciencias, realizando experimentos importantes sobre múltiples disciplinas. Al fundarse las primeras escuelas de Ingeniería en el siglo XVII, famosos matemáticos y físicos como Bernoulli, Newton, Leibnitz, Euler, Lagrange y Coulomb, realizaron enormes trabajos de investigación. Entre los investigadores más notables del siglo XIX, encontramos a Navier, Rankine, Boussinesq y Kelvin, por sólo mencionar algunos.

Investigación Pura

Conocimientos disponibles

PROBLEMA

HIPOTESIS

Consecuencias Verificables

Experimento ó Evento Natural

EVALUACION

Nuevo Estado de Conocimientos

Nuevos Problemas

Después de la segunda guerra mundial, la liberación de la energía atómica, el avance en las comunicaciones y la aparición de la computadora electrónica, propiciaron el avance científico y tecnológico que estamos viviendo.

El término investigación, tal como se entiende en este capítulo, denota un extenso grupo de actividades en las cuales el Ingeniero Civil se ocupa. Estas actividades incluyen la investigación de nuevos hechos en la naturaleza sin considerar, en muchas ocasiones, el valor utilitario posterior de los resultados obtenidos en un campo de actividad específico.

La investigación en ingeniería por consiguiente, comprende una amplitud de actividades creativas que es superior y a menudo más exigente que lo que se requiere en la investigación aplicada.

La importancia que los sectores oficial y privado conceden a la investigación, ha ido en aumento, por lo que constituye, sin duda alguna, un interesante campo de actividad profesional, además de que, como se ha mencionado de manera insistente, la investigación es sin duda el recurso que dará a nuestro país su independencia tecnológica.

DESARROLLO O INVESTIGACION APLICADA

La aplicación directa de los conocimientos generados en el campo de la investigación pura, a la solución de problemas específicos de ingeniería, da como resultado una actividad denominada desarrollo o investigación aplicada.

Al ingeniero dedicado a la investigación aplicada o desarrollo, no le satisfecerá por ejemplo, saber que hay una manera científica de demostrar que el vuelo es posible, él necesita que el avión por diseñar también sea seguro, confiable, rápido, económico y capaz de llevar suficiente carga.

Para lograr esto, requerirá hacer investigaciones que le ayuden a comprender más a fondo los fenómenos de la naturaleza que incidan de manera directa sobre la necesidad que está tratando de satisfacer.

El ejemplo anterior aunque no corresponde a la ingeniería civil, describe claramente lo que es la investigación aplicada. Difiere de la investigación básica o pura, sólo en que es más rigurosamente enfocada hacia una meta inmediatamente útil.

El Ingeniero Civil dedicado a este campo, aprovechará por ejemplo las teorías de flujo de agua, a la solución específica del problema del flujo de agua en cortinas de materiales graduados. Para ello, se valdrá de la experimentación en el laboratorio, construyendo en algunas ocasiones modelos a escala que le permiten verificar anticipadamente los resultados que se esperan tener en la estructura real.

Otro ejemplo sería el aprovechamiento de las características físico-químicas de cierto material para fabricar con él formas comerciales aplicables en la construcción.

Las ocupaciones y perfiles del Ingeniero Civil dedicado a uno u otro campo, son sensiblemente iguales. Durante el desempeño de sus funciones, dedicarán una gran parte de su tiempo a las siguientes actividades:

Formulación de teorías, concepción, planeación y formulación de experimentos, registro y análisis de observaciones hechas a fenómenos naturales en términos matemáticos, generalización y deducción de lo que han aprendido, etc.

De acuerdo a lo anterior, podemos decir que para este tipo de actividades se requieren de rasgos especiales de personalidad. El Ingeniero Civil en estos campos, unirá a una inteligencia despierta, un espíritu creador, paciencia y constancia, deseo de informarse y adquirir nuevos conocimientos, habilidad para planear y desarrollar nuevas técnicas, tendrá cierta intuición sobre la importancia relativa de las variables que maneja. Necesitará sentido de autocrítica, buscará y soportará la crítica ajena, será finalmente, capaz de trabajar en equipo y mostrar voluntad de comunicar sus hallazgos.

PLANEACION

Planeación es el proceso de análisis sistemático, documento tan cuantitativo como sea posible, previo al mejoramiento de una situación, y la definición y ordenamiento de los actos que conducen a ese mejoramiento.

La planeación como actividad fundamental, debe estar presente en todas y cada una de las acciones que el Ingeniero Civil emprenda.

La planeación puede asociarse a un cierto marco de referencia; podemos planear un procedimiento constructivo, la compra de equipo, la contratación de mano de obra y la previsión de materiales.

En un marco más amplio, podríamos hablar de la planeación de un sistema de comunicaciones terrestres, del desarrollo agrícola o industrial de determinadas zonas del país, de la distribución de los asentamientos humanos etc., en cuyo caso estaríamos ejemplificando un caso de planeación a nivel nacional.

Obviamente, tenemos ejemplos de planeación mundial, en la que se estructuran y ordenan actos en los que intervienen los intereses de las naciones existentes en nuestro planeta.

En términos generales, los mecanismos de la planeación son:

1. Conocimientos de la situación que se pretende cambiar.
2. Necesidad e interés por parte de la colectividad de realizar la modificación y su proyección al futuro, lo que implica de hecho la definición de una meta.
3. Una proposición que es la expresión concreta del desarrollo de los actos necesarios.

Estos mecanismos, referidos al área que nos ocupa pueden resumirse en dos etapas:

Por una parte los estudios previos que comprenden la localización del lugar más adecuado para la construcción, beneficios esperados, factibilidad económica, etc., y por otra la programación propia de la obra entendida como la ordenación en el tiempo y en el espacio de los acontecimientos. En esta segunda etapa, se establecen entre otras cosas, los tipos, cantidades y tiempo de empleo de las máquinas, clasificación y número de trabajadores en los periodos durante los cuales se necesitarán, momento adecuado de adquisición y empleo de materiales, etc.

La gran cantidad de variables que intervienen durante la planeación y programación de una obra y la interrelación que tienen, hace muy difícil su manejo; en este sentido, la computadora constituye una herramienta de incalculable valor para la generación y análisis de alternativas en un tiempo sumamente corto.

La actividad profesional del Ingeniero Civil dedicado a la planeación, se lleva a cabo en los sectores públicos y privados.

A partir de 1952 en que se inicia prácticamente la etapa de desarrollo de nuestro país, se han realizado esfuerzos por definir y ordenar las acciones gubernamentales, en 1930 se hizo el primer intento de planeación con el llamado PLAN NACIONAL DE MEXICO. Posteriormente durante el régimen del General Lázaro Cárdenas, se implantó el Plan Sexenal. En 1942, se creó la Comisión Federal de Planeación Económica.

Más tarde, en 1954, se instituyó la Comisión de inversiones con la finalidad de ordenar inversiones públicas. Al iniciarse la administración 1958-1964, se establece la Secretaría de la Presidencia cuya función principal era planear y programar las obras a corto, mediano y largo plazo. Finalmente durante 1980 se han implementado diversos planes y programas a desarrollar de manera racional y armónica los diferentes sectores nacionales.

La relación anterior, representa un panorama, a nivel nacional, de la importancia del campo de la planeación y por ende, de la participación del Ingeniero Civil en ella.

Refiriéndose al sector privado, las empresas constructoras establecen, independientemente del tipo de organización que sigan, un área dedicada exclusivamente a la planeación y programación de sus actividades.

Concretando, el Ingeniero Civil dedicado a sistemas y planeación realiza funciones tales como:

Suministra a los funcionarios, de una institución ó empresa, tanta información relevante y oportuna como sea posible, para auxiliarlos en la toma de decisiones.

Propone objetivos a largo plazo y formula los planes que permitan alcanzarlos como un marco de referencia para unir o coordinar proyectos individuales.

Balancea el programa de desarrollo general para asegurar que se progrese según todos los lineamientos prefijados, haciendo al mismo tiempo el mejor y más efectivo uso de los recursos.

Conoce las necesidades presentes de la organización y anticipa las futuras con objeto de que ésta se encuentre preparada cuando se presenten.

Formula objetivos y planes para proyectos individuales, consistentes con los de largo plazo.

Lleva acabo cada una de las operaciones de la manera más eficiente posible, balanceando la precisión, el detalle, la velocidad, etc., de acuerdo con la fase del proceso en que se encuentre el proyecto.

DISEÑO

El diseño es el Campo de la Ingeniería Civil que consiste en la utilización de principios científicos, información técnica e imaginación, en la definición de una obra que cumpla funciones específicas con el máximo de economía y eficiencia.

Se refiere, en otras palabras, a la simulación de los que queremos construir, antes de construirlo, tantas veces como sea necesario, para confiar en el resultado final.

En esta etapa, el diseñador deberá apoyarse en los datos y requerimientos proporcionados por la planeación, para definir las posibles soluciones a un problema determinado, plasmando posteriormente en planos y especificaciones la solución óptima.

En el diseño de obra, intervienen invariablemente diversas disciplinas o especialidades como: Mecánica de suelos, estructuras hidráulicas, etc. Así durante el diseño de un puente para salvar un río, intervendrá un experto en mecánica de suelos para definir las características del subsuelo y proponer el tipo de cimentación recomendable, el Ingeniero especializado en hidráulica estudiará con detalle el comportamiento del río y posteriormente, con toda esta información el estructurista determinará la geometría y materiales que deberán utilizarse, especificando en ciertos casos el procedimiento constructivo.

El Ingeniero Civil dedicado a diseño, debe tomar en consideración durante su trabajo, la factibilidad técnica y económica de su proyecto, de lo contrario, llegará a especificar soluciones que desde el punto de vista constructivo sean prácticamente imposibles de realizar o bien antieconómicas.

Tomando en consideración las especialidades que intervienen en el campo de diseño, describamos a continuación las actividades que el profesional realiza en alguna de ellas:

ESTRUCTURAS

El Ingeniero Civil especializado en esta área realiza los diseños estructurales de los proyectos de Ingeniería, atendiendo a los planteamientos teóricos y experimentales a fin de que se ejecuten con el mínimo de costo y que se mantenga la seguridad de la estructura, especificando normas de diseño y construcción.

GEOTECNICA

El Ingeniero Civil especializado en esta área diseña obras de tierra y roca a fin de efectuar un adecuado análisis teórico y experimental que satisfaga las normas y reglamentos de construcción y lograr que la obra opere con factores de seguridad adecuado dentro de la economía del proyecto.

HIDRAULICA

En esta especialidad, el Ingeniero Civil diseña sistemas hidráulicos que se relacionan con las obras de riego, generación hidroeléctrica, agua potable, encauzamiento, obras de defensa, etc.

INGENIERIA SANITARIA

En esta especialidad del Ingeniero Civil diseña todo lo relacionado con el resguardo de la salud humana a través de obras de Ingeniería como:

Abastecimiento de agua potable, sistemas de alcantarillado para aguas, pluviales y desechos industriales, etc.

El Ingeniero Civil encargado del diseño de cualquier obra de Ingeniería requiere de ciertas habilidades como: Capacidad inventiva, buen criterio, capacidad de expresarse matemáticamente y gráficamente, habilidad en la simulación de fenómenos, etc.

CONSTRUCCION

Una vez que se han terminado los planos de diseño y que se ha preparado las especificaciones, que son el lenguaje con el que se relaciona el campo de Diseño y el de la Construcción, este último se encarga de la realización física de la obra.

Las obras que el Ingeniero Civil realiza en esta área, son muy diversas y abarcan todos los sectores de la actividad económica como podemos ver a continuación:

OBRAS INDUSTRIALES

Obras para la producción, regulación, conducción y distribución de energía eléctrica, plantas industriales, astilleros, almacenes, obras de refinación, obras industriales diversas.

OBRAS DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES

Camino, puentes, ferrocarriles, aeropuertos, telecomunicaciones.

OBRAS DE URBANIZACION

Obras de abastecimiento de agua potable y alcantarillado, vialidad urbana, alumbrado, guarniciones y banquetas, pavimentación, obras urbanas diversas.

EQUIPAMIENTO URBANO Y VIVIENDA

Centros comerciales, religioso educacionales, recreativos, asistenciales, oficinas públicas, viviendas.

Lo variado de las obras y los problemas que se presentan durante la construcción, obligan al especialista en esta área a tener una preparación muy completa en todas las ramas de la Ingeniería Civil; necesariamente tiene que relacionarse con ingenieros de otras especialidades, y, de acuerdo con la complejidad de la obra, frecuentemente forma parte de equipos interdisciplinarios.

Asimismo, el medio ambiente en que se desenvuelve es muy amplio; las obras en el campo, requieren de él una buena disposición para realizar actividades al aire libre y un reducido trato social circunscrito al personal de trabajo, las obras urbanas, en cambio, lo obligan a desenvolverse en un medio más complicado y exigente ya que, a la vez que desempeña sus labores en áreas abiertas o aisladas, debe mantenerse en constante trato con problemas y personas de los grandes conglomerados.

En resumen las funciones que desempeña el Ingeniero Civil en este campo son:

- Planeación de la construcción: esta actividad abarca la elaboración de presupuestos, selección de procedimientos de construcción y de equipo, elaboración de programas de ejecución, de insumos financieros, etc.
- Ejecución: con base en planos y especificaciones y de acuerdo con la planeación establecida, el Ingeniero organiza sus recursos humanos fijados a cada persona, política y procedimientos específicos a seguir.

- Resuelve problemas particulares que se presentan en la realización de la obra y establece y mantiene una comunicación adecuada dentro y fuera de la obra.
- Control: establece y opera los mecanismos necesarios para mantener la calidad dentro de lo especificado. Vigila la oportuna realización de los trabajos para que sean ejecutados dentro de los tiempos previstos. Cuida que los costos no sobrepasen lo planeado y retroalimenta la planeación cuando las desviaciones son significativas.

OPERACION Y MANTENIMIENTO

OPERACION

Una vez concluida la obra, debe ponerse en operación, siguiendo los procedimientos preestablecidos.

Analizando detalladamente cada una de las obras que realiza el Ingeniero Civil, observamos que no todas son operadas necesariamente por él, aunque sí interviene en muchos casos formando equipos multidisciplinarios.

En un sistema aeroportuario por ejemplo, el Ingeniero Civil podrá tener bajo su responsabilidad aspectos tales como la operación óptima de las pistas y áreas de maniobras, del edificio terminal y zonas de estacionamiento.

Obviamente, no interviene en la operación de sistemas como el de ayudas electrónicas visuales, que son operadas por otros especialistas.

MANTENIMIENTO

El diccionario de la lengua Española define el mantenimiento como "Conservar o cuidar la permanencia de alguna cosa".

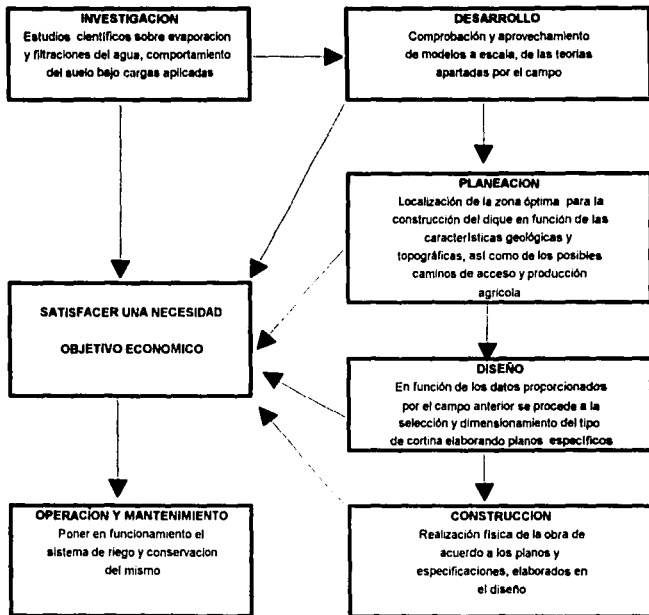
Para que las obras funcionen bajo condiciones óptimas de servicio y seguridad, es necesario realizar permanentemente estos trabajos de mantenimiento. Así por ejemplo, en una carretera, será necesario revisar que las características originales del pavimento se conserven, corregir deformaciones y desgastes excesivos, desazolvar las obras de drenaje, verificar la estabilidad de ciertos taludes etc.

En relación con las fuentes de trabajo, en este campo, existen empresas dedicadas exclusivamente a la operación y mantenimiento de obras. Asimismo, en el sector oficial, el área de mantenimiento y operación, constituye también un campo importante de trabajo para el Ingeniero Civil.

El hecho de que las actividades que realiza el Ingeniero Civil queden dentro de algunos de los campos mencionados, no implica que su conocimiento se restrinja únicamente a esa área específica; por el contrario, los campos de la Ingeniería Civil están íntimamente relacionados entre sí. Por ejemplo, virtualmente imposible que un Ingeniero que se dedica a la construcción, sea simultáneamente competente en el proyecto de puentes, sin embargo, como complemento a su experiencia en los procedimientos de construcción, deberá tener un buen nivel de conocimientos tecnológicos en el área de estructuras; esto le permitirá durante el desarrollo de sus actividades, tomar mejores decisiones, que estarán apoyadas en una concepción total del problema y no en un enfoque del mismo.

Para ilustrar la forma en que intervienen los campos de la Ingeniería Civil dentro de una obra específica, citaremos el caso de la construcción de un dique que servirá para aprovechar una corriente para riego.

Como se puede ver en la siguiente figura, todos estos campos están interrelacionados, puesto que tienen como objetivo fundamental el adecuar el costo con la satisfacción de una necesidad. El Ingeniero Civil, consecuentemente, debe ser capaz de tomar las decisiones correctas en cualesquiera de los campos mencionados anteriormente, de tal manera que se vaya encaminado hacia el objetivo fundamental que es el económico.



PRINCIPIOS BASICOS DE ORGANIZACION DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION

INTRODUCCION

Todos los tipos de Sociedades, en las diversas Etapas Históricas por las que atraviesa la Humanidad, ha acostumbrado reunirse, ya sea con fines Filantrópicos o Altruistas, para solucionar problemas, para mejorar algunas situaciones específicas, etc.

En la antigüedad se conformaron los primeros Parlamentos, Cámaras, y Asambleas, algunas de estas Organizaciones aún se conservan, a pesar de haber sufrido cambios también se han creado otras que a pesar de no poseer la trascendencia de las primeras sí ostentan la formalidad requerida.

Actualmente en la industria de la construcción se realizan frecuentemente reuniones para resolver diferentes problemas, relacionados con las obras cuyo objetivo principal es mejorar la productividad.

PRODUCTIVIDAD

El común denominador de los objetos empresariales, tanto Públicos como Privados es la productividad en el ámbito de cualquier economía, lo que es valor de venta para el operante, viene a ser valor de costo para el adquirente en una secuencia que termina en el valor de un producto a nivel internacional y se inicia en el costo de la materia prima del primer proceso de obtención.

CAPACITACION

De las formas de incrementar la productividad, se concluye que la más adecuada es la capacitación, a través de ella, el hombre se agiganta y si capacitarse es construir, una Empresa sin una política definida de capacitación estaría imposibilitada a desarrollarse.

ORGANIZACION

PRINCIPIO BASICOS

Organización.- es la división lógica, óptima y ordenada de trabajos y responsabilidades para alcanzar los pronósticos definidos por la planeación.

UNIDAD DE OBJETIVO

Que los esfuerzos individuales contribuyan al logro de los objetivos.

EFICIENCIA

Obtención de objetivos con el mínimo de costos o de consecuencias imprevistas.

AMPLITUD DE MANDO

El número de subordinados depende de la habilidad, conocimientos y experiencias.

Escalar entre más claras sean las líneas de autoridad más efectivas serán: la toma de decisiones y las comunicaciones.

DELEGACION

A cada subordinado se le debe delegar autoridad suficiente.

RESPONSABILIDAD ABSOLUTA

El subordinado tiene responsabilidad ante sus superiores así mismo el superior es responsable de su subordinado.

PARIDAD DE AUTORIDAD Y RESPONSABILIDAD

La responsabilidad no puede ser mayor ni menor al grado de autoridad.

PARIDAD OBLIGACIONES-DERECOS

A toda obligación corresponde un derecho y viceversa.

UNIDAD DE MANDO

La relación operacional de cada individuo con un solo superior.

NIVEL DE AUTORIDAD

Quien reciba la delegación de autoridad tome decisiones que sean de competencia.

DEFINICION FUNCIONAL

Se debe definir claramente los resultados que se esperan de cada individuo o departamento.

EQUILIBRIO

La aplicación de principios o técnicas debe equilibrarse de acuerdo con su efectividad.

FLEXIBILIDAD

La organización debe disponer de mecanismos que la hagan flexible.

OPORTUNIDAD PARA EL LIDERAZGO

La organización y delegación de autoridad debe permitir que el subordinado diseñe y mantenga un ambiente adecuado para el trabajo.

CUMPLIMIENTO

La promesa a un subordinado adquiere importancia en función de la jerarquía.

COMUNICACION

Comunicación: Es el conjunto de proceso por los cuales se transmiten y se reciben datos, ideas, opiniones y actitudes, que constituyen la base para el entendimiento o acuerdo común.

Elementos de la comunicación:

Los elementos básicos para lograr una comunicación efectiva son:

- Emisor (fuente de información)
- Mensaje (contenido)
- Canal (medio)
- Receptor (destino)

Comunicaciones formales:

- Verticales.- Se basa en la autoridad que tienen los que mandan a otros
- Verticales ascendentes.- Se basan en la necesidad de todo ser humano de expresarse y de la necesidad de que el jefe se entere de los intereses y labores del empleado.
- Horizontales o de Coordinación.- Se basan en la necesidad de intercambiar o transferir dentro de un mismo nivel jerárquico.

BARRERAS DE LA COMUNICACION

Las barreras de la comunicación son todos aquellos factores que la impiden, deformando el mensaje u obstaculizando el proceso general de ésta.

Barrera Semántica.- Se refiere al significado de las palabras orales o escritas.

Barrera Psicológica.- Existen muchos factores mentales que impiden aceptar o comprender una idea.

Barreras Fisiológicas.- Este tipo de barreras son las que impiden recibir o emitir con claridad y precisión de un mensaje.

Barreras Fiscales.- La distancia y el exceso de ruido dificultan la comunicación así como las interferencias en el radio o teléfono.

Barreras Administrativas.- Son aquellas causadas por las estructuras organizacionales con mala planeación y deficiencia operación de los canales.

FUNCIONES BASICAS DE LA RESIDENCIA GENERAL DE OBRAS

RESIDENCIA GENERAL

Debe tener el proyecto completo de la obra, con suficientes copias de planos, para una vez revisado minuciosamente, se proporcione un juego completo al Contratista y que la Supervisión cuente con la suficiencia de datos para su mejor desempeño, en el seguimiento de los trabajos.

Debe contar con el programa de obra autorizado, para obligar al Contratista al estricto cumplimiento del mismo en todas sus actividades, informando a la Superioridad de los atrasos que ocurran y de las causas.

Debe tener las Normas de Construcción e Instalación de S.C.T. vigentes, para su estricta aplicación en la Supervisión de la misma.

Debe contar con el Catálogo de Precios Unitarios de la obra, que servirá de apoyo en la elaboración de Ajustes de Presupuestos y de las estimaciones de obra.

Debe tener al día, el avance de obra en cada una de las actividades, para ser comparadas con el programa detectando oportunamente los atrasos y consecuentemente tomar las medidas correctivas del caso.

Proporcionar oportunamente al Contratista, los datos de construcción que requiera, para dar la mayor celeridad a la obra, apoyándolo, con este al cumplimiento del programa.

EL RESIDENTE GENERAL

Es el representante en la obra.

Debe estar perfectamente enterado del proyecto total de la obra, de los términos del Contrato, del programa aprobado, de las Especificaciones Generales y Particulares para observar su debido cumplimiento.

Debe tener actualizado el Presupuesto de Obra, considerando las variaciones ocurridas en el proyecto, que afecten las cantidades de obra, los conceptos fuera de Concurso, la actualización de Precios Unitarios. Esta actualización del Presupuesto, es de vital importancia para la tramitación de recursos financieros suficientes para la ejecución de la obra.

Debe tener al día la Bitácora de Obra, como constancia de órdenes, detalles de obra o soluciones de campo que se den al Contratista a fin de darle fluidez a la ejecución de los trabajos.

Es responsable de la ejecución de los trabajos de acuerdo al proyecto, o en su caso someter a consideración de la Superioridad las modificaciones o conceptos nuevos que por necesidad de la obra deban llevarse a su ejecución.

Es responsable de la ejecución de los trabajos de acuerdo al proyecto, o en su caso someter a consideración de la Superioridad las modificaciones o conceptos nuevos que por necesidad de la obra deban llevarse a su ejecución.

Es responsable al igual que el contratista, de que las estimaciones de obra sean cumpliendo con la fecha límite fijadas para su remisión a la Superioridad a fin de que el Contratista tenga la suficiente liquidez para el área técnica como administrativa.

Usará la facultad que tienen de fijar los horarios de trabajo del personal a su cargo, de acuerdo a las necesidades de trabajo tratando de obtener el mayor rendimiento en la Supervisión observando también el horario de trabajo del Contratista.

Elaborará el presupuesto de operación del Centro de trabajo y lo someterá a consideración de la Superioridad. Las necesidades de la obra según programa, normarán el criterio para su formulación.

Estará atento a las necesidades de recursos humanos, materiales y financieros, comunicándolos a la Superioridad en solicitud de su autorización.

Convocarán a Reuniones periódicas con su personal, con el fin a tratar asuntos, tanto de carácter técnico como administrativo para lograr soluciones en Residencia General o en su caso hacer planteamientos bien razonados, para presentarlos ante Superioridad. Dará oportunidad de participar activamente todos los colaboradores.

Llevará un estricto control de calidad de obra y oportunamente ordenar lo conducente de acuerdo con la calidad especificada.

RESIDENCIA GENERAL DE OBRAS

FLUJO DE ESTIMACIONES

1.- Conciliación en Campo.- La conciliación en campo se llevará a cabo entre los cuantificadores de la Contratista y de la Residencia General, presentando los números generadores; dichos números generadores deben ser claros y contener lo siguiente:

- a) Croquis de la localización general
- b) Croquis de ubicación del frente
- c) Dibujo detallado con dimensiones y cortes del concepto o elementos que se trate
- d) Datos y operaciones de donde se obtiene el volumen conciliado
- e) Firma de los cuantificadores
- f) Firma de Residente
- g) El original quedará en poder del Organismo
- h) Todo lo anterior deberá ser en papel membretado de la Empresa

2.- La estimación será revisada (mecanografiada) por el Contratista en original.

3.- Una vez elaborada será revisada por el Supervisor y autorizado por el Residente General.

4.- El contratista obtendrá copias de la estimación para proceder a las firmas, que deberá ser autógrafas.

DIAGRAMA DE FLUJO DE ESTIMACIONES



NOTA: Este diagrama de flujo de estimaciones es sólo un ejemplo del proceso por el cual pasa una estimación desde la presentación por el contratista para la conciliación de los conceptos de trabajo ejecutados con la residencia hasta el trámite para su pago.

EL SUPERVISOR

El supervisor es un especialista que generalmente, después de una profesión , tal como Ingeniero o Arquitecto, ha profundizado sus conocimientos y tienen experiencia en los aspectos constructivos, en la organización y programación de ellos, en el control de calidad, en el conocimiento de especificaciones y normas, en costos y en los métodos de control de tiempo, teniendo a su cargo la vigilancia técnica de la obra.

SISTEMA DE CONTROL DE OBRA

El concepto "SISTEMA DE CONTROL DE OBRA", indica un conjunto de elementos de inspección, coordinados para lograr el dominio de todas las actividades durante el proceso de una obra.

En todo sistema de control, existen tres componentes: la magnitud controladora, el medio transmisor y la magnitud controlada. Un sistema de control llevado al exceso, ocasiona pérdida de libertad; la ausencia de control ocasiona libertinaje.

CARACTERISTICAS QUE SON DESEABLES, TANTO EN EL PERSONAL DE SUPERVISION, COMO EN EL PERSONAL DEL CONTRATISTA:

INTELIGENCIA: Para resolver satisfactoriamente los problemas y tomar las decisiones más convenientes.

CONOCIMIENTO: Bien fundados en construcción y en los temas correspondientes, soluciones y detalles que benefician en cualquier sentido la realización de la obra.

INICIATIVA: Para no ser pasivos y temerosos capacitando para toma de decisiones. Para afrontar problemas tomando la responsabilidad de la decisión que le corresponde.

RESPONSABILIDAD: Para asegurar que en todo momento predominará la continuidad en la productividad y la eficiencia tanto del equipo como del personal y su uso, así como los materiales de los que habrá una óptima utilización.

LOS RECURSOS EN LA CONSTRUCCION

Materiales
Mano de obra
Equipo

MATERIALES

Los materiales en la rama de la construcción son de suma importancia y un requisito indispensable del Ingeniero Civil; se den a conocer ampliamente los materiales en todos sus aspectos. Ya que este conocimientos 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, y todo lo referente a sus características física-químicas propias del material utilizado, así mismo sus limitaciones económicas.

Podemos mencionar los materiales más empleados en la industria de la construcción, referidos a la rama de edificación:

Cemento
Gravas
Arenas
Agua
Cal
Yeso
Aditivos
Puzolanas
Acero y aleaciones
Ladrillos y cerámica

Materiales industrializados
Rocas
Maderas
Asfaltos y emulsiones asfálticas
Pintura
Silicones y resinas.

Podemos decir que estos son los materiales básicos del Ingeniero Civil, sin olvidar que existe otro tipo de materiales que se usan para trabajos especiales.

MANO DE OBRA

La mano de obra o también llamada obra de mano, es el recurso de la industria constructiva, que en algunos campos de la construcción 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 de trabajo aportada por un obrero.

EQUIPO

Dentro de este recurso de la industria de la construcción cabe mencionar que dependiendo del tipo de obra a ejecutar, el equipo y la herramienta son diversos, dependiendo también de las diversas actividades en el proceso constructivo que se requiera en la obra.

Estos recursos de la construcción antes citados se estudiarán en los capítulos subsecuentes más a fondo, integrándolos para llegar a la determinación del "Precio Unitario".

En función de los planos de proyecto y las especificaciones se podrá cuantificar los conceptos de obra por medio de los análisis de precios unitarios.

ELABORACION DE ESPECIFICACIONES, NORMAS Y ESPECIFICACIONES

ESPECIFICACIONES GENERALES

Para la contratación y ejecución de las obras expresadas en las formas de relación de conceptos y cantidades de obra para expresión de precios unitarios, y monto total de la proposición de los documentos de concurso, rigen en los libros de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

ESPECIFICACIONES PARTICULARES

Son el conjunto de disposiciones, requisitos e instrucciones particulares que modifican, adicionan y sustituyen a las normas correspondientes y que deben aplicarse ya sea para el estudio, para el proyecto y/o para la ejecución y equipamiento de una obra determinada, la puesta en servicio, su conservación o mantenimiento y la supervisión de estos trabajos.

En lo que se oponga a las normas, las especificaciones particulares prevalecerán.

NORMAS COMPLEMENTARIAS

Son el conjunto de disposiciones, requisitos e instrucciones adicionales y establecidas por un organismo para la realización de estudios, proyectos, ejecución y equipamiento de las obras, la puesta en servicio, su conservación o mantenimiento y la supervisión de estos trabajos.

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 cual se dio el reconocimiento de obligatoriedad a las normas que rigen el Sistema General de Pesas y Medidas que fija la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

Estas normas industriales hacen referencia a los materiales, procedimiento o productos que afecten la vida o 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 hacer un buen trabajo, se debe estudiar y definirse, estableciendo una serie de especificaciones con sus magnitudes tolerancia que garanticen condiciones que debe reunir, para que satisfaga las necesidades de uso a que está destinado.

Estas características deben corresponder lo más posible a normas de empresas, normas nacionales o normas internacionales.

En las 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 las especificaciones particulares de una obra, las cuales deben ser incluidas en el proceso de contratación por el 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.

La función de las especificaciones generales es:

1. Recomendar los procedimientos generales de construcción.
2. Señalar los límites de calidad comúnmente aceptados.
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 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 los siguientes: ASTM, ACI, AASHTO, DIN, entre otros.

En México existen especificaciones nacionales que han jugado un papel muy importante en la Industria de la Construcción. Tales como los de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (SCT), etc.

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.

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

ELABORACION DE ESPECIFICACIONES

EJECUCION

En este apartado es donde se prevé 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 qué forma será medido el trabajo ejecutado y qué 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 están consideradas en el precio unitario fijado en el contrato de obra.

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

INTEGRACION DE COSTOS DE RECURSOS

En esta obra presentaremos los puntos más importantes a considerar para la interpretación de "LOS COSTOS DE LA CONSTRUCCION".

Existen diversos métodos para determinar el costo de una obra: puede ser por el costo de la obra ya determinada que se llama "Estimación", o bien el costo total previo a su ejecución que se denomina "Presupuesto".

Por lo general cuando se va a llevar a cabo una obra, el organismo que convoca a concurso dicha obra por medio de publicación en el Diario Oficial, determina un presupuesto base y se llega a un monto total; las empresas concursantes envían al organismo sus propuestas determinadas por los documentos de concurso, así como los planos de proyectos y las formas que contienen la relación de conceptos y cantidades de obra para expresión de precios unitarios y monto total de la proposición hechas propiamente por el organismo para ser entregados a las empresas concursantes.

El organismo teniendo en su poder la documentación correspondiente anteriormente mencionada, determina después de un análisis de los costos y el tiempo para su ejecución de la obra, a que empresa se le asignará la obra, para así dar el fallo correspondiente.

Sea uno u otro caso de estimación o presupuesto, para llevar a cabo esta determinación, en la Industria de la Construcción, suelen utilizarse los sistemas, a base de precios unitarios, que es lo más usado en la construcción.

Para poder entender y definir el concepto de precio unitario es necesario señalar para la facilitación del manejo de variables, involucrados en el proceso constructivo de una obra, éste se divide en actividades conocidas como "CONCEPTOS DE TRABAJO": a cada uno de los cuales le corresponde una unidad de medición llamada como Unidad de Obra.

Con los conceptos ya mencionados podemos definir el concepto de precio unitario.

PRECIO UNITARIO

Es la remuneración total que el contratante o también llamado cliente, cubre al constructor por unidad de obra terminada, y por concepto de trabajo que ejecute de acuerdo a las especificaciones previamente establecidas, como acuerdo mutuo.

Se puede decir que el Precio Unitario facilita la medición de las cantidades de obra y así tener una correcta remuneración.

En la construcción se considera como elementos básicos del costo de producción, la mano de obra, materiales, equipo que corresponde propiamente a la maquinaria, la herramienta y los fletes.

Por convención se recurre a establecer una clasificación general en dos tipos de costos, los directos y los indirectos.

COSTO DIRECTO

Los costos directos son aquellos gastos y consumos para la correcta realización de cada uno de los conceptos de trabajo en el proceso constructivo por existir una determinación concreta de cantidad y valoración, referente a la utilización de mano de obra, como de maquinaria, así mismo, el consumo de materiales empleados en la ejecución de la obra.

Por lo tanto el costo directo es la suma de todos aquellos cargos aplicables al concepto de trabajo, que se derivan de las erogaciones ejecutadas exclusivamente para la ejecución de dicho concepto de trabajo.

COSTO INDIRECTO

Los costos indirectos son aquellas erogaciones necesaria para la ejecución de una obra, que no se han considerado dentro de los costos directos.

El costo indirecto no puede llevarse a una sola actividad por no poderse determinar la cantidad empleada, o consumidos en los conceptos de trabajo, por ejemplo; los costos que erogan para cubrir el financiamiento, las fianzas, impuestos, la administración central y de obra.

UTILIDAD

Es la ganancia que debe considerar el constructor, como el resultado de una actividad dentro del proceso constructivo.

Ahora bien, podemos hacer una definición del Precio Unitario como la suma de los costos directos, indirectos y la utilidad, así es como queda integrado un precio unitario para cualquier tipo de concepto de trabajo, según el tipo de obra a efectuar y sus diferentes actividades para la conclusión satisfactoria de la obra.

IDENTIFICACION DE CONCEPTOS DE OBRA, SU UNIDAD Y CUANTIFICACION

CONCEPTO DE TRABAJO

Se define como 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.

Cada obra de ingeniería, tiene su denominación específica como puede ser carretera, puente, presa, aeropuerto, etc., pero a la vez cada una de ellas, puede subdividirse en grupos, acrecentándose éstos cuando más avance tiene la Industria Constructiva, por ejemplo, cuando se construye carreteras de dos o más carriles; en la construcción de puentes, se tiene de concreto, de acero, tradicionales, prefabricados, atirantados, etc., otro ejemplo puede ser las presas con cortinas de diferentes tipos, como son, las de materiales graduados, de gravedad, arco, bóveda, etc.

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: revestimientos, montajes, fabricación y colocación de concretos hidráulicos, excavaciones en rocas, movimientos de tierra entre otras.

Esto nos lleva a la necesidad de cuantificar los recursos humanos, materiales y equipo, además de llevar el control de 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 consiguiente el mismo costo el fabricar un concreto hidráulico de baja resistencia, rodillado para la cortina de alguna presa, que fabricar y colocar un concreto hidráulico de una mayor resistencia y calidad, para revestir algún túnel de cierta dimensión, o fabricar y colocar un concreto para ser colado bajo el agua, para alguna obra marítima.

Por medio de la práctica en cada diferente tipo de obra, las empresas constructoras, organismos, etc., tienen ya una relación de conceptos de trabajo más importantes o de mayor uso, que es la base primordial para la ejecución de las obras en las que concursan.

Se presentarán a continuación una serie de conceptos de trabajo de obras que se consideran representativas de los principales campos de la construcción, a fin de servir como fuente de información básica para aquellas personas que están iniciando el aprendizaje de los análisis de costos.

Los conceptos de trabajo nos ayudarán a determinar los precios unitarios, estos conceptos de trabajo o también llamados conceptos de obra, vienen integrados en las formas de relación de conceptos y cantidades de obra para expresión de precios unitarios y el No. de partida, especificación, concepto de obra (descripción), cantidad, unidad, precio unitario con letra, (P.U.) con número y el importe.

Así se determina el importe del P.U. de cada especificación o concepto de obra, para que al hacer la suma algebraica de los importes totales de los conceptos de obra se determina el monto total de la obra a ejecutar.

Sabiendo que el P.U. se determina por medio del costo directo, costo indirecto y utilidad de cada uno de los conceptos de trabajo.

CONCEPTOS BASICOS EXCLUSIVOS EN OBRAS DE TENDIDO DE VIAS FERREAS

DESCRIPCION	UNIDAD
1. Despalme de bancos de préstamo para la obtención de sub-balasto y balasto	m3
2. Su-balasto compactado al x% del banco unicado en "Z" lugar	m3
3. Reconstrucción de sub-balasto incluyendo escarificación, disgregación en su caso, mezclado, acamellonamiento, tendido y compactación a un x%	m3
4. Balasto acomodado por vibración para formarlo en capas del banco ubicado en "Z" lugar	m3
5. Carga, acarreo y distribución de durmiente a lo largo del eje vía.	m3
a. De maderas blandas preservadas	
b. De maderas duras o semiduras preservadas	
c. De concreto hidráulico reforzado o preforzado	
d. Mixtos, de acero y concreto hidráulico reforzado.	
6. Carga, acarreo y descarga a lo largo de vía de	pz ton.
a. rieles de diferentes medidas	
b. planchuelas	
c. Tronillos, tuercas y rondanas	
d. Dispositivo de ejecución y de apoyo	
7. Armado de la vía	ml.

8. Juntas soldadas	junta
a. Aluminotérmicas	
b. Eléctricas	
9. Alineamiento y nivelación de la vía	ml.
10. Colocación de señales o referencias permanentes	pz
11. Instalación de piezas especiales	pz
a. Juegos de cambio	
b. Cruceros	
c. Juntas de dilatación especiales	
d. Lubricantes	
12. Compensación térmica de la vía	ml.

**CONCEPTOS BASICOS EXCLUSIVOS DE TRABAJOS EN OBRAS DE
INFRAESTRUCTURA Y URBANIZACION**

DESCRIPCION	UNIDAD
--------------------	---------------

TERRACERIAS

Nota: Los trabajos de terracerías y pavimentación son similares a los de caminos

RED DE ALCANTARILLADO

1. Suministro y colocación de tubería de concreto simple o reforzado "XZ" cm	ml.
2. Pozos de visita con muros de tabique a tizón, plantilla de	

- | | |
|---|-----|
| mampostería, plataforma de tabique aplanado de cemento .
escaleras de fierro fundido brocal y tapa de concreto | pz. |
| 3. Suministro y colocación de caldera de banquetas de concreto
con rejilla metálica, precolado con tubo arenoso de concreto,
plantilla de mortero cemento-arena | pz. |
| 4. Suministro y colocación de descarga domiciliaria con tubo de
concreto simple, con codo y slant. | pz. |
| 5. Caja de concreto armado en colectores | pz. |
| 6. Cama de arena para apoyo de tubería | m3 |
| 7. Suministro y colocación de tubería,asbesto, cemento tipo "X" | ml. |
| 8. Suministro y colocación de tubería Fo.Fo. de "X" pulgada | ml. |

Se deberán considerar los suministros y colocación de piezas especiales como son:

- Codos de Fo.Fo.
- Tees de Fo.Fo.
- Extremidades de Fo.Fo.
- Bridas con rosca
- Reducciones Fo.Fo.
- Juntas gibault
- Tornillos
- Empaques de plomo
- Válvulas de seccionamiento
- Hidrantes contra incendio
- Válvulas de compuerta
- Válvulas de retención
- Válvulas de manposa
- Válvulas de globo

En todas las redes de alcantarillado y agua potable deberán considerarse los conceptos de trabajo para diferentes diámetros de tubería.

ELECTRIFICACION

RED AEREA

A) OBRA CIVIL

Comprende excavación y relleno de cepas para hincado de postes, así como concretos para formar las bases de los postes, estos conceptos ya han sido analizados con anterioridad.

B) ALTA TENSION

Instalación de:

- | | |
|---|------|
| 9. Banco de transformadores 1 TRJA | Jgo. |
| 10. Banco de corta circuitos | Jgo. |
| 11. Aislador (suspensión y alfiler) | |
| 12. Retenidas (de estacas, de ancla, de banqueta) | pz. |
| 13. Varillas de tierra | pz. |

C) BAJA TENSION

Instalación de:

- | | |
|---------------------------------|-----|
| 14. Interruptor termo magnético | pz. |
| 15. Aislador de carrete | pz. |

- | | |
|-------------------------|-----|
| 16. Remates preformados | pz. |
| 17. Retenidos | pz. |
| 18. Varillas de tierra | pz. |

D) ALUMBRADO PUBLICO

- | | |
|------------------------------|------|
| 19 Luminaria auto balastrada | pz. |
| 20. Brazos metálicos | pz. |
| 21. Fotocontroles | Jgo. |
| 22. Contactos de alumbrado | pz. |
| 23. Retenidos | pz. |
| 24. Varilla de tierra | pz. |

RED SUBTERRANEA

A) OBRA CIVIL

- | | |
|--------------------------|-----|
| 25. Pozos de visita | pz. |
| 26. Registro de concreto | pz. |
| 27. Base de concreto | pz. |

B) ALTA TENSION

Instalación de:

- | | |
|--|-----|
| 28. Cable de energía con aislamiento E.P. de "X" | ml. |
| 29. Transformador tipo pedestal | pz. |
| 30. Codos premoldeados | pz. |
| 31. Empalmes preformados | pz. |
| 32. Bancos de ductos | pz. |
| 33. Conos de alivio | pz. |

C) BAJA TENSION

La instalación de:

- | | |
|--|-----|
| 34. Cable triplex (aluminios o cobre) aislamientos XLP | ml. |
| 35. Conectores multiples CMS | pz. |
| 36. Tubo PVC eléctrico | ml. |

D) ALUMBRADO PUBLICO

- | | |
|-------------------------------|-----|
| 37. Postes tubulares | pz. |
| 38. Luminarias autobalastadas | pz. |
| 39. Brazos o ménsulas | pz. |
| 40. Contactores de alumbrado | pz. |
| 41. Fotocontactores | pz. |

CONCEPTOS BASICOS DE TRABAJO PARA LA OBRA DE CONSTRUCCION DE UNA CENTRAL HIDROELECTRICA

DESCRIPCION	UNIDAD
CONDUCCION Y PRESION	
1. Excavación en túneles en materiales I, II o III	m3
2. Suministro y colocación de anclas de tensión inyectadas con mortero de cemento	pz.
3. Concreto reforzado $f_c = "X"$ kg/cm2 en la sección de los túneles de presión	m3
CASA DE MAQUINAS	
4. Excavación subterránea en material "X" del cuerpo principal de la bóveda de la casa de máquinas	m3
5. Excavación subterránea en material "X" del cuerpo principal de la casa de máquinas	m3
6. Suministro y colocación de anclas de tensión con expansor en su extremo e inyectadas con lechada de cemento	pz.
7. Malla de acero	m2
8. Concreto reforzado $f_c = "X"$ kg/cm2 para el revestimiento de la bóveda de casa de máquinas incluyendo muros y trabe carril	m3
9. Concreto reforzado $f_c = "X"$ kg/cm2 para revestir el cuerpo principal de la caverna de casa de máquinas incluyendo muros desde pisos de generadores a la trabe carril, tímpanos y la losa	m3

10. Concreto reforzado $f_c = "X"$ kg/cm² en la casa de máquinas en la galería de cárcamo de drenaje, tubos aspiradores, edificios de auxiliares, carcazas, pisos de turbinas, pisos de cables, galerías de barras, muros trincheras, escaleras, losas, trabes, columnas, ductos y galerías, y el cilindro de los generadores m3

GALERIAS DE OSCILACIONES

11. Excavación subterránea en materiales "X" en las galerías de oscilación m3
12. Concreto reforzado $f_c = "X"$ para revestimiento en la galería de oscilación m3
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 máquinas y/o galerías de oscilación m3
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 m3-km

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

MUELLES	UNIDAD
1. Elaboración y colado de concreto en pilotes de una sección específica y un $f_c = "X"$ kg/cm ²	ml.
2. Suministro, habilitado y colocación de acero de refuerzo grado estructural $f_y = "X"$ kg/cm ² en pilotes	kg.
3. Manejo e hinca de pilotes hasta nivel de proyectos	ml
4. Elaboración y colado de concreto $f_c = "X"$ kg/cm ² en super estructura de muelle, compuesta por: losa, cabezales, traveses, y pantallas de atraque	m ³
5. Suministro, habilitado y colocación de acero de refuerzo grado $f_y = "X"$ kg/cm ² en superestructura del muelle	kg
6. Cimbra de contacto común en superestructura de Muelle	m ²
 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 esco-	

llera, producto de la explotación del banco de préstamo, ubicado en... con el peso especificado	Ton
10. Acarreo en Km 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	pz.
13. Fabricación y colocación de bloques de concreto	pz.
14. Fabricación y colocación de stabilitis	pz.
15. Fabricación y colocación de doms	pz.
16. Fabricación y colocación de dolos	pz.

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

	UNIDAD
1. Desmonte 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. Desplomes en áreas de construcción desperdiciando material | m3 |
| 3. Excavación en cortes | m3 |
| 4. Excavación en cortes adicionales abajo de la subrasante | m3 |
| 5. Excavación en abatimiento de taludes | m3 |
| 6. Excavación en rebajes de la corona de cortes y/o de terraplenes | m3 |

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 | m3 |
| 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) | m3 |
| a) Dentro de una faja de "X" mt. 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) | m3 |
| 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 | m3 |

a) Para "X" % de compactación

11. Excavación para contracunetas en material común m3

SOBREACARREOS

12. Sobreacarreo de materiales

- a) En distancias hasta "X" estaciones m3-est
- b) En distancias hasta "X" hectómetros m3-hm
- c) En distancias de más de "X" kilómetros m3-km

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

REVESTIMIENTO

13. Revestimiento para caminos compactado al "X" % de la prueba proctor con material obtenido de banco de préstamo m3
- a) Del banco ubicado en ..

PAVIMENTACION

14. Sub base compactada al "X" % con material obtenido de banco de préstamo m3
- a) Del banco ubicado en...
15. Base compactada al "X"% con material obtenido de banco de préstamo m3
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" %	m3
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	m3
d) Barrido de la base impregnada	Ha
20. Carpeta asfáltica por el sistema de riegos	
a) De un riego	m3
b) De dos riegos	m3
c) De tres riegos	m3
21. Carpeta asfáltica por el sistema de mezcla en el lugar	
a) Riego de liga	litro
b) Carpeta asfáltica compactada al "X" %	m3
22. Carpeta de concreto asfáltico fabricado en planta	
a) Carpeta de concreto asfáltico compactada al "X" %	m3
23. Riego de sello	
a) Riego de sello utilizando material pétreo tipo "X"	m3
24. Morteros asfálticos con materiales de banco	m3
25. Carpetas de concreto hidráulico	
a) De concreto simple (para diversas resistencias fc)	m3
b) De concreto reforzado (para diversas resistencias fc)	m3

26. Sobrearreos para materiales asfálticos:

a) Por peso

ton-km

b) Por volumen

m³-km

**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 ³

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:

- a) Material tipo I (suave)
- b) Material tipo II (intermedio)
- c) Material tipo III (duro)

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

5. Bombeo	Hora
a) Bomba de diversas capacidades	
6. Relleno de estructuras compactadas al "X" %	m ³
a) Con material producto de la excavación	
b) Con material del banco de préstamo ubicado en	

7. Mampostería
- a) Con piedra obtenida de banco de préstamo
 - b) Con piedra obtenida de pepena
 - c) Con piedra obtenida de la excavación de estructuras
8. Tubos de concreto para drenes (diferentes diámetros) ml.
9. Zampeado de mampostería de tercera m3
10. Zampeado seco m3
11. Zampeado de suelo cemento m3
- a) Con materiales mezclados en el lugar
 - b) Con materiales mezclados en planta
12. Concreto hidráulico (diferentes fc y diversas partes de la est.) m3
- a) Colado en seco
 - b) Colado en presencia de agua
 - c) Colado bajo el agua
 - d) Ciclópeo
13. Juntas de dilatación m2 ó ml.
- a) Metálicas
 - b) No metálicas
14. Acero para concreto hidráulico
- 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

15. Estructuras de concreto preforzado (diversas partes de la estr.)
- a) Por volumen de concreto preforzado colado en el lugar m3
 - b) Por pieza fabricada entregada en el lugar pz.
16. Montaje de elementos estructurales preforzados
- a) Por peso del concreto preforzado ton.
 - b) Por elemento estructural pz.
17. 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
18. Suministro e hincado de tabla estacados (diversas secciones) ml.
- a) De madera cruda
 - b) De madera preservada
 - c) De concreto hidráulico (diferentes f'c)
 - d) De concreto preforzado
 - e) De acero estructural
 - f) De lámina
19. Cilindro y cajones de cimentación
- I Cuchillas (de diversos tipos) kg.
 - II Forros (de diversos tipos) kg.
 - III Concreto hidráulico (diferentes f'c) m3
20. Fabricación y montaje de estructuras de acero (diferentes partes de la estructura). kg.

CUANTIFICACION DE CONCEPTOS DE OBRA EN FUNCION DE ESPECIFICACIONES

Como ya sabemos el objetivo principal de la Ingeniería Civil es construir obras como son las edificaciones, presas, caminos, aeropuertos, etc.; para ellos es necesario contar con un proyecto determinado teniendo como antecedente los planos de proyecto y especificaciones, técnicas para poder realizar de una manera adecuada la cuantificación del proyecto. Inicialmente se deberá formar el catálogo de conceptos si es que no se cuenta con él, tratando siempre de enunciarlo en forma ordenada de acuerdo a un proceso constructivo lógico y secuencial, cuidando que se contemplen todas y cada una de las actividades necesarias para llevar a cabo la ejecución de cualquier tipo de obra, por experiencia se sabe que resultan por lo general conceptos de obra que no fueron considerados en el catálogo original, estos conceptos son conocidos en la rama de la construcción como conceptos fuera de catálogo o conceptos extraordinarios; estos conceptos deben ser cuantificados inmediatamente y en la mayoría de los casos se debe efectuar el análisis de costo respectivos para su aprobación.

Una parte importante en el catálogo de conceptos es la utilización de las unidades específicas para el análisis del costo de los conceptos involucrados, estas unidades son el metro lineal (ml), metro cuadrado (m²), metro cúbico (M³), tonelada (Ton), kilogramo (kg), pieza (pz), etc., por lo cual las unidades en las que se expresan las cantidades de obra, deben ser las mismas en las que se haya calculado el costo unitario.

Los números generadores nos servirán para la cuantificación de obra, el objetivo de los números generadores es de cuantificar el criterio para ejecución de esta actividad, en cada uno de los conceptos de trabajo, Un número generador contiene los datos generales de obra como son: Nombre, ubicación, plano de referencia, clave de concepto (de acuerdo al catálogo de conceptos), fecha, quién formuló la cuantificación y quién lo revisó. En el espacio de croquis se anota con claridad él mismo, referenciándolo por ejes y anotando las medidas checadas en plano ó en su caso directamente, en el cuerpo del generador lleva el concepto, localización donde se referencia el eje, tramo y el tipo, ancho, alto, largo, número de piezas y por último el total.

El volumen de la obra se determina en el estudio de proyecto.

Como vimos en el tema de Elaboración de Especificaciones, no es posible la ejecución de una obra, por grande o pequeña que sea esta, sin contar con especificaciones necesarias, que fijen los requisitos constructivos y de calidad, que deben cumplirse, por tal motivo se generan especificaciones particulares de una obra y deben de aparecer incluidas en el proceso de construcción teniendo que ser tan completas como sea necesario y no existir duda alguna sobre los conceptos de trabajo que deben ser cumplidos.

En las obras de gran magnitud como podría ser la construcción de una plataforma de operaciones en algún aeropuerto, la construcción de una vía férrea, una autopista, una presa, etc., es indispensable la elaboración de especificaciones particulares para los conceptos de trabajo a realizar. Estas se referencian en los catálogos de conceptos de obra y se basan en las Normas y Especificaciones; en México esta están regidas por las especificaciones nacionales como son la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) básicamente.

Para ejemplificar este tema tomaremos como base algunos conceptos de trabajo sobre terracerías, ya que son muy semejantes en obras sobre pavimentación, en caso de plataformas, pistas y caminos de acceso en los aeropuertos y carreteras, autopistas.

Se explicará en forma general la estructura que lleva un pavimento, ya sea flexible (concreto asfáltico), rígido (concreto hidráulico).

Para poder desplantar la estructura del pavimento es necesario llevar a cabo los trabajos de desmonte y deshierbe en la cual se eliminan la vegetación del terreno así como los arbustos e hiervas altas que pudieran haber en el terreno, después se procede a hacer una excavación donde se alojará la estructura de pavimento que consiste en la capa inferior del terreno natural, se conforma y se compacta por lo regular al 90%, sigue la construcción de terraplen por lo general compactado al 95% de su P.V.S.M. (Peso Volumétrico Seco Máximo), con material seleccionado de banco, la siguiente sería la capa de sobragante compactada por lo regular al 100% de su P.V.S.M. con material de banco, la siguiente sería la sub-base o base

hidráulica según se requiera y compactada al 100% de su P.V.S.M. con materiales seleccionados y cumpliendo las especificaciones señaladas, después ya vendrá la capa referente a la carpeta compactada al 95% regularmente.

Se aclara que estos porcentajes de compactación son variables según se requiera y las condiciones del terreno donde se construya así mismo para el material que se utilice para la formación de las capas de la estructura del terreno, y por lo regular estas compactaciones y las especificaciones que deben contener los materiales vienen establecidas en las especificaciones particulares del proyecto.

CAPITULO

III

COSTOS DE MANO DE OBRA

COSTO DE MANO DE OBRA

TIPOS DE REMUNERACION EN EL RAMO DE LA CONSTRUCCION

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 de trabajo aportada por un obrero.

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

- Remuneración por día
- Remuneración por destajo

1 La remuneración por día

Consiste en pagar al trabajador una cantidad de dinero fija por cada día (jornal) trabajado. 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 redundaría 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 la siguiente tabla:

Peón
Peón concretero
Albañil
Albañil especializado
Cantero
Yesero
Carpintero
Fierrero
Perforista
Barretero
Poblador
Pintor
Electricista
Plomero
Soldador
Herrero
Montador
Sobrestante general
Sobrestante de albañilería
Sobrestante de carpintería

Sobrestante de concretos
Sobrestante de barrenación
Sobrestante de terracerías
Sobrestante de pavimentación
Sobrestante de túneles
Sobrestante de montajes
Operador de excavadora
Operador de tractor
Operador de motoescropa
Operador de motoconformadora
Operador de compactador
Operador de planta trituradora
Operador de planta mezcladora
Operador de compresora
Operador petrolizadora
Operador de malacate
Operador de cablevía
Operador de bomba de concreto
Operador de grúa
Operador de equipo pesado de acarreo
Jefe de campamento
Jefe de veladores
Velador
Almacenista
Bodeguero
Gasolinero
Checador de material
Tomador de tiempo
Jefe de mecánicos
Mecánico diesel
Mecánico gasolina
Mecánico electricidad
Engrasador
Chofer.

Nota: Algunas de las especificaciones mencionadas anteriormente se auxilian con ayudantes específicos para cada área.

Como sabemos el costo de mano de obra es una de las partes principales en la integración de el costo directo de una obra, dicho costo está estrechamente ligado con el rendimiento del trabajador.

TIPOS DE SALARIOS

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 el 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:

- Salario mínimo
- Salario base o nominal
- Salario real.

A) Salario mínimo

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 tienen 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.

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 de 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.

SALARIO DE MERCADO

1 Los salarios de mercado son los que realmente percibe (en efectivo) el trabajador de la construcción y son negociables en el momento de la contratación.

2 Los salarios de mercado siempre son mayores o iguales a los salarios mínimos y/o profesionales que propone la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos.

3 En la construcción se acostumbra pactar el pago de salarios o rayas en forma semanal, y generalmente los días de pago son los sábados.

4 La semana laboral para un trabajador, de la construcción es de lunes a viernes en jornada de 8 horas por día, el sábado de 5 horas, es decir, un total de 45 horas a la semana.

5 El importe total que recibe el trabajador al terminar su semana es el neto de la cantidad pactada, es decir no se aplica ninguna deducción o retención.

6 Todos los compromisos completos de los pagos de cuota al IMSS y de impuestos desprendidos de esta relación laboral recaen íntegramente sobre el patrón.

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 2o. 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 L.F.T.)

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 anuales:

Por cuota diaria (Art. 83)	365 días
Por prima vacacional (Art. 76 y 80)	1.5
0.25 x 6 días de vacaciones mínimas	
Por aguinaldo (Art. 87)	15
S U M A	381.5 días

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
Por días festivos (Art. 74)	7.17
Por vacaciones (Art. 76)	6
S U M A	65.17 días

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
S U M A	6 días

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:

$$381.5 \text{ días pagados} / 293.83 \text{ días laborales} = 1.2984$$

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 y hasta 12 horas diarias de trabajo, constituyéndose lo que llamamos "jornada extraordinaria 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.

SEGURO SOCIAL Y PRESTACIONES

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 propia Ley del Seguro Social, reformada el 12 de Marzo de 1973.

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

- I Riesgo de trabajo
- II Enfermedades y maternidad
- III Invalidez, vejez, cesantía en edad avanzada y muerte.
- IV Guardería para hijos de asegurados.

La misma Ley establece cuotas o primas que cubren cada uno de los asegurados 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 una tabla en la que se resumen los importes de las cuotas vigentes que se deben pagar al Seguro Social, para distintos grupos de salario diario, por concepto de seguro de enfermedades y maternidad (Arts. 121 183), de acuerdo con la Ley del Seguro Social:

CUOTAS IMSS PARA 1994

El día 20 de Julio de 1993, se publicó en el Diario Oficial de la Federación un Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley del Seguro Social, y se abroga la Ley de Impuesto Sobre las Erogaciones por Remuneración del Trabajo personal prestado bajo la Dirección y Dependencia de un Patrón; y que entran en vigor a partir del día 21 de julio de 1993.

Enfermedades y Maternidad		Invalidez, vejez, cesantía en edad avanzada y muerte			Riesgo de trabajo			Total			
Pat. Aseg. COP	Pat. Aseg. COP	Pat. Aseg. COP	Pat. Aseg. COP	Pat. Aseg. COP	Pat. Aseg. COP	Pat. Aseg. COP	Pat. Aseg. COP				
8.75	3.12	11.87	5.67	2.02	7.69	7.58	0.00	7.58	22.01	5.15	27.16

Cuota del IMSS a pagar por el patrón para salarios mínimos 27.16

Cuota del IMSS a pagar por el patrón para salarios superiores al mínimo 22.01

He aquí un extracto de estas nuevas disposiciones que afectan directamente al constructor en el cálculo de sus cuotas obrero-patronales, y por lo tanto en el cálculo de los salario reales que inciden directamente en los costos directos de los análisis de P.U. de los conceptos de trabajo.

Art. 79. Señala que las primas a cubrir por el seguro de riesgo de trabajo y las empresas serán clasificadas y agrupadas de acuerdo con su actividad, en clase; cuyos grados de riesgo se señalan para cada una de las clases. Por lo que el grado medio de esta cuota es 7.58875.

Art. 144. A los patronos y a los trabajadores les corresponde cubrir para el seguro de enfermedades y maternidad, las cuotas del 8.750% y 3.125% sobre el salario diario base de cotización, respectivamente.

Art. 177. A los patronos y a los trabajadores les corresponde cubrir, para los seguros de invalidez, vejez, cesantía en edad avanzada y muerte las cuotas del 5.950% y 2.125% sobre el salario base de cotización, respectivamente (a partir del 1o. de enero de 1996).

Sin embargo de acuerdo a los artículos transitorios se aplicarán conforme al siguiente calendario:

AÑO	PATRONES	TRABAJADORES
1994	5.670	2.025
1995	5.810	2.075
1996	5.950	2.125

Nota:

Las cuotas por concepto de guardería y del Seguro para el retiro quedan sin cambio:

Guarderías	1%
SAR	2%

Para efectos de la fijación de cuotas patronales del seguro de riesgo de trabajo, el artículo 78 de la Ley del Seguro Social establece que éstas se determinarán en relación a la cuota obrero-patronales del seguro de invalidez, vejez, cesantía y muerte, conforme a los términos del "Reglamento de Clasificación Empresas y Grados de Riesgo para el Seguro de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales", que se expresan en forma condensada en siguiente tabla:

<p>Clase de empresas según el reglamento de clasificación de empresas en grado de riesgo.</p>	<p>GRADO RIESGO</p>	<p>Primas correspondientes al grado medio de riesgo expresadas en por ciento del importe de las cuotas obrero-patronales del seguro de invalidez, vejez, cesantía y muerte</p>
--	----------------------------	---

	Min.	Med.	Max.	
I	1	3	5	5%
II	4	9	141	5%
III	11	12	43	740%
IV	30	45	69	75%
V	50	75	100	115.12%

El artículo 12 del reglamento mencionado, clasifica a las empresas relacionadas con la construcción de la Clase V, por lo que la prima por seguro de accidentes de trabajo es del 115.12% del importe de la cuota obrero-patronal del seguro de invalidez, vejez, cesantía y muerte.

RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA

Es bien sabido que, 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 promueve 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 del 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
- 2 El grado de capacitación del hombre.

Uno de los errores en que con más frecuencia se incurre, es tomar rendimientos iguales de obra de mano, en todas las regiones, zonas geográficas y obras del País. El criterio correcto, se fundamenta en establecer rendimientos índice promedio de 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, 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.

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 proceso y procedimiento
- 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 observación, 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.

En un estudio de tiempo llevado a cabo durante un periodo 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.

CAPITULO

IV

TIPOS, APLICACIONES Y COSTOS UNITARIOS DEL EQUIPO DE CONSTRUCCION

COSTO POR UNIDAD DE TIEMPO DE LA MAQUINARIA EMPLEADA EN TRABAJO DE CONSTRUCCION

Para poder analizar el costo directo hora-máquina del equipo utilizado en el ramo de la construcción, es necesario definir algunos conceptos como son los siguientes:

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 desconectados 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.

PERIODO DE VIDA ECONOMICA DE DIVERSAS FUENTES

MAQUINA	S.H. Y C.F.	ASOC. PALAS Y DRAGAS	LIBRO AMARILLO	S.A.R.H.	PEURIFOY	CAM.NAL IND. CONST.	S.C.T.
Camiones 5 ton motor gasolina	5 años	-----	5 años 7040 Hrs.	5 años 10000 Hrs.	5 años 10000 Hrs.	5 años 8000 Hrs.	8000 Hrs.
Cargador frontal oruga mas de 8hp	5 años	-----	5 años 5280 Hrs.	5 años 10000 Hrs.	5 años 7000 Hrs.	5 años 6000 Hrs.	10000 Hrs.
Compactores vibratorios autopropulsados	5 años	-----	4 años 5632 Hrs.	-----	-----	4 años 6400 Hrs.	10000 Hrs.
Compresores portatiles 210-1200pcm	5 años	-----	5 años 6000 Hrs.	5 años 6000 Hrs.	5 años 6000 Hrs.	5 años 6000 Hrs.	6600 Hrs.
Dragas orugas 2v2-3yd3	5 años	18 años 28800 Hrs.	625 años 7700 Hrs.	8 años 16000 Hrs.	568 años 9408 Hrs.	625 años 8750 Hrs.	13400 Hrs.
Motoconformadores	5 años	-----	5 años 7040 Hrs.	5 años 10000 Hrs.	5 años 10000 Hrs.	5 años 8000 Hrs.	10000 Hrs.
Motocrespas	5 años	-----	5 años 7040 Hrs.	5 años 10000 Hrs.	5 años 10000 Hrs.	5 años 8000 Hrs.	12000 Hrs.
Tractor oruga con con power shift	5 años	-----	5 años 6160 Hrs.	5 años 10000 Hrs.	5 años 10000 Hrs.	5 años 7000 Hrs.	12000 Hrs.

COSTO HORARIO DE OPERACION DE MAQUINARIA

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 de 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 segundos
- Cargo por mantenimiento mayor.

CARGO POR DEPRECIACION

Este cargo recibe también el nombre de "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, o sea, que la maquinaria se deprecia una misma cantidad por unidad de tiempo.

Se presenta por la siguiente ecuación.

$$D = V_a - V_r / V_e$$

en donde:

V_a = 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_r = Representa el rescate de la máquina.

V_e = Representa la vida económica de la máquina expresada en horas de trabajo.

Existen otros métodos como los siguientes, pero que no serán objeto de nuestro estudio.

B) METODO DE CARGOS DECRECIENTES O DEL RESTO DECLINANTE

En éste 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.

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.

CARGOS 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 reditue 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_a = Valor inicial de la máquina

V_r = Valor de rescate de la máquina

(V_a + V_r) / 2 = Valor medio de la máquina durante su vida económica.

H_a = 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 "Cargos 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 está representado por:

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

S = Cargo por seguros por hora efectiva de trabajo

Va = Valor inicial de la máquina

Vr = Valor de rescate de la máquina.

Va + Vr / 2 = 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.

CARGO 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.

Está 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.

Considerando depreciación lineal de maquinaria y equipo se presentarán a continuación los valores del coeficiente Q.

100%

Q = 1.0

Aplanadoras, desgarradores, bombas de alta presión, de pistón o de sumidero, botes para concreto, equipo marino, motoescropa, grúas de patas fijas moldes de acero, motores de combustión interna y eléctricos, palas mecánicas, retroexcavadoras, rodillo "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, dosificadoras, dragas de arrastre, equipo bituminoso (exceptuando estufas), gatos hidráulicos, malacates, eléctricos, martinets para clavar pilotes, mezcladoras de concreto de 1.5 m³ o mayores, mezcladoras montadas en camión, mezcladoras de mortero, motoconformadoras, pavimentadora, plantas trituradoras y clasificadoras soldadoras con motor de gasolina, tolvas para agregados, transportadores estacionarios, vagonetas de volteo, vibradores de concreto, zanjadoras.

60%

Q = 0.6

Aguzadoras, camiones (exceptuando los de volteo), cañones neumáticos para concreto; cargadoras de canchales, elevadores de canchales, grúas móviles, malacates de gasolina, mezcladoras pequeñas perforadoras neumáticas, plantas de concreto, quebradoras, remolques, compactadores de rodillo, excepto "pata de cabra".

40%

Q = 0.4

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

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 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 diversas 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.

Está 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.

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.

CARGOS DE CONSUMO DE OTRAS FUENTES DE ENERGIA.- Es el derivado de las erogaciones originadas por 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.

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

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 consumida.

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.

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

donde

E_c = Es la energía eléctrica consumida en KWH.

H.P = Potencia nominal en H.P.

Pe = 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 DE HORARIO APROXIMADO DE LUBRICANTES PARA FACTORES CATERPILLAR

	POTENCIA	CARTER	TRANSMISI	MANDOS	CONTROLES	GRASA
			ON	FINALES	HIDRAULIC	
	HP	LITROS		LITROS	OS	Eg.
			LITROS		LITROS	
0-10						
D3B	65	.08		.04		.02
D4E	75	.08	0.4	.04	.04	.02
D5B	105	.11	.04	.04	.04	.02
D6B	140	.15	.04	.04	.08	.02
D7G	200	.15	.08	.04	.08	.02
D8K	300	.27	.08	.08	.08	.02
D9H	410	.34	.11	.08	.11	.02
DD9H	820	.68	.11	.15	.15	.05
D10	700	.87	.23	.01	.15	.01
			.23		.19	

(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

**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 PIEZAS	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 tendrá que consultar las tablas que estos editan.

TABLA DE FACTORES MULTIPLICADORES PARA TRACTORES CATERPILLAR

D3B	0.28
D4E	0.29
D5B	0.32
D6D	0.36
D7G	0.39
D8K	0.65
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.

CARGO POR CONSUMO DE LLANTAS

Las llantas del equipo de construcción, al igual que el propio equipo, sufren deterioros 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 periodo de vida económica.

Este cargo está representado por:

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

donde:

LI = 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 tomando en cuenta las condiciones de trabajo impuestas a las mismas.

A continuación presentaremos una tabla de los factores para determinar la vida económica de las llantas.

FACTORES PARA DETERMINAR LA VIDA ECONOMICA DE LAS LLANTAS

CONDICIONES	FACTOR
1.- De mantenimiento	
Excelente	1.00
Medias	0.90
Deficientes	0.70
2.- Velocidad de transito (Máximas)	
16 km por hora	1.00
32 km por hora	0.80
48 km por hora	0.60
3.- Condiciones de la superficie de rodamiento	
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
4.- Posición de las llantas	
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 similares	0.60

5.- Cargas de operación

Dentro del límite especificado por los fabricantes	1.00
Con 20% de sobrecarga	0.80
Con 40% de sobrecarga	0.50

6.- Densidad y grado de curvas en el camino

No existen	1.00
Condiciones medias	0.90
Condiciones severas	0.80

7.- Pendientes de los caminos

(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

8.- Otras condiciones diversas

Inexistentes	1.00
Medias	0.90
Adversas	0.80

**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 ECONOMICA
Camiones de Carrsters	1.00	0.90	0.90	0.95	1.00	0.90	1.00	1.00	69.26	3453
	0.90	0.90	0.80	0.95	1.00	0.70	0.90	0.90	436.78	1940
Camiones pesados de terraceria	1.00	0.90	0.80	0.95	1.00	0.85	1.00	1.00	56.14	2900
	0.90	0.90	0.70	0.95	1.00	0.70	0.90	0.90	33.94	1867
Escrapes y Motoescrapes	1.00	1.00	0.80	0.75	1.00	0.85	1.00	1.00	51.00	2550
	0.90	1.00	0.70	0.75	1.00	0.70	1.00	1.00	33.07	1650
Motoconfor- madoras	1.00	1.00	0.80	0.90	1.00	0.85	1.00	1.00	61.20	3060
	0.90	1.00	0.80	0.90	1.00	0.70	1.00	1.00	45.36	2270
Pales Cargadoras	1.00	1.00	0.80	0.90	1.00	0.85	1.00	1.00	61.20	3060
	0.90	1.00	0.80	0.90	1.00	0.85	0.90	0.90	49.57	2480
Tractores	1.00	1.00	0.80	0.80	1.00	0.85	1.00	1.00	54.40	2720
	0.90	1.00	0.80	0.80	1.00	0.70	0.90	0.90	36.28	1815
Apisonadoras	1.00	1.00	0.80	1.00	1.00	0.85	1.00	1.00	68.00	3400
	0.90	1.00	0.80	1.00	1.00	0.85	1.00	1.00	61.20	3060

TREN DE RODAJE

Los costos del tren de rodaje constituyen una parte importante de los costos de operación de las máquinas de cadenas.

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.

Moderadas.- Superficies parcialmente penetrables con protuberancias de 75 a 150 mm.

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

ABRACION

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 tenga 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 rocas.

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.

CONSUMO O POR ELEMENTOS ESPECIALES DE DESGASTE

Finalmente, el último cargo por consumo 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)

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:

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

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.

En seguida mostraremos el formato para el análisis del costo directo hora-máquina que comúnmente se utiliza en la rama de la construcción.

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

CONSTRUCTORA: _____	Máquina: _____	Mód. No. _____
Modelo: _____	Modelo: _____	Catálogo: _____
OBRA: _____	Datos obra: _____	Fecha: _____

DATOS GENERALES:	
Precio de adquisición (\$) _____ Equipo adicional: _____ Valor inicial (Va): _____ Valor de rescate (Vr): _____ % = 0 _____ Tasa de interés (i): _____ % Prima seguros (s): _____ %	Fecha de entrega: _____ Vida económica (Vc): _____ años Horas por día (Hd): _____ hr/día Método de operación: _____ de _____ HP Potencia de operación: _____ HP op. Coste fijo de amortización (K): _____ Factor de amortización (Q): _____

I- CARGOS FIJOS.	
a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Vc}$ _____ \$ b) Interés: $I = \frac{Va + Vr}{2} \cdot i$ _____ \$ c) Seguros: $S = \frac{Va + Vr}{2} \cdot s$ _____ \$ d) Amortización: $A = \frac{K}{H}$ _____ \$ e) " " $M = Q \cdot D$ _____ \$	
SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA _____ \$	
@. Reservas para reparaciones (Multiplicador de uso prolongado por factor de reparación adicional)	

II- COSTOS DE OPERACION. CONSUMO.	
a) Combustible: $E = P_c$ Diesel: $E = 0.20 \cdot Q$ _____ HP. op. a _____ \$ / lit. _____ Gasolina: $E = 0.25 \cdot Q$ _____ HP. op. a _____ \$ / lit. _____	
b) Lubricantes, aceites, grasas: Precio unitario _____ \$ Carter _____ \$ Transmisión _____ \$ Mando _____ \$ Funciones hidráulicas _____ \$ Grasas _____ \$ SUBTOTAL (aceites y grasas) _____ \$	
c) Filtros (incluye parte máxima de acuerdo al fabricante de operación) Reemplazo: Costo de reemplazo entre horas de uso. _____ \$ Costo / Duración = _____ \$	
d) Tran de rodaje: $(F \cdot Impacto + F \cdot Abrasividad + Factor E) \cdot Factor blanda$ _____ \$ e) Elementos de desgaste especiales: Costo / Duración _____ \$ Concepto: _____ Costo entre duración _____ Costo/hora _____ I- _____ E- _____ S- _____ Total _____ \$	
SUMA CONSUMOS POR HORA _____ \$	

III- OPERACION.	
Salario: _____ \$ Operador: _____ \$ Sub. / Turno - gram.: _____ \$ Horas / Turno - gram.: (H) _____ \$ M = \$ hora a _____ (factor de rendimiento) = _____ horas. Operación = $O = S / H =$ _____ \$	
SUMA OPERACION POR HORA _____ \$	

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) _____ \$
--

FALLA DE ORIGEN

MAQUINARIA

REVOLVEDORA

Una revolvedora es una máquina que se utiliza para la fabricación del concreto fresco, puede ser estacionaria o móvil, generalmente se presenta en forma de trompo. Existen básicamente dos tipos de revolvedoras:

- a) Revolvedora para concreto hidráulico (S) obra pequeña
- b) Revolvedora para concreto asfáltico (E) pavimentos.

Las primeras se denominan con la letra **S** y las segundos con la letra **E**, especificando su capacidad generalmente en pies cúbicos (**ft³**).

Ejemplo:

Revolvedora 6S, el número 6 relaciona la capacidad en ft³ y la S que se trata de concreto hidráulico.

La producción horaria para la revolvedora se determina de la siguiente manera:

$$P.H. = \frac{V \times E \times 60 \text{ min/h}}{t \text{ (min)}}$$

donde:

P.H. = Producción horaria

V = Volumen

E = Eficiencia

t = Tiempo.

TRACTORES

Los tractores son máquinas que convierten la energía de motor en energía de tracción. Su principal objetivo es el de jalar o empujar cargas, aunque a veces se

utiliza con otros fines, se clasifican tanto por su rodamiento como por su potencia al volante.

Por su rodamiento se dividen en:

- a) Tractores de neumáticos de 2 y 4 ruedas
- b) Tractores de orugas.

Los tractores sobre neumáticos son el resultado de tratar de dar mayor velocidad de avance y versatilidad a los tractores.

Las máquinas de este tipo pueden alcanzar velocidades mayores a 30 millas/hr.

Los tractores sobre orugas son quizá los más utilizados en construcción, ya que se pueden utilizar como empujadores, jaladores, como unidad matriz para malacate con diferentes cuchillas topadoras, etc.

Por su potencia al volante se pueden clasificar según datos del fabricante como sigue:

Modelo	Pot.al volante	Peso	Hoja	Rippers
Cat.-D.8	300 HP	24.8	5.3	4.8
Cat.-D.7	200 HP	15.2	3.2	3.8
Cat.-D.6	140 HP	11.8	2.1	1.5
KOMATZU D-155	320 HP	27.3	5.7	5.9
KOMATZU D-84	180 HP	18.2	3.7	3.6

Rippers = Desgarrador

Dozer = Hoja

Al hablar de la potencia hay que hacer una distinción entre la potencia del motor, la de la polea y la de la barra. Esta última es la más característica puesto que es la potencia efectiva y de ella puede disponerse, las diferencias entre c/u de estas potencias se derivan por las pérdidas por el accionamiento mecánico de los

componentes del tractor, de ahí que la potencia real y efectiva que se usan en el trabajo de la máquina está determinada por la siguiente fórmula:

$$F = \frac{75 PK}{V}$$

F = Fuerza efectiva de trabajo expresada en kg

P = Potencia del motor expresada en caballo de vapor

V = Es la velocidad de operación en m/s

K = Eficiencia

De la fórmula anterior podemos deducir que la fuerza de atracción utilizada depende del peso de la máquina de la velocidad que desarrolla y de las condiciones del terreno donde trabaja.

INFLUENCIA SOBRE LA POTENCIA DEL MOTOR

Sobre la potencia del motor influyen básicamente los siguientes factores:

- 1) Altitud y temperatura
- 2) Resistencia al rodado (RR)
- 3) Resistencia a las pendientes (R.P.)

Altitud y temperatura

Estos factores influyen en el peso específico del aire y por consiguiente en la potencia del equipo, para tomar en cuenta lo anterior se ha tabulado en forma porcentual los efectos de la altitud y temperatura en la potencia del motor.

Resistencia al rodado

Es la fuerza que opone el terreno al giro de las ruedas, el vehículo no se moverá mientras no se venza esta fuerza. Esta resistencia se mide en kg. y la fuerza necesaria para vencerla se expresa en kg. de tracción.

Los factores que afectan la resistencia al rodado son:

- a) Fricción interna
- b) Flexión de los neumáticos
- c) Penetración en el suelo
- d) Peso sobre las llantas.

Mediante una serie de pruebas y ensayos se ha formulado una regla empírica para colocar el efecto de estas variables. Este efecto expresado en kg. de fuerza de atracción constituye aproximadamente 2% del peso bruto del vehículo, esto significa que se requieren 20 kg de empuje o tiro para mover cada tonelada de peso sobre ruedas, este valor es el factor de resistencia al rodado de un vehículo con ruedas que marcha por un camino duro, parejo y a nivel, como una carpeta de concreto. Sobre esta base se ha encontrado una fórmula para encontrar la resistencia al rodado de vehículos con ruedas que es la siguiente:

Resistencia al rodado= Peso sobre ruedas x factor de resistencia
al rodado

$RR = Wsr \times Frr$ Frr se determina por medio de tablas

Cuando se hable de rodado afecta a todos los tractores de neumáticos pero no así a los tractores de carriles. Debe tenerse en cuenta que los trabajadores de carriles llevan consigo mismo sus propios carriles de acero, siempre parejos y firmes por lo tanto, no existen los problemas relativos a la penetración de las llantas y no existen neumáticos que se flexionen, por lo anterior desde el punto de vista práctico en un tractor de carriles no existe resistencia al rodado.

$RR = \text{Peso vehículo jalado} + \text{Peso vehículo tractor de ruedas}$

$RR = Wsr \times Frr$

$Kg = \text{Ton} \times Kg/\text{Ton}$

RESISTENCIA A LAS PENDIENTES (RP)

Es la fuerza de gravedad que debe vencerse cuando se marcha cuesta arriba. Actúa sobre el peso total de cualquier vehículo ya sea de neumático o de orugas.

En trabajos de movimientos de tierras las pendientes se miden generalmente, en porcentajes de inclinación entre la diferencia de nivel de dos puntos dados y la distancia horizontal que los separa.

Cuando la inclinación es cuesta arriba en relación con la marcha se denomina pendiente adversa y se requiere mayor potencia para vencerlas. En este caso la resistencia a la pendiente es un factor negativo.

Cuando es cuesta abajo constituye un elemento favorable en varios kg adicionales en la proporción del vehículo, este factor positivo se denomina usualmente factor de ayuda en las pendientes.

Ya sea que se trate de una cuesta ascendente o una cuesta descendente, siempre estará presente la resistencia al rodado por lo que se deberá tomarse en cuenta.

Cuando se marcha cuesta arriba el vehículo debe vencer la resistencia al rodado más la resistencia a la pendiente.

Cuando se marcha sobre un terreno plano el vehículo deberá vencer solamente la resistencia al rodado.

Cuando se marcha cuesta abajo solamente deberá vencer la resistencia al rodado menos la resistencia a la pendiente.

Para evaluar la resistencia a la pendiente se utiliza una regla empírica basada en la experiencia que determina que por cada 1% de desnivel se produce una fuerza adversa de 10 kg por tonelada del peso del vehículo, éste es adicionado a la resistencia al rodado y puede evaluarse con la siguiente expresión.

$$\begin{aligned} \text{Resistencia a la pendiente} \\ \text{o ayuda por pendiente} &= \text{Peso de la máquina} \\ &+ \\ &\text{Peso de la carga} \\ &\times \\ &10 \text{ kg / Ton} \\ &\times \\ &\% \text{ inclinación} \end{aligned}$$

$$RP \text{ ó } AP = (Wrr) (10\text{kg/Ton})(\%inc.).$$

Resistencia total = Resistencia al rodado + Resistencia a la pendiente

$$RT = RR + RP$$

	Tractor Neumático	Tractor Orugas
Cuesta arriba	$RT=RR+RP$	$RT= +RP$
Plano	$RT=RR$	$RT=O$
Cuesta abajo	$RT=RR-PP$	$RT=-RP$

ACCESORIOS PARA TRACTORES

Generalmente la versatilidad de los tractores se deriva de los distintos accesorios que pueden adaptarse en forma rápida para transformarlo en equipos mecánicos de diversos trabajos específicos.

Entre estos accesorios tenemos principalmente a las cuchillas con lo que el tractor se convierte en dozer, es decir, va tractor con una cuchilla exploradora al frente que lo convierte en una máquina útil para cavar, empujar, verter diferentes materiales.

Las cuchillas se denominan también hojas cortadoras y se distinguen en tres tipos:

- a) Hoja "U" (Universal)
- b) Hoja "S" (Recta)
- c) Hoja "A" (Angular o de giro)

La hoja U es una hoja empujadora frontal que forma un ángulo recto con el eje longitudinal del tractor. Facilita el empuje de grandes cargas o grandes distancias, es útil en todo trabajo de habilitación de tierras, amontonamiento y alimentación de tolvas, etc.

La hoja S por su diseño en U es muy útil ya que por ser más pequeña a la hoja U tradicional es más fácil de maniobrar y puede empujar una gran variedad de

materiales. Con la cuchilla U y con la cuchilla S el tractor se convierte en la máquina denominada BULLDOZZER.

La hoja A puede emplearse en posición recta o puede girar hasta formar un ángulo de 65 grados con el eje horizontal del tractor. Se ha diseñado para empujar tierras en forma lateral cortes iniciales en caminos rellenos, aberturas de zanjas etc.

Con este tipo de hoja la máquina se convierte en un ANGLE DOZZER. Los tres tipos de hojas antes descritos pueden también pivotar o inclinarse con respecto al eje frontal, con este movimiento la máquina se convierte en TILTDOZZER.

Cálculo de rendimiento de tractores de cuchillas.
En las ecuaciones y rellenos se emplea la fórmula siguiente:

$$V = \frac{C \cdot F \cdot 60}{T \cdot E}$$

donde:

- V= Rendimiento en m³/h en suelo compacto
- C= Capacidad de la cuchilla en m³/h del material suelto.
- F= Coeficiente de abundamiento del suelo
- E= Eficiencia
- T= Duración del ciclo en minutos
- 60= 60 minutos/hora

Otro accesorio del tractor es:

DESGARRADOR O RIPPER

Otro de los accesorios que se acoplan al tractor es el desgarrador que se monta en la parte posterior y sustituye ventajosamente a los arados remolcados.

Estos desgarradores pueden ser de uno o varios vástagos ajustados manual o hidráulicamente y están destinados principalmente arrancar raíces, ranurar suelos compactos, desarticular rocas antes de ser excavados, etc.

Aunque no hay fórmulas precisas ni reglas empíricas para estimar la producción de este tipo de equipo deben observarse las siguientes normas:

- a) Controlar la penetración de los dientes en el terreno, para evitar que el tractor se detenga o evitar que los dientes se rompan si topan con algún obstáculo.
- b) Si se requiere el máximo rendimiento es necesario que los dientes se utilicen con la máxima penetración según la dureza del terreno.
- c) En las vueltas deben levantarse los dientes ya que de no ser así se pueden torcer.
- d) Para condiciones fáciles de roptura deben usarse los 3 dientes, cuando se dificulte la labor se deberá fijar el dientes central, para reducir la resistencia a la penetración. En condiciones difíciles se deberá utilizar el diente central solamente.

MOTOESCREPA

En las obras de construcción , los movimientos de tierras son cada vez más grandes tanto en carreteras, aeropuertos y presas. Para efectuar estos movimientos se cuenta con diferentes tipos de maquinas siendo las motoescrepas las que mayor demanda, últimamente, sobre todo en aquellos tipos de obras donde se requieren acarrear las terracerías entre distancias que oscilan entre 200 y 300 m, debido a que compiten en costo con los sistemas tradicionales de cargador y camión, independientemente de las características técnicas tales como la colocación del material en capas de espesor controlables que permiten un mayor control en la calidad de la construcción de terraplenes y un mejor control en el de cortes.

Esta máquina consta principalmente de dos partes:

- 1) Una caja metálica reforzada soportada sobre un eje de dos ruedas neumáticas en la parte trasera.
- 2) Una compuerta curva que puede subir o bajar mediante un mecanismo de cables eléctricos o hidráulicos. Una cuchilla de material resistente en la parte inferior de la caja que sirve para colocar el material, esta misma cuchilla al desplazarse hacia adelante permite desalojar el material contenido en la caja.

Todo este conjunto es jalado mediante un tractor de neumáticos que puede ser de 1 ó 2 ejes, en donde se encuentran los controles de operación de la motoescrepa.

Existe una gran variedad de equipos de maquinaria, en las que destacan: la escrepa de mano, de arrastre, hasta llegar a la motoescrepa, la cual a su vez ha tenido una gran evolución debido a los sistemas de cables, sistema eléctrico, hasta el sistema hidráulico.

Una de las clasificaciones más actualizadas la tiene la (caterpillar) la cual consiste básicamente en grupos con 16 modelos todos operados mediante sistema hidráulico.

En el caso particular de México, por las características de las obras sobre todo en carreteras y por los criterios de construcción las motoescrepas más utilizadas son loa de 14, 18 y en algunos casos de 24 yd³.

A continuación se presenta una tabla de motoescrepa cuyos modelos están diseñados para mover todo tipo de material con excepción de la roca.

ara el caso que se requiera utilizarla para el movimiento de roca existe una caja eforzada que se puede utilizar en motoescrepa estandar o en tandem, la roca eberá ser muy bien tronada para moverla con motoescrepa.

MAQUINARIA	TIPO	CAPACIDAD	MODELO
Motoescrepa	Estandar	8 - 31 m3	6
Motoescrepa	Potencia en tandem	11 - 32 m3	4
Motoescrepa	De tiro y empuje	11 - 44 m3	3
Motoescrepa	Autocargables con mecanismo elevador	11 - 31 m3	3

Motoescrepa tipo Estandar

Tiene un solo motor en el tractor que puede ser de uno o de dos ejes con ruedas neumáticas, para ser cargada requiere ayuda de un tractor de orugas que se utiliza como empujador. Estas unidades se utilizan tanto en distancias intermedias como bajas, con bajas pendientes y caminos de acarreo en buenas condiciones. Trabajan regularmente en grupos de 2,3, y 4 unidades en combinación con el tractor empujador de acuerdo con las necesidades de la obra.

Motoescrepa de potencia en tandem.

Se utiliza al igual que las anteriores en distancias intermedias y largas con bajas pendientes sin embargo debido a su mayor potencia pueden adaptarse también a fuertes pendientes disminuyendo el tiempo de carga, siendo recomendable de todos modos el uso del tractor empujador sin embargo en suelos suaves puede cargarse solo.

Motoescrepa de tiro y empuje

Tiene un nuevo concepto que ha agregado versatilidad a las motoescrepas tipo tandem, teniendo las siguientes ventajas:

- Se elimina el tractor empujador

- Se elimina el problema de amontonamiento entre la motoescrepa y el tractor empujador
- No se carga el costo del tiempo perdido por el tractor empujador
- Es un equipo balanceado de menos inversión

Motoescrepa autocargable

Funcionan mediante un sistema de partes elevadoras, las cuales van cargando el material dentro de la caja. Este tipo de máquinas no requiere de tractor empujador y se usan en materiales suaves.

Son útiles para excavar en arenas donde el material es difícil de cargarse con los demás tipos de motoescrepas, su utilización está limitada para terreno corto y pendientes suaves.

FORMATO PARA EL ANALISIS DEL COSTO DIRECTO: HORA-MASINA .

CONSTRUCTORA:	Máquina: PETROLIZADORA	Módulo No. _____
	Módulo: 1989 FAMS A	Catálogo: _____
OBRA:	Datos obra: 6000 Tts.	Modelo: _____
		Fecha: 1993

DATOS GENERALES:	
Procto de adquisición: 184.442.26	Fecha de cotización: 1993
Valor adicional: _____	Vida económica (Va): 5 años
PLANPAS 6000.00	Horas por año (Ho): 2000 hr/año
Valor bruto (Vb): 178.442.26	Factor de operación: 0.85 de 170 HP
Valor de rescate (Vr): 15 % = 26.766.34	Período de operación: 144.5 HP op.
Tasa de interés (I): 10 %	Costo de alineación (K): 0
Primo seguros (s): 5 %	Factor mantenimiento (G): 0.80

I.- CARGOS FIJOS.	
a) Depreciación: $D = \frac{Vb - Vr}{Va}$	= 15.17
b) Inversión: $I = \frac{Vb - Vr}{Ho}$	= 5.13
c) Seguros: $S = \frac{I \cdot I}{Ho}$	= 1.54
d) Almacén: $A = KD$	= 0.00
e) " " $M = GD$	= 12.14
SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA	
	33.98

B. Reservas para reparaciones (Multiplicador de uso prolongado por factor de reparación Máquina)

II.- COSTOS DE OPERACION. CONSUMO.	
a) Combustible: $E = O \cdot Pn$	HP op. = 0.67 / hr = 19.36
Grasos: $G = O \cdot 24$	Costo/hora.
Gasolina: _____	HP. op. = _____
b) Lubricantes, Aceite, grasas: Precio anterior	$C = \frac{C_{sumo}}{L}$
Carbur	$Pj = \frac{C}{L}$
Trasmisión	$L = a \times PL$
Movida Grasa	$a = \frac{C}{t} + (fxHP \cdot op)$
Fanlatas hidráulicas	
Grasas	
SUBTOTAL (sumas y grasas)	
a) Manutención: Costo de reemplazo entre horas de uso.	b) $L = 3.73$
Costo / Duración = 6000/3333.33	c) 1.80
I.F. Impacto * F. actividad * Factor Z / a. Factor Máquina	d) 0.00
e) Elementos de desgaste especial: Costo / Duración	
Concepto	Costo entre duración
I = _____	Costo/hora
S = _____	
Total	
SUMA CONSUMOS POR HORA	
	24.89

III.- OPERACION.	
Salario: 104.00/jor	
Operador: 56.00/jor	
AYUDANTE	
Sal. / Turno - gram.: 160.00/jor	
Horas / Turno-gram. (H)	
H = 8 horas * (factor de rendimiento) = 8 horas.	
∴ Operación = $O = S/H = \frac{160}{8}$	horas. = 20
SUMA OPERACION POR HORA	
	20

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD)	78.87
---	--------------

FALLA DE ORIGEN

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

CONSTRUCTORA: _____	Máquina MOTOCONECTOR	Inj: Ma _____
	Modelo: 120 MADORA	Costo: _____
OBRA: _____	Fecha cda: 125 HP	Fecha: 1993

DATOS GENERALES:	
Pronto de adquisición: \$ MS 283 000.00	Fecha de adquisición: 1993
Costo estimado: _____	Vida económica (Vc): 5 años
ALOP LLANTAS: MS6,828/jor	Horas por año (Ha): 2000 hr/año
Valor total (Vt): N \$ 276 172.00	Meter: _____ de 125 HP
Valor de rescate (Vr): 15 % = \$ 41,425.8	Factor de operación: 0.85
Tasa de interés (i): 10 %	Potencia de operación: 106.25 HP op.
Primo empresa (e): 2 %	Constante de depreciación (K): 0.00
	Factor amortización (M): 0.80

I- CARGOS FIJOS.	
a) Depreciación: D = $\frac{Vt - Vr}{Vc}$	\$ <u>23.47</u>
b) Inversión: I = $\frac{Vt - Vr}{M}$	\$ <u>7.94</u>
c) Seguro: S = $\frac{Vt - Vr}{EMa}$	\$ <u>1.59</u>
d) Almacén: A = $\frac{KD}{M}$	\$ <u>0.00</u>
e) \bullet M = $\frac{QD}{M}$	\$ <u>18.78</u>
SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA	
	\$ <u>51.78</u>

* Reservas para reparaciones (Multiplíquese de uso prolongado por factor de reparación máxima)

II- COSTOS DE OPERACION, CONSUMO.	
a) Combustible: E = $\frac{C}{t}$	Costo/hora.
Gasol: E = $\frac{C}{t}$ = 106.25 HP. op. = $\frac{C}{t}$ = 0.67 /lt.	a) 14.24
Gasolina: E = $\frac{C}{t}$ = 0.24	
b) Lubricantes, aceites, grasas: $\frac{C}{t}$ = $\frac{PL}{t}$	
Carbur: _____ = $\frac{PL}{t}$ = 6.5	
Transmisión: _____ = $\frac{PL}{t}$ = 4.0	
Módulo tracción: _____ = $\frac{PL}{t}$ = 100.00	
Fuente: Módulos: _____ = $\frac{PL}{t}$ = 0.00	
Grasa: _____ = $\frac{PL}{t}$ = 0.00	
SUBTOTAL (Fórmula 1 y 2a)	
(Fórmula 1 y 2a) $\frac{C}{t} + (E \times HP \cdot op)$	a) = $\frac{C}{t} + (E \times HP \cdot op)$
c) $\frac{C}{t}$ = $\frac{6862}{3333.33}$	b) L = 2.72
d) $\frac{C}{t}$ = $\frac{17.10}{20}$	c) = 2.05
e) $\frac{C}{t}$ = $\frac{0.00}{20}$	d) 0.00
Concepto	Costo entre duración
E = _____	Costo/hora
S = _____	
TOTAL	
SUMA CONSUMOS POR HORA	
	\$ <u>19.01</u>

III- OPERACION.	
Salario: \$	
Operador: AYUDANTE	N \$ <u>104.00/jor</u>
	MS <u>56.00/jor</u>
Sal./Turno - prom.: \$	<u>160.00/jor</u>
Horas/Turno-prom.: (H)	
Nº de horas = 1 (factor de rendimiento) = <u>8</u> horas.	
Operación = $\frac{D \times H}{M}$ = $\frac{160.00 \times 8}{125}$ horas. = <u>20</u>	
SUMA OPERACION POR HORA	
	\$ <u>20</u>

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD)	\$ <u>90.79</u>
---	-----------------

FALLA DE ORIGEN

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

CONSTRUCTORA: _____	Máquina: REVOLVEDORA	Mód. No: _____
	Modelo: R-10	Ceafel: _____
HORA: _____	Fecha de: CAP. 1 SACO	Rend: _____
		Fecha: 1993

DATOS GENERALES:

Presio de cotización: \$ NS 12,000.00	Fecha de cotización: 1993
Código adicional: _____	Vols. vendidos (Vv): 5 cist
	Horas por año (Ha): 1,500.00 hr/año
	Métr: de 12.00 MP
Valor total (Vt): \$ NS 12,000.00	Potencia de operación: 0.85 MP
Valor de resaca (Vr): 15 % = \$ NS 1,800	Potencia de operación: 10.2 MP op.
Tasa de interés (I): 10 %	Coficiente de almacenamiento (X): 0.00
Presio seguro (S): 2 %	Factor mantenimiento (M): 0.80

I- CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: D = $\frac{Vt - Vr}{V}$	\$ 1.36
b) Inversión: I = $\frac{Vr \cdot Vt}{RHS}$	\$ 0.46
c) Seguro: S = $\frac{Vt \cdot I}{100}$	\$ 0.09
d) Almacén: A = $\frac{Vt \cdot I}{100}$	\$ 0.00
e) \bullet M = $\frac{Vt \cdot I}{100}$	\$ 1.09
SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA	
	\$ 3.00

\bullet Reservas para reparaciones (Multiplicador de uso prolongado por factor de reparación máquina)

II- COSTOS DE OPERACION CONSUMO.

a) Combustible: E = $\frac{Vv \cdot P}{H}$	HP. op. = $\frac{1.15}{11}$	\$ 2.82
b) Aceite: E = $\frac{Vv \cdot P}{H}$	HP. op. = $\frac{1.15}{11}$	\$ 0.29
c) Lubricantes, grasa: $\frac{C}{H}$	Costo/mé. = $\frac{6.50}{11}$	\$ L=a x PL
Transmisión: $\frac{C}{H}$	$\frac{1.15}{11}$	\$ a=C/t+(F*H.P.op)
Mantenimiento: $\frac{C}{H}$	$\frac{1.00}{11}$	\$ 0.29 = PL
Repuestos: $\frac{C}{H}$	$\frac{0.0034}{11}$	\$ 0.00
Grasa: $\frac{C}{H}$		\$ 0.00
SUBTOTAL (costos y grasas)		
		\$ 0.29 = PL
d) Tran de rodaje: $\frac{I \cdot P}{H}$		\$ 0.00
e) Mantenimiento: $\frac{C}{H}$		\$ 0.00
SUMA CONSUMOS POR HORA		
		\$ 3.11

III- OPERACION.

Salario: \$ 72.00 NS/jor
Operador: _____
Sal./Turno-proa.: _____
Horas/Turno-proa. (H): _____
NS 8 horas = $\frac{1}{8}$ (factor de rendimiento) = $\frac{8}{8}$ horas.
Operación = $\frac{C}{H} = \frac{72.00}{8}$ = $\frac{9}{1}$ = 9.00
SUMA OPERACION POR HORA
\$ 9.00
COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD)
\$ 15.11

FALLA DE ORIGEN

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

CONSTRUCTORA: _____	Máquina: TRACTOR KOMA	FMS No: _____
_____	Modelo: D-155	Catálogo: _____
OBRA: _____	Fecha obra: _____	Fecha: 1993

DATOS GENERALES:	
Pronto de adquisición: \$ 1,100,000.00	Fecha de colocación: 1993
Equipo adicional: _____	Vida económica (años): 10,000 hrs.
_____	Horas por año (año): 2,000.00 <small>hr/año</small>
Valor total (Val): \$ 1,100,000.00	Motor: _____ de 300 HP
Valor de rescate (Vr): _____ % = \$ 220,000.00	Potencia de operación: 0.80 <small>hp op</small>
Tasa de interés (i): 16 %	Capacidad de operación (H): 0.02 <small>HP op</small>
Prima seguros (s): 2.5 %	Factor mantenimiento (M): 0.075

b- CARGOS FIJOS.	
a) Depreciación: $\frac{V - Vr}{N}$ = _____	\$ 88
b) Inversión: $\frac{V + Vr}{N}$ = _____	\$ 118.80
c) Seguro: $\frac{V + Vr}{N}$ = _____	\$ 8.25
d) Almacén: $A \cdot KD$ = _____	\$ 1.76
e) $M \cdot QD$ = _____	\$ 66
SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA	
	\$ 282.81

W. Reservas para reparaciones (Multiplicador de uso promedio por factor de reparación (Métros))

ii- COSTOS DE OPERACION, CONSUMO.	
a) Combustible: $E = a \cdot P_c$	MP. op. = \$ 0.77 /H. = 36.96
Diesel: $E = 0.80 \cdot 240$	MP. op. = _____
Gasolina: $E = 0.24 \cdot$	MP. op. = _____
b) Lubricantes, óleos, grasas. Precio unitario	C = 7.1 Costo/hora.
Carter	$C/T + (F \cdot X_{HP}) \cdot PL = L$
Transmisión	$C = 100$
Sistema Brakes	$C = 0.00350$
Fundición Metálicas	$C = 1.00$
Grasa	$C = 4.73$
SUBTOTAL (costos y graso)	
	\$ 7.33 = L
c) Filtros (sumar para reducir de acuerdo al fabricante de operación)	
a) Repuestos: Costo / Duración = _____	
d) Tran de rodaje: $F \cdot \text{logarito} + F \cdot \text{abrasividad} + \text{Factor } Z \cdot \text{Factor blando}$	
e) Elementos de desgaste especial: Costo / Duración	
Concepto	Costo entre duración = Costo/hora
1 = _____	
2 = _____	
3 = _____	
SUMA CONSUMOS POR HORA	
	\$ 44.29

iii- OPERACION.	
Salario: \$ _____	
Arrendo: \$ 145.59	
AYUDANTE GENERAL: \$ 87.85	
Gas. / Termo. prop.: \$ 227.44	
Horas / Termo-prop. (H)	
Nº de horas = 0.8 (factor de rendimiento) = 6.4 horas.	
∴ Operación = O = S / H = \$ 227.44 / 6.4 = 35.54	
SUMA OPERACION POR HORA	
	\$ _____

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD)	\$ 362.64
---	------------------

FALLA DE ORIGEN

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

CONSTRUCTORA: _____	Máquina: <u>CAMION VOLVO</u>	Obrs No. _____
Modelo: <u>1991 PAMSA</u>	Ceudad: _____	Fecha: _____
OBRA: _____	Fecha est: <u>7 M3</u>	Fecha: <u>1993</u>

DATOS GENERALES:	
Prado de adquisición: \$ <u>NS 145,100.00</u>	Fecha de cotización: <u>1993</u>
Equipo edicional: <u>LANTAS NS 6000/jor</u>	Vida económica (Va): <u>5</u> años
Valor inicial (Va): <u>N\$ 139,100.00</u>	Horas por año (Ha): <u>2000</u> hr/año
Valor de rescate (Vr): <u>15 %</u> = \$ <u>20,865.00</u>	Motor: <u>0 A8E 170</u> HP
Tasa de interés (I): <u>10 %</u>	Factor de operación: _____
Primo seguros (s): <u>3 %</u>	Potencia de operación: <u>144.5</u> HP op.
	Costo de almacenamiento (M): <u>0</u>
	Factor mantenimiento (G): <u>0.90</u>

I- CARGOS FIJOS.	
a) Depreciación: D = $\frac{Va - Vr}{Va}$	\$ <u>11.82</u>
b) Inversión: I = $\frac{Va - Vr}{Ha}$	\$ <u>4.00</u>
c) Seguros: S = $\frac{Va \cdot I}{Ha}$	\$ <u>1.20</u>
d) Almacén: A = KD	\$ <u>0.00</u>
e) \bullet M = GD	\$ <u>9.46</u>
SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA	
	\$ <u>26.48</u>

* Reservas para reparaciones (Multiplicador de uso prolongado por factor de reparación bélica)

II- COSTOS DE OPERACION. CONSUMO.	
a) Combustible: E = $\frac{C}{L}$	HP. op. = <u>0.67</u> /lt.
Óxido: E = $\frac{C}{L}$	HP. op. = _____
Gasolina: E = $\frac{C}{L}$	HP. op. = _____
b) Lubricantes, Aceite, grasa: Prácto unitario	Consumo
Carter	C = <u>14 Litros</u>
Transmisión	L = <u>10.0 hrs</u>
Árbol de levas	E = <u>0.0036</u>
Fundición Métricas	C = _____
Grasa	E = <u>6.5</u>
SUBTOTAL (aceites y grasa)	
Filtros (emplazar cada máquina de acuerdo al instructivo de operación)	
Mantenimiento: Costo de reemplazo entre horas de uso.	
d) Trazo de radio: Costo/Duración = <u>6000/3333.33</u>	
(F. logarito + F. abrasividad + Factor Z 1a. Factor blanco	
e) Elementos de desgaste especial: Costo/Duración	
Concepto	Costo entre duración
1 = _____	Costo/hora
2 = _____	
3 = _____	
Total	
SUMA CONSUMOS POR HORA	
	\$ <u>24.89</u>

III- OPERACION.	
Salario: \$	N \$ <u>104.00/jor</u>
Operador: _____	
Sub./Turno - prom.: _____	
Horas/Turno - prom.: (M)	N \$ <u>104.00/jor</u>
M = 8 horas x _____ (factor de rendimiento) = _____ horas.	
∴ Operación = O = S / M = \$ <u>104.00/8</u> = _____ horas. = \$ <u>13</u>	
SUMA OPERACION POR HORA	
	\$ <u>13</u>

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD)	\$ <u>64.37</u>
---	-----------------

FALLA DE ORIGEN

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

CONSTRUCTORA: _____	Máquina: <u>CAMION VOLVO</u>	Omnibus No: _____
_____	Modelo: <u>1991 FANSA</u>	Catad: _____
OBRA: _____	Fecha eda: <u>7 M3</u>	Revisó: _____
_____	_____	Fecha: <u>1993</u>

DATOS GENERALES:

Presio de adquisición: \$ <u>NS 145,100.00</u>	Fecha de activación: <u>1993</u>
Equipos utilizados: <u>LLANTAS NS 6000/jor</u>	Vida contable (Vc): <u>5</u> años
	Marcos por año (Ma): <u>2000</u> ar/año
Valor inicial (Vi): N \$ <u>139,100.00</u>	Mater: <u>0.85</u> de <u>170</u> HP
Valor de rescate (Vr): <u>15</u> % de \$ <u>20,865.00</u>	Factor de depreciación: <u>144.5</u> HP op.
Tasa de interés (i): <u>10</u> %	Coeficiente de depreciación (K): <u>0</u>
Primo seguro (s): <u>3</u> %	Factor mantenimiento (M): <u>0.80</u>

I- CARGOS FIJOS.

a) Depreciación: $D = \frac{Vi - Vr}{Vc}$	\$ <u>11.82</u>
b) Inversión: $I = \frac{Vg \times Vc}{E \times H}$	\$ <u>4.00</u>
c) Seguros: $S = \frac{Vi \times W}{E \times H}$	\$ <u>1.20</u>
d) Almacén: $A = KD$	<u>0.00</u>
e) " " $M = QD$	<u>9.46</u>
SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA	
	\$ <u>26.48</u>

B. Reservas para reparaciones (Multiplicador de uso prolongado por factor de reparación básico)

II- COSTOS DE OPERACION. CONSUMO.

a) Combustible: $E = 0.74$	$E = 0.20 = 144.5$ HP. op. = \$ <u>0.67</u> /h.	a) 19.36
Óxido: $E = 0.24$	HP. op. = \$ _____ /h.	b) Costo/hora.
Geología: _____	Consumo	c) $L = a \times PL$
b) Lubricantes, Aceite, grasa: Precio unitario \$ _____	$C = 14$ litros	d) $a = C$
Carter _____	$L = 100 \times 0.67$	e) $L + (fxHP.op)$
Transmisión _____	$F = 0.00665$	
Módulo Eje _____	$PL = 6.5$	
Fanlatas y Neumáticos _____	SUBTOTAL (centes y pesos)	b) $L = 3.73$
Grasa _____		c) = 1.80
		d) = 0.00
c) Filtros (cambiar cada mínimo de guardo al instalarlos y grasas)	Costo de reposición entre horas de uso.	
d) Tipo de rodaje: F (Impacto) + F (abstracción) + Factor Z 1a. Factor blanco	Costo/Duración = $6000/3333.33$	
e) Elementos de desgaste especiales: Costo/Duración		
Concepto	Costo entre duración	e) 0.00
1- _____		
2- _____		
3- _____		
	Total	
	SUMA CONSUMOS POR HORA	<u>24.89</u>

III- OPERACION.

Salario: \$ _____	
Operador: _____	N \$ <u>104.00/jor</u>
...	_____
Sub./Turno - prom.: _____	N \$ <u>104.00/jor</u>
Horas/Turno-prom.: (H) _____	
H = 8 horas = 1 (factor de rendimiento) = 8 horas.	
Operación = $D \times H = 104.00/8$	horas. = <u>13</u>
	SUMA OPERACION POR HORA
	\$ <u>13</u>

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) \$ 64.37

FALLA DE ORIGEN

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

CONSTRUCTORA: _____	Máquina: <u>TRAXCAVO</u>	Mq No: _____
_____	Modelo: <u>955-L CAT</u>	Cat#: _____
OBRA: _____	Fecha ed: <u>13/4 yd3</u>	Model: _____
_____	_____	Fecha: <u>1993</u>

DATOS GENERALES:	
Prcto de adjudicaci: <u>NS 435.000.00</u>	Fecha de cotizaci: <u>1993</u>
Equip adicional: _____	Vida estimada (ya): _____ años
_____	Horas por año (H/a): <u>2000</u>
_____	Meter: _____
Valor instal (V/I): <u>N 435.000.00</u>	Factor de operaci: <u>0.85</u>
Valor de rescate (V/R): <u>15 % = 65.250.00</u>	Porcentaje de operaci: <u>0.35</u> HP op.
Tasa de Interés (I): <u>10 %</u>	Costo fijo de almacenamiento (K): <u>0.00</u>
Primo seguro (S): <u>2 %</u>	Factor mantenimiento (M): <u>0.80</u>

I- CARGOS FIJOS.	
a) Depreciaci: D = V-I	\$ <u>36.98</u>
b) Inversin: I = V + V/R	\$ <u>12.51</u>
c) Seguro: S = I x I	\$ <u>2.50</u>
d) Almacena: A = K D	\$ <u>0.00</u>
e) " M = G D	\$ <u>29.58</u>
SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA	
	\$ <u>81.57</u>

* Reservas para reparaciones (Multiplicador de uso prolongado por factor de reparaci estimado)

II- COSTOS DE OPERACION CONSUMO.	
a) Combustible: E = E x Pe	HP op. = <u>0.67</u> /H
b) Aceite: E = E x Pa	HP op. = _____ /H
c) Lubricante, Aceite, grasa: Precio unitario	Consumo
Carter	<u>0.9 Litros</u>
Transmisi3n	<u>1.100 hrs</u>
Bandas Suelo	<u>0.030</u>
Fanlatas M3dulas	<u>1.65 R</u>
Grasa	
SUBTOTAL (aceites y grasas)	
d) Filtros (cambiar cada m3dn de acuerdo al instructivo de operaci3n)	
e) Manutenci3n: Costo de reemplazo entre horas de uso.	
f) Tran de rodaje: (F. Impacto + F. adherencia + Factor Z) x Factor b3sico	
g) Elementos de desgaste especiales: Costo / Duraci3n	
Concepto	Costo entre duraci3n
I = _____	Costo/hora
J = _____	
Total	
SUMA CONSUMOS POR HORA	
	\$ <u>14.94</u>

III- OPERACION.	
Salario: \$	
Operador:	N <u>104.00/1or</u>

Sub./Term. - prom.:	N <u>104.00/1or</u>
Horas/Term. - prom. (H)	
M = S horas = 1 (factor de rendimiento) = <u>8</u> horas.	
Operaci3n O = S / M = <u>104.00/8</u> horas. = <u>13.00</u>	
SUMA OPERACION POR HORA	
	\$ <u>13.00</u>

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD)	\$ <u>109.51</u>
---	------------------

FALLA DE ORIGEN

CAPITULO

V

MATERIALES DE CONSTRUCCION Y DETERMINACION DE SUS COSTOS

GENERALIDADES DE LOS MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION

Es requisito indispensable del Ingeniero constructor el conocer ampliamente 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 ADQUISICION

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 de 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, 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 obtendrá mejores precios y condiciones de pago.

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, es 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, por ejemplo las rocas, grava, arena, suelos, por mencionar algunos, 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.

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 volumen 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 kilometro o bien, por flete cerrado.

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, 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 de 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 estos, o afectar a todos los conceptos en que este o estos materiales fuesen utilizados.

No debemos olvidar que hay ciertos materiales que requieren para su conservación y correcta utilización, condiciones especiales de almacenamiento.

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 podemos clasificar en normales y extraordinarios.

Los riesgos normales se reflejan en un desperdicio del material considerando 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.

LOS LADRILLOS Y LAS CERAMICAS

La materia prima empleada en la elaboración de ladrillo y cerámica es la arcilla. Esta existe en casi todas partes, su gran disponibilidad como materia prima es indudablemente una ventaja en la industria ladrillera.

Los constituyentes principales de la arcilla son el sílice, la alumina y los productos hidratado de la descomposición de las rocas aluminosas y silicatadas, la arcilla no es la expresión genuina del terreno de donde procede y la variedad de su origen es la causa de la variedad de sus clases. Esta variedad está aun aumentada por la presencia de elementos extraños a la arcilla, por los cambios en la formación de depósitos y por otras causas determinantes sobre la composición química.

Sobre un mismo yacimiento se encuentran arcillas completamente distintos, unos más magras y otras más grasas.

El constituyente más importante de la arcilla industrial es la arcilla pura que se compone de 47% de sílice, 39% de alumina y 14% de agua. La arcilla pura constituye propiamente el aglutinante de todos los elementos restantes de las arcillas industriales.

Las arcillas impuras empleadas en ladrillería, son los que constituyen mezclas extrañas a la misma y se clasifican en magras y grasas. Las impurezas son las que se determinará esta clasificación en función de la mayor o menor plasticidad.

Propiedades de la arcilla

La bondad de una arcilla para ladrillos depende de diversas circunstancias determinadas por su plasticidad su capacidad de absorción y cesión de agua, su

capacidad aglutinante en su contracción en el secado y cocido y su comportamiento al calor.

Se dice que una arcilla es plástica cuando previa humectación de la misma, puede con facilidad moldearse bolas que, comprimidas en una dirección cualquiera, no origine grieta alguna en la pasta en cilindro y curvada en forma de anillo no se produzcan tampoco grietas, y cuando estirada una tira se deja notar visiblemente una reducción de sección antes de producirse la rotura por tensión.

Una arcilla tiene capacidad aglutinante cuando, húmeda puede llegar a admitir entre mezclada en su masa cierta cantidad de materias pulvulentas más o menos granulosa y dejando secar el material obtenido, llegar a alcanzar en este estado cierta resistencia mecánica. Las arcillas grasas se caracterizan porque poseen una cierta plasticidad junto a una notable capacidad aglutinante.

LAS GRAVAS

Grava es todo material granular de origen natural, mayor de 5mm y generalmente de aristas redondeadas. Se puede encontrar en ríos activos, cauces abandonados y minas.

Como generalmente este tipo de material se almacena en las curvas de los ríos, la explotación puede hacerse por medio de dragas o de palas y en las minas por medio de zanjas, cortes, túneles o frentes verticales.

Debido a la forma en que las gravas se encuentran en la naturaleza es decir, en una gran variedad de tamaños y además conteniendo algunas veces sales, arcillas, carbón y sustancias orgánicas, es necesario tratarlas al uso que se les quiera dar.

Estos tratamientos pueden ser: cribado, lavado y secado algunas veces:

a) Cribado: Es el proceso de separación por tamaños del material mediante proceso mecánicos, utilizando cribas o mallas.

b) **Lavado:** Es la eliminación de sales, arcillas y demás sustancias extrañas, mediante chorros de agua y vibración.

c) **Secado:** Es la eliminación total o parcial del contenido de agua mediante el uso de hornos y teniendo el material a la intemperie.

Usos

Las gravas se utilizan principalmente como agregados en la elaboración de concretos, como material de relleno y material de filtro.

Debido a la gran importancia que tienen los agregados en la fabricación de concreto, se hace necesario llevar un estricto control en la calidad de los mismos, por lo que se les tiene que hacer pruebas para determinar:

Peso específico

Absorción

Humedad

Contenido de polvos

Calorimetría

Contenido de sales

La mayoría de las gravas son de gran utilidad en la elaboración del concreto, ya que los mejores agregados son las que tienen forma redondeada y textura rugosa (en general las gravas de los ríos son redondas, pero de textura bastante lisa). La forma redondeada hace que el volumen de huecos a ser rugosa ayuda a que el agregado se adhiera fuertemente a la pasta de cemento.

Debido a la forma en que se acomoda las gravas, es decir, a que dejan huecos entre sí, permitiendo el paso o filtración del agua, es común el utilizar gravas en aquellos rellenos en que se requiere garantizar la permeabilidad de los mismos.

Otra aplicación de las gravas, es que constituyen un material de filtro que se utiliza para evitar las presiones hidráulicas en los muros de retención, logrando que el agua se infiltre entre las gravas y posteriormente sea sacada por medio de drenes.

LOS YESOS

Son el producto resultante de la deshidratación parcial o total del algez o piedra de yeso.

En estado natural se presenta como roca, abunda en los terrenos sedimentarios y es incolora o blanca, pero generalmente está acompañada de impurezas, tales como arcilla, óxido de hierro, sílice, caliza, etc., que le comunican coloraciones distintas. Es algo soluble en agua y se presenta cristalizado en el sistema monoclinico con estructuras distintas. Comprende varias actualidades en su aplicación: aplanados, plafones, y sus pruebas físicas de control de calidad.

Con el yeso ordinario se fabrica, mediante la trituración y calcinación, yeso mate, un polvo fino muy blanco que se endurece rápidamente cuando se amasa con agua y que tiene gran uso en construcción y escultura, proporcionando las siguientes variedades:

a) Yeso fibroso:

Cristalizado en fibras sedosas confusamente enlazadas proporciona un magnífico yeso para mezclar.

b) Yeso espejuelo:

Su estructura esta formada por la cristalización en forma de puntas de lanzas y de el se obtiene un yeso propio para el vaciado de objetos finos y delicados.

c) Yeso sacarino:

Su estructura es compacta y de grano muy fino, recibiendo el nombre de alabastros. Por su calidad se selecciona la piedra para decoración y escultura, ya que acepta el labrado fino y la pulimentación. Es resistente a la acción de los ácidos, lo que lo diferencia de alabastros calizo.

d) Yeso calizo:

Contiene un 12% de carbonato de calcio y se le considera como la piedra ordinaria del yeso. De ella se obtiene un yeso de construcción que endurece mucho después de fraguado.

Cuando la piedra de yeso se calienta a gran temperatura, el agua de cristalización, desaparece rápidamente, obteniéndose el llamado yeso hidráulico o de pavimento, por fraguar muy lentamente y hacerlo debajo del agua.

El fraguado del yeso se inicia a los 2 o 3 minutos, después de la adición de agua a la mezcla y termina entre los 15 y 20 minutos desprendiéndose durante este proceso calor (unos 20 grados centígrados). A tomar lugar el fraguado, se observa que la masa sufre una contracción seguida de un incremento de volumen o dilatación del 0.5%

El tiempo de fraguado puede retratarse añadiendo ciertas sustancias químicas, tales como cloruro cálcico, cola, queratina y puede acelerarse por medio del agua caliente, cloruro de sodio, cloruro de magnesia sulfato y nitrato potásico.

YACIMIENTOS DE YESO

El yeso por lo general se encuentra, en depósitos superficiales existentes en casi todo el mundo. Estos yesos se forman en terrenos sedimentarios lo que explica la presencia de otras sustancias que los antiguos mares y lagos interiores depositaron al evaporarse sus aguas. Suclen cubrir extensiones considerables, en capas de varios metros de espesor.

En otros casos, la presencia de los yacimientos de yeso deben a la infiltración de extractos de caliza por aguas sulfurosas.

Usos

Las principales aplicaciones del yeso en la construcción son: en los recubrimientos interiores en los detalles decorativos y en la manufactura de piedras artificiales.

En los recubrimientos interiores se usa en capas, que varían de uno a tres centímetros de espesor a base de de morteros de yeso, que comúnmente se conocen como aplanados o enyesados y de acuerdo con sus acabados existen varios tipos . También se usa en cielos raos o plafones falsos, que consisten en capas de yeso depositadas en una malla metálica que forma una estructura ligera

fácil de colgar del techado, cuando por razones arquitectónicas hay necesidad de cubrir las vigas y trabes.

En los morteros de yeso se emplea mezclado solamente con agua, constituyendo el mortero simple, el cual se usa en los aplanados . Si el amasado del yeso se hace con agua de cola se obtiene un mortero simple que se puede pulir y abrillantar. Se usa también en la elaboración del mortero bastardo, el cual se forma de partes iguales de cal y yeso con agua, consiguiendo que la humedad no lo reblandezca, o agriete.

En la manufactura de piedras artificiales se utiliza el yeso, en cementos especiales a los cuales se les agrega mármol natural.

Casi en toda la República existen depósitos más o menos importantes de yeso, de los cuales los principales están lisiados en : Santa Rosalía, BC., Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Morelos, Puebla y Oaxaca.

EL CEMENTO

Es una mezcla formada de arcilla y materiales calcareos, sometida a cocción y muy firmemente molida, que mezcla a su vez con agua se solidifica y endurece.

Los materiales sementantes se dividen en: Hidráulicos y No hidráulicos; los Hidráulicos son lo que fraguan dentro del agua, los No hidráulicos son los que fraguan en presencia del aire.

LOS CEMENTOS

A) Cemento Puzzolanico

Este se fabrica añadiendo puzzolana natural (que es una roca cuyos principales componentes son la arcilla y el oxido férrico). Los cementos puzzolánicos se usan para trabajos de concreto pesado o en mampostería, tiene el inconveniente cuando se usa para pisos o banquetas de no tener una superficie de dureza aceptable al desgaste.

B) Cemento Natural

Estos se fabrican recogiendo rocas calcáreas arcillosas, generalmente calcinadas entre 900°C y 1300°C y moliendo finalmente el clinker resultante.

Como desventajas de este material se encuentra la variabilidad del producto, pues la roca nunca será homogénea ya que cambia de características de un lugar a otro o aún dentro del mismo banco, su resistencia estructural es muy inferior a la obtenida por el cemento portland.

El cemento Portland es el principal cemento artificial que se fabrica, es un producto comercial de fácil adquisición, el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en combinación con arena, piedra u otros materiales similares tiene la propiedad de combinarse lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida. Esencialmente es un clinker finalmente pulverizado, producido por cocción a elevadas temperaturas, de mezclas que contienen cal, alumina, fierro y sílice en proporciones determinadas previamente establecidas, para lograr las propiedades deseadas.

Los materiales principales que se utilizan para la fabricación del cemento portland son: un material calcáreo, tal como la piedra caliza, conchas greda o marga, y un material arcilloso (en el cual la sílice es el constituyente importante) tales como arcilla, pizarra o escoria de altos hornos. Algunas veces los materiales calcáreos y arcillosos se encuentran combinados en depósitos naturales, debe mantenerse la dosificación de las materias primas en proporciones muy precisas.

El cemento Portland se fabrica mediante las materias primas, finalmente molidas e íntimamente mezcladas, se calientan hasta principio de la fusión (alrededor de 1500°C), usualmente en grandes hornos giratorios que pueden llegar a medir de (mas) 200 metros de longitud y 5.50 m. de diámetro, al material parcialmente fundido que sale del horno se le denomina "Clinker".

El Clinker enfriado y molido a polvo muy frío, es lo que constituye el cemento portland comercial, durante la molienda se agrega una pequeña cantidad de yeso (3 o 4 por ciento) para controlar las propiedades de fraguado, para los cementos con aire incluido, el material necesario para impartir las propiedades del aire incluido, se añade durante la molienda del clinker.

Quando el cemento Portland se mezcla con la cantidad suficiente de agua para formar una pasta, los compuestos del cemento reaccionan y se combinan con el agua para establecer un desarrollo lento de estructuras cristalinas cementantes que se adhieren a las partículas entremezcladas de arena y piedra, esto une a la masa al mismo tiempo que desarrolla resistencia y adquiere gran dureza, mientras exista humedad, esta estructura cristalina de los productos de hidratación continúa dando resistencia a la mezcla hasta por varios años, pero a velocidad decreciente.

El fraguado del cemento surge cuando la pasta que se forma cuando el cemento se mezcla con agua permanece plástica durante un corto periodo de tiempo, durante esta etapa aun es posible alternar el material y remezclarlo sin dañarlo, pero a medida que las reacciones entre el cemento y el agua continúen, la masa pierde su plasticidad, este periodo inicial de endurecimiento es llamado "periodo de fraguado" aunque no existe un punto bien definido de separación en el proceso de endurecimiento

La función del yeso o retardador del cemento desempeña una función importante en el cemento por lo siguiente: La velocidad con que se desarrolla el endurecimiento del cemento debe ser controlada dentro de ciertos límites para que este sea un producto útil en la construcción, si las reacciones fuesen demasiado rápidas, el concreto endurecería rápidamente y no podría ser transportado y colocado sin ocasionarle daño, si las reacciones fuesen demasiado lentas, la demora en adquirir resistencia sería objetable, por lo tanto la velocidad de reacciones debe controlarse, esto se efectúa dosificando cuidadosamente la cantidad de yeso que se agrega al clinker durante la molienda, muchos Ingenieros creen que para cada combinación de materias primas y finuras a la cual se muele el cemento, existe una cantidad óptima de yeso que proporciona las mejores cualidades al producto, es decir, la mayor resistencia, la menor contracción al secado y menor expansión al humedecerse.

Su uso esta reducido a acabado de interiores principalmente, por ejemplo en muros, columnas, techos, también se usa para hacer los moldes de azulejos, baldosas, losetas, planchas de granito, tubos, bloques huecos, etc.

El cemento que muestra gran expansión después del fraguado, se dice que carece de sanidad, desde los primeros usos de cemento portland la falta de sanidad ha sido considerada como el defecto potencial más importante, ya que la seguridad de cualquier estructura puede estar amenazada al emplearse cemento falto de sanidad.

La presencia aun de pequeños porcentajes ya sean de cal no combinada sobrecocida o magnesia sin combinar y sobrecocida, cualquiera de estos óxidos en estados de sobrecocido se hidratan tan lentamente que la reacción no comienza hasta después que la pasta de cemento o el concreto ha endurecido, la expansión que se produce con la hidratación de estos óxidos puede ser muy destructiva para la estructuras de concreto, en el caso de la cal, una expansión de importancia puede demostrarse durante meses y para la magnesia puede ser varios años, siendo estas las principales causas de la falta de sanidad en el cemento portland.

CONCRETO

La palabra cemento se usa común e incorrectamente como sinónimo de concreto, en realidad, el cemento es solo uno de los ingredientes del concreto, en su sentido más amplio, el término de concreto no solo incluye los hechos con cemento portland, sino también a los que utilizan cementos asfálticos.

COMPONENTES DEL CONCRETO

Las propiedades del concreto reflejan la selección y el proporcionamiento de los ingredientes que incluyen:

a) Cemento Portland

Por medio de la selección del cemento Portland utilizado es posible hacer variar las propiedades del concreto.

b) Agregado

El agregado fino se le da comúnmente el nombre de arena y se define como partículas de arena, rocas trituradas o materiales similares, con un diámetro

inferior a 1/4 de pulgada. El agregado fino debe de consistir en partículas fuertes, libres de barro, materia orgánica, sedimentos u otras sustancias perjudiciales.

c) Agregado Grueso

El que se usa con mayor frecuencia es la grava. El agregado grueso puede componerse de piedras trituradas, escorias de altos hornos y otras partículas similares, que varían de tamaño, de aproximadamente 1/4 de pulgada a 3 pulgadas. Este aditivo debe ser lo suficientemente grueso para que puedan entrar fácilmente en los espacios mas reducidos del colado, este agregado debe de estar igualmente libre de impurezas que el agregado fino.

d) Agua

El agua potable, a menos que contenga cantidades desacomodadas de sulfatos disueltos, es siempre la propiedad para las mezclas de concreto. En general deberá evitarse que contenga ácidos, sustancias alcalinas, aceite y otras sustancias orgánicas.

PRUEBAS QUE SE DEBEN REALIZAR A LOS COMPONENTES DEL CONCRETO

Técnicas de muestreo

Son necesarias para probar los componentes con el fin de asegurarse de que obtiene resultados representativos.

Análisis de tamiz

Proporciona una indicación de la clasificación de los tamaños de las partículas en los agregados, además proporciona datos sobre la finura general del material.

Gravedad específica volumétrica

La determinación de este valor es necesario para el cálculo de los rendimientos del concreto para proporciones dadas de agregados, agua, cemento. Los agregados tienden a ser porosos y absorben agua hasta en un 1% de su propio peso, produciendo los valores de gravedad específica. El primero se calcula sobre

la base del material secado en horno. El segundo se hace con un material de superficie seca, pero con sus poros llenos de humedad.

Firmeza

Los agregados inadecuados tienden a producir un concreto poco firme, la firmeza o solides se determina por medio de pruebas de inmersión en sulfato, que indica la durabilidad de los aditivos.

Relación agua cemento

La base para la determinación de la mezcla es la relación de agua cemento adecuada para la aplicación particular de que se trate. Es la relación agua-cemento, cuando el cemento entra en contacto con el agua, en la mezcla se cree que se produce el endurecimiento debido a la hidratación y a la formación de gel. El exceso de agua, por encima de la cantidad necesaria para producir el gel y el hidrato que actúa como disolvente.

Curado

Después de que se ha colado el concreto, adquiere lentamente resistencia, impermeabilidad al agua y durabilidad, a medida que avanza la formación del gel. Aunque las propiedades siguen mejorando a lo largo de cierto número de años, los cambios más notables se producen en los primeros días o semanas que siguen mejorando a lo largo de cierto número de años, los cambios más notables se producen en los primeros días o semanas que siguen a la mezcla el concreto.

Las temperaturas bajas tienen como efecto un retraso del proceso de fusión de que depende la fusión del gel. Así pues es preciso esperar más tiempo cuando hace frío que cuando hace calor.

Las temperaturas altas aceleran la curación del concreto. Sin embargo y frecuentemente que va acompañado de pérdidas excesivas de agua por la evaporación, de tal que quede una cantidad suficiente para la hidratación, los efectos de evaporación puede evitarse cubriendo la masa con paja o papel alquitranado húmedo.

En tiempo frío, el cloruro de calcio se mezcla con el concreto para acelerar el endurecimiento. Si se añade en forma seca debe de mezclarse con el aditivo antes de agregarle el cemento.

A medida que avanza el curado se producen cambios volumétricos en el concreto, tiende a encogerse a medida que se evapora la mayor parte de la masa de agua de la mezcla, el concreto se dilata, a medida que aumenta el contenido de humedad del medio ambiente y se contrae cuando el medio ambiente se hace húmedo.

MORTERO

Con el nombre de mortero u argamasa, se entiende ordinariamente una mezcla más o menos pastosa, cuando es reciente formada por cal, arena y agua desde remotos tiempos para unir unos con otros ladrillos y las piedra para revocar paredes. El mortero ordinario no es susceptible de endurecerse debajo del agua, y por esto recibe el nombre de mortero aéreo, para distinguirlo del mortero hidráulico o cemento hidráulico que se endurece en el seno del agua.

El mortero debe ser bastante plástico para que puedan amoldarse a todas las irregularidades o asperezas de los materiales de construcción y para que lleve todos los intersticios que puedan haber entre ellos. Además debe endurecerse suficientemente con el tiempo de manera que establezca una fuerte adherencia entre los ladrillos, piedras, etc., que tiene que unir, la experiencia a enseñado que este objeto se consigue mejor con una mezcla de cal y arena que con cal sola. El mortero que se emplea ordinariamente es pues, una mezcla de cal gruesa desleída en agua y una materia pulverulenta: arena cuarzosa o calcárea, cenizas de hulla, escorias de los altos hornos, etc. Se prepara la cal apagándola con triple cantidad de agua en fosas abiertas en tierra convirtiendo así la cal viva en cal amasada apagada o fundida. Con esta cal se obtiene el mortero, mezclándole la arena y la cantidad de agua necesarias, para que resulte una masa de consistencias apropiada, debiendo se la mezcla íntima. Se prepara generalmente la mezcla sobre el suelo mediante una pala encorvada unida a un mango luy largo. Cuando hay que preparar grandes cantidades de mortero se emplean aparatos especiales, como ejemplo la máquina roger.

La arena debe estar exenta, en lo posible de materias férricas y sustancias orgánicas, las primeras disminuyen la adherencia y los segundos favorecen el desmoronamiento, por facilitar la formación de nitrato cálcico. La arena mejor es la silicea, la arena acompañada de tierra debe ser previamente limpia por lavado o procedimientos mecánicos. La arena de mar debe lavarse o someterse a la acción de la lluvia, porque se quedan cloruros alcalinos en la arena, se forma cloruro cálcico y el mortero permanece húmedo, además las sales alcalinas a menudo ocasionan la formación de afloramientos cristalinos.

La arena de granos con cantos vivos es mejor que la de granos redondeados, porque la igualdad de volumen presenta mayor superficie. Respecto del tamaño de los granos, se distinguen las clases de arena:

- La de granos frios
- La de granos medianos
- La de granos grandes

La primera es la que da el mortero homogéneo y se endurece más lentamente, muchas veces conviene emplear mezclas de arena fina y arena mediana o gruesa, para evitar que queden huecos en las paredes. La proporción de arena depende principalmente de la calidad de cal, que en forma de papilla húmeda llena los espacios que quedan entre los granos de arena. Para un volumen de cal grasa apagada en forma de papilla rígida, se emplearan 3.5 y hasta 4 volúmenes de arena, mientras que la cal magra solo requiere de 1 o 2 volúmenes.

Si se pone poca arena, el mortero se seca lentamente y es poco adherente, el poder disminuye cuando la arena también esta en exceso, por término medio puede calcularse que el mortero fresco contiene, en peso 1 parte de cal viva, 3 partes de agua y 6 partes de arena seca.

El mortero ordinario, no puede servir para las construcciones que se han de levantar en el agua, en este caso hay que emplear morteros hidráulicos obtenidos con cales hidráulicas o mezclas de arena, cal y agua. La mezcla debe prepararse en el momento en que se va a preparar o emplear, el mortero se aplica como el ordinario pero se le debe comprimir cuando se le pueda, para evitar que penetre el agua en su masa en demasiada cantidad y disminuye su cohesión.

El motivo es, en esencia, un material de agarre que consta de varias partes, eligiéndose cada una para que se cumplan funciones diferentes.

ARENA

Es el relleno fundamental y crea el volumen superficie para compensar las tolerancias de tamaño de los ladrillos y bloques, desigualdades de forma y ajustes entre la modulación del ladrillo y el tamaño del muro acabado. Es también el principal elemento que da color a la mezcla.

CEMENTO

Es hoy en día el conglomerado de uso general. Un alto contenido de cemento de alta resistencia pero crea problemas en las juntas. Además un alto contenido de cemento da una mezcla de plasticidad, grasa fácil de colocar.

CAL

Es otro conglomerado de uso general, no muy usado sin estar combinado por su largo tiempo de fraguado y baja resistencia, se debe usar no obstante, para arreglar obras antiguas, es un plastificante excelente, dando un mortero graso muy fácil y dócil con buenas y rápidas propiedades de agarre que forma unas juntas de buena porosidad y de resistencia apropiada.

PLASTIFICANTES

Se usan para hacer que el mortero sea más fácil de colocar, puede que los albañiles poco cuidadosos o poco honestos usen una excesiva cantidad de plastificante para reducir el contenido del cemento, (aunque uno de los objetivos al usar esos aditivos, es reducir el contenido del cemento y por consiguiente el riesgo de agrietamiento).

TIPOS DE MORTEROS

Mortero de barro

Mezcla de arcilla magra mojada, con estiércol, paja cortada, etc., solo aplicable a paredes interiores, a muros exteriores bien protegidos, así como para hacer hornos.

Mortero de yeso

El yeso puede amasarse con arena (mortero) o sin ella (pasta), no debe mezclarse con cemento (entumece la pasta).

Mortero de magnesia

Mezcla de magnesia calcinada, con materias de relleno (aserrín, virutas de madera, piedra pulverizada, etc.), y una solución salina (casi siempre cloruro de magnesia). Se emplea sobre todo para formar los pavimentos de xilolita o litosilo.

Morteros de cal

Casi siempre a la preparación del mortero precede el apagado de la cal o el término de su extinción.

Morteros de cemento

La pasta de cemento, sin arena, solo se usa en ciertos casos, obturación de fugas, inyección de huecos (consolidación del suelo), protección del acero contra el orín, anclaje del acero en la piedra, fuera de ellos, siempre con arena (mortero), para evitar grietas de contracción.

Morteros mixtos de cal y cemento

Son de buena manipulación y están indicados en aquellos casos que no requieren toda la resistencia del mortero de cemento solo, de más pesada elaboración y empleo. Llenan todas las condiciones de un buen mortero aéreo.

Mortero de cal y trass

Se prepara con cal apagada, trass y arena, en obras el aire requiere mantenerlo húmedo bastante tiempo.

Mortero de cemento y trass

Se obtiene añadiendo trass al mortero u hormigón de cemento, lo que eleva su resistencia e impermeabilidad.

Morteros finos especiales

Mezclas en polvo, que salen de fabricación ya preparadas en sacos y constituidos por aglomerante hidráulico, arenas, colores térreos y materias áridas coloreadas (a menudo también con destellos).

LOS METALES (ACERO, ALUMINIO, Y METALES EN GENERAL)**ACERO**

El la combinación de hierro y carbono con pequeñas cantidades de otros elementos, como manganeso, fósforo, azufre, silicio, etc., el componente básico del acero es el hierro. Este no se encuentra en estado puro en la naturaleza sino bajo la forma de óxidos de distintas clases llamadas minerales de hierro. Para obtener acceso es necesario someter estos minerales a una serie de procesos para eliminar impurezas y obtener la aleación requerida.

FABRICACION

La fabricación del acero consiste en: Extracción del mineral de fierro que se hace por los sistemas de explotación a cielo abierto y de tajo abierto. En el primero, se utiliza dinamita para la explotación y se carga por medio de palas, en camiones que llevan el mineral a las quebradoras para reducirlo a un tamaño de 4 cm.; en el segundo, se utilizan palas mecánicas, para descapotar mantas o tajos que cubren el mineral llevándose acabo también la trituración.

Posteriormente se almacenan y se mezclan los minerales en grandes patios para después abastecer a los altos hornos.

Los métodos más comúnmente utilizados para la aceración son:

- El Siemens Martín o de hogar abierto
- El Bessemer
- Sistemas a base de hornos eléctricos

Para lograr las características resistentes requeridas se agrega carbono y en ciertos casos otros elementos, el resultado de ésta etapa son elementos de acero relativamente grandes denominados lingotes.

Para obtener las distintas modalidades del acero utilizado para fines estructurales, los lingotes deben ser sometidos a diferentes tratamientos, principalmente laminación en caliente y tratamientos en frío.

En la laminación en caliente, se calientan los lingotes y se introducen en molinos que constan de varios rodillos para producir placas, perfiles estructurales y una gran parte de las varillas de refuerzo para concreto.

Los tratamientos en frío suelen consistir en procesos de estiramiento o torcido. En esta forma se fabrican las varillas de alta resistencia y el acero para preesfuerzo.

Las propiedades del acero pueden mejorarse combinándolo con otros elementos como el cromo, el níquel, el molibdeno, el titanio, el bario y el tungsteno. Los aceros obtenidos así suelen llamarse aceros de aleación. El acero puede contener otros elementos además de los mencionados, aunque en cantidades muy pequeñas, que pueden tener influencias benéficas o perjudiciales sobre determinadas propiedades, según la proporción en que se encuentran, los principales son el silicio, el manganeso, el fósforo y el azufre. Por ejemplo el fósforo hace que el acero sea quebradizo bajo una carga repentina y el azufre le hace poco resistente o frágil cuando se calienta.

PROPIEDADES MECANICAS

Las características más importantes del acero se desprenden de las curvas de esfuerzo de formación obtenidas mediante ensayos de tensión efectuados sobre probetas estandar. Es importante referir los ensayos a probetas estandar puesto que los resultados difieren según el tamaño y la forma de estas. Se considera que las curvas esfuerzo deformación en compresión tienen la misma forma que la de tensión.

Para obtener una gráfica esfuerzo-deformación nominal, se calculan esfuerzos correspondientes a distintos niveles de carga, dividiendo la fuerza aplicada entre el área original de medición. Las gráficas nominales son las comúnmente usadas para describir las características esfuerzo-deformación de los aceros.

El módulo de elasticidad correspondiente a las proporciones rectas en la zona elástica de las curvas esfuerzo-deformación varía poco según el tipo de acero y puede tomarse igual a 2×10^6 kg/cm². El módulo de Poisson (relación de la deformación transversal entre la deformación longitudinal) varía entre 0.25 y 0.33.

Existen varios métodos para medir la dureza del acero, dos de los más comunes son la prueba de Brinell y la prueba de Vickers. El procedimiento Brinell consiste en comprimir una bola de acero duro sobre el material en cuestión y medir la impresión que deja sobre dicho material, siendo similar el procedimiento Vickers, pero en este caso la impresión se hace por medio de una pirámide invertida de cuatro lados.

Las medidas de la dureza sirven no solamente para cuantificar la resistencia a la penetración del acero, sino también para estimar su resistencia a la tensión.

Aunque el acero es un material de naturaleza esencialmente dúctil, en determinadas circunstancias puede tener un comportamiento frágil, llegando a fallar súbitamente, sin deformaciones plásticas previas. De una manera general puede afirmarse que el comportamiento frágil del acero es propiciado por los siguientes factores:

- Temperaturas bajas
- Defectos debido a soldadura incorrecta
- Esfuerzos en tensión elevados
- Alto contenido de carbono
- Aplicación rápida de carga
- Composición química (el fósforo aumenta la fragilidad)

Fatiga, se presenta cuando una estructura queda expuesta a un número grande de ciclos repetidos de cargas que provocan variaciones frecuentes en la intensidad de los esfuerzos. Cuando el acero esta sujeto a fatiga puede fracturarse a esfuerzos muy inferiores a los correspondientes a la rotura bajo cargas estáticas. En la mayoría de los aceros el límite de fatiga corresponde a una vida de fatiga de aproximadamente dos millones de ciclos.

USOS

Los elementos de acero se presentan a la prefabricación, lo que disminuye los tiempos de construcción. Las estructuras de acero pueden fácilmente ampliarse o modificarse y cuando es necesario demolerlas, se recupera una parte de su valor inicial vendiendo las piezas como chatarra o para ser utilizadas en nuevas estructuras.

Una desventaja del acero es su alto costo de conservación, el costo de pintar las estructuras metálicas periódicamente para evitar la corrosión puede ser importante, ya que el costo de conservación se suma al costo relativamente elevado de las pólizas de seguro por la escasa resistencia de acero a los efectos de los incendios.

Recientemente se ha empezado a utilizar también una lámina delgada trabajada en frío para la fabricación de perfiles ligeros. Estos perfiles se obtienen mediante dobleces de láminas, y algunas secciones típicas.

Las varillas para concreto reforzado se hace tanto de acero laminado en caliente como de acero trabajado en frío. Los diámetros usuales de las varillas producidas en México varían de 1/4 a 1/2 de pulgada. Todas las varillas con excepción del

alambres de 1/4 de pulgada, tienen corrugaciones en la superficie para mejorar su adherencia con el concreto.

Se ha generalizado el uso de mallas como refuerzo de losas, muros y algunos elementos prefabricados. Estas mallas están formadas por alambres lisos unidos por puntos de soldadura en las intersecciones y el acero empleado es el utilizado para el tipo de trabajo frío, con esfuerzos de fluencia del orden de 5000 kg/cm². El espaciamiento de las varillas varía de 5 a 40 cm y los diámetros de 2 a 7 mm aproximadamente.

También se fabrican cables que están formados por torones de alambre de acero arrollado en torno a un núcleo denominado alma que puede ser de acero o de fibra.

Los torones consisten en conjuntos de alambres trenzados y las combinaciones más usuales son los 6 x 7, 6 x 19, 6 x 37.

ALUMINIO

Se encuentra en la naturaleza en cantidades importantes pero contaminado con impurezas y otros elementos formando minerales de muy diversa composición. El mineral más comúnmente usado en los procesos de obtención del aluminio es la bauxita, que contiene de 50% a 60% de óxido de aluminio.

En la mayoría de sus aplicaciones el aluminio se utiliza en aleación con otros elementos, ya que en estado puro es poco resistente y excesivamente blando. Para obtener estas aleaciones la bauxita debe someterse a un proceso bastante complejo.

FABRICACION

La primera etapa de la fabricación consiste esencialmente en un tratamiento en el que intervienen sosa cáustica y vapor, que da como resultado de óxido se somete a un proceso de reducción, obteniéndose aluminio metálico, también casi puro.

La reducción se efectúa mediante un proceso electrolítico que requiere un gran consumo de energía eléctrica. El aluminio fundido obtenido por este proceso, se vierte en moldes donde se forman lingotes, vuelven a fundirse para combinarse con otros elementos y obtener nuevos lingotes de diversos tipos de aleaciones.

Las aleaciones usuales son a base de combinaciones de magnesio, manganeso, silicio, cinc y cobre. Todas ellas tienen resistencias muy superiores a la del aluminio puro y pueden distinguirse entre aleaciones "comunes", que no admiten tratamientos térmicos para aumentar la resistencia y aleaciones "resistentes" que sí los admiten. La fabricación de las aleaciones comunes a veces implican tratamientos en frío para aumentar la resistencia.

De acuerdo con el método de fabricación los productos pueden clasificarse en dos grandes grupos los que reciben algún tipo de tratamiento mecánico durante su fabricación y los que se obtienen por fundición.

Los productos obtenidos por medio de tratamientos mecánicos son posibles debido a que las aleaciones de aluminio admiten todos los tratamientos usuales en la elaboración de productos de acero, para dar forma a los perfiles requeridos y mejorar sus características resistentes se tiene así: laminación en caliente o en frío, estirado en frío y forjado. Además la gran formalidad de las aleaciones de aluminio permite el empleo de métodos de estructuración gracias a los cuales se pueden fabricar de manera económica secciones muy complicadas. El proceso de extracción consiste en someter lingotes calientes a una presión alta, de un material a pasar en una condición plástica a través de un orificio. Por este procedimiento pueden obtenerse secciones de cerca de 400 cm² de sección transversal, siempre que el perfil pueda inscribirse dentro de un círculo con un radio no mayor de 60 cm y si se requieren perfiles mayores es necesario recurrir a la laminación.

La mayor parte de los perfiles utilizados para fines estructurados se fabrican por el tratamiento mecánico de aleaciones "resistentes" a base de magnesio y silicio.

Los productos de fundición se obtienen vertiendo la aleación fundida en moldes de arena, yeso o metal. Una variante consiste en variar o forzar la aleación fundida dentro de un molde de acero por medio de presión.

El proceso de fundición se utiliza para la producción de elementos decorativos y arquitectónicos de muy diversa naturaleza y no suele aplicarse a la fabricación de elementos estructurales.

PROPIEDADES MECANICAS

Son semejantes a los de los aceros trabajados en frío, que no tienen límite de fluencia definida.

Las resistencias últimas de las aleaciones comunes varían entre 1800 kg/cm² y 5000 kg/cm², como en los aceros trabajados en frío, el esfuerzo de fluencia se define como el esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria permanente de 0.002 y los valores típicos de las aleaciones comunes varían de menos de 1000 kg/cm² a 4000 kg/cm², con una resistencia a fuerza cortante de aproximadamente un 60% de la resistencia a la tensión.

El módulo de elasticidad correspondiente a la porción recta de las curvas esfuerzo-deformación varía entre 7×10^4 a 5 kg/cm^2 y 7.5×10^4 a 5 kg/cm^2 o sea, aproximadamente una tercera parte que la del acero. Esto significa que bajo una carga dada una estructura de aluminio se deformará tres veces más que una de acero.

La ductibilidad de las aleaciones de aluminio es comparable a la del acero y estas aleaciones son superiores al acero cuanto a formabilidad, maleabilidad y maquinabilidad.

Otras propiedades importantes son el peso volumétrico y el coeficiente de dilatación térmica. Una de las principales ventajas del aluminio es su poco peso volumétrico de 2.8 Ton/m³, o sea, pesa aproximadamente 2.8 veces menos que el acero.

METALICOS EN GENERAL

OBTENCION

Varían los procedimientos según la naturaleza de los minerales. Los óxidos y los carbonatos se mezclan con fundentes y reducen con carbono en hornos de reverbo (aque! cuya plaza está cubierta por una bóveda que reverba o refleja el calor).

Por vía húmeda se obtiene el cobre a partir de piritas pobres en cobre, exponiéndolas al aire libre húmedo para que se oxiden, formando sulfato férrico que transforma el sulfato de cobre en sulfato, precipitando el cobre en chatarra de hierro, en forma pulvelulienta, llamado cobre de cementación.

AFINADO DEL COBRE

Tiene por objeto eliminar las impurezas con níquel, arsénico, estaño, fósforo, plomo, oxígeno, azufre, selenio, bismuto, por hacer quebradizo el metal, tanto en frío como en caliente, dificultando la laminación y obteniendo de alambre de hilos.

PROPIEDADES

El cobre es un metal de color rojo característico, blando, dureza 3 de la escala de ohms, densidad 8.9, punto de fusión 1.084°C. Gran conductor de calor y electricidad coeficiente de dilatación lineal 0.00008, es muy dúctil, maleable y tenaz, pudiendo obtenerse hilos muy finos y laminados. Es muy flexible y se puede forjar, laminar y precisar en frío y caliente.

Su resistencia a la tensión llega a 4,500 kg./cm². y 6000 kg./cm². a la compresión.

El cobre puro es inoxidable a la temperatura ordinaria en aire seco y húmedo.

FORMAS COMERCIALES

Se encuentran en el comercio en forma de chapas de dimensiones y espesores corriente, en forma de tubos y alambres eléctricos.

UTILIZACION

Para revestir cubiertas, decoración, tubería para agua y gas y sobre todo alambres y cables para conductores eléctricos.

ALEACIONES

Bronce. Son aleaciones de cobre y estaño en diversas proporciones. Son muy resistentes a los agentes atmosféricos, a las aguas ácidas y alcalinas, alcanzan grandes resistencias mecánicas.

Latón. Son las aleaciones de cobre y zinc, los cuales tiene diverso color, según la proporción. Se emplea en alambres, tornillos, herramientas y chapas.

Alpaca o metal blanco. Son aleaciones de cobre, níquel y zinc principalmente llamándose también argental. Tiene color blanco argentino y gran brillo, que no pierde por la acción de la atmósfera y ácidos orgánicos débiles, por lo que se emplea para la fabricación de herrajes objetos artísticos etc.

PLOMO

OBTENCION

Se prepara casi todo a partir del sulfuro de plomo, por el procedimiento de tostación, pasando el plomo a óxido, el cual es después sometido a una fusión reductora en presencia de coque o carbón vegetal.

PROPIEDADES

El plomo es un metal blando azulado, con brillo metálico intenso recién cortado, empañándose al contacto del aire y tomando un color gris. Es el más blando de los metales pesados, rayándose con la uña. Es muy maleable, pudiendo laminarse en finas hojas estiradas en alambres.

El aire seco no le ataca, pero en el húmedo se oxida rápidamente, en su superficie. Es muy resistentes a los ácidos y álcalis.

APLICACIONES

En forma de chapas para cubiertas, tubos para gas y agua, emplomado de otros metales, alambres y varillas.

ZINC

OBTENCION

La principal fuente de zinc, es el mineral llamado blanda de zinc. En el proceso de refinación del mineral, los pasos a seguir son: calentamiento en presencia de aire, lo cual convierte al azufre en dióxido de azufre quedando óxido de zinc, este es calentado después con carbono y reducido a zinc metálico.

PROPIEDADES

El zinc, es un metal de color gris aculado, brillante, densidad aproximada de 7.1 y punto de fusión de 419°C. Coeficiente de dilatación lineal a 10°C es de 0.000029.

A la temperatura ordinaria, el aire no le altera y en el húmedo se recubre de una capa delgada de carbonato básico hidratado que le protege. Los ácidos y bases le atacan, lo mismo que el yeso, cemento y sus morteros.

APLICACIONES

El zinc, se emplea en construcción en forma de chapas lisas y onduladas para techumbre, canalones, tubos de bajada, cornisas, depósitos, etc.

ESTAÑO

OBTENCION

Es estaño se obtiene por fusión en hornos de cuba, reverbo o eléctrico y se purifica por licuación en hornos de reverbo y ebullición en calderas.

PROPIEDADES

El estaño puro es blanco brillante y funde a 232°C. Resistencia a la tensión 400 kg/cm², es muy maleable y poco dúctil, a la temperatura ordinaria el estaño es muy resistente al aire húmedo y seco.

APLICACIONES

En construcción, el estaño se emplea para recubrir interiormente los tubos de plomo destinados a las conducciones de agua potable y en forma de aleaciones en el cobre y con el plomo.

TIPOS DE PAVIMENTOS

Carpetas de concreto asfáltico

Las carpetas de concreto asfáltico son las que se construyen mediante el tendido y compactación de mezclas elaboradas en caliente, en una planta estacionaria,

utilizando cementos asfálticos, este tipo de pavimento se conoce también con el nombre de pavimento flexible.

Revestimiento.- Son capas de materiales seleccionados que se tienden sobre las terracerías de una obra vial o aeropista a fin de servir como superficie de rodamiento.

MATERIALES ASFALTICOS

Los materiales asfálticos son materiales bituminosos con propiedades aglutinantes, sólidos, semisólidos o líquidos que se utilizan en estabilizaciones, en riesgos de impregnación de liga y de sello, en construcción de carpetas y elaboración de mezclas y morteros.

Los tipos de materiales asfálticos que pueden emplearse son los siguientes:

- 1) Cementos asfálticos
- 2) Asfaltos rebajados
- 3) Emulsiones asfálticas.

LOSAS DE CONCRETO HIDRAULICO

Son aquellas que se construyen de concreto hidráulico, con o sin acero, cuya función es soportar y transmitir las cargas que actúan sobre ellas. Este tipo de pavimento se conoce también con el nombre de pavimento rígido.

Los materiales que se emplean en la construcción de losas de concreto hidráulico podrán ser los siguientes:

- Cemento portland
- Cemento portland puzolánico
- Cemento portland de escoria
- Cemento de escorias

- Agregado fino
- Agregado grueso
- Agua
- Aditivos
- Acero
- Accesorios para juntas
- Materiales para relleno de juntas.

Estos tipos de pavimentos son comunes para la construcción de aeropistas, rodajes, plataforma, carreteras, autopistas, caminos, etc., donde se requiere una buena superficie de rodamiento para la transmisión de cargas hacia el suelo ocasionados por el tráfico normal operacional que se tiene en el lugar.

MADERAS Y PINTURAS

MADERAS

Las maderas para edificios y estructuras para el uso en el ramo de la construcción, son aquellos materiales naturales, de origen vegetal, las cuales han sido sometidos a un tratamiento previo para darles las características de acabado y preservación que se fije en algún proyecto de una obra. Su principal uso de la madera en edificación es la de cimbra y su incidencia en m^2/m^3 , se ocupa en su mayor parte para el cimbrado de losas de concreto hidráulico, columnas, traves, contratraves, dados, castillos, etc., para el colado de estos elementos estructurales, así mismo como elementos de apoyo como son los polines para sujetar el cimbrado de losas, se pueden utilizar las maderas para dar un acabado al concreto.

PINTURAS

Las pinturas sirven esencialmente para recubrimientos de superficies y es la aplicación de una película pigmentada o no, sobre una superficie, para recubrirla con fines de protección contra agentes exteriores y/o con fines decorativos.

El uso de las pinturas en el ramo de la construcción y enfocándonos a la edificación para su ejemplificación, es utilizable para acabados en muros, columnas, fachadas, zoclos, etc. Sirve como protector en agentes externos como son el polvo o intemperismo.

CAPITULO

VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el ramo de la Industria Constructiva, es de suma importancia conocer y estudiar la Ley de Adquisiciones y Obra Pública; en forma general podemos decir que para concursar una obra se tienen las siguientes etapas, cuando el concurso es por licitación pública, esta aparece por lo regular mediante una convocatoria que aparece en los diarios de circulación, el contratista se inscribe bajo una cuota y recibe el proyecto a ejecutar, cabe mencionar que existen diversas formas de documentos que se entregan al contratista dependiendo del tipo de trabajos o servicios que se este concursando, se hace una visita al sitio donde se efectuarán los trabajos o servicios posteriormente se hacen algunas juntas de aclaraciones con motivo de aclarar todo aquello que no este bien definido, lo siguiente es la apertura de la documentación que actualmente se presenta en dos sobres cerrados, uno donde contiene toda la documentación técnica y otro donde aparece la documentación económica para posteriormente dar el fallo del contratista que efectuara los trabajos o servicios.

Lo anteriormente descrito es de suma importancia ya que si no se hace un buen estudio de los recursos de la construcción que estudiamos en los capítulos anteriores se tendrán pocas posibilidades de ganar los concursos y así tener obra que realizar, ya que en el concurso se presentan los Precios Unitarios que se integran básicamente por los costos directos por Mano de Obra, Materiales y Equipo, o herramientas que se utilizara para cada concepto de trabajo que se requiera para la elaboración de la obra, estos precios unitarios también son conocidos como matrices, el precio unitario está formado por los costos directos e indirectos y la utilidad como ya lo vimos anteriormente.

Los costos del salario del trabajador dependen de varios factores como ya se vio en el capítulo número tres, una de las desventajas que se tienen en la obra por concepto de mano de obra, es que al realizar una obra en el interior del país, las costumbres son muy cambiantes en los diferentes Estados de la República, sus jornales dependen mucho del clima y de los días festivos de la región. En estas regiones los trabajadores son gente que en su mayoría trabajan la tierra y en épocas de cultivo se dedican a ello, por lo cual esta gente no tiene mucha experiencia en el ramo de la construcción y es difícil encontrar mano de obra calificada; no obstante hay trabajadores que ya tienen cierta experiencia en la construcción y es una gran ventaja porque al iniciar la obra mucha de esta gente

llega a la obra para contratación aunque también se puede publicar la solicitud de trabajadores por medio de diarios locales de la región.

El contratista debe proveer todas las normas de seguridad e higiene para sus trabajadores y según su forma de contratación darlos de alta en el IMSS o en donde les corresponda, cualquiera que sea su caso.

Una gran ventaja para un contratista es tener su maquinaria propia así como su equipo menor que pueden ser todas sus herramientas como son picos, palas, taladros, pulidoras, cortadoras, etc., ya que no rentaría el equipo y sus ganancias serían mayor y recuperaría parte de la inversión por la adquisición de sus equipos.

Los equipos son de gran utilidad para la realización de las obras en general ya que sin ellas sería casi imposible lograr las grandes obras que hacen los Ingenieros Civiles, una de las desventajas que se tienen para el equipo pesado es su traslado de un lugar a otro, ya que esto acarrea costos adicionales por fletes.

Es conveniente que a los equipos se les de un mantenimiento preventivo, periódicamente y evitar los mantenimientos correctivos que siempre significaran un costo mayor y además de que el equipo se encontraría totalmente inactivo lo que generaría atraso de obra.

Es de suma importancia que cuando se efectúe un proyecto de una obra se haga un estudio detallado de los materiales que prevalecen en la región donde se efectuará la obra o bancos de materiales y tomar en cuenta aquellos aledaños a la región , ya que existen bancos de materiales que no siempre cumplen con las especificaciones de proyecto.

Existen regiones donde no se encuentran materiales, por ejemplo, como vidrio templado y aluminio o es muy escaso y hay que traerlo de otras ciudades o mandarlo hacer en fabrica y puede tener como consecuencia atraso en la obra lo que puede generar salirse del programa de avance de obra.

Por lo regular para obras de tipo edificación no se tiene mucho problema para la explotación de materiales para los agregados gruesos y finos para el concreto

hidráulico y el cemento portland, es abundante en las casas de materiales de las regiones.

Como hemos visto es de suma importancia el estudio a fondo de los recursos de la construcción en la industria constructiva para llegar al objetivo final que es la conclusión satisfactoria de una obra, y no olvidar que el Ingeniero Civil durante toda su vida profesional deberá seguir estudiando, informándose y actualizándose día con día para tener un buen nivel profesional y de competitividad para ayudar a la situación de nuestro país.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- **Federick S. Merriet, Manual del Ingeniero Civil, Volumen I, II y III, McGraw-Hill. México 1984.**
- 2.- **Kidder-Parker, Manual del Arquitecto y del Constructor, Tomo I y II, UTEHA. México 1987.**
- 3.- **Ing. Raúl González Meléndez, Manual de Costos para Constructores, PRISMA, México 1994.**
- 4.- **Ing. Rafael Aburto Valdes, Los Costos en la Construcción, FUNDEC, A.C., México 1991.**
- 5.- **Manual de Rendimiento, CATERPILLAR, 1992.**
- 6.- **Normas de Calidad de los Materiales, SCT, México 1985.**
- 7.- **Materiales de Construcción, McGRAW-HILL, 1986, Serie Schaums.**
- 8.- **Saad, Antonio Miguel, Tratado de Construcción, CONTINENTAL, México 1960.**
- 9.- **Ley Federal del Trabajo**
- 10.- **Ley del Seguro Social**
- 11.- **Alba Castañeda, Jorge H. y Ernesto Méndez Sánchez, Factores de Consistencia de Costos y Precios Unitarios, FUNDEC, AC. México 1989.**
- 12.- **Mendoza Sánchez Ernesto, Introducción al Proceso Constructivo, FUNDEC, AC., México 1990.**