

01121  
76



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**“EL CONCRETO LANZADO  
COMO MATERIAL UTILIZABLE  
EN OBRAS CIVILES”**

**T E S I S**

PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO CIVIL

PRESENTAN:

SERGIO JIMÉNEZ VILLEGAS  
ALEJANDRO J. SÁNCHEZ ROSAS  
CARLOS SOSA MONTES

ASESOR DE TESIS: ING. NARCISO TALAMANTES CHÁVEZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, D.F.

NOVIEMBRE 2003



a



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# **PAGINACIÓN DISCONTINUA**

TESIS CON FALLA  
DE  
ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIRECCIÓN  
FING/DCTG/SEAC/UTIT/059/03

Señores  
SERGIO JIMÉNEZ VILLEGAS  
ALEJANDRO J. SÁNCHEZ ROSAS  
CARLOS SOSA MONTES  
Presente

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. NARCISO TALAMANTES CHAVEZ, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrollen ustedes como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

**"EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES"**

- I. INTRODUCCIÓN
- II. GENERALIDADES DEL CONCRETO LANZADO
- III. ELABORACIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO
- IV. PROCEDIMIENTO PARA EFECTUAR EL CONCRETO LANZADO
- IV. EL IMPACTO AMBIENTAL POR LA UTILIZACIÓN DEL CONCRETO LANZADO
- V. APLICACIÓN EN OBRAS CIVILES DEL CONCRETO LANZADO
- VI. VALORACIÓN DEL TIEMPO Y DETERMINACIÓN DEL COSTO DEL CONCRETO LANZADO
- VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Ruego a ustedes cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo les recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cd. Universitaria/a 26 Mayo 2003.  
EL DIRECTOR

M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO  
GFB/GMP/mstg.

b

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

DEDICATORIAS

A MIS PADRES A LOS QUE AGRADEZCO SU AMOR Y COMPRESIÓN  
YA QUE CON ELLOS EL CAMINO HA SIDO MENOS DIFÍCIL.

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POR COBIJARME EN SU RECINTO.

A LA FACULTAD DE INGENIERÍA YA QUE EN ELLA ME HE  
FORMADO COMO PERSONA Y PROFESIONISTA.

AL ING. NARCISO TALAMANTES CIZÁVEZ, DIRECTOR DE LA  
PRESENTE TESIS.

A TODOS Y CADA UNO LOS PROFESORES DE LA FACULTAD DE  
INGENIERÍA YA QUE ME FORMARON COMO PROFESIONISTA Y  
PERSONA.

A TODAS LAS PERSONAS QUE OMITO.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la  
UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el  
contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: SEBASTIÁN JIMÉNEZ

VILLENA

FECHA: 14/11/03

FIRMA: [Firma]

INDICE

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

PAGINA

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN-1

CAPITULO I GENERALIDADES DEL CONCRETO LANZADO

I-1

I.1 ANTECEDENTES

I-1

CAPITULO II ELABORACIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO

II-1

II.1 SUMINISTRO DE MATERIAL

II-1

II.1.1 MATERIALES MÁS COMÚNMENTE USADOS PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETOS COMERCIALES

II-1

II.1.2 CLASIFICACIÓN DE LOS CEMENTOS

II-4

II.1.2.1 CEMENTOS HIDRÁULICOS MEZCLADOS

II-8

II.1.2.1 TIPO I COMÚN

II-5

II.1.2.2 TIPO II MODIFICADO

II-6

II.1.2.3 TIPO III RAPIDA RESISTENCIA ALTA

II-6

II.1.2.4 TIPO IV BAJO CALOR

II-7

II.1.2.5 TIPO V ALTA RESISTENCIA A LOS SULFATOS

II-7

II.1.2.6 CEMENTOS HIDRÁULICOS MEZCLADOS

II-6

II.1.2.6.1 TIPO IS

II-8

II.1.2.6.2 TIPO IP Y TIPO P

II-8

II.1.2.6.3 TIPO S

II-9

II.1.2.6.4 TIPO I (PM)

II-9

II.1.2.6.4 TIPO I (SM)

II-9

II.1.2.2 CEMENTOS ESPECIALES

II-11

II.1.2.2.1 CEMENTOS PARA POZOS PETROLEROS

II-11

II.1.2.2.2 CEMENTOS PLÁSTICOS

II-11

II.1.2.3 OTROS TIPOS DE CEMENTOS

II-12

II.1.2.3.1 CEMENTOS DE ALBAÑILERÍA

II-12

II.1.2.3.2 CEMENTOS EXPANSIVOS

II-13

II.1.2.3.3 CEMENTOS PORTLAND BLANCO

II-14

II.1.2.3.4 CEMENTOS NATURALES

II-14

II.1.2.3.5 CEMENTOS RAPIDOS EN ALCANAZAR LA RESISTENCIA DESEADA

II-14

II.1.3 AGREGADOS PÉTREOS

II-14

II.1.3.1 CLASIFICACIÓN DE AGREGADOS

II-15

II.1.3.1.1 CLASIFICACION POR MODO DE

FRAGMENTACION DE LOS AGREGADOS

II-16

II.1.3.1.2 CLASIFICACION POR PESO ESPECIFICO

II-16

II.1.3.1.3 CALSIFICACION POR ORIGEN

II-17

II.1.3.1.4 CLASIFICACION POR COMPOSICIÓN

II-18

II.1.31.5 CLASIFICACION POR TAMAÑO DE LA PARTICULA

II-19

II.1.3.1.6 CLASIFICACION POR COLOR

II-19

II.1.3.2 AGREGADO FINO (ARENA)

II-19

II.1.3.3 AGREGADO GRUESO (GRAVA)

II-20

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL  
UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES**

	PAGINA
II.1.3.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS	II-21
II.1.3.5 GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS	II-22
II.1.3.5.1 AGREGADO FINO (ARENA)	II-22
II.1.3.5.2 AGREGADO GRUESO (GRAVA)	II-23
II.1.3.6 LIMPIEZA DE LOS AGREGADOS FINOS	II-23
II.1.3.6.1 MATERIA ORGANICA EN LOS AGREGADO	II-24
II.1.3.6.2 PARTICULAS INCOVENIENTES EN LOS AGREGADOS	II-24
II.1.3.7 SANIDAD DEL CONCRETO	II-25
II.1.3.7.1 ABSORCIÓN Y POROSIDAD DEL CONCRETO	II-25
II.1.3.7.2 FORMA DE PARTICULA EN EL CONCRETO	II-26
II.1.3.7.3 TEXTURA SUPERFICIAL DEL CONCRETO	II-26
II.1.3.7.4 REACTIVIDAD CON LOS ÁLCALIS DE LOS AGREGADOS	II-27
II.1.3.7.5 INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS PÉTREOS EN EL CONCRETO	II-27
II.1.3.7.6 ABASTECIMIENTO DE LOS MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO	II-29
II.2 PROPORCIONAMIENTO	II-30
II.2.1 PROPORCIONAMIENTO DEL CEMENTO EN LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO	II-32
II.2.1.1 PROPORCIONAMIENTO DEL AGUA EN LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO	II-32
II.2.2 PROPORCIONAMIENTO DE LOS AGREGADOS PÉTREOS EN LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO	II-32
II.2.2.1 PROPORCIONAMIENTO DEL AGUA EN LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO	II-32
II.2.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL AGUA	II-34
II.2.5 ADITIVOS PARA EL CONCRETO	II-35
II.2.6 CANTIDADES POR REVOLTURA DE CONCRETO	II-40
II.2.6.1 MÉTODO DE RICHARD Y TALBOLT	II-45
II.2.6.2 MÉTODO GRAFICO	II-46
II.2.6.3 CURVA DE FULLER	II-47
II.2.6.4 CONCRETO ENDURECIDO	II-47
II.2.6.5 CURADO DEL CONCRETO	II-47
II.2.6.6 REISTENCIA MECANICA	II-47
II.2.6.7 FLEXION DEL CONCRETO	II-49
II.2.7 TOLERANCIA EN LA DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO	II-49
II.2.7.1 EQUIPO DE MEZCLADO	II-50
II.3 MEZCLADO DE CONCRETO	II-51
II.3.1 DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO	II-52
II.3.2 MEZCLADO DEL CONCRETO	II-52
II.4 TRANSPORTACION DEL CONCRETO	II-52
II.4.1 MOVIMIENTO HORIZONTAL (CARRETILLAS Y CARROS DE MANO)	II-53
II.4.2 VOGUES	II-54
II.4.3 TRANSPORTADORES MONTADOS SOBRE CAMIONES	II-55
II.4.4 CAMIONES DE VOLTEO	II-57
II.4.5 CAMIONES PARA TRANSPORTE DE CONCRETO PREMEZCLADO	II-57
II.4.6 TOLVAS MOVILES Y CUBETAS	II-58
II.4.7 BOMBEO DEL CONCRETO	II-59
II.5 COLOCACION DEL CONCRETO	II-60

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

	PAGINA
II.5.1 VIBRADO	II-60
II.6 ACERO DE REFUERZO	II-65
II.6.1 FUNCIÓN DEL ACERO DE REFUERZO	II-68
II.6.2 TIPOS DE VARILLA Y SU IDENTIFICACIÓN	II-70
II.6.3 CORTE Y DOBLADO DEL ACERO DE REFUERZO	II-70
II.6.3.1 CORTADO DEL ACERO DE REFUERZO EN OBRA	II-71
II.6.3.2 DOBLADO DEL ACERO DE REFUERZO EN LA OBRA	II-71
II.6.4 ALGUNAS SUGERENCIAS RESPECTO AL DOBLADO DEL ACERO DE REFUERZO	II-72
II.6.5 LIMPIEZA Y OXIDACIÓN	II-73
II.6.6 RECUBRIMIENTO Y ESPACIADORES	II-74
II.6.7 REFUERZO CON MALLA METÁLICA	II-77
II.6.8 ACERO DE REFUERZO PARA CONCRETO PRESFORZADO	II-79
II.6.9 SOLDADURA	II-80
II.7 INSTALACIONES	II-80
II.7.1 INSTALACIONES DE SUMINISTRO DE AGUA	II-81
II.7.2 INSTALACION SANITARIA Y PLUVIAL	II-82
II.7.3 ARQUETAS	II-83
II.7.4 INSTALACIONAS ELÉCTRICAS	II-83
II.7.4.1 TUBOS PROTECTORES	II-84
II.8 CIMBRADO	II-84
II.8.1 MATERIALES PARA LA CIMBRA	II-86
II.8.1.1 CIMBRA DE MADERA	II-86
II.8.1.2 CIMBRAS DE ACERO	II-87
II.8.2 MONTAJE	II-88
II.8.3 APUNTALAMIENTO	II-90
II.8.3.1 ALMACENAMIENTO DE LOS AGREGADOS	II-91
II.9 CURADO DEL CONCRETO	II-91
II.10 DESCIMBRADO	II-93
II.11 ACABADOS DEL CONCRETO	II-95
II.11.1 OPERACIONES DE ACABADO DEL CONCRETO	II-97
<b>CAPITULO III PROCEDIMIENTO PARA EFECTUAR EL CONCRETO LANZADO</b>	<b>III-1</b>
III.1 METODO VÍA SECA	III-1
III.1.1 DESCRPCION DEL MÉTODO	III-2
III.1.1.1 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE	III-5
III.1.1.2 PERSONAL CAPACITADO	III-6
III.1.1.3 CONCRETO LANZADO CON FIBRAS METALICAS	III-7
III.1.1.3.1 DOSIFICACION DE FIBRAS	III-8
III.1.1.4 ADITIVOS	III-9
III.1.2 EQUIPO A UTILIZAR EN EL CONCRETO LANZADO POR LA VÍA SECA	III-12
III.1.2.1 LOS EQUIPOS DE DOBLE CAMARA	III-12
III.1.2.2 EQUIPOS DE ALIMENTACION CONTINUA	III-14
III.1.2.3 BOQUILLA PARA LA VÍA SECA	III-17
III.1.2.4 PROPULSOR DE AGUA PARA APLICACIONES DE VÍA SECA	III-19
III.1.3 DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO LANZADO	III-19
III.1.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL METODO	III-21
III.2 METODO DEL CONCRETO LANZADO DE LA VÍA HUMEDA	III-22
III.1.1 EQUIPO A UTILIZAR EN EL CONCRETO LANZADO POR LA VÍA HUMEDA	III-23

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL  
UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES**

	PAGINA
III.2.2.1 BOQUILLA PARA LA VÍA HÚMEDA	III-24
III.2.2.2 EQUIPO DE MEZCLADO	III-25
III.2.2.3 DOSIFICADORES DE ADITIVO DE ACELERANTE	III-26
III.2.2.4 COMPRESOR DE AIRE	III-26
III.2.3 DISEÑO DE MEZCLAS	III-27
III.2.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL METODO VÍA HUMEDA	III-27
<b>CAPITULO IV EL IMPACTO AMBIENTAL POR LA UTILIZACION DEL CONCRETO LANZADO</b>	
IV.1 NORMATIVIDAD	IV-1
IV.1.1 DEFINICIONES PREVIAS	IV-1
IV.1.2 NORMAS MEXICANAS PARA IMPACTO AMBIENTAL	IV-3
IV.2 DIFERENTES AFECTACIONES POR EL USO DEL CONCRETO LANZADO	IV-25
IV.2.1 GENERALIDADES DE AFECTACIONES DEL CONCRETO LAZANDO	IV-26
IV.2.2 IMPACTO AMBIENTAL EL LA COLOCACIÓN DEL CONCRETO LANZADO	
IV.3 EVALUACION DEL RIESGO AMBIENTAL	IV-29
IV.3.1 SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE ASPECTOS RELEVANTES DEL PROYECTO PARA EL ANÁLISIS AMBIENTAL	IV-30
IV.3.1.1 DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL AFECTADO	IV-31
IV.3.1.1.1 DEL MEDIO FÍSICO	IV-31
IV.3.1.1.2 DEL MEDIO ANTRÓPICO	IV-31
IV.3.1.1.3 DE LOS PROBLEMAS AMBIENTALES ACTUALES	IV-31
IV.3.1.1.4 DE LAS ÁREAS DE VALOR PATRIMONIAL Y CULTURAL	IV-31
IV.3.2 DETERMINACIÓN DE IMPACTOS POTENCIALES	IV-31
IV.3.2.1 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE EFECTOS	IV-32
IV.3.2.2 EVALUACIÓN DE EFECTOS	IV-32
IV.3.2.3 PROPUESTA DE ACCIÓN AMBIENTAL	IV-32
V.3.3 LA MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL	IV-33
<b>CAPITULO V APLICACIÓN EN OBRAS CIVILES DEL CONCRETO LANZADO</b>	
V.1 ESTRATIGRAFIA DEL TERRENO	V-1
V.1.1 CONSTITUCIÓN INTERNA DEL GLOBO TERRESTRE	V-1
V.1.2 SUELO	V-2
V.1.3 SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS BASADO EN CRITERIOS DE GRANULOMETRÍA	V-3
V.2 CLASIFICACION DE TALUDES	V-11
V.2.1 TIPOS Y CAUSAS DE FALLA MÁS COMUNES EN TALUDES NATURALES	V-12
V.2.2 TIPOS Y CAUSAS DE FALLA MÁS COMUNES EN TALUDES ARTIFICIALES	V-15
V.3 CLASIFICACION DE NIVELES DE RIESGO EN TALUDES DE ACUERDO A LA ESTRATIGRAFIA DEL TERRENO	V-18
V.4 CONCRETO LANZADO DONDE SE REQUIERE DE ANCLAJES	V-22
V.4.1 CONSTRUCCIÓN DE UN ANCLAJE	V-27
V.4.1 TÉCNICAS DE PERFORACIÓN DE UN ANCLAJE	V-27
V.4.2 INSTALACIÓN DE UN ANCLAJE	V-29

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**INDICE**

	PAGINA
V.5 CONCRETO LANZADO DONDE SE REQUIRE ACERO DE REFUERZO	V-32
VI.6 CONCRETO LANZADO DONDE SE REQUIRE FIBRAS SINTETICAS	V-36
V.6.1 DOSIFICACIÓN DE FIBRAS	V-41
V.6.2 REFUERZO CON FIBRAS	V-45
<b>CAPITULO VI VALORACIÓN DEL TIEMPO Y DETERMINACIÓN DEL COSTO DEL CONCRETO LANZADO</b>	VI-1
VI.1 RENDIMIENTOS DE COLOCACIÓN	VI-1
VI.1.1 MANO DE OBRA	VI-2
VI.1.1.1 LA CUADRILLA DEL LANZADO DE CONCRETO	VI-2
VI.1.1.2 LANZADOR DE CONCRETO	VI-3
VI.1.1.3 OPERADOR DEL CHIFLÓN	VI-4
VI.1.1.4 OPERADOR DE LA LANZADORA DE CONCRETO	VI-5
VI.1.1.5 OPERADOR DE LA MEZCLADORA DE CONCRETO	VI-5
VI.1.1.6 SOBRESTANTE	VI-6
VI.1.2 ORGANIZACIÓN DE MANO DE OBRA	VI-6
VI.1.3 MAQUINARIA Y EQUIPO	VI-8
VI.1.4 MATERIALES	VI-9
VI.1.5 TIPOS DE RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA EN LA CONSTRUCCIÓN	VI-9
VI.2 FACTIBILIDAD DE COLOCACIÓN	VI-18
VI.2.1 OBRAS DONDE SE UTILIZA EL CONCRETO LANZADO	VI-19
VI.2.2 EJEMPLOS DE FACTIBILIDAD DEL CONCRETO LANZADO	VI-20
VI.3 COSTOS DE COLOCACIÓN	VI-22
VI.3.1 INTEGRACIÓN DEL PRECIO UNITARIO	VI-24
VI.3.2 INTEGRACIÓN DEL SALARIO REAL, INTEGRACIÓN DEL COSTO HORARIO Y PROGRAMA DE OBRA	VI-26
VI.3.2.1 INTEGRACIÓN DEL FACTOR DE SALARIO REAL	VI-26
VI.3.2.2 INTEGRACIÓN DEL COSTO HORARIO	VI-30
VI.3.2.3 PROGRAMA DE OBRA	VI-32
VI.3.3 EJEMPLO ILUSTRATIVO	VI-33
VI.3.3.1 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE MURO DE CONTENCIÓN CONCRETO NORMAL	VI-36
VI.3.3.2 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE MURO DE CONTENCIÓN CON CONCRETO LANZADO	VI-36
VI.3.3.3 PRESUPUESTO DE OBRA DE MURO DE CONTENCIÓN CON CONCRETO LANZADO	VI-41
VI.3.3.4 PRESUPUESTO DE OBRA DE MURO DE CONTENCIÓN CON CONCRETO NORMAL	VI-52
<b>CAPITULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	VII-1

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA-1

ANEXO- 1

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



# INTRODUCCIÓN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## INTRODUCCIÓN

En el mundo actual (global) es necesario estar a la vanguardia respecto a la tecnología; en el caso de la Obra Civil no es la excepción por lo que día a día es indispensable conocer lo más actual para la construcción. En el caso del concreto lanzado es cada día mas usado como material en la obra civil así también para reparaciones; por lo anterior esta obra menciona lo beneficios para usarlo en la Obra civil.

El ACI (American Concrete Institute) define al concreto lanzado como un mortero o concreto transportado a través de una manguera y proyectado neumáticamente a alta velocidad sobre una superficie. Dicha superficie puede ser concreto, piedra, terreno natural, mampostería, acero, madera, poliestireno, etc. A diferencia del concreto convencional, que se coloca y luego se compacta (vibrado) en una segunda operación, el concreto lanzado se coloca y se compacta al mismo tiempo, debido a la fuerza con que se proyecta desde la boquilla.

Si la mezcla de concreto que se va a lanzar cuenta sólo con agregados finos, se le llama mortero lanzado, y si los agregados son gruesos se le denomina concreto lanzado. Por otra parte, el concreto con agregado fino es conocido como "gunite", y cuando incluye agregado grueso, como.."shotcrete", aunque también se llama gunite al concreto lanzado por la vía seca, y shotcrete al concreto lanzado por la vía húmeda.

A continuación se comentan los usos que de acuerdo con el American Concrete Institute (ACI). Cementos Mexicanos (Cemex) y Lanzacreto (empresa dedicada exclusivamente al lanzado de concreto en la Republica Mexicana), se presentan los que son actualmente los usos y aplicaciones más comunes del concreto lanzado:

- Estabilización de taludes y muros de contención
- Cisternas y tanques de agua

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- Albercas y lagos artificiales
- Rocas artificiales (rockscaping)
- Canales y drenajes
- Rehabilitación y refuerzo estructural
- Recubrimiento sobre panel de poliestireno
- Túneles y minas
- Muelles, diques y represas
- Paraboloïdes, domos geodésicos y cascarones
- Concreto refractario para chimeneas, hornos y torres

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Las ventajas que ofrece el concreto lanzado, son, entre otras, que evita la colocación de cimbras y tiras de corte; permite el diseño de formas libres; presenta baja permeabilidad, alta resistencia, adhesividad y durabilidad; disminuye las grietas por temperatura; puede dársele cualquier acabado y coloración; su técnica permite el acceso a sitios difíciles (pueden alcanzarse hasta 300 m horizontales y 100 m verticales) y, además, su empleo es ideal para estructuras de pared delgada.

Respecto al equipo necesario para la aplicación del concreto lanzado es el siguiente:

Lanzadora de concreto vía seca o bomba de concreto vía húmeda y mangueras y conexiones

Revolvedora de un saco o sacos premezclados para vía seca o trompos de concreto premezclado para vía húmeda

Bomba de agua para alta presión y mangueras y conexiones para vía seca

Andamios y/o plataforma de elevación

Equipo de seguridad: casco, lentes, botas, mascarilla, guantes, arnés, protección auditiva

Accesorios y herramientas: acero de refuerzo como varilla o malla electrosoldada, anclajes, reglas para emparejar y cortar, alambre, llanas, planas, cucharas y otros

Para poder asegurar la calidad de un trabajo de concreto lanzado, se deben considerar los siguientes puntos:

Realizar el diseño adecuado de la mezcla: especificar resistencia a la compresión, proporción de cemento, agregados, agua, aditivos, fibras, etcétera

Preparación de la superficie sobre la que se va a lanzar: debe estar libre de polvo, aceite, agua y materiales extraños sueltos

Mezclado de materiales de acuerdo con el diseño

Aplicación por parte de un boquillero con experiencia para reducir al mínimo el rebote y las oquedades detrás del acero de refuerzo (ver CAPITULO VI VALORACIÓN DEL TIEMPO Y DETERMINACIÓN DEL COSTO DEL CONCRETO LANZADO)

Curado como cualquier concreto, es decir, se puede curar con agua o utilizado aditivos comerciales como curacreto u otro tipo de marcas (VER CAPITULO II ELABORACIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO)

Por lo tanto en esta obra se encargará de ver detalladamente las generalidades del concreto lanzado así como del concreto convencional como primer capítulo; como segundo capítulo en general se detalla la elaboración de concretos convencionales analizando tiempos y costos en la elaboración de este. Como tercer capítulo se presenta el procedimiento de la elaboración del concreto lanzado, maquinaria a utilizar y las ventajas y desventajas que cada método (son dos: vía seca y vía húmeda). Como cuarto capítulo se analiza el impacto ambiental por la utilización de la tecnología de concreto lanzado respecto a la normatividad vigente. Como quinto capítulo se analiza la aplicación del concreto lanzado a la obra civil. Como sexto capítulo se hace un análisis de tiempo y costo respecto al concreto lanzado. Finalmente como séptimo capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones del uso del concreto lanzado como material utilizable en obras civiles también se presentan la bibliografía utilizada en la elaboración de este trabajo y los anexos correspondientes

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**CAPITULO I**  
**GENERALIDADES DEL**  
**CONCRETO LANZADO**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# CAPITULO I

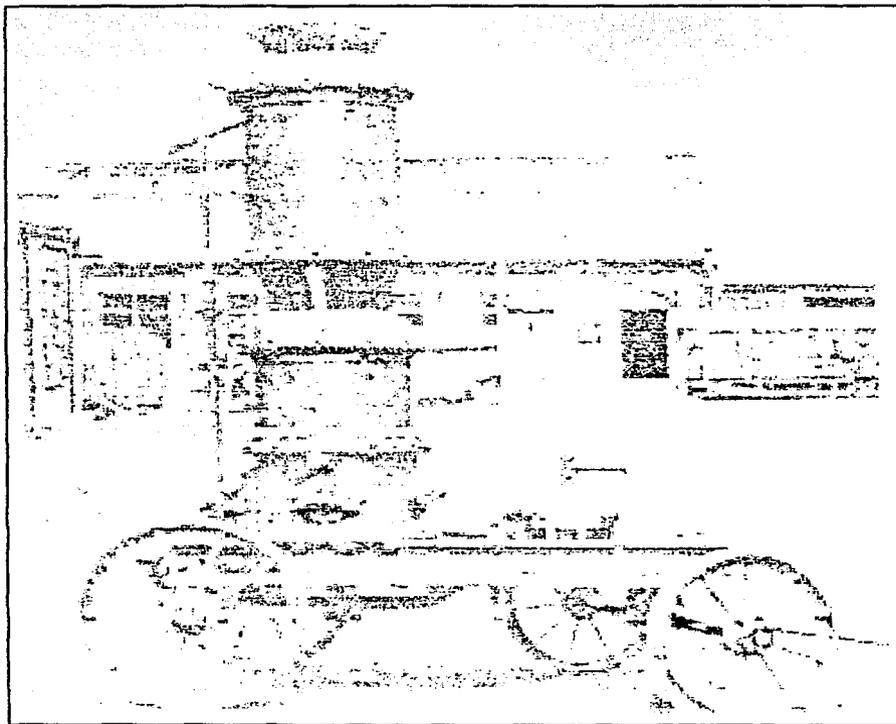
## GENERALIDADES DEL CONCRETO LANZADO

### I.1 ANTECEDENTES

Gracias a los proyectos hidroeléctricos y viales que se desarrollan hoy en día, toma gran importancia el tema del concreto lanzado como material utilizable en obras civiles, que es utilizado en estas grandes obras en la construcción de túneles y en la protección de taludes principalmente. Sin embargo, el concreto lanzado como material no es una invención reciente, siendo conocida la proyección de concreto por más de ochenta años. Los primeros trabajos donde se utilizó concreto lanzado fueron realizados en Estados Unidos de América por la Compañía Cement-Gun Allentown en 1907, que construyó la primera máquina para el lanzamiento de "mezcla seca de concreto". Dicho equipo fue diseñado en Pennsylvania (EUA) por Carl Ethan Akeley, (FIGURA V.1 FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA DE IMPULSIÓN "CEMENT-GUN" DE AKELEY, EUA, MODELO 1910), quien necesitó construir la máquina para proyectar material sobre unas mallas con el fin de construir modelos de esqueletos de animales. Esta compañía registró el nombre de "Gunita" para su mortero proyectado. Dicho mortero contenía materiales granulares finos y alto contenido de cemento. Para el año de 1930 la American Railway Engineering Association, (AREA), denominó el proceso de gunita como "SHOTCRETE" (Concreto lanzado). En el año de 1950 se desarrolló en Estados Unidos de América la utilización de una máquina de gunitado que constaba de un tambor rotatorio (similar al de un revólver), que permitía la incorporación de agregados gruesos a la mezcla, y a la vez proveía un suministro continuo de material hacia las mangueras de conducción. Este sistema fue perfeccionado más adelante por las compañías suizas de maquinaria, destacándose principalmente la Meynadier-Intradym y Aliva. MTB-

TECNOCONCRETO En el año de 1951 el American Concrete Institute, ACI (American Association Concrete), adoptó el término "SHOTCRETE" para definir el sistema de lanzado vía seca. En 1966 el ACI aplicó el término "SHOTCRETE" para todo el mortero y concreto aplicado neumáticamente (tanto para el proceso de vía seca como para el proceso de vía húmeda).

FIGURA I.1 MÁQUINA DE IMPULSIÓN "CEMENT - GUN"  
DE AKELEY, EUA, MODELO 1910



Las enormes ventajas de la aplicación del concreto lanzado como proceso constructivo, así como los recientes desarrollos tanto en materiales como en equipos involucrados en el proceso de proyección del concreto, hacen del concreto lanzado una importante herramienta para diferentes tipos de trabajo.

**FALTA**

**PAGINA**

**1-3**

- En la vía seca, la mezcla de materiales cementantes y los agregados es transportada por las mangueras en un colchón de aire, donde el agua necesaria para la hidratación del material cementante es adicionada en la boquilla. EN LA TABLA I-1 DIFERENCIAS ENTRE EL CONCRETO LANZADO POR VÍA SECA Y VÍA HÚMEDA, se enumeran algunas diferencias.

TABLA I.1 DIFERENCIAS ENTRE EL CONCRETO LANZADO  
POR VÍA SECA Y VÍA HÚMEDA

FACTOR	VÍA SECA	VÍA HÚMEDA
EQUIPO	Menor inversión inicial Mayor desgaste debido a la abrasión. Mantenimiento más frecuente	Menos equipo en el sitio de trabajo. Menor desgaste de maquinaria.
CONSUMO DE AIRE	Presión a llave abierta 0.7 MPa (100 psi). Caudal mínimo de 600 cfm	Presión a llave abierta 0.7 MPa (100 psi). Caudal mínimo de 275 cfm.
MEZCLA	En el sitio de trabajo Sitios especiales, acopio de materiales.	En planta
PRODUCCIÓN	Raramente se exceden los 5 m <sup>3</sup> /h	2-10 m <sup>3</sup> /h cuando es lanzado por un operario Hasta 20 m <sup>3</sup> /hr, con la utilización de robot
HOMOGENEIDAD	Debido a la adición de agua según	Mayor homogeneidad
RESISTENCIA	No controlada	Controlada.
REBOTE	Entre el 15-30%. para superficies verticales. Entre el 25-50 % sobre cabeza.	Bajos rebotes con mezclas adecuadas (menores al 10%).

Entre los dos métodos. En la vía húmeda el agua requerida para la hidratación del material cementante, es incorporada a la mezcla junto con los otros componentes del concreto.

FIGURA I.2 CONCRETO LANZADO POR VÍA HÚMEDA



Hace aproximadamente unos treinta años, algunas plantas de concreto lanzaron a la industria de la construcción una nueva alternativa para la aplicación: "Concreto lanzado vía húmeda", obteniendo la aceptación de los constructores, y perfeccionando día a día una técnica anteriormente desconocida para el país. Por otra parte, aunque en los grandes proyectos civiles que se desarrollan actualmente en el país se empieza a considerar el concreto lanzado vía húmeda como una alternativa de construcción, el método que ha predominado por años ha sido el de la vía seca ver FIGURA I.3 CONCRETO LANZADO POR VÍA SECA. Entre las razones para esta marcada preferencia se encuentran:

- Una menor inversión inicial en máquinas lanzadoras frente a bombas lanzadoras.
  - Un temor a las dramáticas pérdidas de resistencias que pueden ocurrir en el concreto lanzado vía húmeda si los aditivos acelerantes administrados en la boquilla son sobredosificantes.
  - Una mayor versatilidad para ejecutar pequeños trabajos de reparación en túneles de la vía seca frente a la húmeda.
  - La no existencia de entidades controladoras del medio ambiente,
- El desconocimiento real de la vía húmeda y de sus avances tecnológicos.

FIGURA 1.3 CONCRETO LANZADO POR VÍA SECA



Sin embargo, se presentan hoy factores que benefician e impulsan la implementación y utilización de la vía húmeda, tales como:

- La creación de Instituciones que investigan a cerca del concreto lanzado IMCYC (Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto)
- Las nuevas tecnologías existentes en el mercado.

Los diseños de mezclas típicos que han venido siendo utilizados encada uno de los sistemas de concreto lanzado son:

VIA SECA	VIA HUMEDA
CEMENTO: 320-460 kg/m <sup>3</sup>	CEMENTO: 320-460 kg/m <sup>3</sup>
RELACIÓN AGREGADO/CEMENTO 6:1-3:1	RELACIÓN AGREGADO/CEMENTO 5:1-3:1
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN: 20-45 MPa	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN: 25-50 MPa
RELACIÓN AGUA-CEMENTO: 0.4-0.5	RELACIÓN AGUA-CEMENTO: 0.4-0.6

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Los aditivos químicos acelerantes han sido utilizados tradicionalmente en concreto lanzado para:

- Ocasionar la ganancia rápida de resistencias, haciéndole componente para el soporte de túneles, en las etapas de construcción;
- Reducir el nivel de rebote del agregado en la operación de lanzado;
- Permitir capas de concreto colocado de mayor espesor por pasada;
- Permitir la posibilidad de aplicar el concreto sobre superficies húmedas y/o con presencia de filtraciones;
- Permitir las operaciones de lanzado sobre-cabeza.

Para los trabajos especializados de tunelería y minería son requeridos en algunos aditivos, acelerantes que garanticen fraguados iniciales de 3 minutos y fraguados

finales a los 10 minutos, con una resistencia a la compresión mínima de 5 MPa a las 8 horas.

El concreto lanzado ofrece ventajas sobre el concreto convencional en muchos tipos de construcción y reparación como son:

- Estructuras nuevas (techos, paredes, tanques presforzados, recipientes, albercas, túneles, alcantarillas de aguas).
- Recubrimientos de acero estructural, para proporcionar resistencia al fuego y proteger su capacidad de resistencia.
- Reparación de estructuras dañadas por la abrasión.
- El concreto lanzado es útil también como recubrimiento, ya que tiene una excelente adhesión, resistencia a la abrasión y resistencia mecánica. El concreto lanzado puede rellenar grietas fácilmente y moldear sobre cualquier forma por complicada que esta sea.

Además de ser frecuentemente más económico que el concreto convencional ver  
CAPÍTULO VI VALORIZACIÓN DEL TIEMPO Y DETERMINACIÓN DEL COSTO DEL  
CONCRETO LANZADO, debido a que presenta menos trabajo de cimbra y requiere solamente una planta de trabajo portátil para mezclado y colocación en las áreas más inaccesibles.

Los valores más reportados para las resistencias a los 28 días están dentro de los límites de 20 a 50 N/mm<sup>2</sup>, pero frecuentemente se han obtenido valores superiores a 70 N/mm<sup>2</sup>. Se han especificado resistencias mínimas de 28 N/mm<sup>2</sup> para obras de ingeniería controlada. Resistencias mas altas solo han obtenidas con el equipo de concreto a alta velocidad.

Como el concreto reforzado normal, se emplea acero de refuerzo en el concreto lanzado para resistir esfuerzos estructurales o de temperatura. por lo general se usa una tela de malla de acero, soldada eléctricamente, cuyo peso y tipo depende de las circunstancias peculiares de cada caso.

Es una práctica general, tomar una forma de tejido de malla de cualquier espesor de concreto lanzado mayor de 25 mm, con una separación de la aberturas de 50 x 50 mm y 100 x 100 mm.

Además no se recomiendan los refuerzos de varillas torcidas, varillas corrugadas, mallas de metal desplegado, malla cerrada de alambre para gallinero, ya que tienden a producir problemas de rebote (evita que el material de adhiera correctamente, provocando un desprendimiento del mismo).

Se han llevado a cabo experimentos satisfactorios con fibra de vidrio, filamentos cortos de polipropileno y fibras de acero (ver capítulos posteriores) refuerzo integral, dispersados aleatoriamente, mezclados integralmente con el concreto lanzado, los cuales pueden ser utilizados para recubrimiento de frentes de muelles para absorber daños de impacto, que tienden a proporcionar buenas propiedades cohesivas y elásticas a la amalgama, pero no mejora la rigidez a la flexión, además el concreto con fibras de acero se ha integrado con éxito al concreto lanzado para formar revestimientos de túneles y muros contra explosiones. Ha sido posible incluir hasta un 6 % del peso de fibra fina de acero de 25 mm de longitud (0.25 mm diámetro). En la mezcla original de arena y cemento, una cantidad mayor ocasionaría problemas de bloqueo, y una proporción menor, no produce resultados favorables.

Esto fue una descripción breve del concreto lanzado, cuyo concepto se trata más ampliamente en los capítulos posteriores.

A continuación se presenta el **CAPITULO II ELABORACIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO.**

CAPITULO II  
ELABORACIÓN DE  
MEZCLAS DE CONCRETO

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CAPITULO II

### ELABORACION DE MEZCLAS DE CONCRETO

A continuación en este capítulo, se exponen los aspectos generales sobre la elaboración de mezclas de concreto como parte fundamental del presente trabajo. Se le llama concreto a una mezcla de cemento Portland, agua, y materiales inertes, tales como arena, piedra machacada ó grava.

Cuando se introduce en el concreto un armado de metal de tal modo que ambos materiales actúen juntos para resistir las fuerzas, la construcción recibe el nombre de concreto reforzado; la función principal del concreto es la de resistir los esfuerzos de compresión, y de la armadura metálica, soportar los esfuerzos de tensión ó tracción.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

#### II.1 SUMINISTRO DE MATERIALES

Dado que es de interés para el ingeniero el buen desarrollo de cualquier construcción, es entonces necesario saber las distintas clasificaciones y características de los componentes del concreto, así como la forma en que estos son suministrados, es por eso que a continuación se dan algunos datos de estos temas como siguen.

##### II.1.1 MATERIALES MAS COMUNMENTE USADOS PARA LA ELABORACION DE CONCRETOS COMERCIALES

Los cementos Portland son cementos hidráulicos compuestos principalmente de silicatos de calcio hidráulicos, esto es, fraguan y endurecen al reaccionar químicamente con el agua. En el curso de esta reacción, denominada hidratación, el cemento se combina con el agua para formar una pasta, y cuando le son agregados arena y grava triturada, se forma lo que se conoce como el material más versátil utilizado para la construcción: el CONCRETO.

**EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL  
UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES.**

En la TABLA II.1 MATERIALES MAS COMUNMENTE EMPLEADOS EN LA ELABORACIÓN DE CONCRETOS COMERCIALES se muestran los materiales más comúnmente empleados en la elaboración de los concretos comerciales como siguen a continuación:

**TABLA II.1 MATERIALES MÁS COMUNMENTE EMPLEADOS  
EN LA ELABORACIÓN DE CONCRETOS COMERCIALES**

Material	Tipo		Cumplen con Normas:
	Tipo	Clase* (Num nominal/mm <sup>2</sup> )	
Cemento	Cemento Portland Ordinario CPO	20	NMX -C-414-ONNCE-1999
	Cemento Portland Puzolánico CPP	30, 30 R	
	Cemento Portland Compuesto CRC	40	
Grava	Tamaño máximo del agregado: 20 mm 40 mm Natural: de mina o de río Triturada		NMX C-111 Si el productor propone usar otros materiales, tendrá que proporcionar información en apoyo a su propuesta.
Aditivos (ver Uso de Aditivos, más adelante)	Reductor de agua Normal (Tipo I) o Retardante (Tipo IV)		NMX C-255
Agua	Libre de material nocivo al concreto.		

FUENTE: GUIA DEL CONCRETO PROFESIONAL CEMEX CONCRETOS

\* La clase corresponde a la resistencia de cemento medida a 28 días. Cualquier clase es aplicable a cualquier tipo de cemento.

**TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN**

En la TABLA II.2 TIPOS DE CEMENTOS PORTLAND se muestran los tipos de cemento Portland en donde también se incluye la clase, características especiales y la norma con que cumple.

**TABLA II.2 TIPOS DE CEMENTOS PORTLAND**

Material	Tipo	Clase* (Numero nominal/mm <sup>2</sup> )	Características especiales	Cumple con Normas:
Cemento	Cemento Portland Ordinario (CPO)	20	Resistencia a sulfatos RS	NMX-C-414-ONNCE-1999
	Cemento Portland Puzolánico (CPP)	30, 30 R	Bajo calor de hidratación BCH	
	Cemento Portland Compuesto (CPC)	40, 40 R	Baja reactividad alcali-agregado BRA	
	Cemento Portland de escoria granulada (CPEG)	_____	Blanco	
	Cemento Portland de Humo de Sílice (CPS)	_____	B	
	Cemento de Escoria Granulada (CEG)	_____	_____	

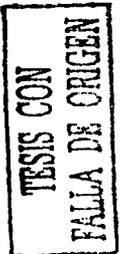
FUENTE: GUIA DEL CONCRETO PROFESIONAL CEMEX CONCRETOS

En la TABLA II.3 TIPOS DE AGREGADOS, se muestra el tipo de agregados que son empleados en la elaboración de los concretos comerciales.

**TABLA II.3 DE TIPOS DE AGREGADOS**

Material	Tipo	Cumplen con:
Agregados	Ligeros	NMX C-299
	Pesados	NMX C-111
	Escoria de alto horno	
	Tamaños máximos nominales 10, 25 y 50 mm	
	Tipos especiales de concretos arquitectónicos (color, forma, textura, etc.)	
	De granulometría discontinua: (arquitectónicos, impermeables)	

FUENTE: GUIA DEL CONCRETO PROFESIONAL CEMEX CONCRETOS



**EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL  
UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES.**

En la TABLA II.4 TIPOS DE ADITIVOS se observa el tipo de aditivos que se pueden adicionar a los concretos comerciales como siguen.

**TABLA II.4 TIPOS DE ADITIVOS**

<b>Material</b>	<b>Tipo</b>	<b>Cumplen con:</b>
Aditivos (ver Uso de aditivos, más adelante)	Retardante (Tipo II)	NMX C-255 o ASTM C 494 o ACI 212 y otras
	Acelerante (Tipo III)	
	Retardante y reductor de agua (Tipo IV)	
	Acelerante y reductor de agua (Tipo V)	
	Superfluidificante (Tipo VI)	
	Superfluidificante y retardante (Tipo VII)	
	Impermeabilizante	
	Inclisor de aire	
	Expansores	
	Expansores estabilizadores de volumen	
Colorantes		
Fibras cortas		
Tipos o marcas específicas		

**FUENTE: GUIA DEL CONCRETO PROFESIONAL CEMEX CONCRETOS**

En la construcción de concreto armado solamente debe usarse cemento Portland y es necesario hacer un ensayo de cada suministro, según las prescripciones de la Standard Specification and Test for Portland Cement (Designación: C9-26 de la American Society for Testing of Materials).

### **II.1.2 CLASIFICACION DE LOS CEMENTOS.**

La American Society for Testing of Materials (ASTM) en su norma ASTM C 150 establece ocho diferentes tipos de cemento, de acuerdo a los usos y necesidades del mercado de la construcción.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

En la TÁBLA II.5 TIPOS DE CEMENTO QUE ESTABLECE LA AMERICAN SOCIETY FOR TESTING OF MATERIALS EN SU NORMA ASTM C 150 se puede apreciar el tipo, nombre y aplicación de cada uno de los ocho cementos mencionados.

**TABLA II.5 TIPOS DE CEMENTO QUE ESTABLECE LA AMERICAN SOCIETY FOR TESTING OF MATERIALS EN SU NORMA ASTM C 150**

Tipo	Nombre	Aplicación
I	Normal	Para uso general, donde no son requeridos otros tipos de cemento.
IA	Normal	Uso general, con inductor de aire.
II	Moderado	Para uso general y además en construcciones donde existe un moderado ataque de sulfatos o se requiera un moderado calor de hidratación.
IIA	Moderado	Igual que el tipo II, pero con inductor de aire.
III	Altas resistencias	Para uso donde se requieren altas resistencias a edades tempranas.
IIIA	Altas resistencias	Mismo uso que el tipo III, con aire incluido.
IV	Bajo calor de hidratación	Para uso donde se requiere un bajo calor de hidratación.
V	Resistente a la acción de los sulfatos	Para uso general y además en construcciones donde existe un alto ataque de sulfatos.

FUENTE: GUIA DEL CONCRETO PROFESIONAL CEMEX CONCRETOS

Enseguida se mencionan las características generales y usos más comunes de los cementos del tipo I, II, III, IV y V para dar un mejor detalle y ampliar más la información sobre estos cementos.

### II.1.2.1 TIPO I COMUN

Este tipo de cemento es de uso general, y se emplea cuando no se requiere de propiedades y características especiales que lo protejan del ataque de factores agresivos como sulfatos, cloruros y temperaturas originadas por calor de

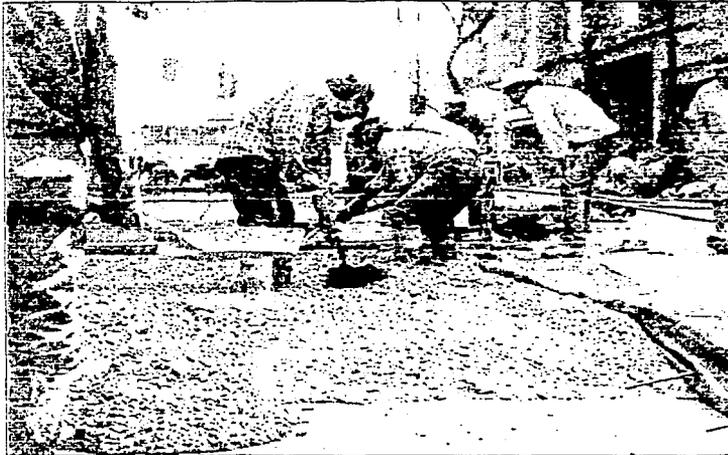
**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL  
UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES.**

---

hidratación. Entre los usos donde se emplea este tipo de cemento están: pisos, pavimentos, edificios, estructuras, elementos prefabricados.

**FIGURA II.1 COLOCACION DE CONCRETO HIDRAULICO EN OBRAS DE  
REPAVIMENTACION DEL CENTRO HISTORICO DE LA C.D. DE MEXICO OCTUBRE 2002**



### **II.1.2.2 TIPO II MODIFICADO**

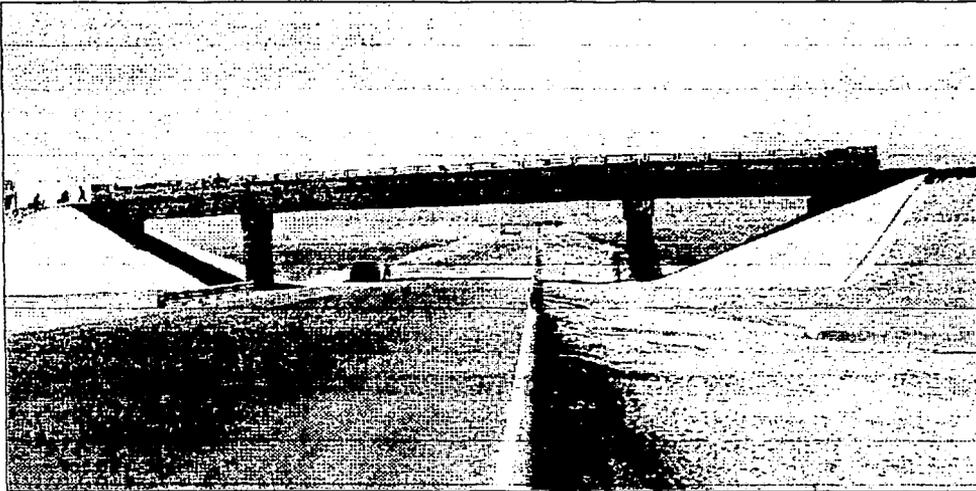
El cemento Portland tipo II se utiliza cuando es necesario la protección contra el ataque moderado de sulfatos, como por ejemplo en las tuberías de drenaje, siempre y cuando las concentraciones de sulfatos sean ligeramente superiores a lo normal, pero sin llegar a ser severas.

### **II.1.2.3 TIPO III RAPIDA RESISTENCIA ALTA**

Este tipo de cemento desarrolla altas resistencias a edades tempranas, a 3 y 7 días. Esta propiedad se obtiene al molerse el cemento más finamente durante el proceso de molienda. Su utilización se debe a necesidades específicas de la construcción, cuando es necesario retirar cimbras lo más pronto posible o cuando

por requerimientos particulares, una obra tiene que ponerse en servicio muy rápidamente, como en el caso de carreteras y autopistas.

**FIGURA II.2 PUENTE CARRETERO EN TEZIUTLAN, PUEBLA JULIO DE 2002**



#### **II.1.2.4 TIPO IV BAJO CALOR**

El cemento Portland tipo IV se utiliza cuando por necesidades de la obra, se requiere que el calor generado por la hidratación sea mantenido a un mínimo. El desarrollo de resistencias de este tipo de cemento es muy lento en comparación con los otros tipos de cemento. Los usos y aplicaciones del cemento tipo IV están dirigidos a obras con estructuras de tipo masivo, como por ejemplo grandes presas.

#### **II.1.2.5 TIPO V ALTA RESISTENCIA A LOS SULFATOS**

(En caso de presentarse concentraciones mayores se recomienda el uso de cemento Tipo V, el cual es altamente resistente al ataque de los sulfatos). Genera normalmente menos calor que el cemento tipo I, y este requisito de moderado calor de hidratación puede especificarse a opción del comprador. En casos donde se especifican límites máximos para el calor de hidratación, puede emplearse en

obras de gran volumen y particularmente en climas cálidos, en aplicaciones como muros de contención, pilas, presas, etc. La American Society for Testing of Materials en su norma ASTM C 150 establece como requisito opcional un máximo de 70 cal/g a siete días para este tipo de cemento.

### **II.1.2.6 CEMENTOS HIDRAULICOS MEZCLADOS**

Estos cementos han sido desarrollados debido al interés de la industria por la conservación de la energía y la economía en su producción. La American Society for Testing of Materials en su norma ASTM C 595 reconoce la existencia de cinco tipos de cementos mezclados los cuales se presentan a continuación como siguen:

- † Cemento Portland de escoria de alto horno-Tipo IS.
- † Cemento Portland puzolana-Tipo IP y Tipo P.
- † Cemento de escoria-Tipo S.
- † Cemento Portland modificado con puzolana-Tipo I (PM).
- † Cemento Portland modificado con escoria-Tipo I (SM).

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

#### **II.1.2.6.1 TIPO IS**

El cemento Portland de escoria de alto horno se puede emplear en las construcciones de concreto en general. Para producir este tipo de cemento, la escoria del alto horno se muele junto con el clinker de cemento Portland, o puede también molerse en forma separada y luego mezclarse con el cemento. El contenido de escoria varía entre el 25 y el 70 % en peso.

#### **II.1.2.6.2 TIPO IP Y TIPO P**

El cemento Portland IP puede ser empleado en construcciones en general y el tipo P se utiliza en construcciones donde no sean necesarias resistencias altas a edades tempranas. El tipo P se utiliza normalmente en estructuras masivas, como

estribos, presas y pilas de cimentación. El contenido de puzolana de estos cementos se sitúa entre el 15 y el 40 % en peso.

#### II.1.2.6.3 TIPO S

El cemento tipo S, de escoria, se usa comúnmente en donde se requieren resistencias inferiores. Este cemento se fabrica mediante cualquiera de los siguientes métodos:

- 1) Mezclando escoria molida de alto horno y cemento Portland.
- 2) Mezclando escoria molida y cal hidratada.
- 3) Mezclando escoria molida, cemento Portland y cal hidratada.

El contenido mínimo de escoria es del 70 % en peso del cemento de escoria.

#### II.1.2.6.4 TIPO I (PM)

El cemento Portland tipo I (PM), modificado con puzolana, se emplea en todo tipo de construcciones de concreto. El cemento se fabrica combinando cemento Portland o cemento Portland de escoria de alto horno con puzolana fina. Esto se puede lograr:

- 1) Mezclando el cemento Portland con la puzolana
- 2) Mezclando el cemento Portland de escoria de alto horno con puzolana
- 3) Moliendo conjuntamente el clinker de cemento con la puzolana
- 4) Por medio de una combinación de molienda conjunta y de mezclado.

El contenido de puzolana es menor del 15 % en peso del cemento terminado.

#### II.1.2.6.4 TIPO I (SM)

El cemento Portland modificado con escoria, TIPO I (SM), se puede emplear en todo tipo de construcciones de concreto. Se fabrica mediante cualquiera de los siguientes procesos:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL  
UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES.**

---

- 1) Moliendo conjuntamente el clinker con alguna escoria granular de alto horno
- 2) Mezclando escoria molida y cal hidratada
- 3) Mezclando escoria, cemento Portland y cal hidratada

El contenido máximo de escoria es del 25 % del peso del cemento de escoria.

A todos los cementos mezclados arriba mencionados, se les puede designar la inclusión de aire agregando el sufijo A, por ejemplo, cemento TIPO S-A. Además, en este tipo de cementos, la norma establece como requisito opcional para los cementos

Tipo I (SM), I (PM), IS, IP y los denominados con subfijo MS o MH lo siguiente: moderada resistencia a los sulfatos y/o moderado calor de hidratación y en caso del tipo P y PA, moderada resistencia a los sulfatos y/o bajo calor de hidratación.

**FIGURA II.3 INSTALACIONES DEL ORGANISMO DESCENTRALIZADO DE AGUA  
POTABLE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO O.D.A.P.A.S. EN LA CIUDAD DE MEXICO**

2002



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

La American Society for Testing of Materials en su norma ASTM C 1157 establece los requisitos de durabilidad para los cementos hidráulicos cuando se utilicen en aplicaciones especiales o para uso general. Por ejemplo, donde se requieran altas resistencias tempranas, moderada a alta resistencia a los sulfatos, moderado o

bajo calor de hidratación y opcionalmente baja reactividad con los agregados reactivos a los álcalis.

### **II.1.2.2 CEMENTOS ESPECIALES**

A continuación se presentan algunos cementos especiales, se les llama especiales porque tienen propiedades tanto físicas como químicas diferentes a los otros tipos de cementos comerciales y que son requeridas en cierto tipo de obras donde son necesarias estas propiedades especiales.

#### **II.1.2.2.1 CEMENTOS PARA POZOS PETROLEROS**

Estos cementos, empleados para sellar pozos petroleros, normalmente están hechos de clinker de cemento Portland. Generalmente deben tener un fraguado lento y deben ser resistentes a temperaturas y presiones elevadas. El Instituto Americano del Petróleo (American Petroleum Institute) establece especificaciones (API 10-A) para nueve clases de cemento para pozos (clases A a la H). Cada clase resulta aplicable para su uso en un cierto rango de profundidades de pozo, temperaturas, presiones y ambientes sulfatados. También se emplean tipos convencionales de cemento Portland con los aditivos adecuados para modificar el cemento.

#### **II.1.2.2.2 CEMENTOS PLASTICOS**

Los cementos plásticos se fabrican añadiendo agentes plastificantes, en una cantidad no mayor del 12% del volumen total, al cemento Portland de TIPO I ó II durante la operación de molienda. Estos cementos comúnmente son empleados para hacer morteros y aplanados.

Cementos Portland Impermeabilizados. El cemento Portland impermeabilizado usualmente se fabrica añadiendo una pequeña cantidad de aditivo repelente al agua como el estearato de sodio, de aluminio, u otros, al clinker de cemento durante la molienda final.

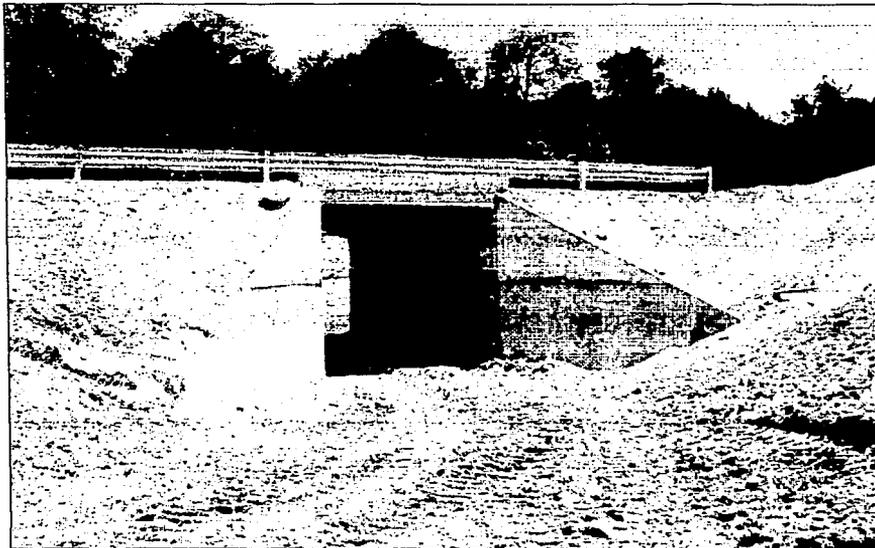
### **II.1.2.3 OTROS TIPOS DE CEMENTO**

A continuación se presentan otros tipos de cementos que son empleados en la construcción y que enseguida se mencionan para su conocimiento en esta obra.

#### **II.1.2.3.1 CEMENTOS DE ALBAÑILERIA**

Estos son cementos hidráulicos diseñados para emplearse en morteros, para construcciones de mampostería. Están compuestos por alguno de los siguientes: cemento Portland, cemento Portland puzolana, cemento Portland de escoria de alto horno, cemento de escoria, cal hidráulica y cemento natural. Además, normalmente contienen materiales como cal hidratada, caliza, creta, talco o arcilla. La trabajabilidad, resistencia y color de los cementos de albañilería se mantienen a niveles uniformes gracias a los controles durante su manufactura. Aparte de ser empleados en morteros para trabajos de mampostería, pueden utilizarse para argamasas y aplanados, mas nunca se deben emplear para elaborar concreto.

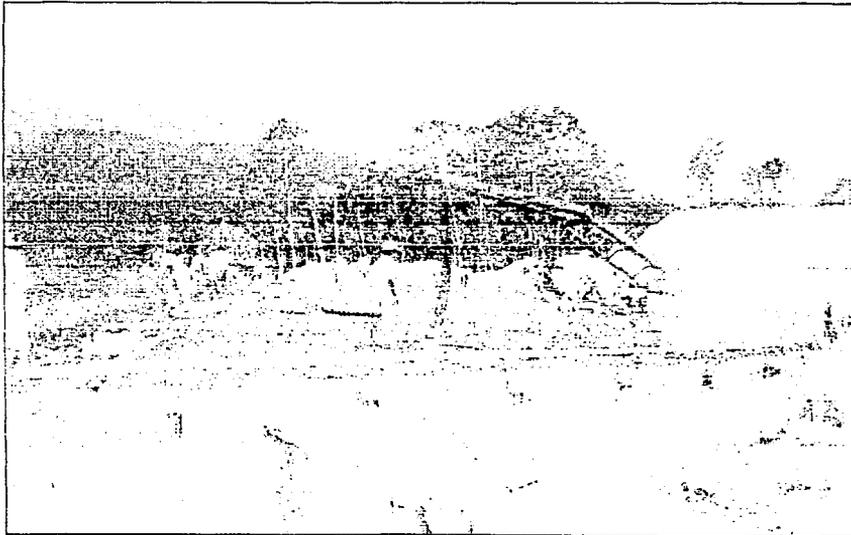
**FIGURA II.4 ALERONES DE PUENTE CARRETERO, TEZIUTLAN PUEBLA JULIO DE 2002**



### II.1.2.3.2 CEMENTOS EXPANSIVOS

El cemento expansivo es un cemento hidráulico que se expande ligeramente durante el período de endurecimiento a edad temprana después del fraguado. Debe satisfacer los requisitos de la especificación que determina la American Society for Testing of Materials en su norma ASTM C 845, en la cual se le designa como cemento tipo E-1. Comúnmente se reconocen tres variedades de cemento expansivo: E-1(K) contiene cemento Portland, trialuminosulfato tetracálcico anhídrido, sulfato de calcio y óxido de calcio sin combinar. E-1(M) contiene cemento Portland, cemento de aluminato de calcio y sulfato de calcio. E-1(S) contiene cemento Portland con un contenido elevado de aluminato tricálcico y sulfato de calcio.

FIGURA II.5 COLADO DE UN FIRME DE CONCRETO ARMADO DE UN  
PUENTE CARRETERO TEZIUTLAN, PUEBLA JULIO DE 2002



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### **II.1.2.3.3 CEMENTO PORTLAND BLANCO**

El cemento Portland blanco difiere del cemento Portland gris únicamente en el color. Se fabrica conforme a las especificaciones de la American Society for Testing of Materials en su norma ASTM C 150, normalmente con respecto al tipo I ó tipo III; el proceso de manufactura, sin embargo, es controlado de tal manera que el producto terminado sea blanco. El cemento Portland blanco es fabricado con materias primas que contienen cantidades insignificantes de óxido de hierro y de manganoso, que son las sustancias que dan el color al cemento gris.

El cemento blanco se utiliza para fines estructurales y para fines arquitectónicos, como muros precolados, aplanados, pintura de cemento, paneles para fachadas, pegamento para azulejos y como concreto decorativo

### **II.1.2.3.4 CEMENTOS NATURALES**

Se emplean en la composición de morteros para fabricación de ladrillo, pero no se deben usar para la elaboración del concreto. Los cementos Portland que no se manchan se emplean solamente para decorados y acabados.

### **II.1.2.3.5 CEMENTOS RAPIDOS EN ALCANZAR LA RESISTENCIA DESEADA**

Algunos de estos tipos de cemento son cementos Portland propiamente dichos y otros son variedades a base de alúmina. Son eficaces cuando es necesario emplear un cemento que adquiera la resistencia deseada más rápidamente que el cemento Portland corriente. En ocasiones se aumenta la proporción del cemento Portland ordinario en la mezcla, para conseguir en avance una gran resistencia en un período de 3 a 7 días.

### **II.1.3 AGREGADOS PETREOS**

Se define como agregado a aquel material granular, que puede ser arena, grava, piedra triturada o escoria, usado como un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico.

Es reconocido que más del 60% de cada metro cúbico de concreto fabricado está constituido por los agregados, condición que destaca la importancia que tienen estos materiales en la elaboración de este producto. Bajo esta condición, las características de los materiales que los forman y los efectos de su uso en el concreto se han estudiado con mucho mayor detalle, de tal forma que se pueda producir un concreto de mejores características en estado fresco y con una mayor durabilidad.

Uno de los problemas más triviales pero más difundidos en relación con los agregados para concreto, es la terminología que se utiliza para su identificación. Esto es debido a que en forma indiscriminada se generan diferentes definiciones y clasificaciones para hablar de ellos. También cabe destacar la influencia que genera la procedencia de los términos utilizados, que tienen alguno de los siguientes orígenes y alcances que se muestran en la tabla

**TABLA II.6 PROCEDENCIA DE TERMINOS**

<b>Origen</b>	<b>Influencia</b>
Asociaciones tipo ASTM o ACI	Continental o Mundial
Normas, reglamento, leyes, etc.	País
Costumbres, denominación de origen, práctica local, etc.	Ciudad o región

**FUENTE: GUIA DEL CONCRETO PROFESIONAL CEMEX CONCRETOS**

### **II.1.3.1 CLASIFICACION DE AGREGADOS PETREOS**

A continuación se hace mención de las clasificaciones más comunes que se usan para este tipo de materiales.

Los agregados pueden clasificarse de acuerdo a diferentes características (modo de fragmentación, peso específico, origen, composición, tamaño de la partícula y color).

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

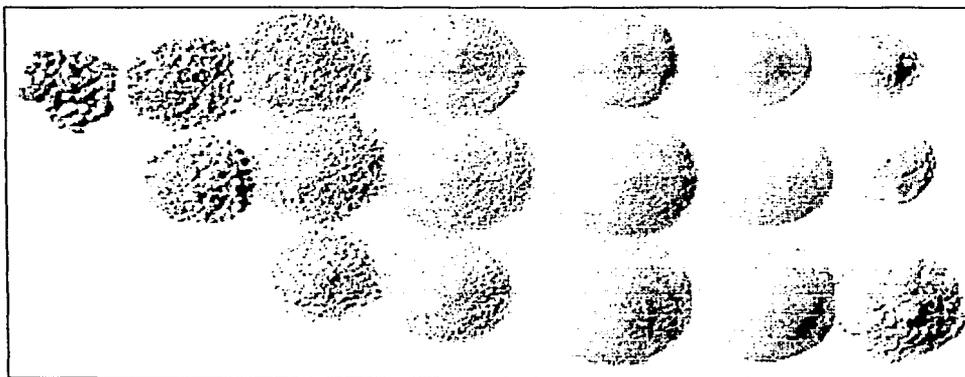
### II.1.3.1.1 CLASIFICACION POR MODO DE FRAGMENTACION DE LOS AGREGADOS

Por la forma en que ocurre el proceso de fragmentación de los materiales, la cual puede ser:

- ▣ **Natural:** por procesos naturales (erosión).
- ▣ **Manufacturada (triturados):** por procesos artificiales (mecánicos).
- ▣ **Mixta:** combinación de materiales fragmentados por procesos naturales y artificiales.

Este tipo de división no valida ninguna característica físico-química del agregado

FIGURA II.6 DISTINTOS TAMAÑOS DE AGREGADOS



### II.1.3.1.2 CLASIFICACION POR PESO ESPECIFICO

Esta identificación de agregados se genera de una característica básica del concreto que es su peso unitario, el cual a su vez depende del peso específico de los agregados que se utilizan en su fabricación. La división básica que existe es:

- ligero
- normal
- pesado

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Esta clasificación de agregados valora la correspondiente aptitud de los mismos para producir concreto con diferentes pesos unitarios, pero no considera sus características físico-químicas en forma detallada.

De acuerdo a lo anterior, se puede detectar o provocar un problema de comunicación, al existir tan variadas clasificaciones, que toman como base en algunos casos información inútil en la calificación de un agregado para concreto, o bien la información que proporcionan es incompleta. La situación que se genera por esta información parcial es:

- ⊕ Identificaciones imprecisas.
- ⊕ Establecimiento de juicios erróneos, al desconocer las bases de cada clasificación.
- ⊕ Aplicación de criterios equivocados en la evaluación de agregados.
- ⊕ Usos indiscriminados de las clasificaciones.

### **II.1.3.1.3 CLASIFICACION POR ORIGEN**

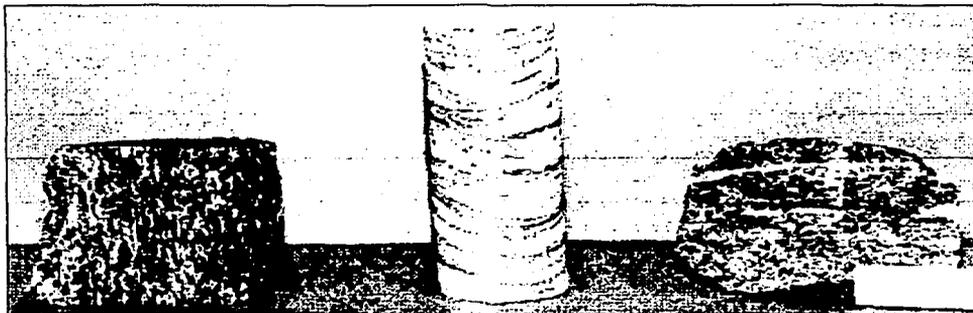
Esta clasificación toma como base la procedencia natural de las rocas y los procesos físico-químicos involucrados en su formación. Con base en ello, se divide a las rocas en tres grandes grupos:

- ⊕ Igneas
- ⊕ Sedimentarias
- ⊕ Metamórficas

Ninguna de estas identificaciones considera, en su proceso de clasificación, las propiedades físicas y/o químicas que debe cumplir un agregado para concreto.

A continuación se muestra en la FIGURA II.7 CLASIFICACION DE LAS ROCAS POR ORIGEN muestras de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, empezando de derecha a izquierda respectivamente.

FIGURA II.7 CLASIFICACION DE LAS ROCAS POR ORIGEN.



#### II.3.1.4 CLASIFICACION POR COMPOSICION

Esta división tiene como fundamento la composición químico-mineralógica de cada roca, además de llevar en forma implícita una denominación de origen. A continuación se mencionan algunos ejemplos de este tipo de clasificación:

Caliza  
Andesita  
Basalto

Tezontle  
Tepojal  
Riolita

Caliche  
Granito  
Mármol

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Al ser las características químicas y mineralógicas las únicas que intervienen en este tipo de agrupación, se tiene el fuerte inconveniente de no considerar las características físicas del material, tan importantes en la evaluación de los agregados para concreto.

Para puntualizar lo anterior se pueden mencionar dos ejemplos:

- a) La caliza, el mármol y el caliche tienen la misma composición química, pero no la misma resistencia física; aun más, es muy común que entre las calizas se observen diferentes grados de calidad física.
- b) El basalto y el tezontle tienen la misma composición química, pero al tener el tezontle una gran cantidad de espacio poroso lo hace un agregado ligero y de menor resistencia.

### II.1.3.1.5 CLASIFICACION POR TAMAÑO DE LA PARTICULA

Esta identificación de los materiales se deriva de la condición mínima del concreto convencional de dividir a los agregados en dos fracciones principales cuya frontera nominal es 4.75 mm (malla No. 4 ASTM), dando por resultado lo siguiente:

**TABLA II.6 CLASIFICACIONES DE AGREGADOS**

Clasificación	Intervalo Nominal (mm)	Mallas Correspondientes	
		NMX	ASTM
Agregado fino	0.075 - 4.75	F0.075-G4.75	No. 200-No 4
Agregado grueso	4.75 - variable (+)	G4.75 - (+)	No. 4 - (+)

NMX (Norma Mexicana), ASTM (American Society for Testing of Materials)

(+) El límite superior en el intervalo nominal del agregado grueso, y la designación de la malla correspondiente, dependen del tamaño máximo de la grava que se utilice.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### II.3.1.6. CLASIFICACION POR COLOR

Tal vez sea la clasificación más común que existe y la más fácil de generar o utilizar, ya que sólo considera el color del material.

La utilización de una clasificación simplista es una actividad más frecuente de lo deseable, ya que si bien es una forma rápida de identificar un agregado, es la que proporciona la mínima información del mismo.

### II.1.3.2 AGREGADO FINO (ARENA)

El agregado fino (arena) es aquel:

- 1) Agregado que pasa la malla 3/8" (9.5 mm) y casi totalmente pasa la malla No. 4 (4.75 mm) y es predominantemente retenido en la malla No. 200 (0.075 mm).

- 2) Es la porción de un agregado que pasa la malla No. 4 (4.75 mm) y es retenido en la malla No. 200 (0.075 mm).

### **II.1.3.3 AGREGADO GRUESO (GRAVA)**

Agregado predominantemente retenido en la malla No. 4 (4.75 mm).

Es la porción de un agregado retenido en la malla No. 4 (4.75 mm).

El agregado de grava se obtiene por excavación o dragado de un banco, de un río o del fondo del mar; el agregado de roca triturada es producido por la explotación de roca sólida. Antes de su entrega, el agregado generalmente es graduado y lavado; si bien, la operación de graduación y lavado del agregado en el banco o en la planta a veces no es tan buena como debe ser, y no puede garantizarse que cada carga entregada en la obra sea de la misma calidad que las otras. Entonces siempre hay variaciones, especialmente en la limpieza, la graduación y el contenido de humedad.

La eliminación de las otras clasificaciones (origen, composición, forma de partícula y color) se debe a que presentan los siguientes inconvenientes:

- Clasificaciones creadas con un objetivo diferente a la identificación de agregados para concreto (ejemplo: la división de rocas en ígneas, sedimentarias y metamórficas se realizó de acuerdo con las condiciones naturales de formación de las rocas y no calificando sus características físicas particulares asociables al uso en concreto).
- Conceptos ambiguos (ejemplo: desde el punto de vista de la composición química, basalto y tezontle son lo mismo, aunque es reconocido que pueden tener una diferencia significativa en color y peso volumétrico).
- No califican ninguna característica física de las que se evalúan en los agregados para concreto (ejemplo: origen).
- Miembros de familias diferentes o iguales pueden tener características físicas distintas o similares, generando confusión en las propiedades del

material (ejemplo: hay calizas de muy diversa calidad física, desde buena hasta pésima).

- Clasificaciones simplistas que inducen a interpretaciones erróneas (ejemplo: el color).

### II.1.3.4 CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DE LOS AGREGADOS

Las características de los agregados que es conveniente evaluar antes de ser empleados en la fabricación de concreto son las que se muestran en la TABLA II.7 CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS.

FIGURA II.8 MAQUINA CRIBADORA DE AGREGADOS



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TABLA II.7 CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

Característica	Pruebas aplicables	
	NMX (NORMA MEXICANA)	ASTM (American Society for Testing Materials)
Granulometría	C-111	C 33
Limpieza	C-111	C 33
Finos indeseables		D 2419

**TABLA II.7 CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS (CONTINUACION)**

Característica	Pruebas aplicables	
	NMX (NORMA MEXICANA)	ASTM (American Society for Testing Materials)
Materia orgánica	C-88	C 40
Partículas inconvenientes	C-84 / C-71 / C-75 / C-172	C117 / C142 / C88 / 123
Densidad	C-164 / C-165	C 127 / C 128
Sanidad	C-75	C 88
Absorción y Porosidad	C-164 / C-165	C 127 / C 128
Forma de Partícula	C-265 / C-165	C 295 / C 128
Textura Superficial	C-265	C 295
Reactividad con los álcalis		
Examen petrográfico	C-265	C 295
Método químico	C-271 / C-272	C 289 / C 586
Barras de mortero	C-180	C 227 / C 1105

FUENTE: GUIA DEL CONCRETO PROFESIONAL CEMEX CONCRETOS

Debido a la importancia que reviste especificar y clasificar los agregados de concreto para una obra, es necesario tomar en cuenta los siguientes puntos que a continuación se enlistan:

- a) Características y requisitos a cumplir de la estructura que se va a fabricar.
- b) Agregados disponibles en el sitio.
- c) Composición granulométrica de los agregados a emplear.

### II.1.3.5 GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

#### II.1.3.5.1 AGREGADO FINO (ARENA).

Constituido nominalmente por partículas cuyo tamaño está entre 0.075 y 4.75 mm, en donde es deseable que exista continuidad granulométrica, es decir que exista

presencia de todos los tamaños representantes de las diferentes fracciones que están establecidas.

Es importante comentar que si bien es útil que el agregado fino cumpla con la continuidad granulométrica, resulta poco prudente el especificar la arena con base a esta característica, ya que un adecuado diseño de mezclas o bien el uso de aditivos en el concreto, permite disminuir los posibles efectos no deseados por una deficiencia de esta característica del agregado.

#### **II.1.3.5.2 AGREGADO GRUESO (GRAVA)**

El agregado grueso o grava es aquel material que queda en el intervalo comprendido desde 4.75 mm. Al igual que en el agregado fino, es deseable que exista una continuidad granulométrica de la fracción. Por lo anterior, es claro que el límite superior del agregado grueso es el que rige la curva granulométrica a especificar para cada tipo de concreto, de acuerdo con sus necesidades constructivas.

De igual forma que en el agregado fino, los efectos por una deficiente composición granulométrica pueden ser disminuidos, vía la aplicación adecuada de la tecnología de concreto.

#### **II.1.3.6 LIMPIEZA DE LOS AGREGADOS FINOS.**

Finos indeseables (limo y arcilla) En forma general, para la especificación de esta característica hay dos criterios para la utilización de agregados en concretos que se muestran en la TABLA II.8 CRITERIOS PARA UTILIZACION DE LOS AGREGADOS a continuación se presenta como sigue:

**TABLA II.8 CRITERIOS PARA UTILIZACION DE LOS AGREGADOS**

Finos que pasan la malla Num. 200	Norma aplicada NMX C-111*	
	Arena (%)	Grava (%)
Finos de cualquier tipo	5	2
Finos sin arcilla**	10	3

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

FUENTE: GUIA DEL CONCRETO PROFESIONAL CEMEX.

Porcentaje máximo aplicable.

Para conocer el carácter arcilloso de los finos que pasan la malla No. 200, es aplicable la prueba de equivalente de arena.

### II.3.6.1 MATERIA ORGANICA EN LOS AGREGADOS

La especificación de esta característica de los agregados limita el contenido de este producto con base en una clasificación colorimétrica, en donde un tono más oscuro que el color de referencia es condición que se considera como una presencia excesiva, y por tanto es causa de rechazo.

### II.1.3.6.2 PARTICULAS INCONVENIENTES EN LOS AGREGADOS

Esta especificación se realiza con base en el tipo de partícula presente en el agregado, de acuerdo a la TABLA II.11 TIPO DE PARTICULA PRESENTADA POR LOS AGREGADOS:

**TABLA II.9 TIPO DE PARTICULA PRESENTADA POR LOS AGREGADOS**

Carbón y lignito en la arena	0.50 a 1.0%
Calcedonia de peso específico menor a 2.40	3.0 a 8.0%
Terrones de arcilla	ver material que pasa la malla Num. 200

FUENTE: GUIA DEL CONCRETO PROFESIONAL CEMEX.

### II.1.3.7 SANIDAD DEL CONCRETO

La sanidad se define como la condición de un sólido que se halla libre de grietas, defectos y fisuras. Esta propiedad tiene mucha importancia porque es un buen índice del desempeño predecible del agregado al ser usado en concreto.

**FIGURA II.9 ELEMENTOS DE CONCRETO PREFABRICADOS,  
DISTRIBUIDOR VIAL DE SAN ANTONIO, ABRIL DE 2003**



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### II.1.3.7.1 ABSORCIÓN Y POROSIDAD DEL CONCRETO

No hay una especificación sobre el límite de aceptación de esta característica, dado que esta depende de muy diversos factores, tales como: contenido de finos, forma y textura superficial de las partículas, porosidad de la roca y distribución granulométrica. Se reconoce como información válida, sin embargo, que cuando se tienen rocas de buena calidad física y los agregados cumplen las otras especificaciones que se le solicitan, el agregado grueso no rebasa el 3 % de la absorción, así como el agregado fino no supera el 5 % máximo.

### **II.1.3.7.2 FORMA DE PARTICULA EN EL CONCRETO**

En términos generales, no existe una especificación estricta para esta característica que evalúe la redondez y esfericidad de los agregados, ya que es demostrable que en condiciones idénticas, son más adecuados los agregados de formas redondeadas para la producción de concretos con resistencias que no excedan los valores de  $250 \text{ kg/cm}^2$ . Asimismo, es recomendable que para concretos que requieran desarrollar mayores resistencias a las de referencia, se haga uso de partículas de formas más angulosas. En el caso de la esfericidad evaluada por la presencia de partículas planas y alargadas, es recomendable que éstas no superen el 20 % máximo de acuerdo con el comité del American Concrete Institute 207 ACI 207.

### **II.1.3.7.3 TEXTURA SUPERFICIAL DEL CONCRETO**

Al igual que para la forma, no existe una especificación rigurosa para la textura superficial, ya que los diferentes tipos que existen producen efectos diversos en la fabricación de concreto.

**FIGURA II.10 COLUMNAS DE UN PUENTE CARRETERO PUEBLA 2002**



### II.1.3.7.4 REACTIVIDAD CON LOS ALCALIS DE LOS AGREGADOS

Existen tres pruebas que evalúan esta característica de los agregados que se muestran en la TABLA II.10, PRUEBAS DE ALCALIS DE LOS AGREGADOS independientemente de si la reacción es álcali-sílice o álcali-carbonato. Las tres son importantes por los elementos de juicio que aportan sobre el posible comportamiento del material al ser utilizado en la fabricación de concreto:

**TABLA II.10 PRUEBAS DE ALCALIS DE LOS AGREGADOS**

Método de prueba	Carácter del resultado	Evaluación
Estudio petrográfico	Definitivo, sólo material inocuo	Inocuo/Deletéreo
Método químico	Definitivo, sólo material inocuo	Inocuo/Deletéreo
Barras de mortero	Definitivo, estimación potencial	_____

Es importante ya que califica cuál es el tipo de reacción que puede presentar el agregado, al identificar y cuantificar los materiales potencialmente reaccionantes. Valor de la expansión en relación con el tipo de reacción y su clasificación.

**TABLA II.11 VALOR DE EXPANSION EN RELACION CON EL TIPO DE REACCION Y SU CLASIFICACION**

CARACTERISTICA	Álcali-Sílice (NMX C-180)	Álcali- Carbonato (ASTM C 1105)
Inocuo	< 0.05% a tres meses	< 0.015% a tres meses
Moderadamente reactivo	> 0.05%, < 0.10%	> 0.015%, < 0.025%
Deletéreo	> 0.10 a seis meses	> 0.025% a seis meses

### II.1.3.7.5 INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN EL CONCRETO

A continuación se dan a presentar las siguientes tablas donde se ve la influencia de los agregados en el concreto fresco y endurecido.

Concreto en estado fresco

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

TABLA II.12 INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN EL CONCRETO FRESCO

Propiedad del concreto	Característica de los agregados pétreos que la influye
Peso unitario	Densidad Tamaño máximo/granulometría
Manejabilidad	Granulometría Forma de partícula
Contracción plástica	Limpieza Partículas friables
Requerimiento de agua	Tamaño máximo/granulometría Sanidad Limpieza
Sangrado	Granulometría Forma de partícula
Pérdida de revenimiento	Absorción
Segregación	Tamaño máximo/granulometría

FIGURA II.11 FOTOGRAFIA DE SECCION TRANSVERSAL DE CONCRETO



SE OBSERVA QUE EL CEMENTO Y EL AGUA DE LA PASTA CUBREN COMPLETAMENTE  
CADA PARTICULA DE AGREGADO Y LLENAN TODO EL ESPACIO ENTRE PARTICULAS.

Concreto en estado endurecido

**TABLA II.13 INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS  
PETREOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO**

Propiedad del concreto	Característica de los agregados pétreos que la influye
Durabilidad	Textura superficial Sanidad Absorción Porosidad Reactividad con los álcalis
Resistencia a compresión	Limpieza Tamaño máximo/granulometría Forma de partícula Resistencia mecánica Partículas friables Textura superficial
Cambios volumétricos	Tamaño máximo/granulometría Forma de partícula Limpieza Presencia de arcilla Módulo de elasticidad
Costo	Tamaño máximo/granulometría Forma de partícula Textura superficial Limpieza
Sangrado	Granulometría Forma de partícula
Resistencia a la abrasión	Resistencia a la abrasión
Peso unitario	Densidad
Permeabilidad	Porosidad
Partículas friables/terrones de arcilla	Irregularidades superficiales

### II.1.3.7.6 ABASTECIMIENTO DE LOS MATERIALES PARA LA ELABORACION DE CONCRETO.

El cemento puede abastecerse ya sea en bolsas de papel con capacidad de 50 kilogramos o a granel; este último es más barato como se ve en la comparación hecha en el capítulo VI VALORIZACIÓN DEL TIEMPO Y DETERMINACION DEL COSTO DEL CONCRETO

## **EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES.**

---

LANZADO de este trabajo, pero resulta complicado su manejo y almacenamiento, ya que para esto ultimo requiere de silos y por tal razón es más cómodo emplear cemento envasado.

El cemento a granel por lo regular es transportado en carros de ferrocarril y almacenado en silos o tolvas totalmente cerradas. Para descargar y almacenar el cemento se hace de la siguiente forma: el cemento fluye de la tolva interior del carro de ferrocarril sobre un transportador subterráneo de tornillo hacia un transportador de cubetas y de ahí al silo.

El cemento en bolsa se transporta también en carros de ferrocarril y camión y es almacenado en bodegas secas en su envase hasta ser usado. Por lo que se refiere a la unidad en que se vende al público el cemento es la ton/\$ (tonelada/pesos).

Los agregados son abastecidos a la planta u obra en camiones y en ocasiones también en carros de ferrocarril desde el banco de explotación a la planta trituradora, estos son almacenados en un lugar previsto para su fácil acarreo a las mezcladoras y cuando hay agregados de diferentes tamaños deben almacenarse separados unos de otros, para facilitar el manejo de éstos. La unidad en que se miden estos materiales para su venta es el  $\$/m^3$  (pesos/metro cúbico).

### **II.2 PROPORCIONAMIENTO**

El proporcionamiento se refiere al cálculo de las cantidades de materiales por unidad de volumen que se requieren para fabricar un concreto que tenga las características especificadas.

No se debe usar el cemento envasado en sacos que muestren señas de estar rotos, rasgados o húmedos, ni el cemento que esté en recipientes previamente abiertos, ni que tengan más de tres meses de almacenamiento. Cuando el

cemento presente grumos que no se deshagan fácilmente al apretarlos con los dedos, debe desecharse.

FIGURA II.12 PROPORCIONAMIENTO DE CONCRETO PARA  
REPAVIMENTACION A BASE DE CONCRETO HIDRAULICO, MEXICO D.F. DE 2002.



Antes de proceder a la fabricación de concreto, debe inspeccionarse visualmente el agua que se pretende utilizar, para confirmar que cumple con las características descritas. Debe evitarse el uso de agua de mar en estructuras de concreto reforzado. Debe prevenirse la contaminación del agua durante el proceso de fabricación del concreto.

El concreto consiste en una mezcla de cemento, arena, agregados gruesos y agua, y para que sea de buena calidad debe ser diseñado apropiadamente y contener la cantidad correcta de cada material. El cemento, la arena y el agregado grueso se dosifican por peso; esto reduce las diferencias entre uno y otro lote de concreto y facilita el trabajo para el hombre en la construcción. Al final del capítulo se muestran en el anexo "II-A" LAS DOSIFICACIONES DE MATERIALES PARA MORTEROS Y CONCRETOS de un  $f'c = 100$  a  $300 \text{ kg/cm}^2$

## **II.2.1 PROPORCIONAMIENTO DEL CEMENTO EN LA FABRICACION DEL CONCRETO**

La dosificación del cemento se debe hacer siempre en masa, ya sea mediante peso directo de la cantidad requerida, o bien por la utilización de sacos enteros, considerando peso nominal.

## **II.2.2 PROPORCIONAMIENTO DE LOS AGREGADOS PETREOS EN LA FABRICACION DEL CONCRETO**

La dosificación de la arena y de la grava puede hacerse en masa, mediante peso directo de las cantidades requeridas, o bien por volumen, mediante la medición de los volúmenes correspondientes a los pesos requeridos, utilizando recipientes rígidos estancos, de forma regular y capacidad bien definida y conocida, los cuales deben aforarse periódicamente. Cualquier recipiente que sea aforable y mantenga sus dimensiones bajo uso rudo puede emplearse, debe mantenerse un registro de las determinaciones de aforo de los recipientes.

Para mantener un volumen consistente de la arena, debe determinarse el abundamiento de ésta por humedad y realizar una corrección en la dosificación antes de emplearse.

### **II.2.2.1 PROPORCIONAMIENTO DEL AGUA EN LA FABRICACION DEL CONCRETO**

En el caso del agua que se emplea en la fabricación de concreto, se considera que puede tener dos funciones principales en el proceso, la primera como agua de mezclado y la segunda como agua de curado. Ambas funciones son evaluadas por la Norma Mexicana NMX C-122, estableciendo los parámetros que deben cumplir las aguas no potables, así como una clasificación de los diversos tipos de agua que existen y sus efectos y limitaciones para ser usadas en concreto.

Cuando el agua funciona como un ingrediente en la fabricación de concreto, es decir como agua de mezclado, se puede estimar que el agua ocupa entre el 10 y 25 por ciento de cada metro cúbico de concreto que se fabrica.

**TABLA II.14 CLASIFICACION DEL AGUA EN LA FABRICACION  
DEL CONCRETO SEGUN LA NORMA MEXICANA NMX C-122**

Tipo de agua	Efectos con su uso en concreto
Aguas puras	Acción disolvente e hidrolizante de compuestos cálcicos del concreto.
Aguas ácidas naturales	Disolución rápida de los compuestos del cemento.
Aguas fuertemente salinas	Interrumpe las reacciones del fraguado de cemento. En el curado, disolución de los componentes cálcicos del concreto.
Aguas alcalinas	Produce acciones nocivas para cementos diferentes al aluminoso.
Aguas sulfatadas	Son agresivas para concretos fabricados con cemento Portland, en especial al tipo I.
Aguas cloruradas	Produce una alta solubilidad de la cal. Produce disolución en los componentes del concreto.
Aguas magnesianas	Tienden a fijar la cal, formando hidróxido de magnesio y yeso insoluble. En la mezcla, inhibe el proceso de fraguado del cemento.
Agua de mar	Produce eflorescencias. Incrementa la posibilidad de generar corrosión del acero de refuerzo.
Aguas recicladas	El concreto puede acusar los defectos propios del exceso de finos.
Aguas industriales	Por su contenido de iones sulfato, ataca cualquier tipo de cemento.
Aguas negras	Efectos imprevisibles.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## II.2.4 CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DEL AGUA

A continuación se hace mención de las características físicas y químicas del agua empleada en la fabricación del concreto según la norma mexicana NMX C-122.

El agua no potable empleada para el concreto, en cualquiera de las dos funciones anteriormente mencionadas, y dependiendo del cemento que se utilice, puede calificarse de acuerdo a las siguientes características:

TABLA II.15 CLASIFICACION DEL AGUA USADA EN MEZCLAS DE CONCRETO

Impurezas	Cementos	
	Ricos en Calcio	Resistentes a sulfatos
Sólidos en suspensión		
± limos y arcillas	2,000	2,000*
± finos de cemento y agregados	50,000	35,000*
Cloruros como Cl <sup>-</sup> (a)		
± concreto con acero de refuerzo	400 (c)	600.(c)*
± concreto reforzado en ambientes húmedos	700 (c)	1000 (C)*
Sulfato como SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> = (a)	3000	3500*
Magnesio como Mg <sup>2+</sup> (a)	100	150*
Carbonatos como CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	600	600*
Dióxido de carbono disuelto, como CO <sub>2</sub>	5	5*
Álcalis totales como Na <sup>+</sup>	300	450*
Total de impurezas en solución	3,500	4,000*
Grasas o aceites	0	0*
Materia orgánica	150 (b)	150(b)*
pH	no < 6	no < 6.5

\*Límites máximos en ppm.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- a) Las aguas que excedan los límites enlistados para cloruros, sulfatos y magnesio, podrán emplearse si se demuestra que la concentración calculada de estos compuestos en el agua total de la mezcla, incluyendo el agua de absorción de los agregados u otros orígenes, no excede dichos límites.
- b) El agua se puede usar siempre y cuando las arenas que se empleen en el concreto acusen un contenido de materia orgánica cuya coloración sea inferior a 2 de acuerdo con el método de la NMX C-88.
- c) Cuando se use cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ) como aditivo acelerante, debe tomarse en cuenta el dosificado para no exceder el límite de cloruros establecido por el American Concrete Institute (ACI 318).

En el caso de agua potable, si no se le aprecia olor, color y/o sabor, puede ser utilizada para la fabricación de concreto sin aplicar verificación de calidad alguna.

La dosificación del agua de mezclado puede hacerse en masa, mediante peso directo de la cantidad requerida, o bien por medición del volumen equivalente (1 kg = 1 litro, aproximadamente) en un recipiente rígido, estanco y de capacidad aforada.

## II.2.5 ADITIVOS PARA EL CONCRETO

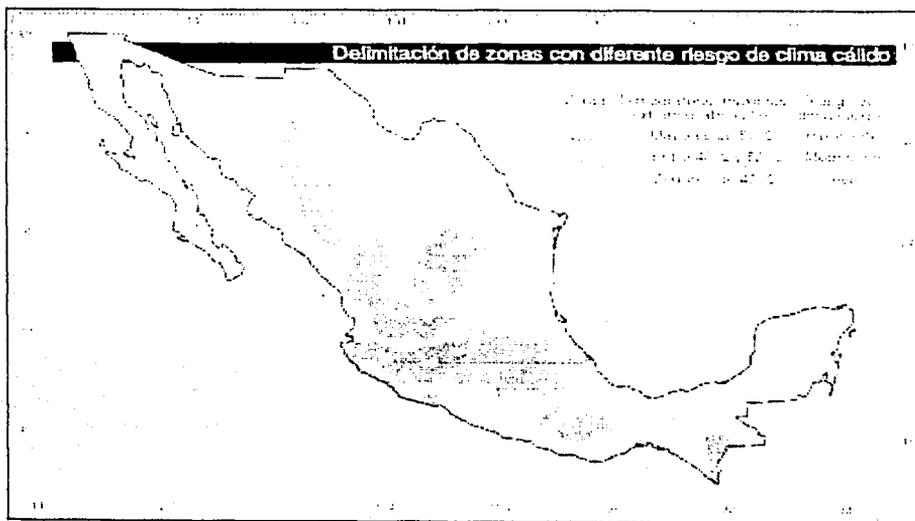
La American Society for Testing of Materials (ASTM) define a un aditivo como un material distinto del agua, los agregados o el cemento hidráulico, que se utiliza como ingrediente del mortero o concreto, y que se añade a la revoltura inmediatamente antes o después del mezclado (ASTM C 125).

El uso de aditivos cumple con diversos objetivos que pueden ser los siguientes: modificar a conveniencia las propiedades del concreto en estado fresco, influir en beneficio de algunas características y/o propiedades del concreto endurecido como se muestran en la tabla II.16 y beneficios de costo como se demuestra en el

capitulo VI VALORIZACION DEL TIEMPO Y DETERMINACION DEL COSTO DEL  
CONCRETO LANZADO.

Para obtener las máximas ventajas en el uso de aditivos, es conveniente tener precauciones con su uso, ya que este tipo de productos puede afectar una o más propiedades del concreto, o bien contribuir a la aparición de efectos indeseables en el mismo. Por estas razones, es importante realizar las verificaciones de calidad necesarias antes de utilizarlos, ya que existen situaciones en que esta evaluación se convierte en una práctica vital, como son los siguientes casos: Tipos especiales de cemento donde está especificada la combinación de dos o más aditivos en una mezcla, o cuando la mezcla y colocación del concreto se realizan en condiciones de temperatura por encima o debajo de las temperaturas recomendadas para la fabricación de concreto.

FIGURA II.13 MAPA DE ZONAS CON DIFERENTE RIESGO DE CLIMA CALIDO



Es inconveniente para la resistencia y durabilidad potencial del concreto, que su temperatura al elaborarlo sea demasiado alta. En este aspecto, el Comité ACI 305 no especifica una temperatura límite máxima en el concreto para el colado de estructuras ordinarias, por la diversidad de características y circunstancias que pudieran existir, y solamente advierte que en cada caso particular hay una temperatura máxima, probablemente comprendida entre 24° C y 38° C, que no conviene rebasar en el concreto recién mezclado. Sin embargo, dada la frecuencia con que esta cuestión se presenta en las condiciones climáticas locales, se estima pertinente ofrecer algunos datos más específicos.

Tomando como nivel medio de referencia una temperatura "ideal" de 21° C, los valores normalmente admisibles para la variación de la temperatura del concreto en su etapa de fraguado y endurecimiento se sitúan dentro de un intervalo de  $21 \pm 11^\circ \text{C}$  aproximadamente. Así, para los colados efectuados en tiempo frío, se recomienda adoptar las medidas necesarias para que la temperatura del concreto en esa etapa no descienda por debajo de 10° C, y para los colados de estructuras ordinarias en tiempo caluroso suele requerirse que la temperatura de colocación dentro del concreto no exceda de 32° C; límite máximo que inclusive se puede reducir a 27° C cuando los colados se efectúan en zonas áridas, de clima cálido y seco (12).

Para los colados que se llevan a cabo bajo temperaturas ambientales cercanas a 40° C, resulta prácticamente imposible cumplir con estos límites, a menos que se tomen medidas para abatir la temperatura del concreto al mezclarlo. Como se sabe, el agua de mezcla es el componente que comparativamente ejerce mayor influencia en la temperatura de elaboración del concreto. Consecuentemente, el medio más efectivo para abatir dicha temperatura consiste en enfriar el agua de mezcla, o bien sustituirla parcialmente por hielo en escamas o finamente molido.

Si bien el calentamiento del agua, para colados en tiempo frío, es una medida fácilmente realizable en casi cualquier obra, su enfriamiento o el uso de hielo son

**EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES.**

medidas que requieren el empleo de equipos e instalaciones especiales, por lo que su aplicación no resulta tan accesible. Debido a ello, el enfriamiento del concreto para colados en tiempos calurosos es una práctica que en el medio local sólo se aplica en obras de cierta importancia. No obstante, existen algunas medidas sencillas que si bien no son tan efectivas, son en cambio realizables en cualquier obra y pueden permitir que la temperatura de elaboración y colocación del concreto se mantenga por debajo de un límite máximo del orden de 32° C, mientras que las temperaturas ambientales no sean demasiado altas, esto es, que no excedan de 40° C aproximadamente.

Clasificación de aditivos según el American Concrete Institute, en su norma (ACI 212)

La clasificación de los aditivos se realiza de acuerdo con su función principal en el concreto.

**TABLA II.16 CLASIFICACION DE ADITIVOS Y SUS EFECTOS EN EL CONCRETO**

Tipo de Aditivo	Efectos Deseados en el Concreto
<b>Acelerantes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2) Aceleran el desarrollo de resistencia</li> </ul>
<b>Inclusores de Aire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2) Usualmente mejoran la manejabilidad</li> <li>2) Disminuyen el sangrado</li> <li>2) Inducen control de los efectos por congelamiento y deshielo</li> </ul>
<b>Reductores de agua y Controladores de fraguado</b>	<b>Efectos Deseados en el Concreto</b>
(A) Reductor de agua simple	2) Disminuye el contenido de agua
(B) Retardantes	2) Inducen un retardo controlado sobre el tiempo de fraguado
C) Retardante y reductor de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>2) Induce retardo en el tiempo de fraguado de agua</li> <li>2) Reducción en el contenido de agua</li> </ul>
(D) Acelerante y reductor de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>2) Acelera el desarrollo de resistencia</li> <li>2) Reducción en el contenido de agua</li> </ul>

**TABLA II.16 CLASIFICACION DE ADITIVOS Y SUS EFECTOS EN EL CONCRETO (CONTINUACION)**

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

Tipo de Aditivo	Efectos Deseados en el Concreto
(E) Reductor de agua de alto rango (plastificantes)	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐ Reduce radicalmente el contenido de agua</li> <li>☐ Puede incrementar el revenimiento sin incremento del agua</li> <li>☐ Incrementa la fluidez de la mezcla</li> </ul>
(F) Reductor de agua de alto rango y retardante	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐ Marcada reducción del contenido de agua</li> <li>☐ Incrementa la fluidez de la mezcla</li> </ul>
<b>Minerales finamente divididos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐ Mejora la resistencia contra el ataque por sulfatos</li> <li>☐ Reduce la permeabilidad</li> <li>☐ En algunos casos controla la reacción álcali-agregado</li> <li>☐ Disminuye los efectos por lixiviación</li> <li>☐ Producen disminución del calor de hidratación</li> </ul>
Diversos	Efectos Deseados en el Concreto
Formadores de gas	☐ Para producir concretos celulares
Para mezclas de inyección	☐ Induce estabilidad, reduce la contracción en la mezcla
Para control de expansión	☐ Regula la expansión
Adhesivos integrales	☐ Aumentan la adherencia de concreto nuevo con endurecido
Auxiliares de bombeo	☐ Incrementan la cohesión y viscosidad de la mezcla
Tipo de Aditivo	Efectos Deseados en el Concreto
Repelentes de humedad	☐ Reducen la velocidad de penetración del agua en el concreto
Reductores de permeabilidad	☐ Reducen la permeabilidad
Inhibidores de reacción tipo de álcali-agregado	☐ Reducen las expansiones causadas por esta reacción
Inhibidores de la corrosión	☐ Reducen la permeabilidad del concreto del acero

**FUENTE: GUIA DEL CONCRETO PROFESIONAL CEMEX 2003**

Los aditivos, cuando se permita su empleo, deben dosificarse en masa si son sólidos, o bien pueden dosificarse en masa o por volumen si son líquidos. Para su dosificación, tanto en masa como por volumen, debe contarse con dispositivos de

medición que aseguren una aproximación de 3 % con respecto a las cantidades requeridas.

Información complementaria sobre la dosificación del concreto en masa o en volumen, puede encontrarse en el informe del American Concrete Institute en sus normas ACI-204 y las normas ASTM-C 685.

## **II.2.6 CANTIDADES POR REVOLTURA DE CONCRETO**

Para integrar la mezcla de concreto, se requiere establecer previamente las cantidades en que deben combinarse el cementante, la arena, la grava y el agua, con objeto de producir revolturas de concreto del tamaño y propiedades requeridas.

La cantidad de agua de mezclado que se incorpore a la revoltura debe ser la indispensable para obtener el revenimiento requerido, el cual no debe exceder de 12.5 cm (Revenimiento nominal máximo de 10 cm, más la tolerancia especificada de  $\pm 2.5$ , para concreto sin fluidificantes). Si el revenimiento de la revoltura excede de 12.5 cm, para ser utilizada, debe reducirse, mediante la adición de cementante únicamente, aumentando el tiempo de mezclado en por lo menos en un minuto.

Las proporciones en que se combinen la grava y la arena deben ajustarse en cada caso para lograr mezclas de concreto con la cohesión y manejabilidad que sean necesarias en el trabajo que se realice, pero la cantidad de arena que se utilice no debe exceder a la cantidad de grava. En caso de llegar al máximo contenido permisible de arena (50 % de los agregados) y se requiera mayor manejabilidad en la mezcla de concreto, debe incrementarse el consumo de cementante para conseguirlo o usar aditivos fluidificantes.

Información complementaria sobre proporcionamiento de concreto, puede encontrarse en el informe del American Concrete Institute, ACI-211.

Para el proporcionamiento de materiales se debe tener en cuenta las especificaciones de los mismos, así como de las de fabricación de concreto, marcadas para una construcción dada por el cliente, en el caso de que el concreto sea de planta las especificaciones que se señalan son: resistencia a la compresión, revenimiento, tipo de cemento, tamaño máximo de agregado, y cuando lo requiera marca y tipo de aditivo.

A continuación se dan a conocer las siguientes consideraciones para la elaboración de un concreto

#### **Diseño de mezcla**

- ‡ Consideraciones básicas
- ‡ Especificaciones
- ‡ Economía
- ‡ Tecnología existente

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

#### **‡ Consideraciones básicas**

- 1) Existencia mínima necesaria
- 2) Máxima relación agua-cemento
- 3) Contenido mínimo de aire
- 4) Contenido mínimo y máximo de cemento
- 5) Máximo asentamiento
- 6) Tamaño máximo de agregados
- 7) Densidad mínima
- 8) Uso de aditivos

#### **‡ Economía**

Se debe tener en cuenta los siguientes factores:

- Costo de los materiales
- Costo de producción del concreto
- Mano de obra

- Equipos
- Proporción óptima
- Costo en cada material vs. Cantidad de mezcla

En relación a los puntos anteriores, se amplía más la información sobre estos en el capítulo VI "VALORIZACIÓN DEL TIEMPO Y DETERMINACIÓN DEL COSTO DEL CONCRETO LANZADO".

### — Tecnología

Sistemas de dosificación.

Sistema de fabricación.

Métodos de colocación y formas de curado.

### Procedimiento de diseño de mezcla

Se deben tener en cuenta los siguientes puntos para el diseño de mezcla

- 1) Selección del asentamiento
- 2) Selección tamaño máximo del agregado
- 3) Estimación del contenido de aire
- 4) Estimación del contenido de agua
- 5) Determinación de la resistencia de diseño a la compresión
- 6) Selección de la relación agua-cemento
- 7) Calculo del contenido del cemento
- 8) Estimación de las proporciones de agregado
- 9) Ajuste por humedad de los agregados
- 10) Ajuste a la mezcla de prueba.

A continuación se explican los puntos anteriores

#### 1) Selección del asentamiento

Se debe tener en cuenta para especificar una consistencia del concreto, es el tamaño de la sección que se va a construir y la cantidad y espaciamiento del acero

de refuerzo. Los valores del asentamiento indicados en tablas, se aplican cuando la vibración se utiliza en compactación del concreto.

## **2) Selección del tamaño máximo de los agregados pétreos**

Los agregados bien graduados con mayor tamaño máximo tienen menos vacío que los de menor tamaño máximo; por consiguiente, si el tamaño máximo de los agregados en una mezcla de concreto se aumenta, para un asentamiento dado, los contenidos de cemento y agua disminuirán. En general, el tamaño máximo del agregado deberá ser el mayor económicamente disponible y compatible con las dimensiones de la estructura.

## **3) Estimación del contenido de aire**

Durante la operación de mezclado queda naturalmente aire atrapado y cuando se prevea que habrán condiciones de exposición severa, es conveniente incluir aire en el concreto.

## **4) Estimación del contenido de agua**

El agua de mezclado cumple dos funciones principales en la mezcla del concreto: una es hidratar el cemento, y la otra producir la fluidez necesaria. Se proporcionan estimaciones de la cantidad de agua requerida en una mezcla de concreto, en función del tamaño máximo del agregado, de la forma y textura del agregado y del asentamiento deseado.

## **5) Determinación de la resistencia de diseño de mezcla.**

La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica más importante del concreto, pero otras como la durabilidad, la permeabilidad y la resistencia al desgaste, son a menudo de similar importancia. En forma general puede relacionarse con la resistencia, pero también se afectan por factores que no están significativamente asociados con ella.

La resistencia de diseño se calcula como el aumento de 15 % de la resistencia específica.

### 6) Selección de la relación agua-cemento

La relación agua-cemento es inversamente proporcional a la resistencia; la relación requerida no solo se determina por los requisitos de resistencia, sino también por factores como la durabilidad y propiedades para el acabado.

### 7) Cálculo del contenido de cemento

La cantidad de cemento por unidad de volumen de concreto se obtiene de las determinaciones hechas en los pasos 4 y 6, de tal forma que el contenido de cemento requerido es igual al contenido estimado de agua en la mezcla, dividido por la relación agua-cemento.

Contenido de cemento  $C = A/(A/c)$

Donde:

C= concreto

A= agua

c= cemento

### 8) Estimación de las proporciones de los agregados

En este punto es conveniente considerar el agregado bajo 3 circunstancias:

- Agregado controlado
- Agregados conocidos pero no controlados
- Agregados nuevos

### 9) Ajuste por humedad de los agregados

Puesto que el agua de la absorción de los agregados no hace parte del agua de mezcla y los agregados presentan algún grado de saturación (humedad) que depende de las condiciones de almacenamiento y del estado del tiempo, necesariamente hay que determinar ese grado de humedad en el campo y hacer las correcciones pertinentes.

$A = -Ps (H - a)$

A = cantidad de agua (quitar - añadir)

Ps = peso del sólido agregado

H = contenido de humedad

a = absorción

### 10) Ajuste a las mezclas de prueba

Se deben verificar las proporciones calculadas de la mezcla por medio de pruebas preparadas y probadas de acuerdo a la American Society for Testing Materials en la norma ASTM C - 192, (fabricación y curado de muestras de concreto para pruebas a presión y a compresión en el laboratorio), o con mezclas de campo de tamaño completo.

Existen tres métodos para determinar la proporción de los agregados:

Talbot y Richard

Método gráfico

Curva de Fuller

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### II.2.6.1 METODO DE RICHARD Y TALBOT

La Historia de los cementantes es tan antigua como la misma humanidad ya que la necesidad que ha tenido el hombre de construir su propia habitación así como las estructuras necesarias para su progreso ha constituido el factor principal en la búsqueda de materiales apropiados para ésta finalidad.

El método de Richard Talbot es empleado para determinar la cantidad de materiales para la elaboración del diseño de mezcla de un concreto que satisfaga los requerimientos de uso teniendo en cuenta el factor económico y que cumpla con las especificaciones exigidas en determinada obra.

Es así como el método de Richard Talbot cumple con la relación del volumen del concreto hecho en obra o premezclado respecto a ese mismo concreto pero ya una vez colocado. A continuación se muestra la fórmula y relación de dicho método.

**EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL  
UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES.**

Es el que se basa en la famosa relación  $b/b_o$  , donde:

$b$  = volumen absoluto o sólido del agregado grueso por unidad de volumen de concreto.

$b_o$  = volumen absoluto o sólido del agregado grueso por unidad de volumen compactado de agregado grueso.

$b/b_o$  = volumen compactado de agregado grueso, por unidad de volumen de concreto.

$V = b + pv$  = volumen de agregado grueso compactado por metro cúbico.

$p$  = porcentaje de vacíos o poros del conjunto.

$b_o = 1 - p$

$p = 1 - b_o$

$V = b + (1 - b_o)v$

$b = b_o V$

$V = b/b_o$

$b_o$  = Peso Unitario Compactado/Densidad Aparente

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### II.2.6.2 METODO GRAFICO

Este método se utiliza para encontrar la granulometría del agregado, el cual consiste en buscar la combinación de los agregados disponible que produzca la máxima densidad.

**TABLA II.17 COMBINACION DE LOS AGREGADOS**

1 1/2"	100	100 - 100	100
3/4"	100-80	80 - 100	84
3/8"	80-65	65 - 100	73
#4	65-50	48 - 90	57
#8	50-35	30 - 30	42
#30	35-20	18 - 70	30
#100	20-10	8 - 60	20
#200	10-4	2 - 50	14

### II.2.6.3 CURVA DE FULLER

La curva de Fuller es un método de simplificación del método gráfico. La diferencia entre el método gráfico y la curva de Fuller es que no se tiene que ir a tablas.

Fuller encontró que  $y = 100 \text{ SQR} (d/D)$

y = porcentaje correspondiente a cada tamiz

d = tamiz (diámetro)

D = tamiz máximo

### II.2.6.4 CONCRETO ENDURECIDO

Se tiene que tocar dos aspectos:

- ⊕ El curado
- ⊕ La resistencia mecánica

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### II.2.6.5 CURADO DEL CONCRETO

El curado se define como el tratamiento que se da al concreto recién colado, para asegurar la disponibilidad permanente de agua que permita el progreso de las reacciones químicas entre el cemento y el agua. Este importante proceso permite obtener buena durabilidad en el concreto.

Hay varios métodos los cuales son:

- ⊕ Agua: Es el curador más utilizado, es el curador por excelencia.
- ⊕ Aditivos: También se utilizan para curar, tiene como finalidad de mantener la película por encima de la capa.
- ⊕ Otros: Ya sea por medios físicos o mecánico (arena humedad, sacos de fiques y aserrín), que mantengan la humedad superficial.

### II.2.6.6 RESISTENCIA MECANICA

La resistencia mecánica del concreto se divide en:

<b>RESISTENCIA MECANICA</b>	{	<b>Compresión</b> (90 %)
		<b>Flexión</b> (10 %)
		<b>Tracción</b> (Acero)

### Compresión del concreto

Se mide a través de Cilindros Normalizados con las siguientes dimensiones:

Diámetro = 6" (15.24 cms)

Altura = 12" (30.48 cms)

Se llena el molde en tres capas y se compacta con una varilla lisa y de punta redondeada. Se espera 24 horas para descimbrarlas y posteriormente someterlas a curado, referenciandolas a cada una con fecha, hora y elemento.

Normalmente las edades para controlar la resistencia de los concretos son :

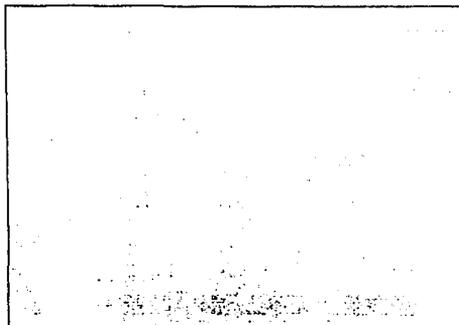
7  $\Rightarrow$  80% de la Resistencia Especificada.

Edad (días) 7-14-28

14  $\Rightarrow$  90%

28  $\Rightarrow$  100%

FIGURA II.14 PRUEBA A LA COMPRESION DE UN CILINDRO  
DE CONCRETO DE 6 X 12 PULGADAS (15 CMS X 30 CMS)



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### II.2.6.6 FLEXION DEL CONCRETO

Esta prueba se realiza a través de viguetas normalizadas.

El ensayo es igual al de la Compresión por medio de los cilindros.

Las propiedades del concreto Endurecido parte del concreto Fresco y de la Fabricación, Colocación y Curado.

### II.2.7 TOLERANCIA EN LA DOSIFICACION DEL CONCRETO

Cuando los materiales componentes del concreto se dosifican en masa, la báscula del cementante debe cumplir con los siguientes requisitos: si la cantidad de cementante es mayor de 30 % de la capacidad de la báscula, debe tener una tolerancia de  $\pm 1$  % de la masa requerida; si es menor, la cantidad de cementante pesado no debe ser menor que la cantidad requerida ni mayor que ésta en 4 %. Cuando es por volumen, el cementante debe ser dosificado en bolsas enteras de masa normalizada (25 kg ó 50 kg) y no se deben usar fracciones de bolsas.

Cuando los agregados se dosifican en masa y en forma individual, la cantidad indicada en la báscula puede tener una tolerancia de 2 % de la masa requerida. Cuando la dosificación es en forma acumulada, la tolerancia debe ser  $\pm 2$  % si se rebasa el 30 % de la capacidad de la báscula, o de 3 % de la masa requerida acumulada si no se rebasa el 30 % de la capacidad total de la báscula. Cuando se dosifiquen en volumen, deben utilizarse recipientes rígidos estancos, no deformables bajo uso rudo, de volumen uniforme, tales como los botes de sección circular.

El agua agregada puede ser medida por masa o por volumen con una tolerancia de 1 %.

Los adiconantes y aditivos en polvo se les dosifica por masa; los aditivos líquidos se pueden dosificar por masa o por volumen, todo con una tolerancia de 3 % de la cantidad requerida.

### II.2.7.1 EQUIPO DE MEZCLADO

El concreto debe ser mezclado por medio de un equipo mecánico para que alcance los requisitos de uniformidad necesarios de manera que cualquier porción de la mezcla presente la misma composición y para que este mezclado se realice en un tiempo razonablemente corto. Antes de iniciar el suministro del concreto se debe verificar que el equipo empleado produce un concreto uniforme.

La homogeneidad del concreto se determina por medio de la comparación de las características de dos porciones de una misma revoltura, de acuerdo con los requisitos que se presentan en la TABLA II.8 DETERMINACION DE LA HOMOGENEIDAD DEL CONCRETO.

TABLA II.18 DETERMINACION DE LA HOMOGENEIDAD DEL CONCRETO

Propiedad	Diferencia máxima permisible entre los resultados de la prueba con muestras obtenidas de dos porciones diferentes de la revoltura (*)
1) Masa unitaria, en kg/m <sup>3</sup>	± 15,0
2) Contenido de aire en % del volumen del concreto	± 1,0
3) Revenimiento, en centímetros (cm)	
3.1. Si el revenimiento es menor de 5 cm	± 1,5
3.2. Si el revenimiento esta comprendido entre 5 cm y 10 cm	± 2,5
3.3. Si el revenimiento es superior de 10 cm	± 3,5
4) Contenido de agregado grueso retenido en la criba de 4.75 mm (No. 4) expresado en % de la masa de la muestra	± 6,0
5) Promedio de la resistencia a la compresión a 7 días de edad de cada muestra, expresada en % (**)	± 10,0

(\*) Para efectuar las determinaciones de esta tabla, las muestras deben obtenerse de dos porciones diferentes tomadas al principio y al final de la descarga de una misma revoltura (principio: del 10 % al 15 %, final: del 85 % al 90 % del volumen).

(\*\*) La aprobación tentativa del procedimiento de mezclado puede ser otorgada antes de obtener los resultados de la prueba de resistencia

Es conveniente operar estos equipos lo más cerca posible de su capacidad nominal, pues su eficiencia se reduce si se les hace trabajar con poca o con demasiada carga.

El tiempo mínimo de mezclado que debe darse, contado a partir del momento en que todos los materiales se encuentran dentro de la mezcladora, se determinan en la TABLA II.19 TIEMPO MINIMO DE MEZCLADO

**TABLA II.19 TIEMPO MINIMO DE MEZCLADO**

Capacidad de la mezcladora (m <sup>3</sup> )	Sacos	Tiempo mínimo de mezclado, en minutos
Menor a 1,5	Menos de 9	1,5
1,5 a 2,25	10 a 13	2,0
2,25 a 3,0	14 a 18	2,5
3,0 a 3,75	19 a 22	3,0
3,75 a 4,5	23 a 27	3,5

Cuando el mezclado del concreto se hace totalmente en camión mezclador, el número de revoluciones y velocidad de mezclado debe cumplir con lo indicado en la NMX-C-155.

Información complementaria sobre uniformidad del concreto, equipos y procedimientos de mezclado, pueden encontrarse en la American Society for Testing Materials en la norma ASTM-C-94 y en el informe del Comité de la American Concrete Institute ACI-304.

### **II.3 MEZCLADO DEL CONCRETO**

La American Society for Testing of Materials (ASTM) especifica que el concreto se mezclara durante un minuto y medio para tamaños de revolvedoras hasta de una yarda cúbica (yd<sup>3</sup>) (0.76 m<sup>3</sup>) y que para tamaños mayores se agregan 15 segundos al tiempo de la revoltura por cada yarda adicional de tamaño ó fracción.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Existen en el mercado varios tipos y tamaños de revolvedoras a las cuales se les conoce en obra como de 1 saco, 2 sacos, etc; esta forma de nombrarlas ha sido abandonada para expresarlas como las clasifican los fabricantes y están dadas por la capacidad de las mismas, en pies cúbicos. Así se tienen los siguientes tamaños estándar: 3-1/2S, 6S, 11S, 16S, 28S, 56S, 84S, y 112S. El número indica el volumen nominal de concreto mezclado en pies cúbicos, mientras que la letra **S** designa que el equipo es una revolvedora de construcción.

### **II.3.1 DOSIFICACION DEL CONCRETO**

Se prefiere y se recomienda la dosificación por peso, pero la dosificación por volumen es adecuada si ocasionalmente se calibra el equipo por peso. Frecuentemente los agregados ligeros se dosifican mejor por volumen, ya que su densidad depende mucho del grado de humedad que tengan.

### **II.3.2 MEZCLADO DEL CONCRETO**

El equipo de mezclado deberá ser capaz de mezclar completamente la arena y el cemento de manera que los granos de arena se recubran por completo en una cantidad suficiente para mantener un suministro constante al lanzador. La mezcla deberá cribarse para impedir la inclusión de piedras, costras de la revolvedora, pedazos de costales de cemento, etc. El mezclado a mano es bastante aceptable siempre y cuando sea económico y se recomienda para mezclas de materiales ligeros y refractarios.

Las cribas de malla de alambre tejido varían desde 6 mm, y mallas de metal desplegado de 6 x 22 mm, hasta cribas cuadradas vibratorias de 20 mm, dependiendo del tipo de trabajo y de las especificaciones del agregado.

### **II.4 TRANSPORTACION DEL CONCRETO**

El transporte del concreto es parte esencial en el proceso de la construcción de una obra de concreto. Si se le da al equipo un uso descuidado o inapropiado, se

afectara la calidad del concreto y, consecuentemente, su eficiencia y productividad.

Son diversos los métodos aplicables al transporte del concreto, desde las carretillas hasta las bombas, y muchos los factores que influyen en la elección del más apropiado: la naturaleza de la obra, las condiciones del terreno, el tamaño de la obra, la distancia que hay que cubrir y la altura de carga y descarga; también deben de tomarse en consideración el tamaño del agregado y la trabajabilidad del concreto. En muchas obras puede ser necesario emplear diferentes métodos, o una combinación de varios, como es el caso de que el concreto tenga que transportarse tanto horizontal como verticalmente.

#### **II.4.1 MOVIMIENTO HORIZONTAL (CARRETILLAS Y CARROS DE MANO)**

Las carretillas y los carros de mano se emplean todavía en la actualidad para transportar pequeñas cantidades de concreto a distancias cortas, y son especialmente útiles en áreas inaccesibles para otros equipos. En una carretilla se pueden acarrear cómodamente una carga de alrededor de  $0.03 \text{ m}^3$  (30 litros) de concreto; de manera que se necesitan seis cargas aproximadamente para trasladar la descarga de una mezcladora de 200 litros de capacidad. Los costos de mano de obra por volumen unitario de carretillas, es que seis hombres pueden transportar con ellas alrededor de  $2.5 \text{ m}^3$  por hora, a una distancia de 70 metros desde la mezcladora hasta el lugar del colado.

El rendimiento y la eficacia pueden mejorarse acondicionando vías uniformes y bien construidas para las carretillas, evitando así la segregación del concreto durante el transporte; se evitará el congestionamiento, teniendo vías separadas para los viajes de ida y los de regreso.

Cuando se emplean carretillas o carros de mano para acarrear concreto premezclado, el tiempo de espera de la olla puede reducirse si se descarga el

concreto en una tolva intermedia, de donde puede tomarse después para trasladarlo por medio de las carretillas.

#### II.4.2 VOGUES

Los vogues, son empleados en la obra para muchas otras tareas de transporte, además de la del colado. Los hay disponibles con distintas capacidades, que van desde los  $0.3 \text{ m}^3$  hasta un límite máximo de  $0.75 \text{ m}^3$  aproximadamente, siendo de empleo más común el de  $0.5 \text{ m}^3$ . Cabe señalar que las capacidades antes indicadas corresponden a tolvas completamente llenas, y que para evitar el derramamiento del concreto durante el traslado, el nivel de éste debe quedar a 100 mm por debajo del nivel máximo posible.

Existen vogues con descarga frontal o lateral y de operación manual o hidráulica. En los de operación manual, el operador suelta un seguro y permite que la tolva móvil se incline hacia delante o lateralmente, produciendo una descarga rápida pero no controlada del concreto, los de operación hidráulica permiten ejercer mayor control sobre la descarga; la mayoría de los modelos hidráulicos pueden efectuar descargas elevadas al pivotar la tolva móvil en el extremo de descarga. Aunque los vogues pueden operar en terrenos accidentados, es preferible tratar de preparar vías uniformes para evitar la segregación y el derramamiento.

Una descarga no controlada puede constituir una desventaja –el fuerte impacto puede desplazar el acero de refuerzo y será difícil llenar las secciones pequeñas – y por otro tanto, quizá sea necesario descargar primero sobre una tabla de banco y de ahí palear a mano el concreto. Asimismo cuando se trata de losas, la descarga no controlada da como resultado la formación de montones en vez de capas uniformes y presenta mayor dificultad en el acabado para la cuadrilla de colado.

### II.4.3 TRANSPORTADORES MONTADOS SOBRE CAMIONES

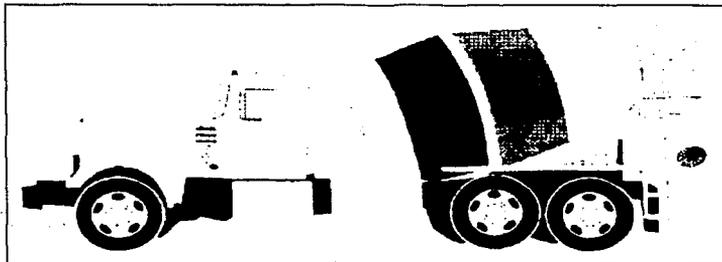
Con el objeto de transportar el concreto de manera rápida y que conserve sus propiedades físicas y químicas, se han implementado transportes diseñados para tal fin.

El empleo de estos transportadores, con capacidad de 2 a 3 m<sup>3</sup>, por lo general queda limitado a contratos importantes en los que se requieren acarreo largos sobre caminos uniformes.

La descarga es hidráulica y generalmente a un nivel elevado (2 m), por lo que se habilitan canalones, a fin de que el concreto pueda colarse directamente en su sitio, al nivel del terreno. Con el propósito de reducir la segregación que pudiera tener lugar durante el transporte, y para controlar la velocidad de descarga, en muchos casos se colocan gusanos o paletas para remezclar el concreto en el momento de la descarga.

A continuación se presentan las fotografías de algunos de los transportes de concreto más conocidos en la industria de la construcción como a continuación se detalla.

**FIGURA II.15 CAMION REVOLVEDOR UNIDAD CON CAPACIDAD  
PARA TRANSPORTAR 7.5 m<sup>3</sup> DE CONCRETO PREMEZCLADO**



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

FIGURA II.16 MINI MIXER UNIDAD PARA ACCESOS RESTRINGIDOS, CON  
CAPACIDAD PARA TRANSPORTAR 3 m<sup>3</sup> DE CONCRETO PREMEZCLADO

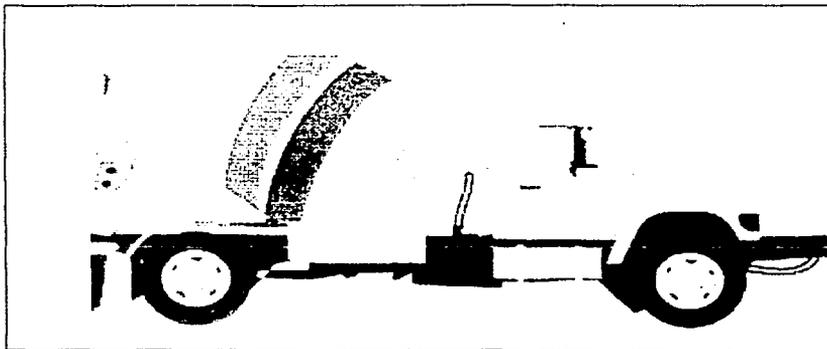
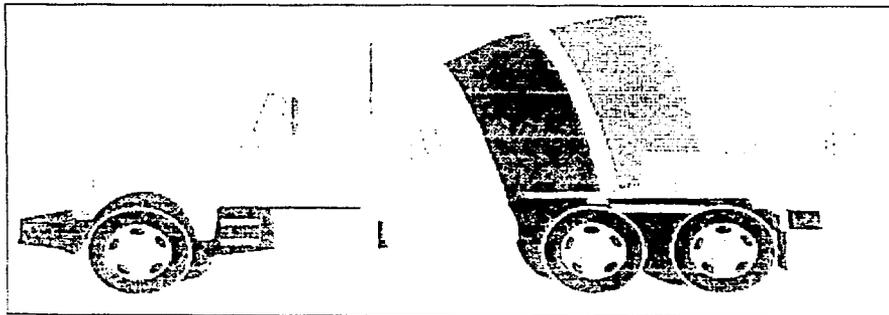
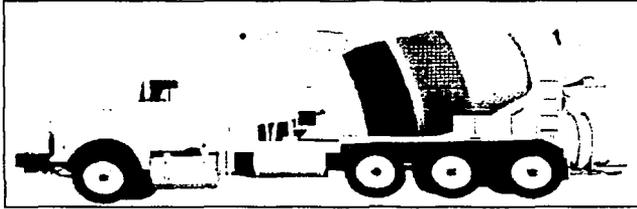


FIGURA II.17 CAMION REVOLVEDOR PAVER  
UNIDAD ESPECIALIZADA PARA PROYECTOS DE PAVIMENTOS CON CONCRETO,  
CAPACIDAD PARA TRANSPORTAR 8 m<sup>3</sup> DE CONCRETO PREMEZCLADO



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**FIGURA II.18 CAMION REVOLVEDOR BOMBA UNIDAD PARA TRANSPORTAR  
CONCRETO PREMEZCLADO CON CAPACIDAD DE 7.5 m<sup>3</sup> Y CON MODULO DE BOMBEO  
INTEGRADO**



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

#### **II.4.4 CAMIONES DE VOLTEO**

Los camiones de volteo abiertos, ya sean de descarga posterior o lateral, se limitan, por lo general, a transportar concreto pobre ( $100 \text{ kg/cm}^2$ ). Deben de estar provistos de lonas o cubiertas para proteger el concreto de la lluvia, o para evitar la evaporación de la humedad en clima caluroso; las compuertas de descarga deben ajustar bien. Cuando los camiones se han empleado para el transporte de otros materiales, deben ser perfectamente lavados antes de utilizarlos para transportar concreto, pues, de lo contrario, puede contaminarse y afectarse su resistencia y durabilidad finales.

#### **II.4.5 CAMIONES PARA TRANSPORTE DE CONCRETO PREMEZCLADO**

En la actualidad, los camiones para transporte de concreto premezclado suministran de 50 % del concreto empleando en la industria de la construcción. El concreto premezclado se entrega generalmente en un camión mezclador que puede utilizarse de cualquiera de las siguientes formas:

- 1) Como agitador, para transportar concreto que ha sido mezclado en una mezcladora de la planta. Durante el trayecto, el tambor de la mezcladora gira lentamente, a razón de 1 o 2 revoluciones por minuto, solamente para conservar el concreto en movimiento constante. Cuando el camión llega a

la obra, el tambor debe acelerarse hasta alcanzar de 10 a 15 revoluciones por minuto, durante tres minutos por lo menos, para garantizar que el concreto esta bien mezclado y homogéneo antes de descargarlo.

- 2) Como camión mezclador, ya sea para mezclado completo con agua en la planta, o bien en la obra después de añadir el agua. Cuando el agua se agrega en la obra, el tambor de la mezcladora debe girar alrededor de 100 revoluciones después de la adición del agua, para garantizar que el concreto esté suficientemente mezclado. Se requerirán de 7 a 10 minutos para llevar a cabo el mezclado, puesto que los tambores de las mezcladoras giran por lo general a 10 o 15 revoluciones por minuto, cuando funcionan a alta velocidad.

#### **II.4.6 TOLVAS MOVILES Y CUBETAS**

El empleo de tolvas móviles y cubetas, junto con el de torres-grúa, es todavía el método más común para el manejo y distribución del concreto, en la mayoría de las obras en las que éste debe ser transportado vertical y horizontalmente. Aún así, las bombas para concreto, especialmente las móviles constituyen frecuentemente una alternativa más económica y eficaz, por lo que se están empleando cada vez más en muchos contratos de construcción.

Generalmente se acepta que las tolvas móviles tienen capacidades inferiores a  $1 \text{ m}^3$ , en tanto que las cubetas son de mayor capacidad. La capacidad de las tolvas móviles que existen fluctúa entre 0.2 y  $1 \text{ m}^3$ , siendo las más comunes aquellas de 0.5 a  $0.75 \text{ m}^3$  de capacidad; suelen ser usadas en edificios y en pequeñas obras de ingeniería civil. Las cubetas en cambio, suelen emplearse en grandes volúmenes de concreto, pues su capacidad puede llegar hasta  $6 \text{ m}^3$ .

Existen dos tipos básicos de tolvas móviles:

- 1) La tolva móvil inclinable o de volteo, que al voltearse puede llenarse de una descarga a nivel inferior y que normalmente esta provista de un canalón para la descarga lateral.

- 2) La tolva móvil de posición fija, con descarga en la parte inferior, y a la que puede adicionarse un canalón para descarga lateral.

#### **II.4.7 BOMBEO DEL CONCRETO**

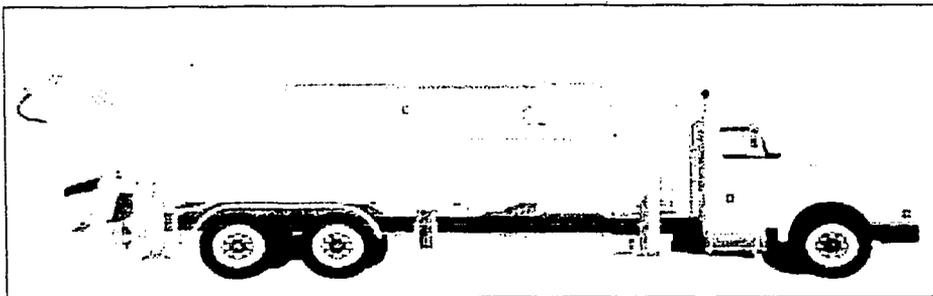
Hoy en día las bombas de concreto son lo suficientemente ligeras para poder montarlas sobre remolques estándar o armazones de camiones, lo que por ende, facilita su movilidad. Además, la potencia y capacidad de control de estas bombas supera por mucho aquéllas de las primeras bombas mecánicas.

Una de las principales ventajas del bombeo es que el concreto puede ser desplazado tanto horizontal como verticalmente, empleando un solo medio de transporte desde la mezcladora hasta el lugar de colado. Las bombas pueden colocar el concreto a más de 60 metros verticalmente, o más de 300 metros horizontalmente –o bien a distancias menores cuando se transporte vertical y horizontalmente- ; algunas bombas de alta presión han alcanzado alturas de más de 300 metros y distancias horizontales hasta de 650 metros.

El rendimiento de la bomba depende del tipo de bomba, del largo vertical y horizontal de la tubería. Del número de codos y de la mezcla de concreto; en la práctica, el rendimiento varía de 30 a 100 m<sup>3</sup> por hora. La velocidad de bombeo del concreto puede verse afectada por la velocidad que la cuadrilla de colado pueda desarrollar al manejar el concreto en un lugar del colado y, naturalmente, por la velocidad con que se alimente la bomba.

El concreto que sale de una planta de concreto premezclado es transportado a la obra por medio de camiones los cuales cuentan con una mezcladora y son recibidos en obra en un recipiente (arteza) para después ser acarreados a su destino final por medio de botes, vogues, etc. En obras de varios niveles se pueden emplear bogues y malacates para la elevación del concreto o bien utilizar el sistema de bombeo, lo cual hace el colado más rápido y de un volumen mayor.

**FIGURA II.18 BOMBA PLUMA UNIDAD MOVIL PARA EL BOMBEO DE CONCRETO  
PREMEZCLADO LONGITUDES DE PLUMA EXISTENTES: 17, 23, 28, 32, 34, 26  
Y 42 METROS**



## **II.5 COLOCACION DEL CONCRETO**

La colocación del concreto y vibrado del mismo dependen del elemento estructural de que se trate y del método de transporte (carretilla, vogues, bombeo, etc) , el vaciado o colocación se hace directamente a los elementos y se facilita cuando el concreto es bombeado.

### **II.5.1 VIBRADO**

El vibrado del concreto se hace con el fin de evitar espacios de aire en los elementos. cuando estos se cuelen, pero debe tenerse cuidado al vibrarse ya que puede disgregarse la mezcla y perder con ello la homogeneidad y con ello sus propiedades. Al vibrar el concreto deberá cuidarse el dejar únicamente el concreto necesario, para después enrasar los elementos que así lo requieran.

Después de que el concreto es colocado en las cimbras, es necesario compactarlo, preferentemente con un vibrador. Algunos vibradores pequeños semi-automáticos (jitterbugs). empleados en muchas construcciones pequeñas, usualmente son causantes de sorpresas desagradables por las huecos que aparecen al descimbrar. Al mismo tiempo. el concreto se nivela hasta alcanzar la

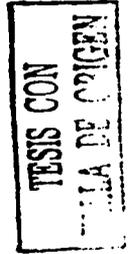
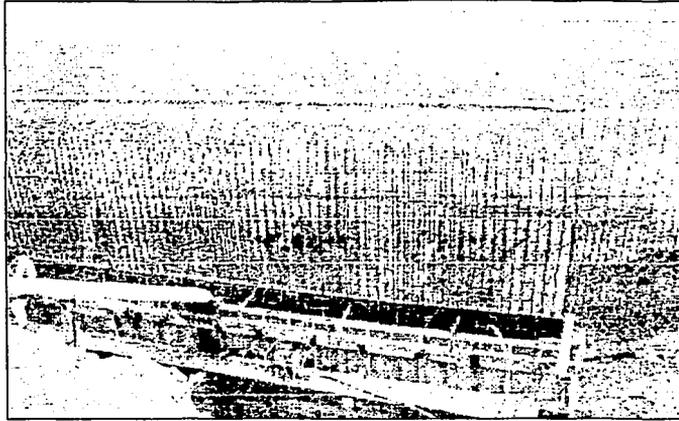
elevación requerida durante el vibrado. Se puede usar una regla de aplanado que se mueve de atrás hacia adelante en un movimiento de enrasado, para llevar el concreto sobrante a nivel y rellenar los sitios donde falte. Son preferibles las herramientas especializadas como las reglas de magnesio, pero las tablas de 2 x 4 pulgadas que se usan con mucha frecuencia en caminos son suficientes para obtener buenos resultados.

Las reglas con vibradores-niveladores y otras herramientas mecánicas enrasadoras son utilizadas en las grandes construcciones. Estas son herramientas operadas mecánicamente que recortan el concreto sobrante o hacen la combinación de recortar y vibrar la superficie. Estas herramientas trabajan el concreto antes de que el sangrado llegue a la superficie y por supuesto hay que asumir que la mezcla no tenga demasiado contenido de agua.

Existen varias formas de trasladar el concreto de la revolvedora a las cimbras. Todas pueden producir un buen concreto cuando son debidamente usadas; la mayoría pueden ser mal empleadas y producir un concreto de pobre calidad ya colocado. En principio, el método de entrega idóneo es aquél que coloque el concreto tan cerca de su posición final o en la misma cimbra si es posible. Si el concreto es trasladado con vibradores, se puede presentar la segregación.

Buenos rastrillos para concreto (no de jardín) así como palas, si se usan debidamente, pueden emplearse para trasladarlo sin segregación. Estas herramientas sólo deben ser usadas para distribuir el concreto que ya ha sido depositado muy cerca de donde deberá usarse, y no son adecuadas para moverlo muy lejos de este punto.

FIGURA II.19 COLOCACION DE CONCRETO POR MEDIO DE BOMBEO DE CONCRETO.



El método más común para colocación de concreto es el canal de la revoladora. Esto es magnífico cuando es usado correctamente. Si el canal se encuentra en una posición demasiado horizontal o es muy largo, el concreto tendrá que tener un mayor contenido de agua para poder fluir, y la calidad final se verá afectada significativamente.

Por ejemplo, en la construcción de un piso importante en Lousiana hace algunos años, el sitio de la obra estaba muy lodoso. En lugar de mover los camiones o usar "vogues", simplemente agregaron agua al concreto y añadieron extensiones de canal. Ya se imaginarán lo que sucedió. Se pudo correlacionar la resistencia del concreto "in situ" con la distancia de la revoladora. Es un ejemplo doloroso y costoso. Un jurado le otorgó una indemnización de \$250,000 dólares por daños y perjuicios al dueño de la construcción.

La gran falla del proyecto de Lousiana hubiera podido ser evitada si el concreto hubiera sido transportado con "vogues" o carretillas. Los "vogues" y carretillas manuales son sorprendentemente eficientes en construcciones pequeñas o medianas. Si los accesos provistos son lo suficientemente planos, pueden entregar el concreto con un mínimo de segregación.

El manejo del concreto con "vogues" motorizados es fácil y rápido. Su mayor costo y capacidad los hacen apropiados para grandes construcciones. Sin embargo, pueden crear problemas al expeler gases, tanto para los trabajadores como para el concreto, si no son rápidamente eliminados del área de la construcción. Los trabajadores pueden estar respirando mucho monóxido de carbono y muy poco aire. La superficie fresca de concreto puede resultar seriamente dañada por la carbonatación ocasionada por los gases.

Los cangilones de concreto movidos por grúa son muy comunes en la construcción de puentes y edificios de gran altura. Son buenos y la mezcla no requiere modificaciones especiales. Los únicos dos grandes problemas de su uso son: el vaciar todo el concreto, es decir, mucho en un solo lugar y dejarlo caer desde una gran altura. Se sugiere usar una bomba tipo tremie o vulgarmente llamada "trompa de elefante", en la descarga del cangilón. Los cangilones deben ser de paredes verticales o de cantos muy empujados, con objeto de evitar la segregación. Una importante precaución de seguridad es "no permanecer debajo del cangilón".

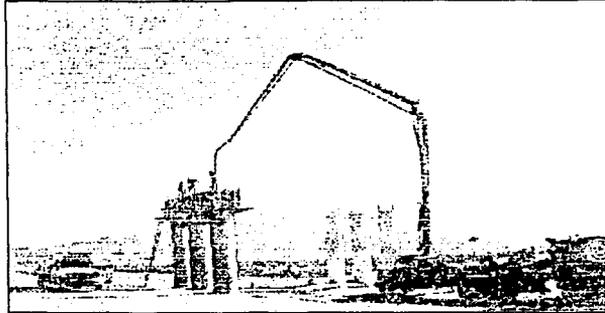
Las bombas para la colocación del concreto a pesar de que son utilizadas típicamente en grandes construcciones, se utilizan en pequeños colados, por ejemplo, para ampliar la parte trasera de una casa; en ese caso simplemente se bombea el concreto sobre la cochera, en vez de transportarlo a través del patio por medio de carretillas o cubetas desde la calle.

El concreto para bombeo debe tener buena trabajabilidad, pues por lo general la mezcla contiene más agregados finos—arena, puzolana, escoria o cemento. Las bombas no trabajan con concreto con exceso de agua. Debido a que el concreto bombeado contiene más finos, tendrá más cantidad de agua por metro cúbico y por lo tanto, una contracción ligeramente más alta que la de un concreto de alta calidad colocado con cangilón. Estas desventajas, no obstante, frecuentemente se

ven compensadas por la gran facilidad de colocación con menos segregación y más fácil compactación.

FIGURA II.20 COLOCACION DE CONCRETO POR MEDIO  
DE UNA BOMBA PLUMA DE CONCRETO PUEBLA 2002

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Al igual que en el caso de los otros métodos de colocación, la bomba de descarga deberá ser movida continuamente para que el concreto sea depositado tan cerca como sea posible de su posición final. Si se deja que se amontone para luego ser trasladado por aquí y por allá, la segregación será mucho más probable.

La pérdida de aire entre el canal de la revoladora y la descarga de la bomba ha sido un problema en algunas construcciones. Diferentes bombas han tenido diferentes cantidades de pérdida de aire, aun en el mismo proyecto. Se desconoce si esto está relacionado con el tipo de bomba o con la distancia entre el punto más alto de la línea de bombeo y la descarga, por eso es un problema que hay que vigilar.

Las bombas modernas de concreto han hecho posible una reducción significativa de los costos de colocación y han ayudado a producir estructuras de concreto de alta calidad. Las bandas transportadoras de concreto son buenas para transportar concreto si se tiene cuidado para evitar la segregación y evitar descargar cantidades de concreto no previstas en grandes pilas o montones.

Comúnmente, se emplean pequeños vagones de ferrocarril para entregar concreto en proyectos de túneles. Aquí, la pérdida de revenimiento puede ser un grave problema. En algunas construcciones de túneles, el concreto es mezclado durante 45 a 75 segundos en un mezclador de turbina, y descargado dentro de los vagones, los cuales lo transportan con poca o ninguna agitación. Los vagones entonces llegan hasta una bomba en lo más profundo del túnel. El bombeo, por lo tanto, no sucede sino hasta aproximadamente 30 minutos después del mezclado.

La combinación de ciclos muy cortos de mezclado seguidos de un largo periodo de reposo puede provocar problemas serios de pérdida de revenimiento, y no hay forma de remezclar o retemperar el concreto antes de descargarlo en la bomba. En algunas ocasiones, es necesario revisar el uso de diferentes reductores de agua o retardantes de la mezcla para minimizar la pérdida de revenimiento. En algunos proyectos de túneles y pavimentación, se han puesto a prueba diferentes cementos con un equipo especial de prueba que usaba períodos de mezclado cortos, lo que provocaba un "falso" fraguado para simular las verdaderas condiciones de trabajo, y así poder seleccionar el cemento con mejor comportamiento. Este problema es mucho menos común en las revolvedoras, porque los tiempos de mezclado son más largos.

## **II.6 ACERO DE REFUERZO**

El éxito de una obra de concreto reforzado depende en gran parte de que el acero de refuerzo quede correctamente fijado en el concreto, y que tenga un recubrimiento apropiado. Si el acero no está debidamente fijado y se mueve durante el colado, el elemento no será debidamente fijado y se mueve durante el colado, el elemento no será tan resistente como debe ser, y el consecuente debilitamiento puede producir fallas bajo carga. Además, si el recubrimiento no es suficiente, el acero de refuerzo se oxida, se expande, y finalmente descascara el concreto, lo que a su vez debilita la estructura y echa a perder su aspecto.

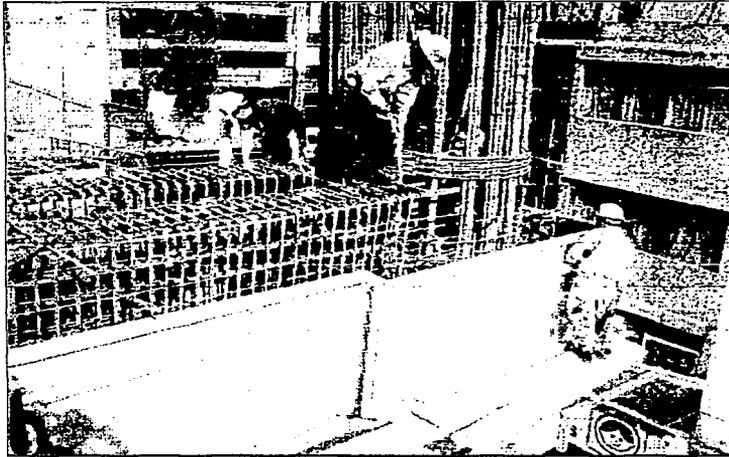
FIGURA II.21 ACERO DE REFUERZO EN COLUMNAS DE UN PUENTE, PUEBLA 2002



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En los proyectos de concreto armado, se emplea el acero para resistir a los esfuerzos de tensión ó tracción y, a veces para ayudar al concreto a soportar los esfuerzos de compresión. Las distintas calidades de acero que se usaban antes para el armado han cedido su puesto en la actualidad a la llamada calidad intermedia, con arreglo a los requisitos de las especificaciones estándares para el billet o palanquilla de acero para varillas de armado de concreto de calidad o grado intermedio, designación A 15-14 de la American Society for Testing of Materials. Esta especificación la adoptó también el Departamento de Comercio de los Estados Unidos de América como estándar único para palanquilla de acero (Estándar comercial Número 1). Existen como complemento de esta especificación el estándar de acero de riel para varillas de armado de concreto (designación: A 16-14) y las especificaciones estándares para alambre de acero estirado en frío para el armado del concreto (designación A 82-27), ambas de la American Society for Testing of Materials. Los aceros estructurales deben cumplir con los requisitos de las especificaciones estándares para acero estructural para edificación (designación: A 9-24) de la American Society for Testing of Materials.

FIGURA II.22 ACERO DE REFUERZO EN OBRAS DEL  
DISTRIBUIDOR VIAL SAN ANTONIO MEXICO D.F. DE 2003



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La calidad intermedia de palanquilla de acero (Estándar comercial Número 1). Existen como complemento de esta especificación el estándar de acero de riel para varillas de armado de concreto (designación: A 16-14) y las especificaciones estándares para alambre de acero estirado en frío para el armado del concreto (designación: A 82-27), ambas de la American Society for Testing of Materials.

Barras o varillas conformadas o corrugadas. Estas barras se fabrican con diversos resaltos que las diferencian de las varillas redondas o cuadradas lisas, lo que tiene por objeto conseguir una trabazón mecánica entre el acero y el concreto. Estos resaltos se obtienen en la laminación y permiten conseguir una resistencia unitaria de trabazón un 25% mayor que usando barras o varillas lisas de acero.

Todo acero para el armado se debe adquirir con las especificaciones apropiadas de la American Society for Testing of Materials (ASTM) que controlan sus propiedades físicas y químicas.

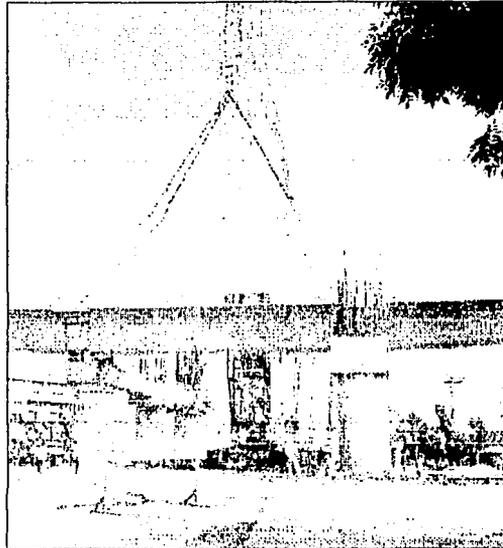
Los esfuerzos de trabajo a la tracción del armado de acero no deben pasar del 50 % del límite de elasticidad aparente del material, pero, sin embargo, pueden aproximarse con garantía a dicho límite. Bajo esta base, parece lógico admitir un esfuerzo de trabajo de  $1,400 \text{ kg/cm}^2$  para la varilla de armado de calidad intermedia, cuyo límite de elasticidad aparente es de  $2,800 \text{ kg/cm}^2$ , y adoptar  $1,125 \text{ kg/cm}^2$  para el acero de calidad estructural cuyo límite citado es de  $2,300 \text{ kg/cm}^2$ . El Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal 1993 vigente de México señala los siguientes valores: tensión (ó tracción) en los elementos a flexión,  $1,265 \text{ kg/cm}^2$ ; límite elástico  $2,320 \text{ kg/cm}^2$ ; modulo de elasticidad.

### **II.6.1 FUNCION DEL ACERO DE REFUERZO**

Muchas veces, cuando se cuenta con grúas adecuadas, se fabrican armados de varillas para el refuerzo de vigas y columnas. Aunque esta práctica puede dar como resultado un considerable ahorro de mano de obra y de tiempo, si se compara con la colocación del acero directamente en la estructura, debe tenerse en cuenta que se necesita un área apropiada para el almacenamiento temporal de los armados.

Una buena fijación es esencial para que las varillas permanezcan en su posición correcta, no solamente durante el colado sino también bajo la presión posterior de cualquier tipo de tránsito. El método normal de fijación consiste en utilizar alambre de amarre, de hierro dulce, de calibre 16 o 18, en las intersecciones de las varillas en losas y muros, y en las intersecciones de las varillas principales con los estribos. Córtese o dóblense hacia adentro los extremos sueltos de los amarres, para que no hagan daño al oxidarse y no aparezcan en la superficie del concreto. También pueden usarse sujetadores fabricados, pero hay que tener cuidado de seleccionar los tamaños apropiados. Los armados prefabricados se deben atar bien, de manera que tengan la suficiente rigidez y puedan ser levantados por la grúa.

FIGURA II.23 GRUA DE  
600 TONELADAS  
COLOCANDO UN  
ELEMENTO DE  
CONCRETO  
PREFABRICADO EN  
EL DISTRIBUIDOR  
VIAL SAN ANTONIO  
MEXICO D.F. 2003.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Una vez fijado en su posición, el acero de refuerzo no debe doblarse, ni siquiera para facilitar el colado del concreto; sin embargo, si fuera necesario, es importante que las varillas de acero dulce no sean dobladas a un radio de menos de dos veces su diámetro, y que las de acero de alta elasticidad no lo sean a un radio menor que tres veces su diámetro. Es preciso cerciorarse de que al volver a doblar las varillas, especialmente en concreto de agregado ligero, el concreto que rodea las varillas no sea dañado.

Para lograr el espesor apropiado de recubrimiento, el corte y el doblado exactos del acero son tan importantes como su buena colocación: una varilla doblada en forma o ángulo incorrecto, o cortada a una longitud equivocada, no puede recibir el recubrimiento requerido. El doblado y la fijación deben efectuarse con extremo cuidado; una vez que las varillas han sido fijadas, es esencial ver que no se muevan antes o durante el colado.

## II.6.2 TIPOS DE VARILLA Y SU IDENTIFICACION

Existen dos grados principales de acero que se utilizan para varillas de refuerzo, uno es el acero dulce, y el otro, el acero de alta elasticidad (anteriormente conocido como acero de alta tensión).

Todas las varillas redondas, lisas, son de acero dulce templado en caliente. El acero de alta elasticidad se fabrica templando en caliente un acero de baja aleación, o formando en frío (torciendo y estirando) un acero originalmente dulce.

El acero de baja aleación puede distinguirse del acero dulce por la forma de sus nervaduras, mientras que el acero formado en frío se reconoce por su aspecto torcido, aunque también puede tener nervaduras. Estas varillas son más resistentes que las varillas redondas de acero dulce del mismo diámetro.

En los planos de acero de refuerzo y los programas de varilla, se debe identificar el tipo de varilla mediante los prefijos siguientes:

R, para las varillas de acero dulce

Y, para las de acero de alta elasticidad

X, para aceros diferentes de R e Y, por ejemplo el acero inoxidable.

En los planos del acero de refuerzo normalmente se utiliza un sistema de señalamiento abreviado que comprende detalles del número de varillas o conexiones similares, del tipo de acero, del diámetro y cuando es necesario del espaciamiento, por ejemplo:

7 Y 25 - 3 - 200 T para el acero de refuerzo de una losa, significa:

7 = siete varillas Y = acero de alta elasticidad = 25 = 25 mm de diámetro; 3 = marca de la varilla: 200 = 200 mm de espaciamiento; 1 = en la parte superior.

## II.6.3 CORTE Y DOBLADO DEL ACERO DE REFUERZO

Una vez que se ha diseñado la estructura y detallado el acero de refuerzo, se

---

elaboran planos para mostrarle al fierrero dónde debe colocarlo. La mayoría de los detallistas utilizan la forma estándar de señalamiento y abreviatura para las varillas, que se mencionó anteriormente, y que proporciona al fierrero toda la información necesaria.

El siguiente paso es transferir la información de los planos a los programas de varillas o malla metálica, proporcionando la ubicación, la marca de varilla, el tamaño y el tipo, el número, la longitud y los detalles de doblado de cada varilla o malla metálica. La BS 4466:1969 que contiene tablas de Códigos de Forma para las diferentes formas de las varillas.

### **II.6.3.1 CORTADO DEL ACERO DE REFUERZO EN OBRA**

Antes de iniciar el corte de las varillas, a veces es conveniente reacomodarlas según el programa de varillas, en orden de longitud. De esta manera, al cortar primero las varillas más largas, se reduce el desperdicio; también se subraya la manera de cortar las varillas más económicamente: al cortar dos varillas de 5.5 m de una de 12 m, queda un pedazo de 1 m no utilizable; mientras que, si se corta una parte de 5.5 m y una de 6.3 m, queda solamente un desecho de 0.2 m. Además de conocer la cantidad almacenada de varillas enteras, es esencial tener una lista de los cortes sobrantes.

Para medir las varillas se debe utilizar siempre una cinta metálica, así se reduce la posibilidad de error, especialmente en varillas largas; también es útil marcar la mesa en tramos de 10 cm. Dejar lugar para botes donde se colocan verticalmente los trozos cortos, para poder escogerlos fácilmente.

### **II.6.3.2 DOBLADO DEL ACERO DE REFUERZO EN LA OBRA**

El doblado debe hacerse con máquinas apropiadas, ya sean de operación manual o eléctricas; no se deben utilizar aparatos improvisados, dan malos resultados y pueden ser peligrosos. El doblado debe ser exacto, de acuerdo con lo programado, ya que de otra manera no sería posible fijar el acero de refuerzo en

posición correcta. Por ejemplo, los estribos o tirantes grandes pueden llevarse fácilmente a su posición, sesgándolos, pero esto puede reducir el recubrimiento y dar así lugar para la corrosión. De manera similar, si los tirantes o estribos son cortos, las varillas principales quedarán fuera de posición, lo que puede afectar la resistencia del elemento. El doblado exacto también es esencial cuando el acero de refuerzo está congestionado, como sucede en las intersecciones de columnas y vigas.

#### **II.6.4 ALGUNAS SUGERENCIAS RESPECTO AL DOBLADO**

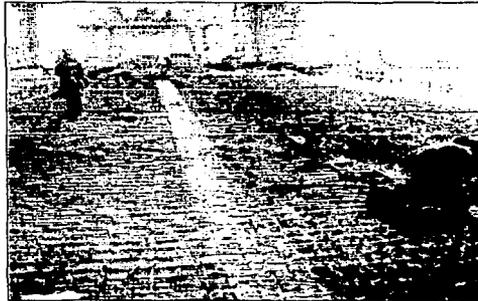
- 1) Tener una mesa donde se puedan apoyar bien las varillas durante el doblado, para evitar dobleces en planos equivocados.
- 2) Preparar un dibujo a escala natural antes de doblar una varilla grande y complicada que podrá utilizarse para comprobación.
- 3) Tener a la mano calibradores para verificar los diámetros de las varillas antes de doblarlas y cortarlas, no siempre es fácil identificar visualmente los distintos diámetros.
- 4) Las máquinas dobladoras varían en su funcionamiento, por lo que antes de doblar muchas varillas con diferentes dobleces, especialmente cuando se trata de dimensiones críticas, se debe doblar una varilla y verificar que el doblez sea correcto. Se deben efectuar verificaciones ocasionales de otras varillas, para asegurarse de que los topes no se han movido.
- 5) Regularmente, se debe dar servicio a la dobladora y cerciorarse de que se tienen y utilizan los mandriles de tamaño correcto. El radio interior del doblez no debe exceder de  $2d$  para el acero dulce y de  $3d$  para las varillas de alta elasticidad, siendo  $d$  el diámetro de la varilla. Un radio demasiado pequeño debilita la varilla.
- 6) Las varillas de alta elasticidad siempre deben doblarse en frío. Las varillas de acero dulce de diámetro grande pueden calentarse hasta el rojo vivo, pero no deben introducirse en agua para que se enfríen; de cualquier manera, se debe obtener siempre la autorización del ingeniero para doblar en caliente.

- 7) En época fría, redúzcase la velocidad de doblado, especialmente con varillas de alta elasticidad, ya que el acero se hace más quebradizo a temperaturas inferiores a 5° C. Esta reducción de velocidad también es aplicable a las varillas que ya se han doblado y que requieren ser enderezadas después de un colado parcial.
- 8) Cerciorarse de que se tienen los planos y programas actualizados, los viejos deben descartarse cuando se hacen las revisiones.

### **II.6.5 LIMPIEZA Y OXIDACION DEL ACERO**

La resistencia y el comportamiento del concreto reforzado dependen de la buena adherencia entre el acero y el concreto. Esto significa que el acero debe estar en buenas condiciones cuando, el concreto se vacía a su alrededor; por lo tanto, todo el acero de refuerzo debe mantenerse libre de grasa, aceite, lodo, escamas o láminas de óxido oxidación excesiva, concreto suelto y hielo; la presencia de cualquiera de estas sustancias afecta la adherencia entre el concreto y el acero.

**FIGURA II.24 TENDIDO DEL ACERO DE REFUERZO PARA FIRME DE CONCRETO EN UN TRAMO DEL DISTRIBUIDOR VIAL SAN ANTONIO, MEXICO D.F. 2003**



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Asimismo, una vez que haya sido fijado, no se debe dejar expuesto el acero de refuerzo por más de dos semanas porque, de lo contrario, la lluvia puede arrastrar parte del óxido hasta la cimbra, la cual dejará una mancha permanente en el concreto al ser retirada. Las varillas de amarre de la parte superior de columnas y muros, frecuentemente son el origen de manchas de óxido en el concreto que está debajo de ellas; por lo tanto, si van a estar expuestas durante más de dos

semanas, cúbranse con tubitos de plástico o con lechada de cemento. Los escurrimientos endurecidos de moderado o de lechada no necesitan ser eliminados, siempre que estén bien adheridos; si no se quitan con facilidad, pueden dejarse.

El efecto de la oxidación del acero sobre la adherencia entre el acero y el concreto, siempre ha sido tema de controversia en las obras y, en muchos casos, se ha removido innecesariamente el óxido, ocasionando gastos considerables. Un poco de oxidación, de hecho, no causa daño, pero el óxido laminar y las escamas de óxido excesivas que no estén firmemente adheridos, sí deben ser removidos.

El manejo normal, generalmente elimina el exceso de óxido y a veces las escamas, pero también puede lograrse el mismo efecto dejando caer las varillas o los armados. En el caso de varillas de amarre que han estado expuestas durante algún tiempo, unos golpes firmes harán caer el exceso de óxido.

El acero almacenado a la intemperie por meses, puede haberse oxidado al grado de que su diámetro se haya reducido. Esto no ocurre con frecuencia, pero es conveniente verificar el diámetro mediante un calibrador o, si se quiere mayor precisión, pesar un pedazo de varilla de aproximadamente 30 cm de longitud.

### **II.6.6 RECUBRIMIENTO Y ESPACIADORES**

Para proteger el acero de refuerzo contra la corrosión y para que la acción combinada del acero y el concreto sea efectiva, es esencial que las varillas estén cubiertas por suficiente concreto impermeable. Si la humedad llega a penetrar en el concreto, el acero se oxida y se expande, causando descascaramiento del concreto y exponiéndose de nuevo a mayores ataques.

Por estas razones, todo el acero de refuerzo debe estar ahogado a cierta distancia de la superficie del concreto. Este espesor, llamado recubrimiento, debe determinarlo el ingeniero y aparecer en los planos. El espesor de la capa de recubrimiento depende principalmente de la calidad del concreto y de las

condiciones a que estará expuesto (por ejemplo a la intemperie o en el mar). La resistencia al fuego depende también de un buen recubrimiento.

El recubrimiento apropiado se logra mediante el uso de espaciadores que, generalmente, son pequeños bloques de mortero o plásticos especiales; por lo tanto, se debe cerciorar de que tiene suficiente cantidad de espaciadores y de que sean del tipo y tamaño apropiados.

Actualmente, los espaciadores de plástico son de uso común y se fabrican para que se ajusten a determinados diámetros de varillas y para que permitan espesores especiales de recubrimiento. Se deben utilizar suficientes espaciadores para que se conserve el recubrimiento correcto y para que las varillas permanezcan en su posición durante el colado y la compactación del concreto. También hay que cerciorarse de que ha quedado suficiente recubrimiento para los estribos y amarres que sobresalen del acero de refuerzo principal.

**FIGURA II.25 ESPACIAMIENTO DADO AL ACERO DE REFUERZO  
EN LA GUARNICION DE UN PUENTE CARRETERO, PUEBLA 2002**



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Los espaciadores de mortero permiten un buen recubrimiento. Si se hacen en la obra, se debe utilizar mortero compuesto por 1 parte de cemento y 2 partes de arena, y solamente el agua suficiente para obtener un modero denso. Se debe cuidar de que cualquier alambre ahogado dentro de los bloques quede lejos de la superficie para evitar que aparezcan manchas de óxido en la superficie del concreto. No hay que utilizar espaciadores metálicos cuando la estructura se

**EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL  
UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES.**

---

encuentra en un ambiente corrosivo. o cuando la superficie del concreto está en contacto con el agua; tampoco se deben emplear piedras o trozos de madera como espaciadores permanentes.

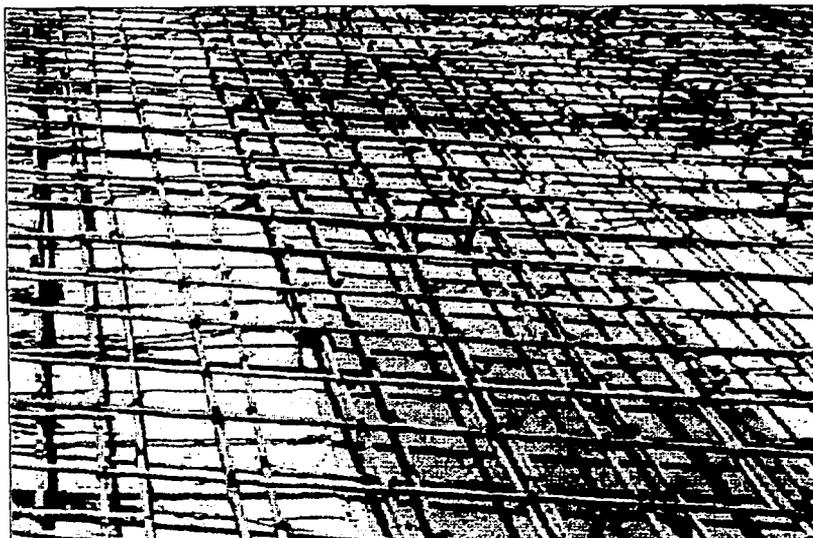
Al fijar espaciadores sobre cierto número de varillas paralelas, como en el caso de vigas y columnas, se debe evitar colocarlos en línea recta a través de una sección, porque esto puede producir un plano de debilidad en el concreto.

El acero de refuerzo, superior e inferior, de losas suspendidas, se debe colocar correctamente antes de comenzar el colado; deben utilizarse pequeños bloques espaciadores para el acero de la parte inferior, pero es aconsejable el uso de silletas para soportar el de la parte superior. Todos los espaciadores deben ser lo suficientemente resistentes para soportar el tránsito pedestre.

En losas de piso sobre el terreno, que lleven refuerzo superior, muchas veces conviene vaciar concreto hasta determinado nivel, y después colocar las varillas o malla metálica sobre este nivel antes de colar el resto del concreto. Nunca hay que colocar el acero de refuerzo sobre la cimbra y tratar de elevarlo conforme se vacía el concreto, el acero nunca queda en el lugar correcto.

Si se usan espaciadores en una cara de una viga o de un muro, pero no en la otra, sostener en posición el armado de acero, jalándolo hacia la cimbra con alambres que pasen a través de agujeros abiertos en la cimbra. Tirar de los alambres, de manera que los espaciadores eviten que el armado entre en contacto con la cimbra y se pueda lograr un buen recubrimiento en el lado que no tiene espaciadores; pero se deben quitar los alambres poco tiempo después de colar el concreto, para evitar que aparezcan manchas de óxido.

**FIGURA II.26 SEPARACION DEL ACERO ANTES DEL  
COLADO DE UNA LOSA EN LA CIUDAD DE MEXICO D.F. 2002**



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### **II.6.7 REFUERZO CON MALLA METALICA**

El refuerzo con malla metálica soldada es una malla fabricada de varillas o alambres, que frecuentemente se emplea en pisos y caminos. Elimina la colocación y el amarre de varillas individuales y puede ser conveniente cuando el plano no es complicado. La malla puede ser de alambres comunes, alambres dentados, varillas corrugadas o varillas cuadradas torcidas.

El refuerzo con malla metálica puede ordenarse y recibirse en obra, en hojas estándar de 2.4 m de ancho y 4.8 m de longitud o en rollos de 2.4 m de ancho y 45 o 72 m de longitud. Ocasionalmente, si los detalles del refuerzo están completos antes de ordenar el material, éste puede ser suministrado en hojas ya cortadas a las medidas deseadas.

La malla se fabrica en cuatro tipos diferentes, en un número limitado de pesos diferentes cada uno. Los cuatro tipos y sus aplicaciones usuales se muestran en la TABLA II-19 TIPOS Y APLICACIONES DE LAS MALLAS DE REFUERZO.

TABLA II.19 TIPOS Y APLICACIONES DE LAS MALLAS DE REFUERZO

LETRA DE IDENTIFICACIÓN	TIPO DE MALLA	TAMAÑO DE LA MALLA (mm x mm)	APLICACIÓN COMÚN
A	Malla cuadrada	200 x 200	Losas suspendidas y apoyadas en el suelo.
B	Estructural	100 x 200	Losas suspendidas
C	Malla larga	100 x 400	Caminos, áreas pavimentadas, losas de piso sobre el suelo.
D	De rollo	100 x 100	Trabajos de concreto lanzado y envolturas de acero estructural empotrado en concreto.

En los planos de acero de refuerzo generalmente se muestra la posición del plano de la malla, delineándola en forma de rectángulo con una línea diagonal que indica su longitud; en secciones, la malla se representa con una línea gruesa punteada. Para distinguir claramente entre las capas superior e inferior, puede añadirse la letra S ó I a la marca de la hoja, o pueden dibujarse planos diferentes en que se muestren ambas capas. Ocasionalmente, en trazados directos, puede aprovecharse la dirección de la diagonal para indicar si la hoja está en posición superior o inferior.

Los planos deben señalar, mediante una flecha de dos puntas, la dirección de los alambres principales cuando se emplea malla estructural o malla larga. También deben mostrar la cantidad de traslape lateral o extremo, y es muy importante que éstos queden apropiadamente fijados.

Los programas para malla metálica deben de indicar ubicación, marca, tipo de malla, longitud y ancho de las hojas; el tipo de la malla se indica con una letra seguida por un número que muestra el área de la sección transversal en milímetros cuadrados por metro de ancho de los alambres principales; por ejemplo, "B503" se refiere a malla estructural con área de  $503 \text{ mm}^2$  por metro de ancho de alambre principal.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Se deben descargar las hojas de manera que no se doblen, y almacenarlas sobre un piso limpio a nivel, o en una cama separada del piso por durmientes, para que no se deformen; enderezar hojas dobladas o deformadas es dificultoso y una pérdida de tiempo.

Se deben colocar las hojas de malla en posición correcta en la estructura, asegurándose de que los traslapes laterales y extremos sean los correctos. La malla de la parte inferior de las losas generalmente se coloca sobre la cimbra y después se fijan espaciadores para separarla de ésta y obtener, así, el recubrimiento especificado; de acuerdo con el tipo empleado, algunas veces pueden fijarse los espaciadores directamente en la malla antes de sacada del almacén.

Hay que utilizar suficientes espaciadores para evitar que la malla se cuelgue, separados de 1 a 1.5 m de distancia entre centros, en ambas direcciones; es un mal recurso colocar la malla sobre la cimbra y tratar de levantarla hasta su posición correcta después de haber colocado parte del concreto, es muy probable que no quede bien ubicada.

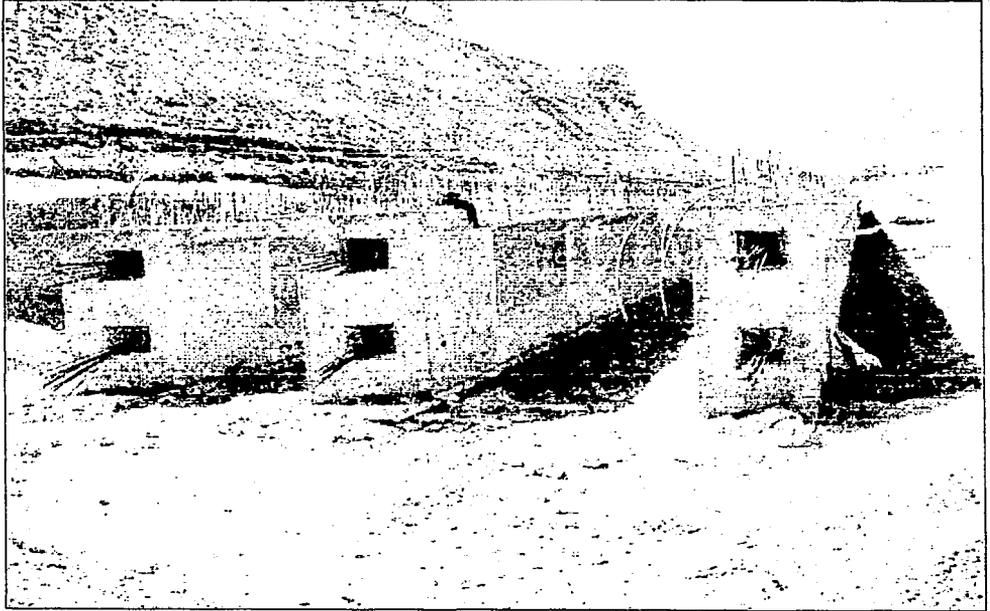
Es mejor colocar y fijar la malla superior sobre silletas para obtener el recubrimiento correcto en la parte superior; ocasionalmente, la capa de concreto debajo del acero de refuerzo superior puede colarse y compactarse, colocando la malla antes de añadir la capa restante de concreto. Se tiene que verificar siempre que se están utilizando los planos más recientes.

### **II.6.8 ACERO DE REFUERZO PARA CONCRETO PRESFORZADO**

El acero para preesfuerzo no debe dejarse oxidar ni permitir que tenga picaduras o dobleces; por lo tanto, se deben revisar cuidadosamente todas las entregas y almacenarlas en un cobertizo bien ventilado y protegido contra la humedad del suelo. Esto también es válido para los rollos cubiertos de plástico, los cuales

siempre deben revisarse cuidadosamente antes de usarlos, para asegurarse de que están libres de óxido, dobleces y picaduras.

FIGURA II.27 ELEMENTOS LONGITUDINALES DE  
CONCRETO PRESFORZADO PARA UN PUENTE, PUEBLA 2002



### II.6.9 SOLDADURA

La soldadura en la obra debe evitarse siempre que sea posible, pero puede efectuarse cuando se empleen técnicas adecuadas de seguridad y cuando el tipo de acero posea las propiedades requeridas para soldarse.

### II.7 INSTALACIONES

Los edificios actuales comprenden, además de la parte constructiva como son los cimientos, elementos de cerramiento y cobertura, techos, paredes divisorias, etc., parte que constituye el edificio en si, una serie de instalaciones tales como la

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

eléctrica, plomería, calefacción, etc., dispuestas con el fin de proporcionar unas determinadas comodidades.

Como es lógico, cada instalación se decide después de considerar las necesidades del edificio en cuestión y de estudiar la solución mas apropiada. Dicho con otras palabras cada instalación es objeto de un proyecto.

### **II.7.1 INSTALACIONES DE SUMINISTRO DE AGUA**

A continuación se presentan las partes fundamentales de que consta una instalación de agua en edificios de vivienda.

Acometida.- se refiere al ramal que enlaza la tubería de la red pública con la instalación de agua con el edificio comprende el grifo de toma.

La conducción o ramal propiamente dicho, con la llave de registro y la de paso general. La primera se instala antes de penetrar el ramal en el edificio, y la de paso general después.

Instalación general.- puede adoptar múltiples formas según las normas o costumbres de cada lugar. Su misión consiste en distribuir agua por el interior del inmueble hasta los puntos en que se inicia la distribución particular dentro de cada una de las viviendas.

Los elementos de que consta una instalación hidráulica son de tres tipos y estos son:

- a) Una horizontal de alimentación; puede ir dispuesta en la planta baja o en el sótano si lo hubiese.
- b) Una vertical, llamada montante o columna.
- c) La de distribución interior de la vivienda o derivación.

En las instalaciones actuales se recomienda la utilización de tubos de acero, recocido, con rosca cilíndrica y piezas especiales de fundición maleable.

Tubos de cobre estirado sin soldadura y libres de oxido por medio de fósforo, también resultan indicados los tubos de cloruro de polivinilo (P.V.C.).

## II.7.2 INSTALACION SANITARIA Y PLUVIAL

En los edificios, la salida de las aguas desechadas después de su empleo y las recibidas de la lluvia se lleva a cabo a través de una serie de tuberías que recibe el nombre de red de evacuación.

La instalación de la red de evacuación puede resolverse por medio de dos sistemas:

- a) Sistema unitario; es la que se utiliza preferentemente, evacua todo tipo de aguas por una sola red de tuberías.
- b) Sistema separativo; utiliza dos redes independientes, una para aguas pluviales y otra para aguas residuales, exclusivamente.

Red vertical: es la parte de la red de evacuación comprendida entre las válvulas de desagüe y sumideros, de recogida de aguas residuales y pluviales, respectivamente, hasta las arquetas o elementos especiales de registro que se colocan al pie de los bajantes o tuberías verticales de recogida general.

### Red horizontal

Los colectores, también llamados albañales, recogen y conducen el agua de las bajantes hasta la acometida a la red de alcantarillado, fosa séptica, pozo de filtración o equipo de depuración.

Los colectores pueden ir enterrados o suspendidos esta última disposición se utiliza cuando el punto de acometida a la red de alcantarillado se halla situado a un nivel superior al solado de la planta o sótano más bajo del edificio, cuando se desee dejar esta o más plantas libres de bajantes, o en los casos que se quiera dejar la red registrable.

Los colectores enterrados se resuelven con tubo de concreto o de amianto-cemento de presión. Estos últimos se utilizan también para los colectores

suspendidos, sujetándolos a los forjados o muros con abrazaderas dispuestas a intervalos nunca superiores a los 150 cm.

El colector enterrado debe ir siempre situado debajo de la red de distribución de agua fría, con el fin de que no pueda contaminar ésta. Tanto en el caso de que el colector se disponga enterrado como suspendido, se le dará una pendiente no menor del 1.5 %.

### **II.7.3 ARQUETAS**

Con el fin de poder efectuar la limpieza y entretenimiento de las redes vertical y horizontal de saneamiento deberán preverse registros en la instalación.

Los registros pueden estar constituidos, bien por piezas especiales del mismo diámetro de los conductos a que sirven y que quedarán dentro de una arqueta, o bien, podrán estar formados por la arqueta misma.

Como norma, se colocarán arquetas registrables cuando el tramo a registrar quede a menos de 1.5 mts de profundidad y en los siguientes casos:

- a) En los pies de las bajantes o al comienzo de cada colector.
- b) En tramos rectos cada 15 mts, si los tubos tienen un diámetro igual a 100 mm, y cada 20 mts, si tiene mayor diámetro.
- c) En cambios de dirección o pendiente con ángulos menores de 150°. Cuando el ángulo sea superior a 150° se admite colocar una arqueta no registrable.

### **II.7.4 INSTALACIONES ELECTRICAS.**

En las instalaciones eléctricas se llaman líneas interiores, o también líneas de consumo, las instaladas en el interior de los edificios.

Comprenden desde el punto de conexión con la empresa suministradora de energía eléctrica hasta los aparatos receptores (lámparas, timbres, estufas etc.)

En la actualidad los conductores flexibles aislados con materiales plásticos sustituyen casi por completo al antiguo cable que era aislado con caucho vulcanizado y una capa exterior de algodón, los cuales eran fijados a la pared por medio de aisladores de porcelana, es así como los nuevos conductores son fijados con grapas metálicas y con aislamiento plástico.

Los aisladores se sitúan después de haber tensado el conductor y a distancias proporcionadas entre si, por lo general entre 30 y 50 cm.

#### **II.7.4.1 TUBOS PROTECTORES**

Los tubos protectores que se utilizan son muy variados y la elección de uno u otro tipo se hace de acuerdo con las indicaciones del lugar donde deban instalarse, los esfuerzos mecánicos requeridos.

Los tubos más empleados son los siguientes:

- tubos de chapa de hierro con aislamiento interior (tubos Bergmann)
- tubos de acero.
- Tubos plásticos.

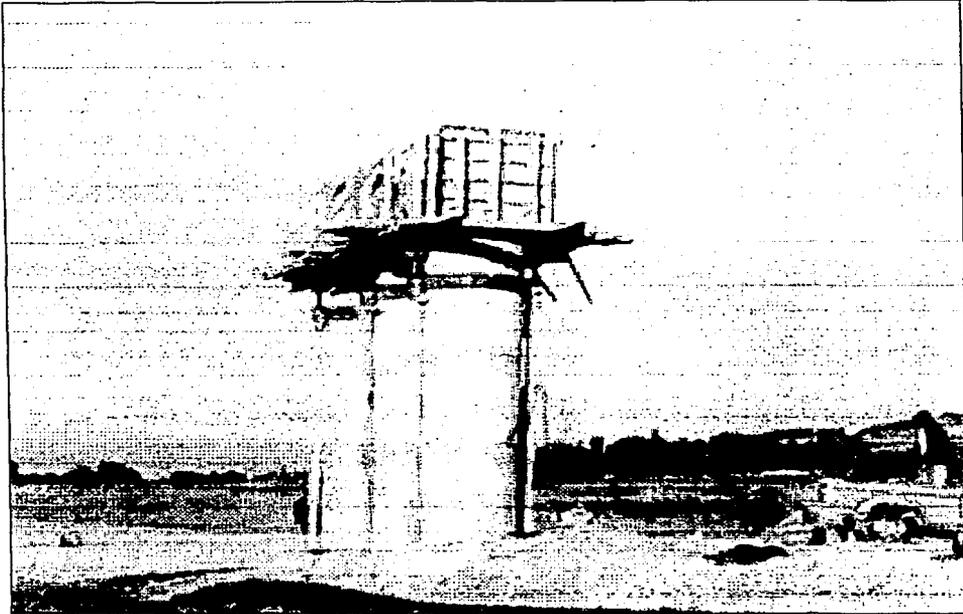
#### **II.8 CIMBRADO**

A continuación se presenta en forma general el tema de las cimbras o molde en la construcción como parte de esta obra.

Una cimbra es el molde temporal para recibir el concreto fresco. que se retira una vez que el concreto logra la resistencia suficiente para sostenerse a sí mismo. El costo de la cimbra puede llegar a ser el 60 % del costo del concreto.

Con el fin de conservar el concreto en su sitio hasta que haya alcanzado su fraguado final, se emplean formas de madera o metal denominadas comúnmente cimbras.

**FIGURA II.28 COLADO DE COLUMNAS DE CABEZALES DE COLUMNAS DE CONCRETO REFORZADO CON CIMBRA DE MADERA, PUEBLA 2002**



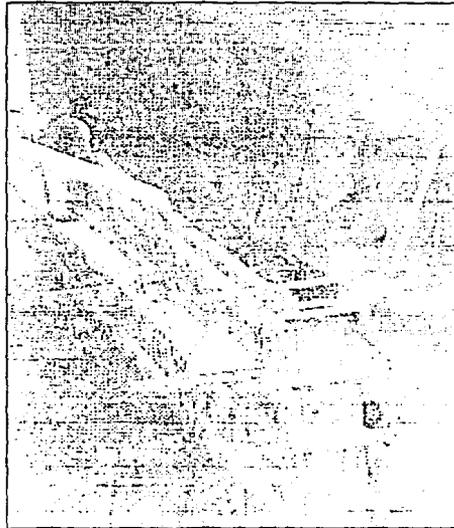
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Requisitos de la cimbra:

- 1) Debe ser construida y montada de manera que se logren la forma, el tamaño, la posición y el acabado requeridos para el concreto.
- 2) Debe de ser lo suficientemente resistente para poder soportar la presión o peso del concreto fresco y de cualquiera otra carga, sin distorsión, fugas, fallas o peligro de accidente para los trabajadores.
- 3) Debe estar diseñada y construida de manera que pueda montarse y retirarse fácilmente, ahorrando tanto tiempo como dinero.

- 4) Debe de ser susceptible de quitarse sin dañarse y sin ocasionar daños al concreto.
- 5) Debe ser susceptible de manejarse ya sea con el equipo disponible, o manualmente si fuera necesario.
- 6) La distribución de la cimbra debe permitir acceso para el manejo y colado del concreto y, de igual importancia, deben tomarse todas las precauciones necesarias que brinden absoluta seguridad en las áreas y plataformas de trabajo.
- 7) Las juntas entre los elementos deben estar lo suficientemente ajustadas para evitar fugas de lechada.

**FIGURA II.29 COLADO  
DE UN MURO DE  
CONCRETO CON  
CIMBRA A BASE DE  
TRIPLAY PARA  
PUENTE, PUEBLA  
2002**



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## **II.8.1 MATERIALES PARA LA CIMBRA**

### **II.8.1.1 CIMBRA DE MADERA**

Los materiales empleados con más frecuencia para cimbras son la del triplay, por la facilidad con que pueden cortarse y ensamblarse en la obra.

Cuando se emplean tablas de triplay, normalmente se cimbran en tableros del mayor tamaño que sea posible manejar con el equipo disponible en la obra, o de la medida conveniente para su manejo manual.

Cuando se trata de áreas grandes y uniformes, como muros y pisos, así como para lograr formas complicadas, es más económico emplear marcos de madera con caras de triplay, especialmente si se desea utilizarlas muchas veces.

Es preciso tener cuidado de no dañar las caras y bordes relativamente suaves durante el ensamblado, montaje y colado, y debe tenerse especial cuidado al descimbrar y durante el almacenamiento.

Los bordos cortados del triplay y los orificios de los pernos deben sellarse con pintura de aluminio o pintura clorinada de hule; cualquiera de ellas prolongará la vida útil del triplay.

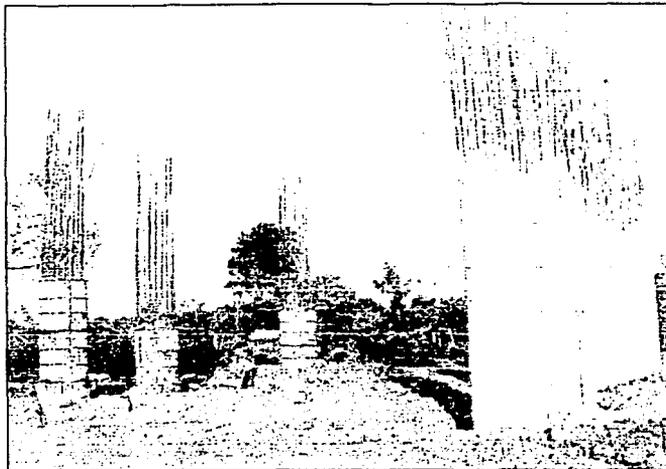
### **II.8.1.2 CIMBRAS DE ACERO**

El acero se emplea de diversas maneras, siendo las siguientes las dos principales: a) en sistemas patentados y b) en cimbras especiales hechas sobre medida.

Los sistemas patentados consisten por lo general en tableros de marcos de acero con caras de triplay o también de acero, centros telescópicos, puntales ajustables, respaldos resistentes y una diversidad de tirantes y herrajes para colocar la cimbra en posición. Estos sistemas pueden emplearse en pisos, muros, columnas y vigas, ya que proporcionan los medios más sencillos para llevar a cabo trabajos, que se repetirán gran número de veces, pues pueden reinstalarse rápidamente.

Las cimbras de acero pueden utilizarse cien veces o más, lo que depende de que se les prodiguen los cuidados necesarios. Debe adiestrarse al personal respecto al empleo correcto del equipo, y efectuar regularmente la limpieza, lubricado y mantenimiento de éste.

FIGURA II.30  
COLADO DE  
COLUMNAS DE  
CONCRETO  
REFORZADO  
CON CIMBRA  
METALICA



Son usadas principalmente en losas y para colados repetitivos. la cimbra metálica proporciona ventajas adicionales sobre los métodos tradicionales como mayor rapidez de colocación (33 % menos) y mayor número de usos (hasta 200 usos), su principal inconveniente es su alto valor inicial de inversión.

El problema principal de tener una cimbra adaptable a cualquier superficie, representa una cimbra "colapsible" en dos sentidos, problema que se sugiere que se solucione en un sentido con el sistema de duelas en múltiples de 10, 15, ó 20 cm. Y en el otro sentido con duelas telescopiables con sistema hembra y macho.

### II.8.2 MONTAJE

- 1) Cada tablero debe utilizarse en la posición correcta y claramente numerado para evitar equivocaciones.
- 2) Es necesario verificar que los puntales, madrinan, apoyos, cierres y amarres de muros tengan el espaciamiento requerido.
- 3) Los soportes y puntales deben estar bien contraventeados y tener un apoyo firme.

- 4) Es preciso apretar bien todas las tuercas de los pernos o amarres de muros y quitar las piezas separadoras temporales. Se debe verificar también que nada haya caído dentro de la cimbra.
- 5) En colados elevados es necesario verificar que el borde inferior del tablero quede bien apoyado contra el concreto endurecido del colado anterior. Para concreto aparente es preciso utilizar tiras de espuma plástica en las juntas, en los topes de tableros y en las juntas de construcción, para evitar escurrimientos de lechada.
- 6) Cualquier pieza de relleno o tablero de cierre debe coincidir con la cimbra principal, para lo cual se distribuyen de manera que los tableros principales no sufran daños al fijarse o descimbrarse. Hay que evitar barrenar agujeros y cortar tableros estándar.
- 7) Los agujeros que se hagan en las cimbras en obra deben ser nítidos para facilitar el remiendo o relleno. Las cimbras de madera se barrenan por la cara para evitar astilladuras en la superficie.
- 8) Todas las tablas y cierres se deben clavar ligeramente para que permanezcan en el concreto al descimbrar.
- 9) los insertos y cajas que puedan colocarse en posición antes del colado, deben estar firmemente sujetos.
- 10) Se darán instrucciones claras respecto a cualquier pieza que deba colocarse durante el colado.
- 11) Se deben eliminar la suciedad, las rebabas, los cortes de alambre, los clavos, etc. de la cimbra; los cortes de alambre y los clavos mancharán tanto la cimbra como el concreto.
- 12) Se verificará que haya accesos adecuados y que las plataformas de trabajo estén en su sitio para seguridad de la cuadrilla de trabajadores, así como la colocación de los barandales y zoclos necesarios.
- 13) Las cimbras en pendiente y las de tapa horizontal están sujetas a presiones ascendentes del concreto fresco y es necesario sujetarlas firmemente.

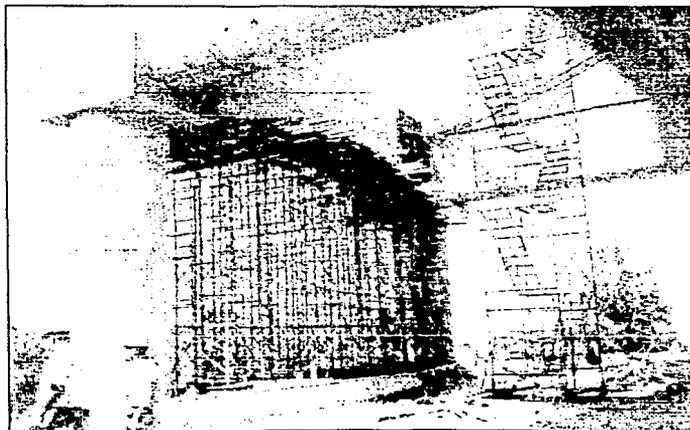
### II.8.3 APUNTALAMIENTO

La capacidad de carga de los puntales se reduce considerablemente si estos se colocan fuera de plomada, o si la carga se aplica fuera del centro. Los largueros sostenidos por puntales no deben estar a más de 25 mm fuera del centro de la cabeza del puntal. En cuarenta puntales no debe haber más de uno fuera de plomada. La verticalidad de los puntales se verificará aplicando la plomada a los puntales de los extremos de cada fila, con un nivel de 1 m, y observando los restantes desde esos puntos.

No debe emplearse el puntal que tenga cualquiera de los siguientes defectos.

- Un dobléz o una arruga en el tubo.
- Corrosión que pase de la superficie.
- La cabeza o placa de base dobladas.
- El pasador defectuoso ó dañado.

FIGURA II.31 ARCO CON CIMBRA METALICA EN EL  
DISTRIBUIDOR VIAL SAN ANTONIO, MEXICO D.F. 2003



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En puntos apropiados de la cimbra deben fijarse dispositivos y cuerdas de aviso, para tener siempre bajo control el alineamiento, el pandeo y la plomada, mientras se esta colando el concreto.

Los escurrimientos de lechada indican que las juntas no fueron suficientemente ajustadas, o que hubo algún movimiento durante el colado.

### **II.8.3.1 ALMACENAMIENTO DE LOS AGREGADOS**

No es necesario que los agregados estén perfectamente secos: de hecho, ciertos agregados refractarios y ligeros necesitan humedecerse previamente, pero los montones deberán estar situados en un lugar en donde puedan drenar libremente y no ser inundados por agua freática. Esto se aplica especialmente a la arena, que deberá mantenerse en condición óptima, cubriéndola con lonas permitiendo en esta forma, que el viento circule sobre el montón, pero impidiendo que la lluvia la humedezca.

Es deber del ingeniero y del lanzador revisar que la arena sea de buena calidad para el concreto lanzado, debiendo tener un módulo de finura de 2.4 a 3.2 con no mas del 2 % de material que pase por la malla No. 200 (75 micras). Con experiencia, el ingeniero puede decir simplemente al oprimir algo de arena en su puño, si es apropiada y contiene el porcentaje necesario de humedad; la arena deberá ser abrasiva al tacto, no tener polvo, no tener partículas suaves o tener exceso de limo. Cuando se abra la mano, la arena no deberá fluir libremente ni formar un solo terrón sino que deberá desmoronarse en tres o cuatro módulos separados.

El contenido máximo de humedad en la arena debe estar comprendido entre el 5 % y el 8 %. Si la arena está demasiado húmeda, bloqueará la manguera y formará capas de mortero dentro de la lanzadora; pero si la arena está demasiado seca, el cemento no se adherirá a los granos de arena al mezclarse, lo cual producirá una separación excesiva en la manguera.

### **II.9 CURADO DEL CONCRETO**

Se ha demostrado que la resistencia e impermeabilidad del hormigón mejoran con el envejecimiento, siempre que las condiciones sean favorables para la hidratación

continuada del cemento. El concreto fresco contiene agua suficiente para una hidratación completa del cemento pero mucha se pierde, en la mayoría de los casos, por evaporación, a menos que se tomen ciertas precauciones como mas adelante se exponen.

Cuando se mezcla cemento con agua, tiene lugar una reacción química; esta reacción, llamada hidratación, es la que hace que el cemento, y por lo tanto el concreto, se endurezca y después desarrolle resistencia. Este desarrollo de resistencia se observa solo si el concreto se mantiene húmedo y a temperatura favorable, especialmente durante los primeros días.

El concreto que ha sido correctamente curado es superior en muchos aspectos; no sólo supera en resistencia y más durable bajo ataques químicos, si no que también es más resistente al desgaste y más impermeable; por añadidura, es menos probable que lo dañen las heladas y los golpes accidentales que reciba.

Además de asegurar el desarrollo de resistencia en el cuerpo del concreto, el curado apropiado proporciona a la delgada capa expuesta de éste una propiedad de "cubierta endurecida" que aumenta considerablemente su resistencia al desgaste y su buen aspecto durante mucho tiempo, cuando esta a la intemperie.

El curado puede efectuarse mediante la aplicación de diversos métodos y materiales que conviene considerar en dos grupos:

- 1) Los que mantienen el agua o la humedad en contacto estrecho con la superficie de concreto: tales como inundación, aspersion / rociado, arena húmeda o yute mojado.
- 2) Los que evitan la pérdida de humedad del concreto: tales como hojas de polietileno, papel de sacos de cemento, conservación de la cimbra en posición y aspersion de membrana de curado.

## II.10 DESCIMBRADO

El fraguado y el endurecimiento del concreto se desarrollan más lentamente a medida que la temperatura es menor; por tal motivo, las estructuras que se vuelan en clima frío requieren mayor tiempo para permitir la remoción de las cimbras soportantes en condiciones de seguridad. Asimismo las cimbras, cuando no son metálicas, suministran cierta protección al concreto contra las bajas temperaturas del ambiente, lo que constituye un motivo adicional para retrasar su retiro durante los trabajos efectuados en tiempo de frío.

Para la remoción de las cimbras soportantes con repuntalamiento simultáneo, normalmente se requiere que el concreto alcance una resistencia mayor del 50 % de su resistencia de proyecto ( $f'c$ ), según los especifique en cada caso el proyectista responsable. El tiempo que el concreto requiere para alcanzar dicha resistencia, puede determinarse ensayando especímenes conservados en las mismas condiciones de curado de la estructura que representan, o bien aplicando relaciones resistencia-madurez previamente establecidas de la manera que se indica en la Práctica ACI 306.

En ausencia de facilidades para hacer esa determinación, pueden aplicarse los datos de la TABLA II.20 TIEMPOS MÍNIMOS DE PROTECCIÓN DE LA ESTRUCTURA ANTES DEL DESCIMBRADO CON REAPUNTALAMIENTO SIMULTANEO de dicha Práctica, en la que se indican los tiempos mínimos que debe durar la protección de la estructura antes de proceder al descimbrado con reapuntalamiento simultáneo, según las temperaturas a que se encuentre el concreto y los niveles de resistencia requeridos (en función de  $f'c$ ) para que la remoción de las cimbras se realice con seguridad.

Para poder aplicar estos tiempos mínimos de protección e inicio del descimbrado, se requiere conocer la temperatura en el interior del concreto, para lo cual es necesario llevar un registro continuo de la misma a partir de la fecha de colado, a fin de comprobar que dicha temperatura siempre se ha mantenido arriba de  $10^{\circ}\text{C}$ ,

que es la mínima necesaria para que la resistencia del concreto se desarrolle al ritmo que fue previsto al establecer esos tiempos. De lo contrario, si no se dispone de esa información, es preferible atenerse a la prueba de especímenes representativos del concreto, curados en idénticas condiciones que la estructura.

A veces es ventajoso retirar la cimbra lo antes posible para el parcheo y resanado pueda efectuarse de inmediato.

No obstante, de ningún modo han de quitarse los elementos de la cimbra hasta que el concreto haya logrado su resistencia para brindar estabilidad estructural y para que pueda soportar el peso muerto y cualquier carga de construcción que se agregue. El concreto deberá ser lo suficientemente duro para que las superficies no se dañen al descimbrar con cuidado.

La relación envejecimiento-resistencia se determina por ensayos con especímenes representativos del concreto empleado en la estructura y curado bajo las condiciones imperantes de la construcción. Para concreto hecho con cemento Portland corriente No. 1 con alrededor de 24.5 litros de agua por saco de cemento, el tiempo requerido para lograr las resistencias mostradas es aproximadamente el siguiente:

**TABLA II.20 TIEMPOS MINIMOS DE PROTECCION DE LA ESTRUCTURA  
ANTES DEL DESCIMBRADO CON REAPUNTAMIENTO SIMULTANEO**

Resistencia ( $Kg/cm^2$ )	35	52.50	105	140
Envejecimiento	24 hrs	36 hrs	3 días	41/2 días

Debe recordarse, sin embargo, que las resistencias se ven afectadas por los materiales empleados, la temperatura y otras condiciones imperantes en la construcción.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

No deben emplearse barretas de uña, patas de cabra u otras herramientas de metal contra el hormigón para aflojar los encofrados. Si es necesario deben emplearse pedazos de madera para hacer palanca entre el concreto y el encofrado. Al quitar encofrados próximos de alguna proyección o saliente, se ha de comenzar alguna distancia de esta y luego progresar hacia la proyección o saliente. Esto evita la presión contra los esquineros salientes y reduce el riesgo de romper los bordes. Téngase especial cuidado con los encofrados empotrados. Estos se dejan en su lugar el mayor tiempo posible, para que se encojan y se despeguen del concreto. No se tire de los encofrados después de comenzar a acuñar por un extremo, pues esto con toda seguridad romperá los bordes del concreto.

## **II.11 ACABADOS DEL CONCRETO**

No será necesario ningún resane o acabado superficial del concreto, si la cimbra se a diseñado y construido correctamente y si el concreto ha sido mezclado, colado y compactado apropiadamente.

Las cimbras selladas en forma incorrecta en las juntas de construcción, dan lugar a escurrimientos de lechada o de mortero sobre la fachada de la obra terminada. Si la lechada no se puede limpiar de inmediato, debe dejarse quebrar para poder quitarla golpeando cuidadosamente con un trozo de madera dura o una solera.

Normalmente, esto se puede hacer de manera que el escurrimiento de lechada salga limpiamente y sin dañar la superficie adyacente.

El labiado y el ligero alveolado de la superficie, por lo general no requiere resane alguno cuando el aspecto no es importante, pero para acabados de alta calidad será necesario recortar el labiado y achaflanar el corte para ajustarlo a la escala.

Las rebabas de la lechada se forman por el escurrimiento a través de las juntas de la cimbra, ya sea entre las piezas individuales de la misma o dentro de ellas.

Una técnica alternativa es emplear una piedra de carborundum de grano fino, aunque esto puede dañar también las caras adyacentes del concreto. Sin embargo, si se hace inmediatamente después de retirar la cimbra, cuando la superficie aun esta fresca, puede lograrse una buena igualación de color, rellenando cuidadosamente las áreas arenosas con pasta de cemento preparada con la piedra de carborundum.

En las aristas y esquinas despostilladas o descascaradas por golpes accidentales o falta de cuidado al descimbrar, son laboriosos de reparar satisfactoriamente, especialmente si la reparación debe pasar por desapercibida.

Deben evitarse los bordos biselados, si se quiere lograr una adherencia entre el remedio y el concreto original; por lo tanto, cuando se hace necesaria una reparación, los bordes alrededor del perímetro deben recortarse a escuadra.

Después se humedecerá el área para evitar la succión, la mezcla empleada debe estar ajustada al color, para hacer la reparación.

Cuando el aspecto no es importante, el material a emplearse puede ser una resina epóxica, pero sigue siendo esencial una cuidadosa preparación. Cabe señalar que si se emplea una resina epóxica, la superficie de concreto debe estar seca y no húmeda.

En los agujeros ocasionados por pernos, es casi imposible rellenar los agujeros que dejan estos, de manera que dicha reparación iguale el color del concreto circundante.

El objetivo con todos los agujeros que dejan los pernos, es rellenarlos de manera que la reparación sea impermeable y duradera.

### II.11.1 OPERACIONES DE ACABADO DEL CONCRETO

Lo siguiente resume las operaciones de acabado para una losa de piso:

- 1.- COMPACTACIÓN (de preferencia con vibrador)
- 2.- NIVELACIÓN (a la elevación deseada [con maestras u otras referencias])
- 3.- EMPAREJADO (o el regleado de caminos)
- 4.- ESPERA (hasta que cese el sangrado y el brillo de agua haya desaparecido de la superficie)
- 5.- JUNTEO Y RIBETEADO (formación de juntas y esquinas)
- 6.- APLANADO (con llanas de madera o magnesio)
- 7.- AFINADO (con llana de acero)
- 8.- AFINADO ADICIONAL (para pisos de tráfico pesado), o
- 9.- ESCOBILLADO (generalmente para exteriores), y
- 10.- CURADO.

Las operaciones son similares para caminos, excepto que éstos tendrían solamente un aplanado o emparejado, seguido por un escobeteado para dar a la superficie una textura antiderrapante.

FIGURA II.32 ENRASADO DE CONCRETO POR ROTACION



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

También se usan los enrasadores por rotación de rodillos o tubos, que funcionan muy bien si no se exagera su uso. Existe, sin embargo, un alto riesgo que éstos enrasadores puedan trabajar perjudicialmente el agua de la superficie del concreto si se les mueve muy lentamente, o si el concreto está sangrando rápidamente.

La siguiente operación es el enrasado o el emparejado de la construcción de caminos. En esta operación se llenan los vacíos dejados por la regla, se recortan los sobrantes y se empuja la grava ligeramente hacia abajo. Dicha operación debe realizarse inmediatamente después del nivelado, y debe terminarse antes de que el sangrado llegue a la superficie, para evitar un problema de dilución del concreto de la superficie.

Desafortunadamente, mucho del enrasado se realiza con agua en la superficie, una situación difícil de evitar si el concreto contiene exceso de agua desde el inicio del colado.

El enrasado fácilmente ondula las superficies de los pisos, y el tamaño de las ondulaciones lo determina el tamaño de la regla enrasadora. Para ayudar a eliminar estas ondulaciones en pisos planos con tolerancias muy estrictas para la calidad del nivelado y planicidad, los contratistas usan una regla enrasadora con vibrador que se usa en la construcción de caminos en lugar del alisador. Esta cumple con la misma función, siendo una herramienta mucho más grande pero reduciendo las ondulaciones significativamente.

Después del enrasado y alisado, la siguiente operación es esperar. Esperar hasta que el sangrado haya terminado y el brillo del agua haya desaparecido de la superficie. Entonces, si la losa va a ser ribeteada y junteada, éste es el momento de hacerlo. Las juntas deberán tener una profundidad de por lo menos  $1/4$  del espesor de la losa para que funcionen adecuadamente. Hace algunos años se cuestionó esta profundidad en el Comité ACI 302 sobre "Construcción de Pisos y Losas". La Asociación de Cemento Portland (PCA), la Administración Federal de Caminos y muchos Departamentos de Caminos de varios estados de la Unión

Americana confirmaron la necesidad de esta especificación para la profundidad de las juntas. Generalmente, al albañil o contratista no le gusta hacerlo, pero así se requiere que se haga. Es de mucha utilidad que los mismos encargados del terminado del piso corten el concreto con la llana en las juntas para ayudar a crear la sección debilitada en donde se presenten las grietas.

El ribeteado solamente pone una pequeña curva en las esquinas con una herramienta redondeada, evitando así que las esquinas se astillen o quiebren.

El aplanado consiste en alisar la superficie del concreto con una llana de magnesio o madera ligeramente rugosa. El aplanado ayuda a nivelar y alisar la superficie, llenando pequeños vacíos, incrusta el agregado grueso y compacta la superficie para el acabado. Esta operación no debe iniciarse hasta que el concreto soporte a una persona dejando una ligera marca de la huella de su pie. La marca tendrá 1/4 de pulgada de profundidad máximo. Normalmente, se debe ver todo el contorno del zapato.

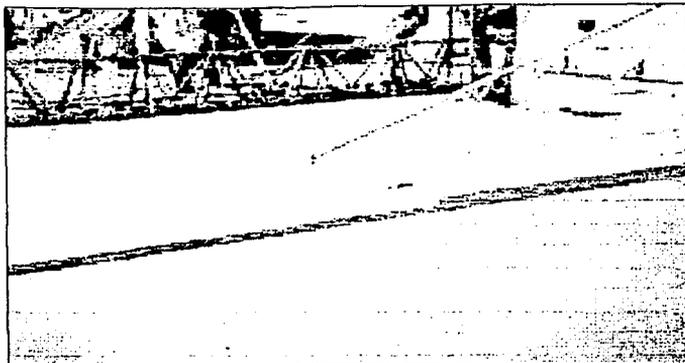
Las llanas mecánicas también se emplean para el aplanado o alisado. Usan un disco plano giratorio. La mayoría de las máquinas para el aplanado tienen zapatas flotantes, las cuales son paletas de acero con un poco más de curvatura que las llanas para aplanar.

Las llanas comunes para aplanar tienen una curva ligera, la cual no es aparente a simple vista a menos que se observe cuidadosamente.

La última operación del acabado es el afinado, que consiste en un alisado con una llana de acero relativamente más plana y lisa.

Esta hace el aplanado y la compactación final. Para pisos de tráfico pesado, dos o tres afinadas sucesivas pueden ser ejecutadas para lograr una superficie muy dura, densa y oscura.

FIGURA II.32 AFINADO DEL CONCRETO CON LLANA DE ACERO



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El pulido deberá ser trabajado casi paralelamente a la superficie (ligeramente inclinado) particularmente en la primera pasada. Se puede reconocer a un aplanador inexperto cuando lo hace con la llana demasiado inclinada: frecuentemente creará trazos irregulares -una serie de pequeñas corrugaciones. Las máquinas de pulido son sumamente útiles para lograr pulidos de la mejor calidad muy eficientemente.

El pulido de hecho puede endurecer un piso si se realiza debidamente, pero también puede arruinar una superficie si se hace de manera incorrecta. Se acostumbra decir que el sobre pulido es una falla común, pero es simplemente inapropiado; lo verdaderamente perjudicial es demasiado pulido demasiado pronto, cuando el concreto no está lo suficientemente rígido o cuando hay agua libre en la superficie.

Es así como se concluye el CAPITULO II ELABORACIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO, pretendiendo con esto dar la pauta a lo que son los procedimientos para efectuar el concreto lanzado, que a continuación se describe en el CAPITULO III PROCEDIMIENTO PARA EFECTUAR EL CONCRETO LANZADO.

PAGINACIÓN

DISCONTINUA

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**CAPITULO III**  
**PROCEDIMIENTOS PARA**  
**EFFECTUAR EL**  
**CONCRETO LANZADO**

## CAPITULO III

### PROCEDIMIENTO PARA EFECTUAR EL CONCRETO LANZADO

Básicamente existen dos procedimientos para lanzar el concreto: uno es el método lanzado en seco y el otro el lanzado en húmedo. La diferencia entre estos dos métodos es que en el lanzado en seco, tanto el cemento como los agregados pétreos (arena-grava) no tocan el agua sino hasta el momento del lanzamiento del concreto, y en el método de lanzado en húmedo, el cemento y los agregados pétreos son mezclados con agua antes de su aplicación.

Con cualquiera de los procesos se puede conseguir un concreto lanzado adecuado para las necesidades de una construcción estándar, pero las diferencias en el equipo, como en el mantenimiento y en sus características de aplicación pueden hacer más atractiva la utilización de uno de los métodos para una aplicación en particular.

La definición de concreto lanzado más reconocida (SHOTCRETE) es la señalada por el AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI) al establecerlo por sus comités técnicos así como especificaciones y publicaciones sobre esta materia que dice:

Concreto lanzado es un mortero o concreto transportado a través de una manguera y proyectado neumáticamente a alta velocidad sobre una superficie.

Las ventajas del concreto lanzado como proceso constructivo hacen del concreto lanzado una importante herramienta para diferentes tipos de trabajo, una de las principales aplicaciones del concreto lanzado se reflejan en la solución a los problemas de estabilización en túneles y otras construcciones subterráneas, siendo hoy en día una herramienta para el soporte de roca en:

- Proyectos hidroeléctricos

- Estabilización de taludes en general

### **III.1.1 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO VÍA SECA**

El método vía seca para efectuar el concreto lanzado consiste en lo siguiente:

- a) Se prepara una mezcla de cemento, agregados pétreos (arena-grava) secos o con su humedad natural (del 3 al 6 %). Fibras metálicas (si son especificadas en obras subterráneas) y en su caso aditivos en polvo, mezclados hasta conseguir una perfecta homogeneidad. Es importante recordar que el rebote de fibras en el concreto lanzado es muy alto por lo que se debe dosificar en mayor cantidad.
- b) La mezcla se carga en la máquina lanzadora, en ese momento se pueden agregar los aditivos acelerantes en polvo para conseguir resistencias iniciales altas y disminuir el rebote.
- c) El equipo introduce el material hacia la manguera de diámetro pequeño de 4 a 6 cm mediante el empleo de aire comprimido.
- d) El material es transportado mediante aire comprimido hacia la boquilla a gran velocidad.
- e) En la boquilla se introduce agua a presión a través de un anillo de distribución que corta el paso del material seco, humedeciéndolo junto con el aditivo acelerante líquido.
- f) La mezcla ya húmeda es lanzada a velocidades de 90 a 120 m/s desde la boquilla hacia la superficie compactándose simultáneamente con la colocación.

#### **a) REBOTE EN EL CONCRETO LANZADO**

Se entiende por rebote aquel concreto que habiendo salido por la boquilla no se adhiere en la superficie sobre la cual se proyecta. Al iniciar el lanzamiento del concreto la proporción inicial del material de rebote es alta, la cual va disminuyendo al formarse una capa de concreto que actúa como soporte para el siguiente concreto. Un ligero exceso de agua durante la aplicación de la primera capa

reduce la cantidad de rebote. Debido a lo anterior las secciones gruesas tienen porcentaje de rebote inferiores a los de secciones delgadas.

En general el rebote depende de lo siguiente:

- a) Eficiencia de hidratación.
  - Presión de agua
  - Lanzador
  - Diseño de boquilla
- b) Relación agua-cemento
  - Diseño de la mezcla
  - Lanzador
- c) Granulometría de la arena
  - Arena más gruesa = más rebote
- d) Velocidad de la boquilla
  - Capacidad del compresor
  - Tamaño de la boquilla
  - Lanzador
- e) Angulo y distancia del impacto
  - Limites de accesos
  - Lanzador
- f) Espesor de la capa
  - Especificaciones
  - Lanzador

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Como puede verse en los puntos anteriores, el rebote depende principalmente de la habilidad del lanzador; a continuación se presentan los rangos de variación típicos del rebote en función del elemento sobre el que se lanza. (TABLA III.1 RANGOS DE VARIACION DEL REBOTE DE EL CONCRETO LANZADO VIA SECA).

TABLA III.1 RANGOS DE VARIACION DEL REBOTE DEL  
CONCRETO LANZADO VIA SECA

SUPERFICIE	REBOTE EN PORCENTAJE
Pisos y losas (hacia abajo)	5 - 15
Muros (horizontal)	15 - 30
Bóvedas y plafones (hacia arriba)	25 - 50

La cantidad de rebote depende del ángulo de impacto del material lanzado, siendo mayor cuando más inclinado sea el ángulo entre la línea del lanzado del concreto y la superficie de aplicación.

Para efectuar el lanzado del concreto, la posición de la boquilla con respecto a la superficie debe ser prácticamente normal; la distancia recomendada para el lanzado estará comprendida entre 0.6 y 1.5 m. de la superficie de trabajo, dependiendo esto en gran parte de las presiones del lanzado y del espacio disponible para el operador. La distancia optima se considera generalmente de 1m, distancia mayores incrementan el rebote reducen la compactación y por lo tanto la resistencia. (Figura III.1 EFECTO DE LA DISTANCIA DE LANZADO DE CONCRETO EN FUNCION DEL REBOTE).

FIGURA III.1 EFECTO DE LA DISTANCIA DE LANZADO DEL  
CONCRETO EN FUNCION DEL REBOTE

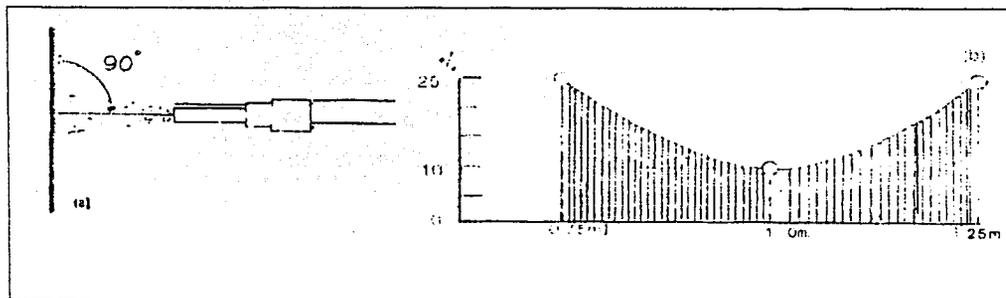
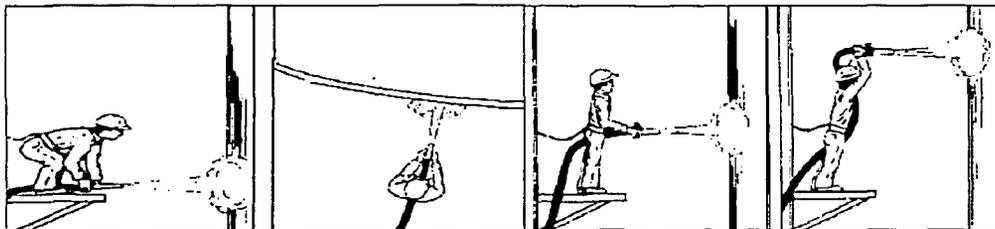


FIGURA III.1 EFECTO DE LA DISTANCIA DE LANZADO DEL CONCRETO EN  
FUNCION DEL REBOTE (CONTINUACIÓN)



Como se observa en la gráfica anterior, el ángulo de la boquilla al efectuar el lanzamiento del concreto debe ser normal a la superficie de aplicación (ángulo 90°).

### III.1.1.1. PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

Con objeto de lograr una correcta adherencia entre la superficie de lanzamiento y el concreto; las superficies sobre las que se aplica el concreto deben estar libres de lodos y de fragmentos sueltos de suelo. En el momento del lanzamiento, la superficie debe estar húmeda para propiciar la adhesión del concreto, para ello es recomendable que el lanzamiento se efectúe cuando las superficies todavía conservan su humedad natural. De no ser así deben humedecerse ligeramente con agua aplicada por aspersión fina, para la cual debe emplearse la boquilla de la lanzadora conectada a las líneas de aire y agua a presión.

No debe lanzarse concreto sobre superficies secas, polvosas o que tengan cualquier sustancia (grasas, materia orgánica, etc.) que puedan interferir con la adherencia del concreto.

Las mezclas proyectadas se aplican normalmente por capas, una capa se forma de varias pasadas de la boquilla sobre una sección del área de trabajo, cuando sea posible las secciones deben dárseles el espesor completo en una sola capa con el fin de disminuir la formación de juntas frías.

Según el lugar de colocación el espesor de capa está limitado por la posibilidad de deslizamiento o desprendimiento de la mezcla fresca. Con el fin de que el concreto

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

lanzado fresco se adhiera a la superficie de aplicación, su propio peso no debe afectar su cohesión interna ni su adherencia. Si la capa es demasiado gruesa, y por consiguiente, demasiado pesada, ella se desprenderá de la superficie de aplicación. En trabajos sobre cabeza se recomienda un espesor de 2.5 a 5.0 cm por capa.

En superficies verticales se puede aplicar en una o varias capas, en cambio en superficies horizontales, generalmente, se coloca el espesor total en una sola aplicación. Normalmente el espesor de la capa esta dado por la cantidad de concreto colocado que no se deslice o desprenda. Si la capa es demasiado gruesa y, por lo tanto, demasiado pesada, podrá desprenderse solo un poco del soporte, pero sin caer al suelo, creando cavidades que hace al concreto vulnerable a la penetración por agua, reducción o pérdida de adherencia entre capas.

### **III.1.1.2. PERSONAL CAPACITADO**

Debido a la dureza de ese tipo de trabajo, son escasos los lanzadores experimentados siendo una recomendación la capacitación del personal para aplicar correctamente el concreto lanzado (distancia de proyección, ángulo, movimiento, dosificación, presión de agua, aire, etc).

Es por ello que este sistema se mecaniza con brazos robot de lanzado que da un mayor rendimiento, mejor aplicación, seguridad al trabajador, llegando a reducir hasta un 30-% los tiempos de aplicación mediante estos equipos. Un rendimiento máximo de 30 m<sup>3</sup> /h es el adecuado para las maquinas actuales por vía húmeda valor que disminuye a 20 m<sup>3</sup> /h en los equipos por vía seca.

La mecanización acompañada de automatización mejora las condiciones de trabajo, la homogeneidad y la economía del concreto lanzado. Los componentes de recibir modificación al ser automatizados son los siguientes:

- Movimiento automático de la boquilla
- Adición de agua en el sistema por vía seca
- Adición de aire comprimido

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- Dosificación del acelerante

Como resumen se puede considerar que la tendencia es hacia la automatización del concreto lanzado. Valores de la automatización en el concreto lanzado por la vía seca:

- Ideal 90 %
- 1992 25 %
- 1999 40 %

### **III.1.1.3. CONCRETO LANZADO CON FIBRAS METÁLICAS**

Las fibras para concreto lanzado se pueden definir como: estructuras hechas de materiales sintéticos y metálicos en forma de filamento mecánicamente deformadas para optimizar su anclaje en la masa del concreto, el desempeño del concreto lanzado, es igual o mejor que el refuerzo tradicional con malla.

El rebote de fibras metálicas en el método de vía seca es mayor que el 50 % y el rebote de fibras sintéticas es similar o ligeramente mayor, en comparación con el rebote por la vía húmeda el cual es entre un 10 % y 15 %.

El refuerzo de fibras de acero se a integrado con éxito al concreto lanzado para formar revestimiento de túneles y muros contra explosiones. A sido posible incluir hasta un 6 % por peso de fibra fina de acero de 25 mm de longitud en la mezcla original de agregados pétreos y cemento; una proporción mayor a esta ocasiona problemas de bloqueo y cualquier cantidad menor no produce resultados favorables:

El concreto con fibras metálicas posee una mejor resistencia la flexión, mejor ductilidad, mejor resistencia al impacto, mejor capacidad de absorción de energía lo que se traduce en que en condiciones de empujes de terreno el concreto lanzado con fibras metálicas soporta mejores cargas que el concreto reforzado con malla.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Si los esfuerzos actuantes sobre el terreno presentan o producen agrietamientos en el concreto, este no sufre desprendimientos que puedan atentar contra la seguridad, ya que con la fibra distribuida en toda la masa, el concreto queda amarrado soportando deformaciones aun después de haber sufrido agrietamiento. Entre las ventajas técnicas se encuentra que se puede lograr un soporte instantáneo al terreno que va siendo excavado, ya que con un solo y rápido proceso se coloca el concreto y el soporte, adicionalmente la adherencia entre el concreto con la fibra y el terreno es mayor que cuando se usa malla en ocasiones la malla puede ser un obstáculo para que el concreto llega al terreno ya que este rebota

La fibra de acero tiene la desventaja de que su inclusión en la mezcla puede ocasionar un desgaste fuerte de cierta parte de la maquinaria y de las mangueras y un bloqueo ocasional que puede ser difícil de eliminar.

### **III.1.1.3.1.DOSIFICACIÓN DE FIBRAS**

El empleo de fibras dentro del concreto lanzado ayuda a mejorar la resistencia a agrietamiento, ductilidad, la absorción de energía y resistencia al impacto.

Estas fibras se fabrican de diversas maneras por lo que hay una variedad de formas y diámetros, longitudes y aleaciones. La norma American Society of Test Materials (ASTM A 820) clasifica las fibras metálicas según su origen en:

- a) Alambre cortado en frío
- b) Lamina cortada
- c) Extracción a partir de una masa fundida
- d) Otros

Los parámetros que describen la calidad de fibras son:

- a) Relación longitud/diámetro
- b) Resistencia a la tensión de la fibra
- c) Forma geométrica

Fibras sintéticas

Se fabrican fibras de diversos materiales como:

- a) Polipropileno



- b) Nylon
- c) Polietileno
- d) Acrílicas
- e) Carbono

Aunque básicamente son elaboradas de polipropileno y nylon y pueden ser monofilamentos (fibras individuales separadas de formas redondas, lisas) o fibrilados (fibras urtidas, con forma angular)

#### Refuerzo con fibra

Bajo volúmenes de fibra sintética fibrilados o mono filamentos (de 1 a 3 kg/m<sup>3</sup>) se usan para:

- a) Reducción del agrietamiento por contracción plástica.
- b) Reducción del agrietamiento por asentamiento plástico.
- c) Disminuye el desplazamiento del agua.

Altos volúmenes de fibras sintéticas mono filamentos (de 7 a 12 kg/m<sup>3</sup>) o altos volúmenes de fibras de acero ( 35 a 60 kg/m<sup>3</sup>), se utilizara para obtener:

- a) Reemplazo de malla de refuerzo.
- b) Incremento en la resistencia al impacto
- c) Poder soportar carga después del agrietamiento del concreto.
- d) Disminuir el agrietamiento por la contracción del concreto.

#### III.1.1.4. ADITIVOS

Los aditivos para concreto lanzado son sustancias orgánicas y/o inorgánicas, en estado líquido o sólido, reaccionan con la hidratación del cemento ya sea en forma química, física, o física-química, y se agrega antes, durante o después del mezclado, con el fin de modificar una o mas propiedades del concreto en estado fresco, y cuando ya halla endurecido, de tal manera que se adapte mejor alas condiciones de la obra.

Se recomienda hacer siempre con todos los aditivos, deben ser probados previamente para conocer su compatibilidad entre los diferentes aditivos y sus efectos en el concreto.



**EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL  
UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES**

---

En obra deben tenerse presente las precauciones necesaria para evitar que los aditivos se deterioren por contaminación, temperaturas extremas o usos indebidos, así como almacenamientos prolongados. El uso de aditivos no soluciona problemas de un mal diseño de mezclas, ni la utilización de materiales, el empleo de maquinaria, equipo y procedimientos de colocación inadecuados.

De acuerdo ala norma NMX-C-255-1988. Un aditivo reductor de agua es un producto químico que disminuye la cantidad de agua de mezcla requerida para producir un concreto de una consistencia dada.

Un aditivo retardante: es un producto químico que prolonga el tiempo de fraguado y el desarrollo de resistencia del concreto sin modificar necesariamente el contenido de agua de la mezcla.

Un aditivo acelerante: Es un producto químico que acorta el tiempo de fraguado y el desarrollote la resistencia del concreto sin modificar necesariamente la cantidad de agua de la mezcla.

Un aditivo retardante y reductor de agua: Es un producto químico que prolonga el tiempo de fraguado y reduce la cantidad de agua de mezcal requerida para producir concreto de una consistencia dada.

Un aditivo acelerante y reductor de agua: Es un producto químico a que acorta el tiempo de fraguado y desarrollo de la resistencia del concreto y disminuye la cantidad de agua de mezcla requerida para producir concreto de una consistencia dada.

Un aditivo superreductor de agua: Es un producto químico que disminuye la cantidad de agua para producir concreto de una consistencia dad en una cantidad considerablemente mayor que los reductores normales.

Un aditivo superreductor de agua y retardante: Es un producto químico que prolonga el tiempo de fraguado y reduce la cantidad de agua de mezcla requerida

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

para producir concreto de una consistencia dada en una magnitud considerablemente mayor que los retardantes y reductores de agua normales.

Con el uso de acelerantes se puede colocar el concreto sobre superficies horizontales y sobre cabeza, gracias a ello, permite la colocación del concreto lanzado como soporte inicial en túneles y minas.

La base química de estos aditivos está compuesta principalmente por: aluminatos, silicatos y los libres de álcali, su dosificación comprende los siguientes rangos de acuerdo a la TABLA III.2 DOSIFICACIÓN DE ADITIVOS EN EL CONCRETO LANZADO VÍA SECA.

**TABLA III.2 DOSIFICACIÓN DE ADITIVOS EN EL  
CONCRETO LANZADO VÍA SECA**

ADITIVO	PORCENTAJE DEL PESO DEL CEMENTO
Polvo aluminatos o silicatos	3-10
Líquido aluminatos o silicatos	4-6
Polvo libre de álcali	4-5
Líquido libre de álcali	4-6

Entre los tipos de acelerantes utilizados pueden mencionarse:

- a) Silicatos de sodio (Waterglass)
- b) Aluminatos (de sodio o potasio o mezcla de ambos)
- c) Libres de álcalis

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Silicato de sodio (Waterglass) únicamente proporciona un efecto momentáneo de pegamento a la mezcla del concreto lanzado y tiende a reducir la resistencia del concreto.

Aluminatos (de sodio o potasio). Reduce considerablemente la resistencia del concreto lanzado, a un más que el silicato de sodio no es compatible con todos

los tipos de cemento deberán hacerse pruebas antes de ser aplicados por tener un ph mayor a 13 es agresivo para la piel y ojos de quienes lo manipulan.

Aceleradores libres de álcalis. Proporcionan seguridad, mejor calidad del concreto por lo que no se deben seguir utilizando productos menos dañinos como los tradicionales aluminatos o silicatos.

### **III.1.2. EQUIPO A UTILIZAR EN EL CONCRETO LANZADO POR LA VÍA SECA**

Los equipos (máquina lanzadora) para el método de vía seca se dividen en dos tipos el equipo de doble cámara, y los de alimentación continua.

#### **III.1.2.1. LOS EQUIPOS DE DOBLE CÁMARA.**

El primer equipo inventado en 1911 fue de este tipo de doble cámara, hay algunos equipos funcionando, pero rara vez se emplean en trabajos de construcción subterránea, ese equipo se alimenta en la cámara superior.

La cámara superior actúa como un cierre neumático para alimentar material a la cámara inferior en la cual se mantiene una presión elevada de aire.

En esta etapa la válvula inferior esta cerrada y la cámara superior esta presurizada, la cámara superior esta vacía y la válvula se abre suministrando la mezcla de cemento y agregados pétreos.

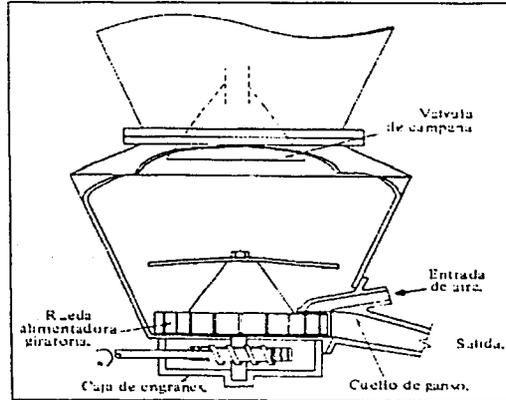
El proceso de transferir material de la cámara superior a la cámara inferior se conoce como "conmutación" y debe efectuarse en tal forma que no se presenten cambios de presión en el suministro de la mezcla. Una conmutación eficiente depende de la limpieza de la válvula inferior y de la habilidad del operador que la atiende y alimente la lanzadora y opere las válvulas.

El material en la cámara inferior cae alrededor de la rueda de alimentación giratoria la cual mueve la mezcla de cemento y agregados pétreos hasta que se

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

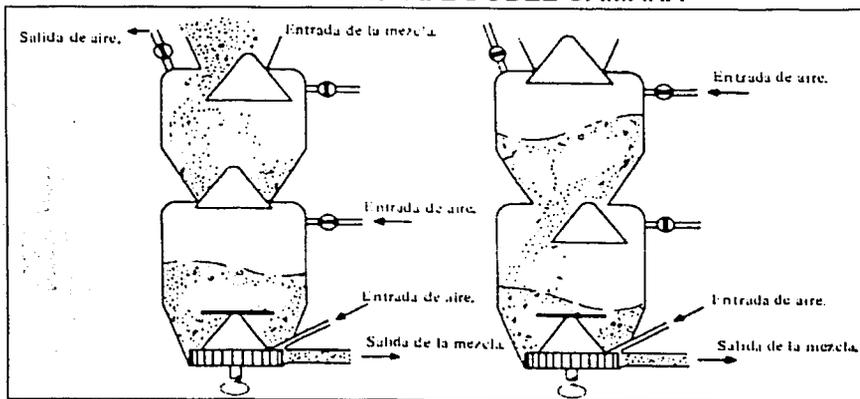
encuentra frente a la salida. Entonces la mezcla es soplada por medio de una corriente de aire y conducida hacia la boquilla. (FIGURA III.2 MAQUINA LANZADORA DE DOBLE CAMARA y FIGURA III.3 SECUENCIA BASICA DE OPERACIONES EN UNA MAQUINA DE ALIMENTACIÓN DE DOBLE CAMARA)

FIGURA III.2 MAQUINA LANZADORA DE DOBLE CAMARA



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

FIGURA III.3 SECUENCIA BASICA DE OPERACIONES EN UNA MAQUINA DE ALIMENTACIÓN DE DOBLE CAMARA



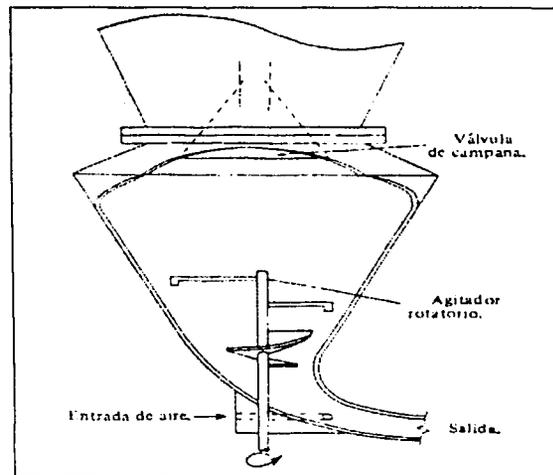
### III.1.2.2. EQUIPOS DE ALIMENTACIÓN CONTINÚA.

Este tipo de equipos fue introducido en los años 1960, actualmente existen dos variantes el tipo tazón y el de tipo rotor.

El tipo tazón se alimenta por la tolva, el material es desplazado por un agitador hacia el depósito que alimenta al tazón, el material se mantiene en movimiento por las aspas del agitador, mientras el tazón gira se introduce el material por gravedad, la almohadilla sella el aire comprimido y lo dirige hacia una área específica del tazón, la presión empuja el material hacia abajo y a través de la salida del equipo al cual se le conecta la manguera que llevara el material hacia la boquilla (FIGURA. III.4. MAQUINA LANZADORA DEL TIPO TAZON).

El tipo rotor, se alimenta en la tolva, con ayuda del agitador introduce por gravedad el material a un cilindro del rotor, que consta de diez cámaras cilíndricas colocadas entre dos placas planas y paralelas. Al girar el tambor, cada cámara a su vez, se carga con material que cae desde arriba, es sellada al pasar por un área aislada y se descarga al ponerse bajo la presión de aire de arriba que forza al material hacia la salida.

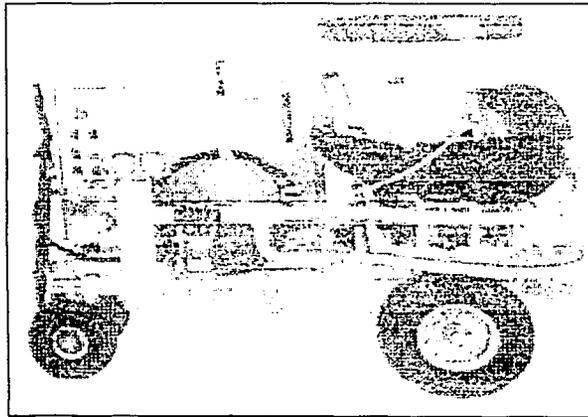
FIGURA III.4 MAQUINA LANZADORA DEL TIPO TAZON



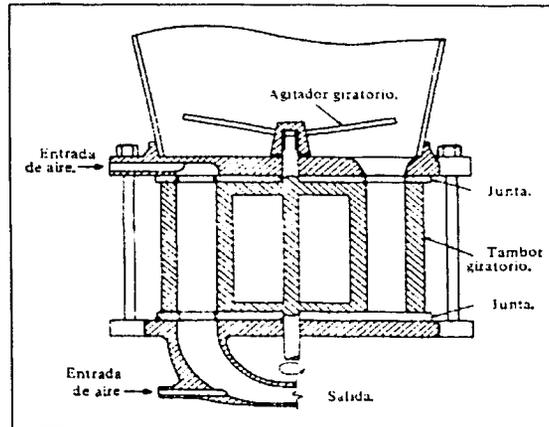
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Por medio de una corriente de aire, la mezcla se trasporta a la boquilla de lanzado a través de la manguera de transporte o del tubo de transporte. Después se limpia la cámara pasando por una salida de escape y regresa a área de carga para repetir el ciclo (FIGURA III.5 MAQUINA LANZADORA "ALMA" 260 DEL TIPO ROTOR, FIGURA III.6 MAQUINA LANZADORA DE TAMBOR GIRATORIO: DETALLE DEL TAMBOR, ).

**FIGURA III.5 MAQUINA LANZADORA "ALMA" 260 DEL TIPO ROTOR**



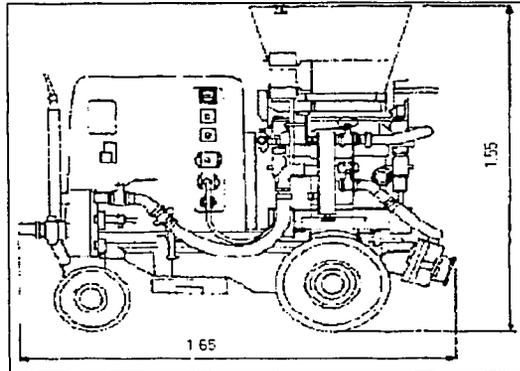
**FIGURA III.6 MAQUINA LANZADORA DE TAMBOR GIRATORIO  
DETALLE DEL TAMBOR**



**TESIS CON  
PALLA DE ORIGEN**

Dimensiones de la maquina lanzadora de concreto en seco Aliva 260 (FIGURA III.7 DIMENSIONES DE LA MAQUINA LANZADORA "ALIVA" 260 y TABLA III.3 DIMENSIONES DE LA MAQUINA ALIVA 260).

**FIGURA III.7 DIMENSIONES DE LA MAQUINA LANZADORA "ALIVA" 260**



**TABLA III.3 DIMENSIONES DE LA MAQUINA ALIVA 260**

CONCEPTO	DIMENSIONES EN METROS
Altura máxima	1.55
Ancho máximo	0.85
Longitud máxima	1.65
Diámetro de la manguera	0.06 - 0.08
Diámetro del tubo de transporte	0.06 - 0.075
Trayecto de transporte: horizontal	300
Trayecto de transporte: vertical	100
Diámetro de agregado pétreo máximo	0.016 - 0.025
Volumen trasportado	4 - 9 m <sup>3</sup> /h
Peso aproximado	1100 kg.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La diferencia entre los dos equipos es el sistema de sellado de la cámara; el equipo de tazón es un poco más sensible al contenido de humedad en la mezcla,

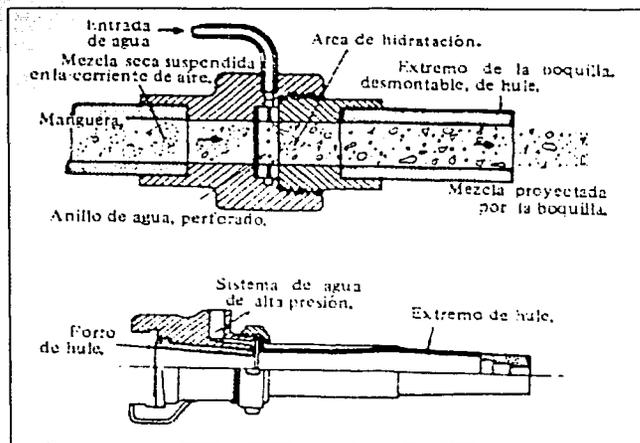
y tiende a crear una costra de concreto en los tazones ya que el material es empujado hacia abajo y hacia fuera.

Referente a la descarga del material el equipo tipo tazón es más productivo, mientras que el tipo rotor puede manejar mayor variedad de mezclas.

### III.1.2.3. BOQUILLA PARA LA VÍA SECA.

Existen boquillas de distintas formas tamaños y materiales las boquillas se colocan al final de la manguera y funcionan con el mismo principio básicamente, en la vía seca la boquilla esta formada con una punta, un anillo de distribución de agua, una válvula de control, y el cuerpo de la boquilla. La función del anillo de distribución el cual se localiza dentro del cuerpo, es la de crear una "red" por la cual debe pasar el material, impulsado por el aire comprimido, la eficiencia depende de la presión del agua la cual debe ser por lo menos  $1 \text{ kg/cm}^2$  mayor que la presión del aire, así como la habilidad del lanzador a la hora de ajustar el flujo de agua la punta nos ayuda a mezclar el concreto

FIGURA III.8 BOQUILLA TIPICA DE MEZCLADO EN SECO



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES

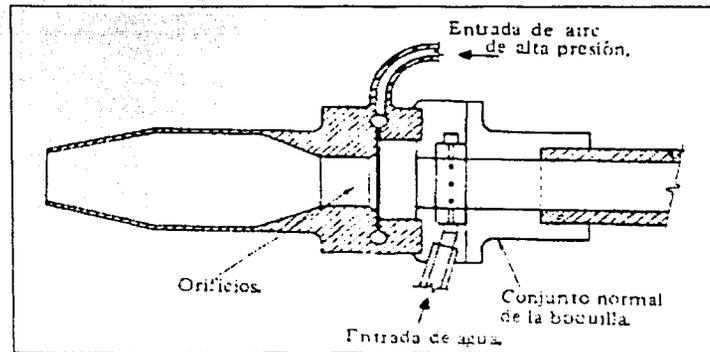
Entre mayor sea la presión del agua ( $4-5 \text{ kg/cm}^2$ ) es mejor, si la presión del agua no es mayor que la presión del material a la salida de la lanzadora ( $3 \text{ y } 5 \text{ kg/cm}^2$ ) que pasa por la manguera solo empuja humedeciéndola, solo la parte exterior de la corriente de material y el centro estará seco formándose mucho polvo.

La presión no tiene que ver con el volumen del agua que se utiliza para hacer la mezcla, se debe de tener una presión del agua mínima de  $1 \text{ kg/cm}^2$  en el anillo de distribución.

El anillo de distribución puede ser: un anillo perforado de bronce, hule o acero o una rondana ranurada, un rondana de hoja de expansión, etc, se debe remover y limpiar perfectamente al término de cada jornada ya que un anillo de distribución limpio es esencial para el adecuado desempeño de los trabajos el concreto lanzado vía seca. (FIGURA III.8. BOQUILLA TIPICA DE MEZCLADO EN SECO)

El desarrollo de boquillas (VER FIGURA III.9 CORTE DE BOQUILLA TIPICA IMPULSORA) tipo "impulsor" que contiene un suministro adicional de aire a la salida del material, reduce el porcentaje de rebote del material en comparación con la TABLA III.1 RANGOS DE VARIACIÓN DEL REBOTE DEL CONCRETO LANZADO VÍA SECA)(CORTE DE BOQUILLA TIPICA IMPULSORA)

FIGURA III.9 CORTE DE BOQUILLA TIPICA IMPULSORA



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **1.2.4. PROPULSOR DE AGUA PARA APLICACIONES DE VÍA**

### **SECA.**

Los propulsores de agua deben ser capaces de suministrar por lo menos 37.85 lt/min. a una presión de 4.2 kg/cm<sup>2</sup> en la boquilla. Para las boquillas estándar, el agua debe ser constante y de 1.05 a 2.1 kg/cm<sup>2</sup> mayor que la presión del aire.

## **III.1.3 DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO LANZADO**

El objetivo al diseñar una mezcla de concreto consiste en determinar la combinación más práctica y económica de los materiales con los que se dispone, para producir un concreto que satisfaga los requisitos de comportamiento bajo las condiciones particulares de uso. Para lograr tal objetivo, una mezcla de concreto bien proporcionada deberá poseer las propiedades siguientes:

En el concreto fresco, trabajabilidad aceptable (revenimiento), adherencia en la superficie por proteger (por espesor de capa) y generar una cantidad mínima de rebote como se puede apreciar en la TABLA III.4. PROPIEDADES DEL CONCRETO LANZADO EN ESTADO PLASTICO DE LA MEZCLA SECA

**TABLA III.4 PROPIEDADES DEL CONCRETO LANZADO EN ESTADO  
PLASTICO DE LA MEZCLA SECA**

PROPIEDADES	DESCRIPCIÓN DE LA MEZCLA SECA	
	SOLO	Con humo de sílice
Revenimiento	-----	-----
Espesor de capa (cm.)		
Aplicación sobrecabeza	6.5	38
Aplicación vertical	20	46
Rebote %		
Sobrecabeza	46	20
Vertical	42	20

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

- 1) En el concreto endurecido, durabilidad resistencia y presentación uniforme.  
(Tabla III.5. PROPIEDADES DEL CONCRETO LANZADO EN ESTADO  
ENDURECIDO DE LA MEZCLA SECA)

**TABLA III.5 PROPIEDADES DEL CONCRETO LANZADO EN ESTADO  
ENDURECIDO DE LA MEZCLA SECA**

PROPIEDADES	MÉTODO DE ENSAYE ASTM	MEZCLA SECA SOLA	MEZCLA SECA CON HUMO DE SÍLICE
Resistencia a la compresión a: 24 horas 7 días 28 días	c39	30 44 54	34 49 60
Resistencia a la flexión a: 7 días 28 días	c78	--- 7.4	--- 8.4
Absorción % a 28 días: Volumen de huecos permeables % a 28 días	c642	4.9 11.2	2.7 6.3

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

- 2) Economía (VER CAPITULO VI VALORACIÓN DEL TIEMPO Y  
DETERMINACIÓN DEL COSTO DEL CONCRETO LANZADO).

Se recomienda que los materiales utilizados en la elaboración de los concretos y morteros cumplan con las normas oficiales mexicanas (NOM) de construcción e

instalaciones del lugar (VER CAPITULO II ELABORACIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO).

Existen diversos métodos para el diseño de mezclas de concreto pero en general los porcentajes de agregados pétreos y cemento para la dosificación de concreto lanzado son los siguientes:

**TABLA III.6 PORCENTAJE DE AGREGADOS PETREOS EN SECO**

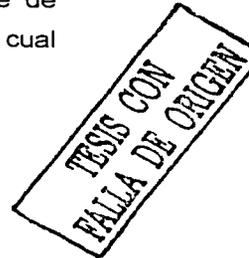
Material	Cantidad en porcentaje
Cemento	15-20
Agregado grueso	30-40
Agregado fino	40-50

La cantidad de agua, microsilíce, fibras y en este caso aditivo acelerante de fraguado, que se requieren esta en función del propósito del proyecto para el cual se deberán hacer pruebas en el laboratorio hasta alcanzar el objetivo.

### **III.1.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MÉTODO VÍA SECA**

La aplicación por vía seca presenta ventajas en los siguientes aspectos:

- El agua de mezclado y la consistencia de la mezcla se controlan directamente en la boquilla por que permite adaptarse a condiciones variables de colocación y a las condiciones de la humedad del agregado pétreo.
- Permite mayores distancias de transporte, horizontal 300 m y vertical 100 m.
- Se simplifican las operaciones de inicio y termino para la colocación de concreto lanzado así mismo con un mínimo de perdida del tiempo y mayor flexibilidad de colocación del concreto lanzado.
- Requiere bajas relaciones de agua-cemento. En promedio de 11 a 13 litros por 50 kg de cemento.



- Velocidad de proyección alta (80-100 m/seg.)
- La maquina de impulsión es generalmente más económica.

**Desventajas:**

- Tiende a generar polvo.
- Mayor cantidad de rebote (VER TABLA III.1 RANGOS DE VARIACIÓN DEL REBOTE DEL CONCRETO LANZADO)
- Presenta variaciones en la dosificación del agua, en la homogeneidad de la mezcla y en las resistencias.
- Requiere habilidad del lanzador para su colocación.
- Mayor desgaste de piezas del equipo.
- Bajo rendimiento de colocación máximo 5m<sup>3</sup>/h

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Los concretos y morteros lanzados por vía seca tienen una amplia gama de aplicaciones, con la sola excepción de obras en espacios cerrados y estrechos en las que incluso, una generación reducida de polvo y rebote pueda dificultar la colocación.

### **III.2 MÉTODO DEL CONCRETO LANZADO DE LA VÍA HÚMEDA**

La proyección por vía húmeda se desarrollo después de la aparición de la proyección del concreto lanzado por la vía seca, tratando de eliminar el inconveniente de la formación de polvo, el material de rebote hasta un 10 % respecto del método de vía seca, y de mejorar al mismo tiempo la dosificación del agua que se suministraba en la proyección del concreto lanzado por vía seca.

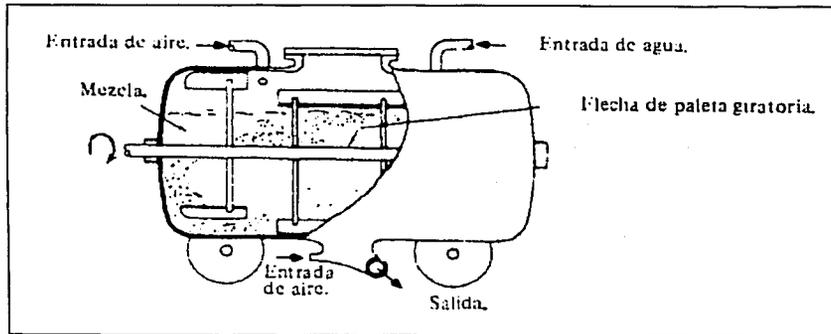
El proceso del lanzado del concreto por vía húmeda comprende de las siguientes etapas:

- a) Se mezclan el cemento, los agregados pétreos (grava-arena), el agua, y los aditivos, exceptuando si el aditivo es acelerante hasta conseguir una mezcla homogénea. Con el revenimiento mínimo que pueda ser bombeado: un revenimiento entre 4 a 8 cm un mayor revenimiento produce mezclas

- menos cohesivas que dan lugar al deslizamiento o desprendimiento del concreto en colocación sobre superficies verticales o sobre cabeza.
- b) El concreto se carga en la tolva de la maquina lanzadora de concreto.
  - c) Posteriormente el concreto se introduce en la manguera de transporte que conduce el concreto a alta presión ( $56-210 \text{ kg/cm}^2$  de presión de trabajo)
  - d) El concreto es transportado por desplazamiento mecánico similar al del concreto bombeado (flujo denso) o mediante el empuje de aire comprimido (flujo diluido) hacia la boquilla de salida. En la boquilla se inyecta aire adicional a presión para descompactar el concreto y darle velocidad necesaria para el lanzado.
  - e) El concreto es lanzado a velocidad de 90 a 120 m/s contra la superficie compactándose junto con la colocación del mismo.

Debido al método de impulsión desde la maquina hasta la boquilla se asemeja a un concreto lanzado tradicional.

**FIGURA III.10 MAQUINA LANZADORA TIPICA PARA MEZCLA HUMEDA**



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### **III.2.2. EQUIPO A UTILIZAR EN EL CONCRETO LANZADO POR LA VÍA HÚMEDA**

A continuación se describe el equipo a utilizar en la colocación del concreto lanzado vía húmeda, que es colocado principalmente por una bomba de concreto

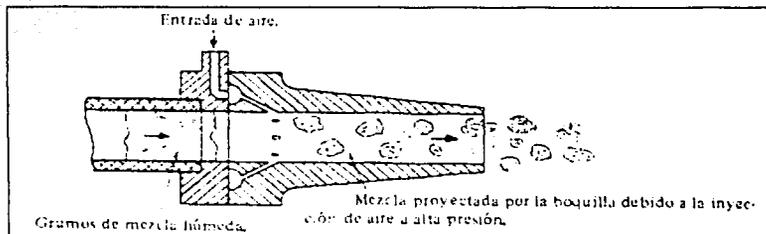
capaz de proporcionar hasta 10 ton/h y 100 m arriba de la lanzadora con presión de salida de 35 a 70 kg/cm<sup>2</sup>. para un rango de 20 a 30 m<sup>3</sup> de un tanque presurizado de tipo por sistema para vachadas el cual moviliza el concreto dentro de una manguera hacia la boquilla, la mayoría de las bombas de concreto son de desplazamiento positivo, y utilizan dos pistones en combinación con una válvula que desplaza al concreto, la válvula se localiza en la tolva, y permite la alimentación con material al pistón que se encuentra vacío, simultáneamente el segundo pistón empuja al concreto, alternando una vez que este se encuentre vacío.

### III.2.2.1. BOQUILLA PARA LA VÍA HÚMEDA

Existen diferentes formas y largos de boquilla, la elección del tipo de boquilla esta en función de la forma de aplicación deseado, con boquillas con puntas cortas se obtiene una muestra ancha y con boquillas con puntas largas, y una muestra delgada.

La boquilla esta formada por una punta de plástico, un anillo de distribución de aire, una válvula de control de aire y otra para el flujo de aditivo acelerante, y el cuerpo de la boquilla. (FIGURA III.11BOQUILLA TÍPICA PARA MEZCLA HUMEDA).

**FIGURA III.11 BOQUILLA TÍPICA PARA MEZCLA HUMEDA**



El concreto llega al cuerpo de la boquilla a una velocidad de 0.9 m/s. conforme el concreto avanza por la boquilla se encuentra una corriente de aire comprimido, la cual descompacta el concreto y le da velocidad de lanzamiento, el aire debe tener la fuerza suficiente para evitar que regrese el concreto y tape los orificios, conforme

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

el concreto es cortado por el flujo de aire, se mezcla con el aditivo acelerante líquido.

El aire comprimido sale de la boquilla a 45.75 m/s mínimo, se pueden obtener mejoras de adherencia compactación o densidad con ayuda de los aditivos, en lugar de emplear la velocidad.

Las mangueras que se emplean en los trabajos de concreto lanzado deben ser de resistencia y tamaño adecuados.

Es importante que el diámetro interior de la manguera de concreto sea por lo menos tres veces mayor que el tamaño máximo de agregado pétreo utilizado, se debe utilizar únicamente mangueras diseñadas para el concreto lanzado, ya que otro tipo de mangueras se pueden desgastar rápidamente y explotar debido a la alta presión durante la aplicación.

Los acoplamientos entre mangueras no deben de obstruir o impedir el flujo de concreto, agua o aire y deben de contar siempre con dispositivos de seguridad para impedir que se separaren durante la aplicación.

Siempre se deben de limpiar las mangueras después de utilizarlas.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

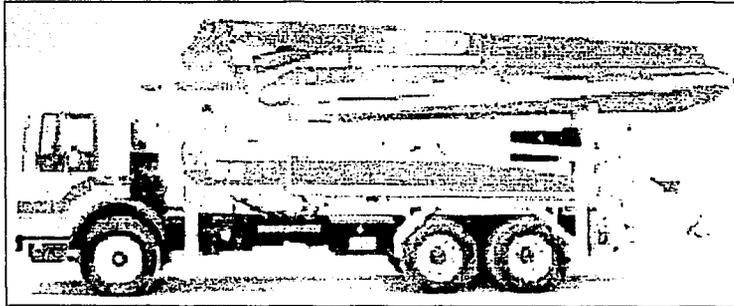
#### **III.2.2.2. EQUIPO DE MEZCLADO**

En la mayoría de las aplicaciones de concreto lanzado vía húmeda, se utiliza en camiones premezcladores que entregan el concreto directamente a la tolva del equipo.

En trabajos donde el concreto lanzado es mezclado en sitio se utilizan mezcladores portátiles que pueden operar ya sea por bachadas de tipo continuo, los primeros son generalmente tambores rotatorios con aspas, que alimenta los materiales y se mezclan para obtener una mezcla homogénea, descarga y se reinicia el proceso de carga de materiales.

Los de tipo continuo, cuentan con dispositivos para cada material, los cuales son dosificados a través de una banda continua que según su velocidad o tamaño gradúa los materiales los cuales se mezclan por un tornillo sin fin descargando un depósito o directamente al equipo según se requiera.

**FIGURA III.12 BOMBA PARA CONCRETO TIPO PLUMA**



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### **III.2.2.3.DOSIFICADORES DE ADITIVO DE ACELERANTE**

En la vía húmeda solamente se utilizan aditivos acelerante líquidos junto con el aire en la boquilla, los cuales se dosificaran de acuerdo con el flujo de concreto que llega a la boquilla.

Los dosificadores de aditivos deben de ser capaces de medir la cantidad de acelerante que se esta añadiendo a si como permitir ajustar la dosificación en caso de que sea necesario.

### **III.2.2.4. COMPRESOR DE AIRE**

Un compresor de aire con capacidad de 4 a 7 m<sup>3</sup>/min. es necesario para lograr una operación satisfactoria de concreto lanzado. Conviene intercalar un depósito de aire entre el compresor y el equipo de lanzado para uniformar la presión y la cantidad de aire, el compresor debe tener la capacidad para mantener un flujo de aire continuo, libre de agua para proporcionar una velocidad suficiente del concreto en la boquilla, aún cuando se operen simultáneamente equipos con

motores de aire los requerimientos de aire varían de acuerdo al tipo de equipo, su condición y modo de operación.

### **III.2.3 DISEÑO DE MEZCLAS**

El diseño de la mezcla de concreto implica el equilibrio entre la economía y los requisitos de colocación, resistencia a compresión, durabilidad, apariencia, impermeabilidad, los materiales utilizados en la elaboración de concretos deberá cumplir con las normas oficiales mexicanas (NOM) para la construcción e instalación del lugar.

La relación agua-cemento para concreto lanzado vía húmeda se sitúa en el rango de 0.4 a 0.6, el laboratorio de campo deberá hacer las correcciones pertinentes según las condiciones que se presenten en la obra. Tomando a Colombia como referencia en el diseño de mezclas se tiene que el diseño utilizado es:

- Cemento 400 – 500 kg/m<sup>3</sup>
- Relación agregados pétreos/cemento 5:1 - 3:1
- Resistencia a la compresión 250–500 kg/cm<sup>2</sup>
- Relación agua / cemento 0.4–0.6

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### **III.2.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MÉTODO VÍA HÚMEDA**

Las ventajas del método de vía húmeda del concreto lanzado:

- El agua de mezclado es controlada en la etapa de mezclado dosificándose con mejor precisión.
- Permite reducir la cantidad de agua mediante el adecuado empleo de aditivos plastificantes.
- Se logran mezclas más homogéneas con mejores resistencias a presión y más uniformes.
- Mejor adherencia.
- Disminuyen las pérdidas de cemento y la generación de polvo.

**EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL  
UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES**

---

- Normalmente produce menos rebote, con equipos adecuados y mano de obra codificada, se obtienen rebotes que oscilan entre el 5 al 10% de lanzado de concreto.
- Permite obtener mejores volúmenes de producción. 2-10 m<sup>3</sup>/h cuando es lanzado por un operador, hasta 20 m<sup>3</sup>/h con la utilización de robots.
- Mejor ambiente de trabajo por la reducción de polvo.
- Ideal para la aplicación de fibras metálicas y sintéticas.
- Más económico.

Las desventajas del método de vía húmeda del concreto lanzado:

- Distancia de transporte limitado a 60 m vertical.
- Línea más pesada.

Se continua en el siguiente CAPITULO IV que corresponde a EL IMPACTO AMBIENTAL POR LA UTILIZACIÓN DEL CONCRETO LANZADO.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**CAPITULO IV**  
**EL IMPACTO AMBIENTAL**  
**POR LA UTILIZACIÓN DEL**  
**CONCRETO LANZADO**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**CAPITULO IV**  
**EL IMPACTO AMBIENTAL**  
**POR LA UTILIZACIÓN DEL**  
**CONCRETO LANZADO**

**TESIS CON**  
**FALLA DE ORIGEN**

Para conocer los efectos que causará en el medio ambiente la construcción de una obra civil se requiere de efectuar una evaluación de impacto ambiental la cual está dirigida a efectuar análisis detallados de diversos proyectos de desarrollo y del sitio donde se pretendan realizar el mismo, con el propósito de identificar y cuantificar los impactos ambientales que puedan ocasionar la ejecución de una o más obras. En este contexto, el presente capítulo se ocupa de detallar los efectos que causarán en forma general las obras civiles en el medio ambiente y particularmente la utilización del concreto lanzado a través de la evaluación del impacto ambiental.

**IV.1 NORMATIVIDAD**

El criterio ecológico en una obra de ingeniería civil debe surgir cuando la acción actividad u obra tiene la capacidad de producir una alteración en el medio, siendo el componente central el de la cuantificación de dicha alteración, por lo anterior la Normatividad Mexicana en materia ecológica menciona los pasos a detalle para hacer una evaluación correcta de impacto ambiental en materia de obras civiles.

**IV.1.1 DEFINICIONES PREVIAS**

Norma. Es el procedimiento a que se ajusta un trabajo, industria y patrón o modelo a que se aspira.

Normatividad. Es el conjunto de normas aplicables a una determinada materia o actividad.

En toda actividad humana se genera un impacto ambiental, entendiendo como aquel cualquier cambio en el medio ambiente o en alguno de sus componentes, sea adverso o beneficiosos, resultante de una acción o actividad. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales. En el caso de la Republica mexicana existe la Ley y su reglamento en materia de impacto ambiental.

El impacto ambiental es la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado, tal y como se manifestaría como consecuencia de la realización de una acción o actividad, y la situación del medio ambiente futuro tal como habría evolucionado normalmente sin tal actuación

La contaminación ambiental es la presencia o la introducción al ambiente de uno o más contaminantes, o de cualquier combinación de los mismos, que excediendo los límites tolerables, cause daños a la vida o impacto en el ambiente.

Un contaminante es toda materia, elemento, compuesto, sustancia, derivado químico o biológico, energía, radiación, vibración, ruido o combinación de ellos que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier otro elemento del ambiente, altere o modifique su composición natural y degrade su calidad, poniendo en riesgo la salud de las personas y la prestación y conservación del ambiente.

La contaminación ambiental se encuentra ligada con el concepto de medidas de mitigación. Estas son un conjunto de acciones de prevención, control, atenuación, restauración y compensación de impactos ambientales negativos que deben acompañar el desarrollo de un proyecto o actividad para asegurar el uso sostenible de los recursos naturales y la protección del medio ambiente. Dichas acciones surgen de un Estudio de Impacto Ambiental y su seguimiento se incorpora en un Plan de Gestión Ambiental. Las medidas de mitigación pueden ser de implementación previa, simultánea o posterior a la ejecución del proyecto o acción.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En materia de impacto ambiental para la ejecución de cualquier obra civil en nuestro país se necesita seguir el procedimiento que emite el Gobierno Federal por parte de la Secretaria del Medio Ambiente, Recursos naturales y Pesca (SEMARNAP) que lo regula la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental así como su reglamento.

En referencia a lo anterior y en virtud de que es obligatorio un estudio de impacto ambiental, en este caso particular de la colocación del concreto lanzado es preciso mencionar que en la Republica Mexicana existen leyes y reglamentos que norman el impacto ambiental.

A continuación se describen los artículos que norman a la obra civil. Por medio de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental así como su reglamento.

#### **IV.1.2 NORMAS MEXICANAS PARA IMPACTO AMBIENTAL**

Las Normas Mexicanas en materia de impacto ambiental que se presentan en esta sección son generales para la obra civil y no particulares de la colocación del concreto lanzado.

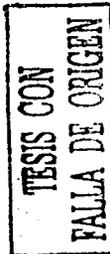
A continuación se incluyen los artículos de la Ley y Reglamento General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental que hacen referencia a las obras civiles. Es decir sólo se hacen referencia de los artículos que incluyen a la obra civil en general.

#### **Disposiciones Generales**

#### **CAPÍTULO I**

#### **Normas Preliminares**

**ARTICULO 1o.-** La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al



ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

I.- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar;

II.- Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación;

III.- La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;

IV.- La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas.

V.- El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas;

VI.- La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo;

VII.- Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente;

VIII.- El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX - G de la Constitución;

IX.- El establecimiento de los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental, y

X.- El establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan.

En todo lo no previsto en la presente Ley, se aplicarán las disposiciones contenidas en otras leyes relacionadas con las materias que regula este ordenamiento.

LIBRO CON  
FALLA DE ORIGEN

---

SECCION V

Evaluación del Impacto Ambiental

ARTICULO 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;

II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;

III.- Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear;

IV.- Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, así como residuos radiactivos;

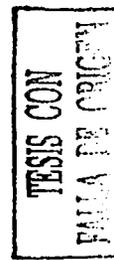
V.- Aprovechamientos forestales en selvas tropicales y especies de difícil regeneración;

VI.- Plantaciones forestales;

VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;

VIII.- Parques industriales donde se prevea la realización de actividades altamente riesgosas;

IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;



X.- Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;

XI.- Obras en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación;

XII.- Actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas, y

XIII.- Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal, que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los ecosistemas, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente.

El Reglamento de la presente Ley determinará las obras o actividades a que se refiere este artículo, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, ni rebasen los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, y que por lo tanto no deban sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental previsto en este ordenamiento.

Para los efectos a que se refiere la fracción XIII del presente artículo, la Secretaría notificará a los interesados su determinación para que sometan al procedimiento de evaluación de impacto ambiental la obra o actividad que corresponda, explicando las razones que lo justifiquen, con el propósito de que aquéllos presenten los informes, dictámenes y consideraciones que juzguen convenientes, en un plazo no mayor a diez días. Una vez recibida la documentación de los interesados, la Secretaría, en un plazo no mayor a treinta días, les comunicará si procede o no la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como la modalidad y el plazo para hacerlo. Transcurrido el plazo señalado, sin que la Secretaría emita la comunicación correspondiente, se entenderá que no es necesaria la presentación de una manifestación de impacto ambiental.

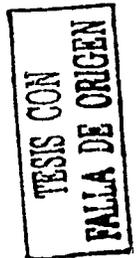
ARTICULO 29.- Los efectos negativos que sobre el ambiente, los recursos naturales, la flora y la fauna silvestre y demás recursos a que se refiere esta Ley, pudieran causar las obras o actividades de competencia federal que no requieran someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental a que se refiere la presente sección, estarán sujetas en lo conducente a las disposiciones de la misma, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas en materia ambiental, la legislación sobre recursos naturales que resulte aplicable, así como a través de los permisos, licencias, autorizaciones y concesiones que conforme a dicha normatividad se requiera.

ARTICULO 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.

Si después de la presentación de una manifestación de impacto ambiental se realizan modificaciones al proyecto de la obra o actividad respectiva, los interesados deberán hacerlas del conocimiento de la Secretaría, a fin de que ésta, en un plazo no mayor de 10 días les notifique si es necesaria la presentación de información adicional para evaluar los efectos al ambiente, que pudiesen ocasionar tales modificaciones, en términos de lo dispuesto en esta Ley.

Los contenidos del informe preventivo, así como las características y las modalidades de las manifestaciones de impacto ambiental y los estudios de riesgo serán establecidos por el Reglamento de la presente Ley.



ARTICULO 31.- La realización de las obras y actividades a que se refieren las fracciones I a XII del artículo 28, requerirán la presentación de un informe preventivo y no una manifestación de impacto ambiental, cuando:

I.- Existan normas oficiales mexicanas u otras disposiciones que regulen las emisiones, las descargas, el aprovechamiento de recursos naturales y, en general, todos los impactos ambientales relevantes que puedan producir las obras o actividades.

II.- Las obras o actividades de que se trate estén expresamente previstas por un plan parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que haya sido evaluado por la Secretaría en los términos del artículo siguiente, o

III.- Se trate de instalaciones ubicadas en parques industriales autorizados en los términos de la presente sección.

En los casos anteriores, la Secretaría, una vez analizado el informe preventivo, determinará, en un plazo no mayor de veinte días, si se requiere la presentación de una manifestación de impacto ambiental en alguna de las modalidades previstas en el reglamento de la presente Ley, o si se está en alguno de los supuestos señalados.

La Secretaría publicará en su Gaceta Ecológica, el listado de los informes preventivos que le sean presentados en los términos de este artículo, los cuales estarán a disposición del público.

ARTICULO 32.- En el caso de que un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico del territorio incluyan obras o actividades de las señaladas en el artículo 28 de esta Ley, las autoridades competentes de los Estados, el Distrito Federal o los Municipios, podrán presentar dichos planes o programas a la Secretaría, con el propósito de que ésta emita la autorización que en materia de impacto ambiental corresponda, respecto del conjunto de obras o actividades que se prevean realizar en un área determinada, en los términos previstos en el artículo 31 de esta Ley.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ARTICULO 33.- Tratándose de las obras y actividades a que se refieren las fracciones IV, VIII, IX y XI del artículo 28, la Secretaría notificará a los gobiernos estatales y municipales o del Distrito Federal, según corresponda, que ha recibido la manifestación de impacto ambiental respectiva, a fin de que éstos manifiesten lo que a su derecho convenga.

La autorización que expida la Secretaría, no obligará en forma alguna a las autoridades locales para expedir las autorizaciones que les corresponda en el ámbito de sus respectivas competencias.

ARTICULO 34.- Una vez que la Secretaría reciba una manifestación de impacto ambiental e integre el expediente a que se refiere el artículo 35, pondrá ésta a disposición del público, con el fin de que pueda ser consultada por cualquier persona.

Los promoventes de la obra o actividad podrán requerir que se mantenga en reserva la información que haya sido integrada al expediente y que, de hacerse pública, pudiera afectar derechos de propiedad industrial, y la confidencialidad de la información comercial que aporte el interesado.

La Secretaría, a solicitud de cualquier persona de la comunidad de que se trate, podrá llevar a cabo una consulta pública, conforme a las siguientes bases:

I.- La Secretaría publicará la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental en su Gaceta Ecológica. Asimismo, el promovente deberá publicar a su costa, un extracto del proyecto de la obra o actividad en un periódico de amplia circulación en la entidad federativa de que se trate, dentro del plazo de cinco días contados a partir de la fecha en que se presente la manifestación de impacto ambiental a la Secretaría;

II.- Cualquier ciudadano, dentro del plazo de diez días contados a partir de la publicación del extracto del proyecto en los términos antes referidos, podrá solicitar a la Secretaría ponga a disposición del público en la entidad federativa que corresponda, la manifestación de impacto ambiental;

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

III.- Cuando se trate de obras o actividades que puedan generar desequilibrios ecológicos graves o daños a la salud pública o a los ecosistemas, de conformidad con lo que señale el reglamento de la presente Ley, la Secretaría, en coordinación con las autoridades locales, podrá organizar una reunión pública de información en la que el promovente explicará los aspectos técnicos ambientales de la obra o actividad de que se trate;

IV.- Cualquier interesado, dentro del plazo de veinte días contados a partir de que la Secretaría ponga a disposición del público la manifestación de impacto ambiental en los términos de la fracción I, podrá proponer el establecimiento de medidas de prevención y mitigación adicionales, así como las observaciones que considere pertinentes, y

V.- La Secretaría agregará las observaciones realizadas por los interesados al expediente respectivo y consignará, en la resolución que emita, el proceso de consulta pública realizado y los resultados de las observaciones y propuestas que por escrito se hayan formulado;

ARTICULO 35 .- Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días.

Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no

---

únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación.

Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente en la que podrá:

I.- Autorizar la realización de la obra o actividad de que se trate, en los términos solicitados;

II.- Autorizar de manera condicionada la obra o actividad de que se trate, a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación, a fin de que se eviten, atenúen o compensen los impactos ambientales adversos susceptibles de ser producidos en la construcción, operación normal y en caso de accidente. Cuando se trate de autorizaciones condicionadas, la Secretaría señalará los requerimientos que deban observarse en la realización de la obra o actividad prevista, o

III.- Negar la autorización solicitada, cuando:

Se contravenga lo establecido en esta Ley, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones aplicables;

La obra o actividad de que se trate pueda propiciar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o cuando se afecte a una de dichas especies, o

Exista falsedad en la información proporcionada por los promoventes, respecto de los impactos ambientales de la obra o actividad de que se trate.

La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en la autorización, en aquellos casos expresamente señalados en el reglamento de la presente Ley, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas,

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

La resolución de la Secretaría sólo se referirá a los aspectos ambientales de las obras y actividades de que se trate.

ARTICULO 35 BIS .- La Secretaría dentro del plazo de sesenta días contados a partir de la recepción de la manifestación de impacto ambiental deberá emitir la resolución correspondiente.

La Secretaría podrá solicitar aclaraciones, rectificaciones o ampliaciones al contenido de la manifestación de impacto ambiental que le sea presentada, suspendiéndose el término que restare para concluir el procedimiento. En ningún caso la suspensión podrá exceder el plazo de sesenta días, contados a partir de que ésta sea declarada por la Secretaría, y siempre y cuando le sea entregada la información requerida.

Excepcionalmente, cuando por la complejidad y las dimensiones de una obra o actividad la Secretaría requiera de un plazo mayor para su evaluación, éste se podrá ampliar hasta por sesenta días adicionales, siempre que se justifique conforme a lo dispuesto en el reglamento de la presente Ley.

ARTICULO 35 BIS 1.- Las personas que presten servicios de impacto ambiental, serán responsables ante la Secretaría de los informes preventivos, manifestaciones de impacto ambiental y estudios de riesgo que elaboren, quienes declararán bajo protesta de decir verdad que en ellos se incorporan las mejores técnicas y metodologías existentes, así como la información y medidas de prevención y mitigación más efectivas.

Asimismo, los informes preventivos, las manifestaciones de impacto ambiental y los estudios de riesgo podrán ser presentados por los interesados, instituciones de investigación, colegios o asociaciones profesionales, en este caso la responsabilidad respecto del contenido del documento corresponderá a quien lo suscriba.

ARTICULO 35 BIS 2.- El impacto ambiental que pudiesen ocasionar las obras o actividades no comprendidas en el artículo 28 será evaluado por las autoridades

del Distrito Federal o de los Estados, con la participación de los municipios respectivos, cuando por su ubicación, dimensiones o características produzcan impactos ambientales significativos sobre el medio ambiente, y estén expresamente señalados en la legislación ambiental estatal. En estos casos, la evaluación de impacto ambiental se podrá efectuar dentro de los procedimientos de autorización de uso del suelo, construcciones, fraccionamientos, u otros que establezcan las leyes estatales y las disposiciones que de ella se deriven. Dichos ordenamientos proveerán lo necesario a fin de hacer compatibles la política ambiental con la de desarrollo urbano y de evitar la duplicidad innecesaria de procedimientos administrativos en la materia.

**ARTICULO 35-BIS 3.-** Cuando las obras o actividades señaladas en el artículo 28 de esta Ley requieran, además de la autorización en materia de impacto ambiental, contar con autorización de inicio de obra, se deberá verificar que el responsable cuente con la autorización de impacto ambiental expedida en términos de lo dispuesto en este ordenamiento.

Asimismo, la Secretaría, a solicitud del promovente, integrará a la autorización en materia de impacto ambiental, los demás permisos, licencias y autorizaciones de su competencia, que se requieran para la realización de las obras y actividades a que se refiere este artículo.

El reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, presenta lo siguiente. de las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental y de las excepciones, se incluyen sólo los artículos que hacen referencia a la obra civil.

**ARTICULO 5.**

Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

A) HIDRÁULICAS:

I. Presas de almacenamiento, derivadoras y de control de avenidas con capacidad mayor de 1 millón de metros cúbicos, jagüeyes y otras obras para la captación de aguas pluviales, canales y cárcamos de bombeo, con excepción de aquellas que se ubiquen fuera de ecosistemas frágiles, Áreas Naturales Protegidas y regiones consideradas prioritarias por su biodiversidad y no impliquen la inundación o remoción de vegetación arbórea o de asentamientos humanos, la afectación del hábitat de especies incluidas en alguna categoría de protección, el desabasto de agua a las comunidades aledañas, o la limitación al libre tránsito de poblaciones naturales, locales o migratorias;

II. Unidades hidroagrícolas o de temporal tecnificado mayores de 100 hectáreas;

III. Proyectos de construcción de muelles, canales, escolleras, espigones, bordos, dársenas, represas, rompeolas, malecones, diques, varaderos y muros de contención de aguas nacionales, con excepción de los bordos de represamiento del agua con fines de abrevadero para el ganado, autoconsumo y riego local que no rebase 100 hectáreas;

IV. Obras de conducción para el abastecimiento de agua nacional que rebasen los 10 kilómetros de longitud, que tengan un gasto de más de quince litros por segundo y cuyo diámetro de conducción exceda de 15 centímetros;

V. Sistemas de abastecimiento múltiple de agua con diámetros de conducción de más de 25 centímetros y una longitud mayor a 100 kilómetros;

VI. Plantas para el tratamiento de aguas residuales que descarguen líquidos o lodos en cuerpos receptores que constituyan bienes nacionales;

VII. Depósito o relleno con materiales para ganar terreno al mar o a otros cuerpos de aguas nacionales.

VIII. Drenaje y desecación en cuerpos de aguas nacionales;

IX. Modificación o entubamiento de cauces de corrientes permanentes de aguas nacionales:

X. Obras de dragado de cuerpos de agua nacionales;

XI. Plantas potabilizadoras para el abasto en redes de suministro a comunidades, cuando esté prevista la realización de actividades altamente riesgosas;

XII. Plantas desaladoras;

XIII. Apertura de zonas de tiro en cuerpos en aguas nacionales para desechar producto de dragado o cualquier otro material, y

XIV. Apertura de bocas de intercomunicación lagunar marítimas.

**B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN:**

Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales, con excepción de:

a) La instalación de hilos, cables o fibra óptica para la transmisión de señales electrónicas sobre la franja que corresponde al derecho de vía, siempre que se aproveche la infraestructura existente, y

b) Las obras de mantenimiento y rehabilitación cuando se realicen en la franja del derecho de vía correspondiente.

**c) OLEODUCTOS, GASODUCTOS, CARBODUCTOS Y POLIDUCTOS:**

Construcción de oleoductos, gasoductos, carboductos o poliductos para la conducción o distribución de hidrocarburos o materiales o sustancias consideradas peligrosas conforme a la regulación correspondiente, excepto los que se realicen en derechos de vía existentes en zonas agrícolas, ganaderas o eriales.

d) INDUSTRIA PETROLERA:

I. Actividades de perforación de pozos para la exploración y producción petrolera, excepto:

a) Las que se realicen en zonas agrícolas, ganaderas o de eriales, siempre que éstas se localicen fuera de áreas naturales protegidas, y

b) Las actividades de limpieza de sitios contaminados que se lleven a cabo con equipos móviles encargados de la correcta disposición de los residuos peligrosos y que no impliquen la construcción de obra civil o hidráulica adicional a la existente;

II. Construcción e instalación de plataformas de producción petrolera en zona marina;

III. Construcción de refinerías petroleras, excepto la limpieza de sitios contaminados que se realice con equipos móviles encargados de la correcta disposición de los residuos peligrosos y que no implique la construcción de obra civil o hidráulica adicional a la existente;

IV. Construcción de centros de almacenamiento o distribución de hidrocarburos que prevean actividades altamente riesgosas;

V. Prospecciones sismológicas marinas distintas a las que utilizan pistones neumáticos, y

VI. Prospecciones sismológicas terrestres excepto las que utilicen vibrosismos.

E) INDUSTRIA PETROQUÍMICA:

Construcción y operación de plantas y complejos de producción petroquímica.

F) INDUSTRIA QUÍMICA:

Construcción de parques o plantas industriales para la fabricación de sustancias químicas básicas; de productos químicos orgánicos; de derivados del petróleo, carbón, hule y plásticos; de colorantes y pigmentos sintéticos; de gases industriales, de explosivos y fuegos artificiales; de materias primas para fabricar

plaguicidas, así como de productos químicos inorgánicos que manejen materiales considerados peligrosos, con excepción de:

- a) Procesos para la obtención de oxígeno, nitrógeno y argón atmosféricos;
- b) Producción de pinturas vinílicas y adhesivos de base agua;
- c) Producción de perfumes, cosméticos y similares;
- d) Producción de tintas para impresión;
- e) Producción de artículos de plástico y hule en plantas que no estén integradas a las instalaciones de producción de las materias primas de dichos productos, y
- f) Almacenamiento, distribución y envasado de productos químicos.

**G) INDUSTRIA SIDERÚRGICA:**

Plantas para la fabricación, fundición, aleación, laminado y desbaste de hierro y acero, excepto cuando el proceso de fundición no esté integrado al de siderúrgica básica.

**H) INDUSTRIA PAPELERA:**

Construcción de plantas para la fabricación de papel y otros productos a base de pasta de celulosa primaria o secundaria, con excepción de la fabricación de productos de papel, cartón y sus derivados cuando ésta no esté integrada a la producción de materias primas.

**I) INDUSTRIA AZUCARERA:**

Construcción de plantas para la producción de azúcares y productos residuales de la caña, con excepción de las plantas que no estén integradas al proceso de producción de la materia prima.

**J) INDUSTRIA DEL CEMENTO:**

Construcción de plantas para la fabricación de cemento, así como la producción de cal y yeso, cuando el proceso de producción esté integrado al de la fabricación de cemento.

**K) INDUSTRIA ELÉCTRICA:**

I. Construcción de plantas nucleoelectricas, hidroelectricas, carboelectricas, geotermoelctricas, eoloelectricas o termoelctricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogás, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menor o igual a medio (Mega Watts) MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales;

II. Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución;

III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, y

IV. Plantas de cogeneración y autoabastecimiento de energía eléctrica mayores a 3 (Mega Watts) MW.

Las obras a que se refieren las fracciones II a III anteriores no requerirán autorización en materia de impacto ambiental cuando pretendan ubicarse en áreas urbanas, suburbanas, de equipamiento urbano o de servicios, rurales, agropecuarias, industriales o turísticas.

**L) EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO DE MINERALES Y  
SUSTANCIAS RESERVADAS A LA FEDERACIÓN:**

I. Obras para la explotación de minerales y sustancias reservadas a la federación, así como su infraestructura de apoyo;

II. Obras de exploración, excluyendo las de prospección gravimétrica, geológica superficial, geoelectrica, magnetotelúrica, de susceptibilidad magnética y densidad, así como las obras de barrenación, de zanjeo y exposición de rocas, siempre que se realicen en zonas agrícolas, ganaderas o eriales y en zonas con climas secos o templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinares, ubicadas fuera de las áreas naturales protegidas, y

III. Beneficio de minerales y disposición final de sus residuos en presas de jales, excluyendo las plantas de beneficio que no utilicen sustancias consideradas como peligrosas y el relleno hidráulico de obras mineras subterráneas.

**M) INSTALACIONES DE TRATAMIENTO, CONFINAMIENTO O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS, ASÍ COMO RESIDUOS RADIOACTIVOS:**

I. Construcción y operación de plantas para el confinamiento y centros de disposición final de residuos peligrosos;

II. Construcción y operación de plantas para el tratamiento, reuso, reciclaje o eliminación de residuos peligrosos, con excepción de aquellas en las que la eliminación de dichos residuos se realice dentro de las instalaciones del generador, en las que las aguas residuales del proceso de separación se destinen a la planta de tratamiento del generador y en las que los lodos producto del tratamiento sean dispuestos de acuerdo con las normas jurídicas aplicables, y

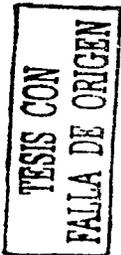
III. Construcción y operación de plantas e instalaciones para el tratamiento o eliminación de residuos biológico infecciosos, con excepción de aquellas en las que la eliminación se realice en hospitales, clínicas, laboratorios o equipos móviles, a través de los métodos de desinfección o esterilización y sin que se generen emisiones a la atmósfera y aguas residuales que rebasen los límites establecidos en las disposiciones jurídicas respectivas.

**N) APROVECHAMIENTOS FORESTALES EN SELVAS TROPICALES Y ESPECIES DE DIFÍCIL REGENERACIÓN:**

I. Aprovechamiento de especies sujetas a protección;

II. Aprovechamiento de cualquier recurso forestal maderable y no maderable en selvas tropicales, con excepción del que realicen las comunidades asentadas en dichos ecosistemas, siempre que no se utilicen especies protegidas y tenga como propósito el autoconsumo familiar, y

III. Cualquier aprovechamiento persistente de especies de difícil regeneración, y



IV. Aprovechamientos forestales en áreas naturales protegidas, de conformidad con lo establecido en el artículo 12, fracción IV de la Ley Forestal.

Ñ) PLANTACIONES FORESTALES:

I. Plantaciones forestales con fines comerciales en predios cuya superficie sea mayor a 20 hectáreas, las de especies exóticas a un ecosistema determinado y las que tengan como objetivo la producción de celulosa, con excepción de la forestación con fines comerciales con especies nativas del ecosistema de que se trate en terrenos preferentemente forestales, y

II. Reforestación o instalación de viveros con especies exóticas, híbridos o variedades transgénicas.

O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:

I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;

II. Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más del veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas, y

III. Los demás cambios de uso del suelo, en terrenos o áreas con uso de suelo forestal, con excepción de la modificación de suelos agrícolas o pecuarios en forestales, agroforestales o silvopastoriles, mediante la utilización de especies nativas.

**P) PARQUES INDUSTRIALES DONDE SE PREVEA LA REALIZACIÓN DE  
ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS:**

Construcción e instalación de Parques Industriales en los que se prevea la realización de actividades altamente riesgosas, de acuerdo con el listado o clasificación establecida en el reglamento o instrumento normativo correspondiente.

**Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS  
COSTEROS:**

Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros, con excepción de:

- a) Las que tengan como propósito la protección, embellecimiento y ornato, mediante la utilización de especies nativas;
- b) Las actividades recreativas cuando no requieran de algún tipo de obra civil, y
- c) La construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en los ecosistemas costeros.

**R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS,  
LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS  
LITORALES O ZONAS FEDERALES:**

I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas, y

II. Cualquier actividad que tenga fines u objetivos comerciales, con excepción de las actividades pesqueras que no se encuentran previstas en la fracción XII del artículo 28 de la Ley y que de acuerdo con la Ley de Pesca y su reglamento no requieren de la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como de las de navegación, autoconsumo o subsistencia de las comunidades asentadas en estos ecosistemas.

**S) OBRAS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS:**

Cualquier tipo de obra o instalación dentro de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación, con excepción de:

- a) Las actividades de autoconsumo y uso doméstico, así como las obras que no requieran autorización en materia de impacto ambiental en los términos del presente artículo, siempre que se lleven a cabo por las comunidades asentadas en el área y de conformidad con lo dispuesto en el reglamento, el decreto y el programa de manejo respectivos;
- b) Las que sean indispensables para la conservación, el mantenimiento y la vigilancia de las áreas naturales protegidas, de conformidad con la normatividad correspondiente;
- c) Las obras de infraestructura urbana y desarrollo habitacional en las zonas urbanizadas que se encuentren dentro de áreas naturales protegidas, siempre que no rebasen los límites urbanos establecidos en los Planes de Desarrollo Urbano respectivos y no se encuentren prohibidos por las disposiciones jurídicas aplicables, y
- d) Construcciones para casa habitación en terrenos agrícolas, ganaderos o dentro de los límites de los centros de población existentes, cuando se ubiquen en comunidades rurales.

**T) ACTIVIDADES PESQUERAS QUE PUEDAN PONER EN PELIGRO LA PRESERVACIÓN DE UNA O MÁS ESPECIES O CAUSAR DAÑOS A LOS ECOSISTEMAS:**

- I. Actividades pesqueras de altamar, ribereñas o estuarinas, con fines comerciales e industriales que utilicen artes de pesca fijas o que impliquen la captura, extracción o colecta de especies amenazadas o sujetas a protección especial, de conformidad con lo que establezcan las disposiciones jurídicas aplicables, y
- II. Captura, extracción o colecta de especies que hayan sido declaradas por la Secretaría en peligro de extinción o en veda permanente.

**U) ACTIVIDADES ACUÍCOLAS QUE PUEDAN PONER EN PELIGRO LA PRESERVACIÓN DE UNA O MÁS ESPECIES O CAUSAR DAÑOS A LOS ECOSISTEMAS:**

- I. Construcción y operación de granjas, estanques o parques de producción acuícola, con excepción de la rehabilitación de la infraestructura de apoyo cuando no implique la ampliación de la superficie productiva; el incremento de la demanda de insumos, la generación de residuos peligrosos, el relleno de cuerpos de agua o la remoción de manglar, popal y otra vegetación propia de humedales, así como la vegetación riparia o marginal;
- II. Producción de postlarvas, semilla o simientes, con excepción de la relativa a crías, semilla y postlarvas nativas al ecosistema en donde pretenda realizarse, cuando el abasto y descarga de aguas residuales se efectúe utilizando los servicios municipales;
- III. Siembra de especies exóticas, híbridos y variedades transgénicas en ecosistemas acuáticos, en unidades de producción instaladas en cuerpos de agua, o en infraestructura acuícola situada en tierra, y

IV. Construcción o instalación de arrecifes artificiales u otros medios de modificación del hábitat para la atracción y proliferación de la vida acuática.

#### ARTICULO 6.

Las ampliaciones, modificaciones, sustituciones de infraestructura, rehabilitación y el mantenimiento de instalaciones relacionado con las obras y actividades señaladas en el artículo anterior, así como con las que se encuentren en operación, no requerirán de la autorización en materia de impacto ambiental siempre y cuando cumplan con todos los requisitos siguientes:

I. Las obras y actividades cuenten previamente con la autorización respectiva o cuando no hubieren requerido de ésta;

II. Las acciones por realizar no tengan relación alguna con el proceso de producción que generó dicha autorización, y

III. Dichas acciones no impliquen incremento alguno en el nivel de impacto o riesgo ambiental, en virtud de su ubicación, dimensiones, características o alcances, tales como conservación, reparación y mantenimiento de bienes inmuebles; construcción, instalación y demolición de bienes inmuebles en áreas urbanas, o modificación de bienes inmuebles cuando se pretenda llevar a cabo en la superficie del terreno ocupada por la construcción o instalación de que se trate.

En estos casos, los interesados deberán dar aviso a la Secretaría previamente a la realización de dichas acciones.

Las ampliaciones, modificaciones, sustitución de infraestructura, rehabilitación y el mantenimiento de instalaciones relacionadas con las obras y actividades señaladas en el artículo 5o., así como con las que se encuentren en operación y que sean distintas a las que se refiere el primer párrafo de este artículo, podrán ser exentadas de la presentación de la manifestación de impacto ambiental cuando se demuestre que su ejecución no causará desequilibrios ecológicos ni rebasará los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas

relativas a la protección al ambiente y a la preservación y restauración de los ecosistemas.

Para efectos del párrafo anterior, los promoventes deberán dar aviso a la Secretaría de las acciones que pretendan realizar para que ésta, dentro del plazo de diez días, determine si es necesaria la presentación de una manifestación de impacto ambiental, o si las acciones no requieren ser evaluadas y, por lo tanto, pueden realizarse sin contar con autorización.

#### **ARTICULO 7.**

Las obras o actividades que, ante la inminencia de un desastre, se realicen con fines preventivos, o bien las que se ejecuten para salvar una situación de emergencia, no requerirán de previa evaluación del impacto ambiental; pero en todo caso se deberá dar aviso a la Secretaría de su realización, en un plazo que no excederá de setenta y dos horas contadas a partir de que las obras se inicien, con objeto de que ésta, cuando así proceda, tome las medidas necesarias para atenuar los impactos al medio ambiente en los términos del artículo 170 de la Ley.

#### **ARTICULO 8.**

Quienes hayan iniciado una obra o actividad para prevenir o controlar una situación de emergencia, además de dar el aviso a que se refiere el artículo anterior, deberán presentar, dentro de un plazo de veinte días, un informe de las acciones realizadas y de las medidas de mitigación y compensación que apliquen o pretendan aplicar como consecuencia de la realización de dicha obra o actividad.

### **IV.2 DIFERENTES AFECTACIONES POR EL USO DEL CONCRETO LANZADO.**

Para la realización de una obra civil en la que interviene la colocación del concreto lanzado existen diferentes afectaciones al medio ambiente, que conociendo los problemas que provoca hacia el medio ambiente, se puede mitigar, a continuación

se mencionará las diferentes afectaciones por el uso del concreto lanzado, que como se menciona anteriormente se pueden mitigar haciendo un estudio de impacto ambiental.

#### IV.2.1 GENERALIDADES DE AFECTACIONES DEL CONCRETO LANZADO

Las medidas de protección del medio ambiente tienen hoy una incidencia importante en las fases de planeamiento y aprobación de las soluciones que vayan a adoptarse. Los llamados Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y sus exigencias y repercusiones son cada vez de mayor diversidad y trascendencia. En la Republica Mexicana, si bien se tiene una ley sobre impacto ambiental, este aspecto se debe tener en cuenta desde la etapa de proyecto, especialmente mediante contactos repetidos con la población afectada y con los grupos que han promovido iniciativas o sugerencias. Además, el procedimiento de consulta legal implica recabar la opinión de estos últimos. No obstante, en la fase de planificación abordaba diferentes campos: ruido, contaminación atmosférica, consecuencias para el suelo, las capas freáticas y las aguas procedentes de escorrentía, hidrogeología, ecosistemas, fauna y flora. Generalmente, este estudio debe incluir ya todos los informes específicos y las prescripciones de las autoridades competentes. Globalmente, puede afirmarse paralelamente al estudio y apenas repercute en retrasos y costos, salvo en algunos casos, no hay que esperar a que produzcan retrasos debido a cuestiones relativas al medio ambiente, ya sea durante el proceso de aprobación, o como consecuencia de la participación de los ciudadanos.

La importancia de la protección ambiental, más particularmente el control de la contaminación moderna se utilizan para este propósito. Estos recursos se emplean en la prevención de la contaminación del agua, en la reducción de las vibraciones del suelo y en la recogida de desperdicios de lugares industriales.

En vista del rápido crecimiento de la población mundial sería utópico suponer que los problemas ambientales se pueden solucionar por métodos naturales".

## CONTROL DE RUIDO

El ruido es otro factor contaminante que en muchas zonas aledañas a las plantas productoras perturba a los residentes de estas zonas. La solución a este problema se debe encontrar en un espíritu de concesiones mutuas, pero, en la práctica actual, ello significa ordinariamente que las medidas de control de ruido en las fabricas de cemento y alrededor de las mismas tienen que ser efectivas. Tales medidas son tan complicadas y costosas porque el ruido global es generado por la acción combinada de un gran número de focos emisores de ruidos individuales que se suman logarítmicamente. El sonido disminuye con la distancia porque la potencia del sonido cubre un área cada vez más extensa. El debilitamiento en el nivel del ruido se ve afectado sensiblemente por factores atmosféricos (viento, temperatura, humedad). Las fuentes de ruido que tienen un efecto considerable sobre la emisión total están distribuidos por todas partes en la fábrica: La cantera con sus máquinas móviles, de molienda de cemento, el horno rotatorio con su enfriador de parrilla o enfriadores planetarios, la salida de los gases de escape y el tráfico de vehículos dentro de la fábrica.

Respecto a las medidas para el control del ruido en una fabrica de cemento es aconsejable optar por métodos de trabajo relativamente silenciosos, por ejemplo, el uso de motores eléctricos en lugar de motores de combustión interna, motores enfriados por aire, bajas alturas de caída de los materiales apilados, material de amortiguamiento adecuado para reducir el impacto y evitar el emplazamiento de varias máquinas ruidosas una cerca de la otra y medidas secundarias tales como atenuadores de ruido (silenciadores), recintos acústicos, paredes acústicas, etc.

En conexión con todas las medidas citadas el factor costo que aumenta progresivamente con el grado de reducción de ruido alcanzado, debería ser examinado críticamente. Para reducir el ruido total en las vecindades del local de la fábrica en 3 db será necesario aplicar a elementos de supresión de ruido a la mitad de las fuentes de ruido de igual intensidad.

Igual que con el ruido, se pueden presentar también problemas con los vecinos en relación con las vibraciones del suelo, cuando las distancias entre los edificios residenciales y las fábricas de cemento o las canteras son pequeñas. Las vibraciones son generadas por acciones semejantes a choques o impactos, tales como cargas explosivas, descargas de silos de clinker, excitación periódica debida a los molinos de rodillos o rotores desequilibrados. Las características geológicas del subsuelo son factores importantes que regulan la propagación de las ondas así como la composición de la frecuencia de las vibraciones.

De no existir una precisa información sobre las características geológicas, no es posible (debido al gran número de factores que intervienen), predecir la molestia de la vibración (a diferencia del ruido) a una distancia considerable de la fuente. Con las cargas explosivas, la intensidad de la emisión de la vibración puede ser controlada en parte por la técnica empleada (número y espaciado de los agujeros de perforación, cantidad de explosivo colocado, profundidad de los agujeros, secuencia de encendido) y la propagación por la dirección en la que la cantera avanza. Para controlar la vibración de los equipos en las plantas productoras de cemento se debe pensar en sistemas de amortiguación tipo resorte que soporte los equipos que puedan producir vibraciones excesivas en el suelo.

#### **IV.2.2 IMPACTO AMBIENTAL EN LA COLOCACIÓN DEL CONCRETO LANZADO**

Los riesgos que representa la colocación del concreto lanzado para los ecosistemas, la salud o el ambiente son los siguientes:

Si donde se va a llevar a cabo la colocación del concreto lanzado en un predio o zona que se encuentre desocupado puede presentarse el caso que cuente con flora y fauna al efectuar la colocación del concreto lanzado esta deja de existir ya que al ser colocado el concreto lanzado la flora deja de abundar a consecuencia

de la no existencia de flora la fauna deja de existir si es que se trata de insectos o se aleja a otro sitio si se trata de seres que se alimentan de la flora existente en ese sitio.

Otro de los caso es, al ser colocado el concreto lanzado en una zona donde hay infiltraciones de agua a los mantos acuíferos , ya colocado el concreto lanzado este se convierte en un material impermeable para la zona el cual ya no podrá infiltrarse, esto provoca problemas para la zona a través del tiempo, como pude ser asentamientos diferenciales en la zona.

En el caso de los ruidos provocados por la utilización de maquinaria para la colocación de concreto lanzando este provoca malestar tanto para toda la persona involucrada en la obra en construcción así mismo para la persona ajena a ella.

El humo proveniente de la maquinaria utilizada en la colocación del concreto lanzado genera problemas de contaminación al medio ambiente, especialmente en lugares con pocas corrientes de aire.

Las vibraciones que provoca al ser colocado el concreto lanzado hacia el operador de la lanzadora de concreto y hacia las personas que estén inmiscuidas en la zona.

Como se menciona anteriormente en la colocación del concreto lanzado tiene afectaciones hacia el medio ambiente por lo que es necesario antes de ejecutar cualquier obra de construcción donde se utilice el concreto lanzado un estudio de impacto ambiental, para verificar y prevenir las posibles contingencias.

### **IV.3 EVALUACION DEL RIESGO AMBIENTAL**

La Evaluación de riesgo Ambiental (ERA) es un procedimiento jurídico-administrativo que tiene por objeto la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos, todo

ello con el fin de ser aceptado, modificado o rechazado por parte de las distintas Administraciones Públicas competentes.

El Estudio de Riesgo Ambiental (ESRA) es el estudio técnico, de carácter interdisciplinario, que incorporado en el procedimiento de la (ESRA), está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno. Se trata de presentar la realidad objetiva, para conocer en que medida repercutirá sobre el entorno la puesta en marcha de un proyecto, obra o actividad y con ello, la magnitud del sacrificio que aquél deberá soportar.

El ESRA es el documento técnico que debe presentar el titular del proyecto, y sobre la base del que la autoridad ambiental competente determina la conveniencia o no de realizar la actividad proyectada.

Los contenidos de un ESRA varían según el proyecto, sin embargo a continuación se presentan elementos que podrían ser considerados durante su desarrollo:

#### **IV.3.1 SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE ASPECTOS RELEVANTES DEL PROYECTO PARA EL ANÁLISIS AMBIENTAL**

Objetivos y justificación del proyecto.

Localización y extensión del área de implantación.

Componentes e instalaciones principales y complementarias.

Magnitud, capacidad y procesos tecnológicos.

Demanda de insumos renovables y no renovables, incluidos mano de obra, infraestructura, equipamientos y servicios colaterales.

Oferta de productos y servicios.

Actividades básicas en las diversas etapas del proyecto: preparación, construcción, operación, explotación, mantenimiento, cierre, abandono, etc.

Marco legal e institucional, normas vigentes vinculadas a los recursos ambientales, planes, programas y proyectos en el área o sector afectado.

### **IV.3.1.1 DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL AFECTADO**

#### **IV.3.1.1.1 DEL MEDIO FÍSICO**

Geología y geomorfología.

Agua subterránea y superficial.

Aire.

Suelo.

Fauna y flora. Especies y ecosistemas críticos.

Clima.

#### **IV.3.1.1.2 DEL MEDIO ANTRÓPICO (PERTENECIENTE A LOS ACTOS DEL SER HUMANO)**

Población y calidad de vida. Estructura socio-económica.

Actividades.

Asentamientos humanos, medio construido, usos del espacio.

Valores culturales.

#### **IV.3.1.1.3 DE LOS PROBLEMAS AMBIENTALES ACTUALES**

Situaciones críticas o de riesgo de origen natural y antrópico.

Conflictos.

Carencias.

Endemias.

#### **IV.3.1.1.4 DE LAS ÁREAS DE VALOR PATRIMONIAL Y CULTURAL**

Reservas. Parques nacionales y provinciales. Paisajes singulares.

Monumentos y asentamientos históricos. Sitios arqueológicos.

Comunidades protegidas.

### **IV.3.2 DETERMINACIÓN DE IMPACTOS POTENCIALES**

La determinación de los impactos potenciales se mencionan a continuación.

### **IV.3.2.1 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE EFECTOS**

Considerar los impactos del proyecto sobre el medio y los del medio sobre el proyecto.

Destacar los impactos irreversibles e inevitables.

Explicar las incertidumbres asociadas a las predicciones.

Para llevar a cabo una correcta identificación y caracterización de impactos, las tareas realizadas se podrán apoyar con: listas de control, diagramas de flujo, matrices, cartografía, modelos de simulación, etc.

### **IV.3.2.2 EVALUACIÓN DE EFECTOS**

Asignar magnitud y significación de los efectos a través de métodos cualitativos y cuantitativos, según factibilidad. Permitiendo aplicar evaluaciones cuantitativas a los efectos ambientales con variables que puedan ser expresadas en valores numéricos o monetarios.

Identificar normas o estándares de referencia.

Identificar áreas críticas de ocurrencia, acumulación y dispersión de efectos.

Utilizar matrices de impacto ambiental para las evaluaciones integradoras y cuantitativas

### **IV.3.2.3 PROPUESTA DE ACCIÓN AMBIENTAL**

De la identificación, caracterización y evaluación de impactos ambientales desarrollada, pueden surgir un conjunto de acciones de prevención, control, atenuación, restauración y compensación de impactos ambientales negativos que acompañen el desarrollo de un proyecto para asegurar el uso sostenible de los recursos naturales y la protección del medio ambiente.

Asimismo, se debe considerar la posibilidad de proponer, valorar y comparar alternativas de localización, diseño, tecnología y modalidad de operación de manera de maximizar los impactos positivos y minimizar los negativos.

Las medidas de mitigación deben ser viables y efectivas. Su consideración en la etapa de diseño conseguiría evitar problemas futuros como pueden ser las cuestiones de incumplimiento legal, quejas de vecinos, tratamientos más costos por remediaciones posteriores, etc.

Por ultimo, es necesario elaborar un plan de monitoreo de impactos ambientales. Para ello es necesario seleccionar indicadores de impactos y determinar frecuencia de recolección de datos, áreas de muestreo, método de recolección de información y procesamiento de la misma y mecanismos de respuesta. Toda esta información forma parte del Plan de Gestión Ambiental.

Los contenidos mínimos de la EIA y la forma de presentación varían no solo en función del proyecto sino también según la Autoridad Pública que la exija. Así por ejemplo

La realización de una EIA es requerida también por entidades como el BID o el Banco Mundial para permitir el acceso a créditos para la implementación de dichos procesos.

### **IV.3.3 LA MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL COMO UNA HERRAMIENTA**

Las conclusiones de la EIA pueden resumirse en una matriz de impacto ambiental. Dichas matrices pueden ser cualitativas o cuantitativas. En ambos casos se realiza un cuadro de doble entrada en cuyas columnas se colocan las acciones impactantes del proyecto (aspectos ambientales) y en las filas los medios ambientales susceptibles de recibir impactos (atmósfera, agua, etc.).

La diferencia entre las matrices cualitativas y cuantitativas se presenta en el cuadro formado por la interacción de la columna con la fila. En las matrices cualitativas las acciones y los efectos pueden quedar especificados en función de:

Carácter genérico del impacto ambiental: negativo (-) o positivo(+).

**EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES**

El impacto negativo es aquel cuyo efecto se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y la personalidad de una zona determinada.

Intensidad del impacto ambiental: alta, media o baja.

Extensión del impacto ambiental: predio de la planta, entorno circundante y regional.

Duración del impacto ambiental: permanente o transitorio.

Reversibilidad del impacto ambiental: reversible o irreversible según sea su posibilidad de retorno a la situación inicial.

En las matrices cuantitativas cada efecto tiene un valor numérico determinado, ponderado en función de su incidencia sobre el conjunto, considerando las características particulares del proyecto y situación del entorno donde se encontrará el emprendimiento.

A continuación se presenta un ejemplo de matriz de impacto ambiental: para elaborar la evaluación de impacto ambiental.

	CONCEPTO	EFECTOS POSITIVOS	EFECTOS NEGATIVOS	RECIBO SOLUCION	COMPLETIBLE / OPORTUNO	INTERACCIONES	NUMERO DE VEHICULOS	PROBLEMAS TERMINALES	REFERENCIAS
MEDIO FISICO	ATMOSFERA	CONTAMINACION DEL AIRE	RUIDO						
	TIERRE	SUELO	CONTAMINACION DEL SUELO						
		AGUA	AGUAS SUBTERRANEAS						
	BIOTICO	FLORA	AGROPECUARIO						
FALSA		AUTENTICIDAD							
PERFORACION DEL PAISAJE									
MEDIO SOCIOECONOMICO Y CULTURAL	SOCIO CULTURAL	TERMINOS CULTURALES	DESPARTECULACION						
		ESTRUCTURAS SOCIALES							
	INFRAESTRUCTURA	RECUPERACION DE LA ECONOMIA LOCAL							
	EDIFICACION	VALORACION DEL SUELO							

Por todo lo anterior es factible utilizar esta tabla para la evaluación de impacto

Se continúa con el siguiente CAPITULO V APLICACIONES DEL CONCRETO LANZADO EN OBRAS CIVILES.

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

**CAPITULO V**  
**APLICACIONES DEL**  
**CONCRETO LANZADO EN**  
**OBRAS CIVILES**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CAPITULO V

### APLICACIONES DEL CONCRETO LANZADO EN OBRAS CIVILES

En la ingeniería civil y dentro del campo de la construcción se utilizan diferentes tipos de materiales, como el acero estructural, el concreto hidráulico, el concreto lanzado, el concreto asfáltico, la madera etc.; dentro de los que cobra gran importancia la utilización del concreto lanzado en obras civiles, debido a su utilidad en proyectos como son: carreteras, presas, túneles etc.

#### V.1 ESTRATIGRAFIA DEL TERRENO

Para la utilización del concreto lanzado es necesario establecer en que casos de la obra civil se debe de realizar un estudio de Mecánica de Suelos para poder definir la estratigrafía del terreno y así poder decidir que tipo de refuerzo para concreto lanzado debe llevar el trabajo a realizar.

#### V.1.1 CONSTITUCIÓN INTERNA DEL GLOBO TERRESTRE

En un esquema simplista, el globo terrestre está constituido, primeramente, por un núcleo formado predominantemente por compuestos de hierro y níquel. Se considera, al presente, que la densidad media de este núcleo es considerablemente superior a la de capas más superficiales; también puede deducirse, del estudio de transmisión de ondas sísmicas a su través, que el núcleo carece de rigidez y esta característica ha inducido a la mayoría de los investigadores a juzgarlo fluido; existe la opinión, empero no suficientemente comprobada, de que una zona en torno al centro del Planeta (sobre unos 1300 km contra 3400 km de radio de todo el núcleo) posee alta rigidez, por lo que deberá ser considerada sólida, en vez de fluida. Un manto fluido (magma) rodea al núcleo.

Envolviendo al manto mencionado se encuentra la **corteza terrestre**, capa de densidad decreciente hacia la superficie, formada sobre todo por silicatos. Esta capa, de espesor medio entre 30 y 40 km en las plataformas continentales. está constituida por grandes masas heterogéneas con depresiones ocupadas por los mares y océanos.

Subrayando a la corteza terrestre propiamente dicha, existe una pequeña capa, formada por la disgregación y descomposición de sus últimos niveles; esta pequeña pátina del Planeta, es el **suelo**, del cual se trata en la Mecánica de Suelos.

### V.1.2 SUELO

Es común creencia la de que el suelo es un agregado de partículas orgánicas e inorgánicas, no sujetas a ninguna organización. Pero en realidad se trata de un conjunto con organización definida y propiedades que varían "vectorialmente". En la dirección vertical generalmente sus propiedades cambian mucho más rápidamente que en la horizontal. El suelo tiene "perfil" y este es un hecho del que se hace abundante aplicación.

"Suelo" es un término del que hacen uso diferentes profesantes. La interpretación varía de acuerdo con sus respectivos intereses. Para el agrónomo, por ejemplo, la palabra se aplica a la parte superficial de la corteza capaz de sustentar vida vegetal. siendo esta interpretación demasiado restringida para el ingeniero. Para el geólogo es todo material intemperizado en el lugar en que ahora se encuentra y con contenido de materia orgánica cerca de la superficie; esta definición peca de parcial en ingeniería. al no tomar en cuenta los materiales transportados no intemperizados posteriormente a su transporte.

Para los fines de esta obra. la palabra suelo representa todo tipo de material terroso, desde un relleno de desperdicio. hasta areniscas parcialmente cementadas o lutitas suaves. Quedan excluidas de la definición las rocas sanas.

ígneas o metamórficas y los depósitos sedimentarios altamente cementados, que no se ablanden o desintegren rápidamente por acción de la intemperie. El agua contenida juega un papel tan fundamental en el comportamiento mecánico del suelo, que debe considerarse como parte integral del mismo.

### **V.1.3 SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS BASADO EN CRITERIOS DE GRANULOMETRÍA**

En los comienzos de la investigación de las propiedades de los suelos se creyó que las propiedades mecánicas dependían directamente de la distribución de las partículas constituyentes según sus tamaños; por ello era preocupación especial de los ingenieros la búsqueda de métodos adecuados para obtener la distribución. Aún hoy, tal parece que todo técnico interesado en suelos debe pasar a modo de etapa de iniciación, por una época en que se siente obligado a creer que, con suficiente experiencia, es posible deducir las propiedades mecánicas de los suelos a partir de su distribución granulométrica o descripción por tamaños; es común sin embargo, que una no muy dilatada experiencia haga que tal sueño se desvanezca.

Solamente en los suelos gruesos, cuya granulometría puede determinarse por mallas, la distribución por tamaños puede revelar algo de las propiedades físicas del material; en efecto la experiencia indica que los suelos gruesos bien graduados, o sea con amplia gama de tamaños, tienen un comportamiento ingenieril más favorable, en lo que atañe a algunas propiedades importantes, que en los suelos con una granulometría muy uniforme; o sea donde predomina un tamaño principalmente.

Más aún en esos suelos gruesos, ha de señalarse, según ya se dijo, que el comportamiento mecánico e hidráulico esta principalmente definido por la compacidad de los granos y su orientación, características que se destruyen al

realizar la prueba granulométrica (estratigrafía), de modo que en sus resultados finales se ha tenido que perder toda huella de aquellas propiedades tan decisivas.

De esto se desprende lo deseable que sería poder hacer una investigación granulométrica con un método tal que respetara la estructuración inalterada del material; este método sin embargo, hasta hoy no se ha encontrado y todo parece indicar que no se podrá desarrollar jamás.

En suelos finos en estado inalterado las propiedades mecánicas e hidráulicas dependen en tal grado de su estructuración e historia geológica, que el conocimiento de su granulometría, resulta totalmente inútil.

Sin embargo, el ingeniero interesado en suelos debe estar totalmente familiarizado con los criterios técnicos basados en la distribución granulométrica y con los métodos más importantes para su determinación.

El análisis granulométrico es universalmente usado en la ingeniería civil para la clasificación de suelos. Parte de los criterios de suelos convenientes para la construcción de caminos, campos aéreos, presas y otras construcciones se basan en el análisis granulométrico, además de obtener una buena predicción sobre el movimiento del agua en el suelo.

El análisis granulométrico es un intento para determinar la proporción relativa de los diferentes tamaños de los granos que se encuentran en una masa de suelo. Por lo tanto, se deben de manejar muestras estadísticamente representativas de la masa de suelo.

Actualmente es posible determinar los tamaños individuales de las partículas de suelo ya que la prueba puede únicamente agrupar los varios rangos de tamaños.

Esto es realizado para obtener la cantidad de material que pasa a través de una determinada malla dada por retenido sobre una malla de menor abertura y entonces relacionando esta cantidad retenida al total de la muestra. Es evidente que el material retenido en cualquier malla en esta forma contiene partículas de muchos tamaños, pero todos ellos menores a la abertura de la malla por la que pasaron pero mayores que la abertura de la malla en la cual el suelo es retenido. La mayoría de los granos de un suelo no son de una igual dimensión en todas direcciones; por lo tanto, el tamaño de la abertura de una malla no representará ni la mas pequeñas ni la mas grande de las dimensiones de una partícula, pero si algún tamaño intermedio.

Algunas clasificaciones granulométricas de los suelos según sus tamaños son las siguientes:

- a) Clasificación Internacional: Basada en otra desarrollada en Suecia.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**TABLA V.1 CLASIFICACIÓN POR TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS  
EN MILÍMETROS (mm)**

2.0	0.2	0.02	0.002	0.0002
Arena Gruesa	Arena fina	Limo	Arcilla	Ultra arcilla (coloides)

- b) Clasificación adoptada por el Massachusetts Institute of Tecnology (MIT).

**TABLA V.2 CLASIFICACIÓN POR TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS EN  
MILÍMETROS (mm)**

2.0	0.6	0.2	0.06	0.02	0.006	0.002	0.0006	0.0002
Gruesa	Media	Fina	Grueso	Medio	Fino	Gruesa	Media	Fina
ARENA			LIMO			ARCILLA		

- c) La siguiente clasificación, utilizada a partir de 1936 en Alemania, está basada en una proporción original de Kopecky.

**TABLA V.3 CLASIFICACIÓN POR TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS  
EN MILÍMETROS (mm)**

MATERIAL	CARACTERÍSTICAS	TAMAÑO (mm)
Piedra	---	Mayor de 70 mm
Grava	Gruesa	30 a 70
	Media	5 a 30
	Fina	2 a 5

**TABLA V.4 CLASIFICACIÓN POR TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS  
EN MILÍMETROS (mm) (CONTINUACIÓN)**

MATERIAL	CARACTERÍSTICAS	TAMAÑO (mm)
Arena	Gruesa	1 a 2
	Media	0.2 a 1
	Fina	0.1 a 0.2
Polvo	Grueso	0.05 a 0.1
	Fino	0.02 a 0.05
Limo	Grueso	0.006 a 0.02
	Fino	0.002 a 0.006
Arcilla	Gruesa	0.0006 a 0.002
	Fina	0.0002 a 0.0006
Ultra-Arcilla	---	0.00002 a 0.0002

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

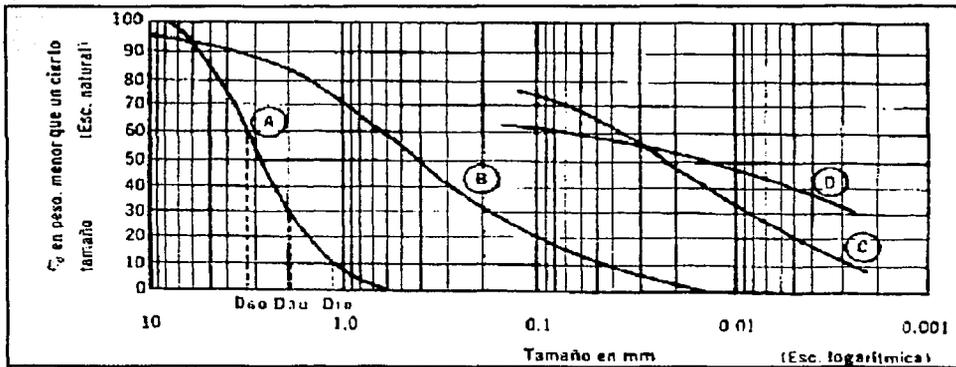
Debajo de 0.00002 mm las partículas constituyen disoluciones verdaderas y ya no se depositan.

La apariencia de la curva granulométrica depende del rango y la cantidad de los varios tamaños de partículas en una muestra de suelo. Esto es, que será afectada por el origen de el suelo o el método de depositación. Un suelo bien graduado

produce una curva algo larga y derecha. Un suelo uniforme, donde la mayoría de las partículas poseen aproximadamente el mismo tamaño. Un suelo mal graduado o con falta de tamaños produce una curva no uniforme.

La curva granulométrica puede proporcionar una buena indicación sobre cual ha sido la historia del suelo, tal y como se muestra en la FIGURA V.1 CURVA GRANULOMÉTRICA DE ALGUNOS SUELOS, en la cual se puede apreciar la curva de cuatro suelos de diferentes lugares.

FIGURA V.1 CURVA GRANULOMÉTRICA DE ALGUNOS SUELOS



- A) Arena muy uniforme, de Ciudad Cuauhtémoc, Estado de Chiapas, México.
- B) Suelo bien graduado, Puebla, México.
- C) Arcilla del Valle de México
- D) Arcilla del Valle de México

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La gráfica granulométrica suele dibujarse con porcentajes como ordenadas y tamaños de las partículas como abscisas. Las ordenadas se refieren a porcentaje, en peso, de las partículas menores que el tamaño correspondiente. La representación en escala semilogarítmica (eje de abscisas en escala logarítmica) resulta preferible a la simple representación natural, pues en la primera se dispone

de mayor amplitud en los tamaños finos y muy finos, que en escala natural resultan muy comprimidos, usando un módulo práctico de escala.

La forma de la curva da inmediata idea de la distribución granulométrica del suelo; un suelo constituido por partículas de un solo tamaño, estará representado por una línea vertical (pues el 100% de sus partículas, en peso, es de menor tamaño que cualquiera mayor que el suelo pasa posea una curva muy tendida indica gran variedad en tamaños (suelo bien graduado).

Dada la complejidad y prácticamente la infinita variedad con que los suelos se presentan en la naturaleza, cualquier intento de sistematización científica, debe ir precedido por otro de clasificación completa. Obviamente la mecánica de suelos desarrolló estos sistemas de clasificación desde un principio.

A continuación se presenta la Clasificación propuesta por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), que:

**TABLA V.5 CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

ABERTURA DE LA MALLA EN Pulgadas (mm)	CLASIFICACION DEL SUELO	TIPO
3" (76)	FRAGMENTO DE ROCA	ROCA
¾" (19)	GRUESA	GRAVA
¼" (6.35)	MEDIA	
Núm. 4 (4.76)	FINA	
Núm. 10 (2)	GRUESA	ARENA
Núm. 40 (0.42)	FINA	
Núm. 200 (0.074)	LIMO	
<2 micras	ARCILLA	_____

Este sistema está basado en el Sistema de Clasificación de Aeropuertos, hasta el grado de que puede decirse que es el mismo con ligeras modificaciones .

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

El sistema cubre los suelos gruesos y los suelos finos, distinguiendo ambos por el cribado a través de la malla número 200; en donde las partículas gruesas son mayores que dicha malla y las partículas finas, menores.

Un suelo se considera grueso si más del 50% de sus partículas son gruesas, y se considera fino si más del 50% de sus partículas, en peso, son finas

La convención para la identificación de los suelos sobre la base de la proporción de sus fracciones.

**TABLA V.6 CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

MUESTRA COMPLETA	> 50% RETENIDO EN LA MALLA NÚM 200		SUELO GRUESO
	> 50% PASA EN LA MALLA NÚM. 200		SUELO FINO
FRACCIÓN GRUESA	> 50% PASA EN LA MALLA NÚM. 200		GRAVA
	> 50% PASA EN LA MALLA NÚM. 4		ARENA
SUELO GRUESO	CONTENIDO DE FINOS	%F<5%	LIMPIA
		5%<%F<12%	CON LIMO O CON ARCILLA
		%F>12	AL SUELO SE LE AGREGA LA TERMINACIÓN <u>OSA</u>
SUELO FINO	CONTENIDO GRUESO %GA=%G+%S	%GA<15%	LIMPIA
		15%<%GA<30	CON GRAVA ARENA
		%GA>30%	AL SUELO SE LE AGREGA LA TERMINACIÓN <u>OSA</u>
CONTENIDO DE GRUESO EN MINORÍA	se considera que:  100%=%GA %g=%G/%GA %s=%S/GA	%g<15% ó %s<15%	NO SE TOMA ENCUENTA EL SUELO GUESO EN MINORÍA
		%g<15% ó %s>15%	CON GRAVA O ARENA QUE ESTÉ EN MINORÍA

Respecto a lo anterior se puede mencionar que basándose en la estratigrafía del terreno se toma la decisión de utilizar el concreto lanzado y su refuerzo mas conveniente ya sea anclajes, acero de refuerzo o fibras sintéticas.

**EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL  
UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES**

Regularmente en los suelos se necesita acero de refuerzo y anclaje conjuntamente se debe de ocupar teniendo un buen estudio de mecánica de suelos ya sea para la estabilidad de taludes, recubrimientos estructurales, muelles, diques o presas.

Sin embargo en construcciones de túneles, lumbreras o minas se debe de verificar y tener aparte de la mecánica de suelos un sistema de clasificación de rocas para poder hacer una buena estabilidad del mismo.

Los sistema de clasificación de los sistemas rocosos por lo cual siempre se podrán estabilizar con anclas, concreto lanzado y acero de refuerzo o también marcos de acero (ademe).

El American Concrete Institute (ACI) ACI 606 R define 3 granulometrías diferentes para su aplicación en el concreto lanzado—Limites granulométricos para combinación de agregados ACI 506 R – 90.

**TABLA V.7 GRANULOMETRÍA POPUESTA POR EL AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI) PARA SU APLICACIÓN EN EL CONCRETO LANZADO**

MALLA	PORCENTAJE EN PESO QUE PASA POR MALLA INDIVIDUAL		
	GRANULOMETRÍA		
	1	2	3
% II (19 mm)	—	—	100
% " (12 mm)	—	100	80–95
318 " (10 mm)	100	90–100	70–90
No. 4 (4.75 mm)	95–100	70–85	50–70
No. 8 (2.4 mm)	80–100	50–70	35–55
No. 18 (1.2 mm)	50–85	35–55	20–40
No. 30 (600 micras)	25–60	20–35	10–30
No. 50 (300 micras)	10–30	8–20	5–17
No. 100 (150 micras)	2–10	2–10	2–10

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### LA GRANULOMETRÍA 1:

Es básicamente agregado fino (arena), sus empleos son:

- a) Trabajos de reparación de concreto con espesores menores a 50 mm
- b) Recubrimiento final sobre capas de concreto lanzado con agregado grueso (granulometría 2)
- c) Protección, para evitar la corrosión de las fibras metálicas en ambientes agresivos
- d) Para acabados pueden utilizarse arenas más finas que las recomendadas en la granulometría 1, aunque habrá que considerar que el uso de agregados finos genera mayor contracción por secado, mientras que los agregados más gruesos tienden a producir una mayor cantidad de rebote.

### LA GRANULOMETRÍA 2:

Contiene mayor cantidad de agregados gruesos, (relación arena/grava, 70/30) ideal para la mayoría de trabajos de concreto lanzado y para reparaciones con espesores mayores a 50 mm.

### LA GRANULOMETRÍA 3:

Su empleo es limitada. Muy rara vez se usa en trabajos de reparación, principalmente por el tamaño de agregado, además de que su rebote es muy peligroso. Por lo que se limita el uso de solo las dos primeras granulometrías para trabajos de reparación.

## V.2 CLASIFICACIÓN DE TALUDES

Se comprende bajo el nombre genérico de taludes cualesquiera superficies inclinadas respecto a la horizontal que hayan de adoptar permanentemente las estructuras de tierra, bien sea en forma natural o como consecuencia de la intervención humana en una obra de ingeniería.

Desde este primer punto de vista los taludes se dividen en :

- Taludes naturales
  - (laderas)
- Taludes artificiales
  - Cortes
  - Terraplenes
  - Excavaciones

Aun cuando las laderas naturales pueden plantear y de hecho plantean problemas que pueden llegar a ser de vital importancia, en forma general suelen ser de mayor importancia en estudio los taludes artificiales, pero se mencionarán las características más importantes que pueden ser fuente de preocupación ingenieril en las laderas naturales.

Es obvio que la construcción de estas estructuras es probablemente tan antigua como la misma humanidad; sin embargo, durante casi toda la época histórica han constituido un problema al margen de toda investigación científica, hasta hace relativamente pocos años.

## **V.2.1 TIPOS Y CAUSAS DE FALLA MÁS COMUNES EN TALUDES NATURALES**

### **a) DESLIZAMIENTO SUPERFICIAL (CREEP)**

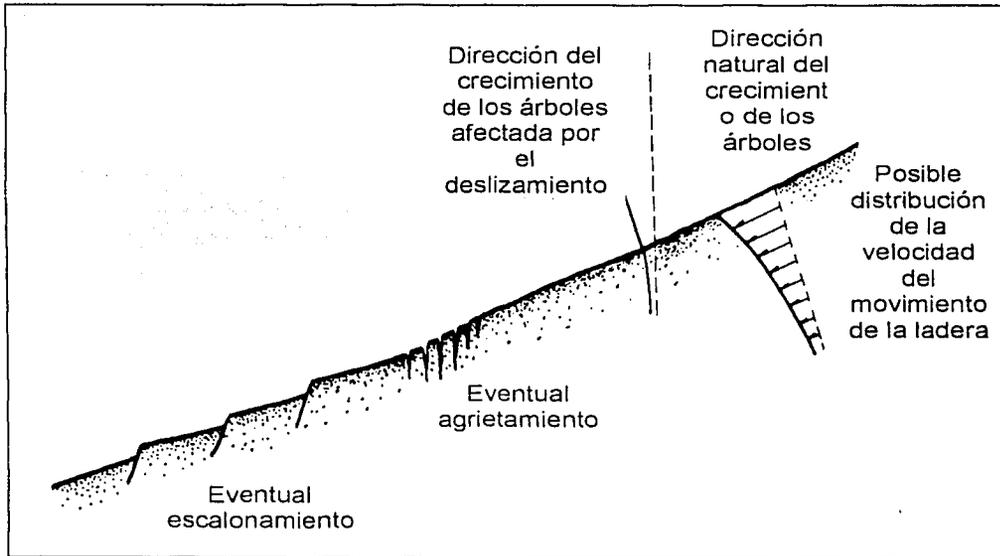
Cualquier talud está sujeto a fuerzas naturales que tienden a hacer que las partículas y porciones del suelo próximas a su frontera deslicen hacia abajo; el fenómeno es más intenso cerca de la superficie inclinada del talud a causa de la falta de presión normal confinante que allí existe. Como una consecuencia, la zona mencionada puede quedar sujeta a un flujo viscoso hacia abajo que, generalmente, se desarrolla con extraordinaria lentitud. El desequilibrio puede producirse por un aumento en las cargas actuantes en la corona del talud, por una disminución en la resistencia del suelo al esfuerzo cortante o, en el caso de laderas naturales, por razones de conformación geológica que escapan a un análisis local detallado.

El fenómeno es muy frecuente y peligroso en laderas naturales y, en este caso, generalmente abarca áreas tan importantes que cualquier solución para estabilizar una estructura alojada en esa zona escapa de los límites de lo económico, no quedando entonces más recurso que un cambio en la localización de la obra de que se trate, que evite la zona en deslizamiento.

**Causas:**

- Aumento de las cargas actuantes en la corona del talud
- Disminución de la resistencia al esfuerzo cortante con el tiempo
- Expansiones y contracciones térmicas
- Humedecimiento y secado
- Razones de conformación geológica.

**FIGURA V.2 FALLAS POR DESLIZAMIENTO VERTICAL**



b) FLUJO EN MATERIALES RELATIVAMENTE SECOS

Este tipo de falla consiste en movimientos mas o menos rápidos de zonas localizadas de una ladera natural, de manera que el movimiento en sí y la distribución aparente de las velocidades y los desplazamientos asemejan el fluir de un líquido viscoso. No existe, en sí, una superficie de falla, o ésta se desarrolla en un lapso muy breve al inicio del fenómeno.

Estas fallas pueden ocurrir en cualquier formación no cementada, desde fragmentos de roca, hasta arcillas francas; suceden tanto en materiales secos (ver FIGURA V.3 FALLAS POR FLUJO DE MATERIAL SECO), como húmedos (ver FIGURA V.4 FLUJO EN MATERIALES HÚMEDOS) Muchos flujos rápidos en materiales secos ocurren a asociados a fenómenos de presión de aire, en los que este juega un papel análogo al del agua en los fenómenos de licuación de suelos.

Otros flujos, en suelos muy húmedos, son verdaderos procesos de licuación.

Causas:

- Falla plástica de los contactos profundos entre los fragmentos de roca
- Sismos

FIGURA V.3 FALLAS POR FLUJO DE MATERIAL SECO

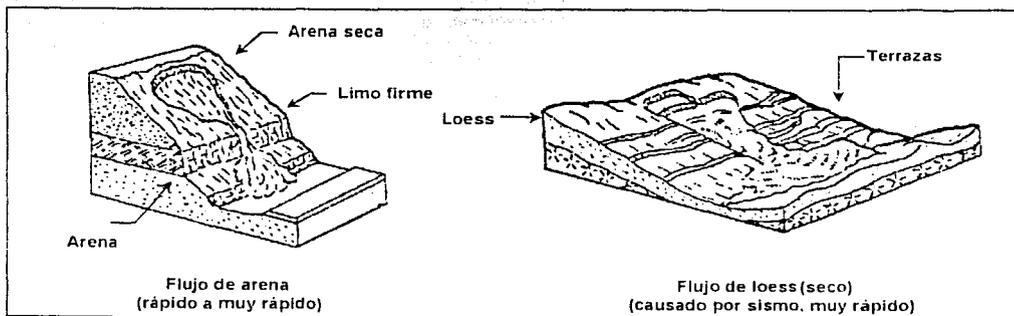
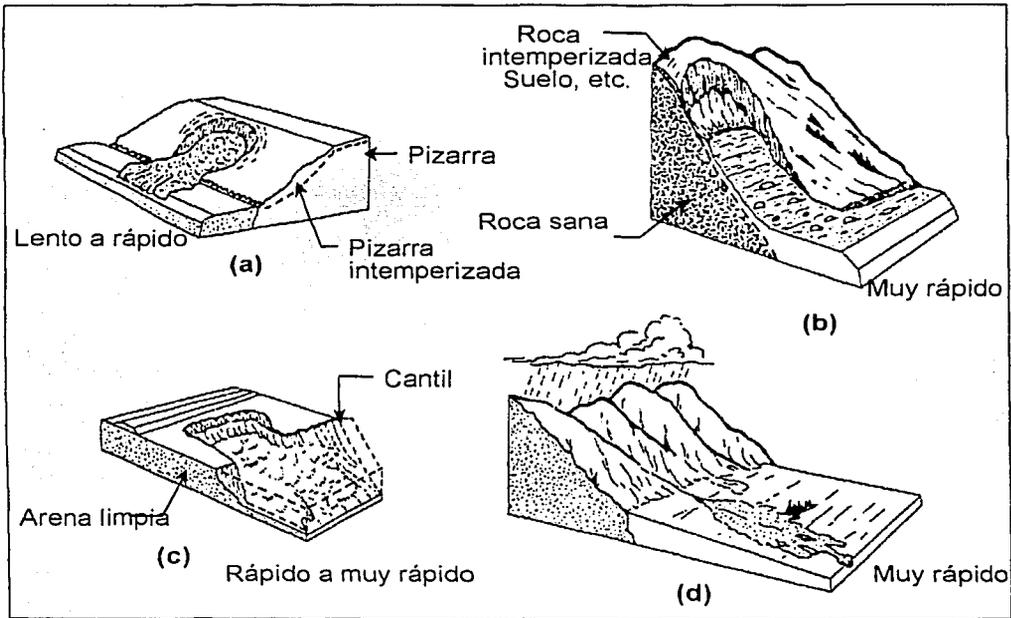


FIGURA V.4 FLUJO EN MATERIALES HUMEDOS



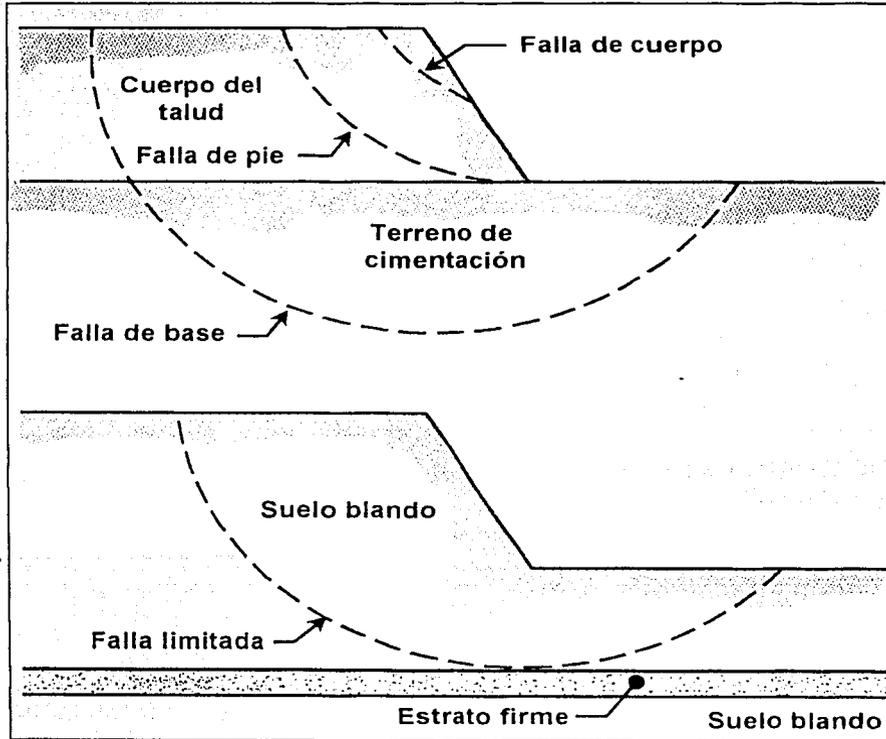
### V.2.2 TIPOS Y CAUSAS DE FALLA MÁS COMUNES EN TALUDES ARTIFICIALES

Los taludes artificiales son formados por la mano del hombre y en la mayoría de los casos suelen formarse con materiales de la misma área donde se efectúa la construcción u obra relacionada con el talud, estos materiales algunas veces son de mala calidad y no están debidamente compactados entre otras causas que también contribuyen a una falla del talud como la que se muestra en la FIGURA V.5 FALLA ROTACIONAL FALLA ROTACIONAL EN TALUDES.

En contraste con los movimientos superficiales lentos, descritos anteriormente, pueden ocurrir en los taludes movimientos bruscos que afectan a masas considerables de suelo, con superficies de falla que penetran profundamente en su cuerpo. Estos fenómenos reciben comúnmente el nombre de deslizamiento de

tierras. Dentro de estos existen dos tipos claramente diferenciados. En primer lugar, un caso en cual se define un caso de falla curva, a lo largo de la cual ocurre el movimiento del talud (ver FIGURA V.5 FALLA ROTACIONAL). En segundo lugar se tienen las fallas que ocurren a lo largo de las superficies débiles, asimilables a un plano en el cuerpo del talud o en su terreno de cimentación, esta falla se describe más adelante.

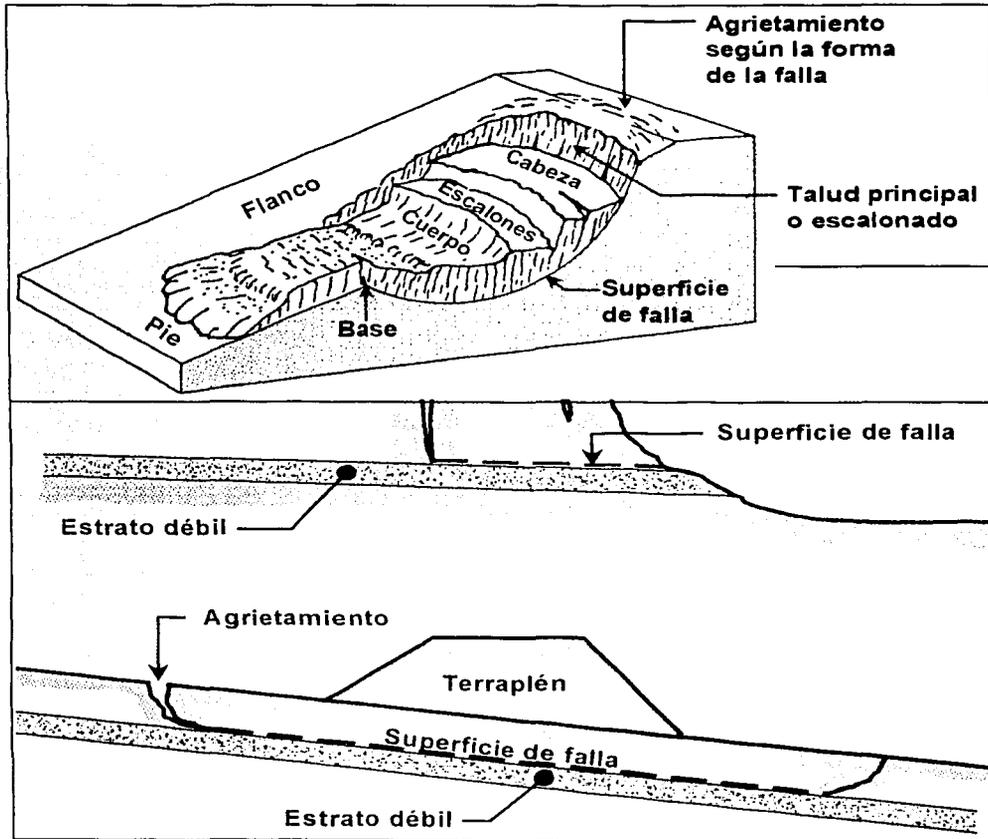
FIGURA V.5 FALLA ROTACIONAL



a) FALLA DE TRASLACIÓN

Esta falla es parecida a la falla rotacional sólo que también el movimiento de la masa de suelo puede ser en una superficie casi horizontal o con pequeña pendiente (ver FIGURA V.6 FALLA DE TRASLACIÓN)

FIGURA V.6 FALLA DE TRASLACIÓN



De acuerdo a la estratigrafía del terreno se verifica el tipo de talud que se puede enfrentar en algún caso, es el siguiente.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**TABLA V.8 CLASIFICACIÓN DE TALUDES**

CLASE	CLASIFICACIÓN
CLASE I	TALUDES CON DESLIZAMIENTOS ACTIVOS, LOS MOVIMIENTOS SON PERMANENTES Y LAS FORMAS DE DESLIZAMIENTO ESTAN BIEN DEFINIDAS, LOS MOVIMIENTOS PUEDEN SER CONTINUOS O TEMPORALES.
CLASE II	TALUDES QUE FRECUENTEMENTE SUFREN NUEVA O RENOVADA ACTIVIDAD DE DESLIZAMIENTO, LOS MOVIMIENTOS NO SON REGULARES SINO TEMPORALES, LOS MOVIMIENTOS OCURREN A INTERVALOS DE TIEMPO MENORES DE 5 AÑOS
CLASE III	TALUDES A VECES SUFREN NUEVA O RENOVADA ACTIVIDAD DE DESLIZAMIENTOS LOS MOVIMIENTOS OCURREN EN INTERVALOS DE TIEMPO MAYORES DE 5 AÑOS.
CLASE IV	TALUDES CON SIGNO DE DESLIZAMIENTOS ANTERIORES, PERO EN LOS ULTIMOS 100 AÑOS NO SE OBSERVARON MOVIMIENTOS, LAS FORMAS DE EROSION SON EVIDENTES. ACTIVIDAD ANTERIOR ES DETECTADA POR LOS DEPOSITOS DE DESLIZAMIENTOS ANTERIORES.
CLASE V	TALUDES QUE NO TIENEN EVIDENCIAS DE DESLIZAMIENTOS ANTERIORES PERO SE CONSIDERA QUE LOS DESLIZAMIENTOS PUEDEN OCURRIR EN EL FUTURO, LAS CONCLUSIONES ESTAN HECHAS O BASADAS EN CALCULOS EFECTUADOS, O EN ANOLOGÍA CON OTROS TALUDES
CLASE VI	TALUDES QUE NO TIENEN EVIDENCIAS DE DESLIZAMIENTOS ANTERIORES Y LOS CALCULOS MUESTRAN SU ESTABILIDAD

La anterior clasificación fue adoptada en la construcción de un gasoducto en el Estado de Utah, en Estados Unidos de América.

### **V.3 CLASIFICACIÓN DE NIVELES DE RIESGOS EN TALUDES DE ACUERDO A LA ESTRATIGRAFIA**

Los deslizamientos y derrumbes de piedras en regiones montañosas a menudo son la causa de traumatismo en la gente y de destrucción de poblaciones.

Frecuentemente los derrumbes y deslizamientos de taludes ocurren en las carreteras lo que representa un riesgo importante en los usuarios.

El factor principal es la evaluación de la resistencia al esfuerzo cortante y la susceptibilidad de rocas y suelos presentes a la degradación o a la erosión.

Para los suelos los factores principales que determinan la susceptibilidad a la alteración son su génesis y edad un limo antiguo habitualmente está bien compactado y tiene alta resistencia al corte. Las formaciones recientes tales como los depósitos cuaternarios o escombros de deslizamientos son más viables y tiene baja resistencia la corte.

La estructura del macizo se determina por la presencia y orientación de discontinuidades estructurales que pueden estar comprometidas en fallas reales o potenciales, tales como la estratificación, foliación, fracturamiento, grietas y fallas tectónicas. La orientación de estas discontinuidades estructurales respecto al talud tiene una gran importancia para la estabilidad del mismo, se pueden analizar dos tipos principalmente de inestabilidad.

- Deslizamiento de masa rocosa por una superficie.
- Derrumbes de bloques rocosos.

El mapa de morfometría refleja el escarpe de los taludes de la región, se puede dividir la pendiente de taludes en varias categorías:

- Taludes abruptos, con inclinación (echado) mayor de 45°
- Taludes escarpados, con inclinación (echado) entre 35° y 45°
- Taludes medio escarpados, con inclinación (echado) entre 25° y 35°
- Taludes con la pendiente suave, con inclinación (echado) entre 15° y 25°
- Taludes casi planos, con inclinación (echado) menor a 15°

Hay que hacer notar que en condiciones la inestabilidad se manifiesta en taludes con ángulos bajos de 6° a 10°

La altura relativa de cada talud puede también estar presentada a una graduación, por ejemplo se pueden utilizar tres o cuatro graduaciones:

Muy alto (más de 300 m)

- Alto (101-300 m)
- Mediano (31-100 m)
- Bajo (con altura menor a 30 m)

La presencia de vegetación en el talud constituye un índice indirecto de su estabilidad la presencia de un bosque disminuye la acción negativa de la intemperie y protege el talud de la alteración o la erosión, las raíces de las plantas aumentan la resistencia al corte del suelo y disminuye su alterabilidad.

Terrenos de cultivo casi siempre se sitúan en taludes bajos o muy bajos y además el riesgo permanente refuerza el suelo y aumenta su estabilidad.

Por otro lado, la existencia de construcciones sobre taludes (y especialmente de casas) puede aumentar el riesgo de deslizamiento debido a la carga adicional al talud.

En las regiones montañosas es difícil evaluar las condiciones hidrogeológicas tomando en cuenta que el flujo subterráneo habitualmente esta canalizado por las grietas o fracturas existentes y no es homogéneo se puede limitar con las indicaciones formales: Suelo impermeable, manantiales o escurrimiento del agua sobre la superficie (río, lago, pantano).

En ciertas regiones se deben tomar en cuenta las condiciones atmosféricas excepcionales, tales como la posibilidad de fuertes lluvias, nevadas o tormentas.

La zonificación sísmica se hace con base en los mapas de zonificación sísmica existentes o estudios especiales.

Utilizando toda la información se evalúa aproximadamente la susceptibilidad a deslizamiento de masas rocosas o de derrumbes de bloques rocosos en diferentes tramos, y se elabora un mapa de riesgo respecto a la estratigrafía existente en esa zona que permite determinar o escoger los sitios mas apropiados para la estabilidad del talud.

En algunos casos y en los sitios que presenta un interés especial, si se puede determinar los parámetros del corte de suelo o masas rocosas y la orientación de la estratificación o de los sistemas de fracturamiento.

Por lo anterior se describe la clasificación de los taludes sobre su nivel de riesgo y su recomendación correspondiente.

**TABLA V.9 CLASIFICACIÓN DE NIVELES DE RIESGO PARA TALUDES**

<b>NIVEL DE RIESGO</b>	<b>ESTRATIGRAFIA</b>	<b>RECOMENDACION</b>
RIESGO POTENCIAL ALTO	SUELO FINO	NO SE RECOMIENDA UTILIZAR EL TERRENO PARA LA CONSTRUCCION
RIESGO POTENCIAL SIGNIFICATIVO	SUELO GRUESO	UN ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO SON INDISPENSABLES
RIESGO POTENCIAL BAJO	CONTENIDO DE GRUESOS EN MINORÍA	NO HAY LIMITACIONES

#### V.4 CONCRETO LANZADO DONDE SE REQUIERE DE ANCLAJES

Los anclajes son sistemas de soporte de estructuras que trabajan generalmente a tensión y a fricción, han sido usados por muchos años para el soporte de las excavaciones subterráneas y una gran variedad de tipos de anclas han sido desarrollados para cumplir con las diferentes necesidades que han aparecido en la ingeniería civil y en la minería.

Entre las aplicaciones que se tienen de las anclas pueden considerarse las siguientes:

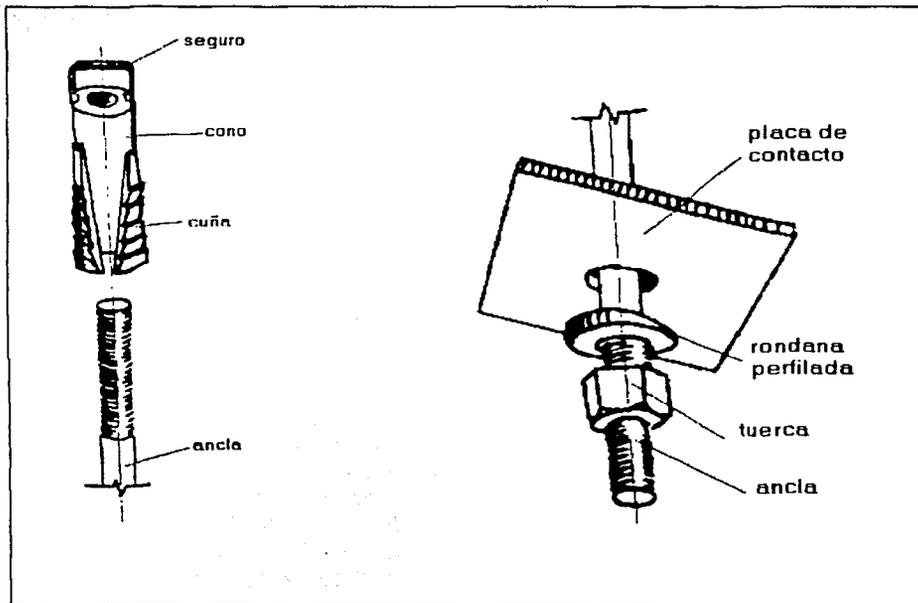
- Estabilización de taludes.
- Protección de las paredes de estructuras amenazadas por suelos que se deslizan.
- Estabilización de acantilados.
- Soporte simple en excavaciones.
- Soporte complejo en excavaciones.
- Estructuras de canal.
- En estructuras de control de desagües.
- Reforzamiento de estructuras existentes.
- Estabilización de estructuras subterráneas..
- En la construcción de túneles.
- Para apuntalar estructuras.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El anclaje de tensión consiste principalmente de varillas de acero con un ancla mecánica en uno de los extremos y una placa metálica con tornillo en el otro. Ellos son siempre tensionados después de su instalación. Para aplicaciones de corta duración el anclaje generalmente no se inyecta. Para aplicaciones más permanentes o cuando en el macizo rocoso ocurre agua freática, el espacio entre el ancla y la roca puede ser rellenado con cemento o resina inyectados.

Las anclas de fricción generalmente consisten de barras de acero preformado que se introducen en una perforación y después de colocarlos en la roca son inyectadas. El tensionamiento no es posible y la carga en el ancla es generada por los movimientos de la masa rocosa. Para poder ser efectivas, el anclaje debe ser instalado poco tiempo después de que se han registrado movimientos significativos en la masa rocosa. La FIGURA V.7 APLICACIONES TÍPICAS DE ANCLAJE DE TENSION Y DE FRICCIÓN, para controlar diferentes tipos de falla de macizos rocosos, ilustra varios anclajes típicos y su aplicación y pueden ser usados para controlar diferentes tipos de falla que pueden ocurrir en las masas rocosas alrededor de excavaciones subterráneas.

**FIGURA V.7 APLICACIONES TÍPICAS DE ANCLAJE DE TENSION Y DE FRICCIÓN.**



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

FIGURA V.8 APLICACIONES TÍPICAS DE ANCLAJE DE  
TENSIÓN Y DE FRICCIÓN EN ROCA MASIVA

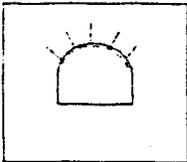
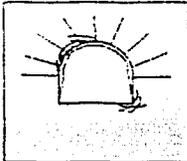
Roca Masiva	 <p data-bbox="337 486 763 617">Roca masiva sujeta a niveles bajos de esfuerzos in situ. No necesita soporte de anclaje o se instalan anclajes "de seguridad o anclaje con malla.</p>	 <p data-bbox="783 461 1237 617">Roca masiva sujeta a tensiones altas de esfuerzos in situ. El patrón de anclaje con malla o con concreto reforzado para inhibir el fracturamiento y conservar la roca fracturada en su lugar.</p>
-------------	--	--

FIGURA V.9 APLICACIONES TÍPICAS DE ANCLAJE DE  
TENSIÓN Y DE FRICCIÓN EN ROCA FRACTURADA

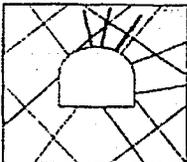
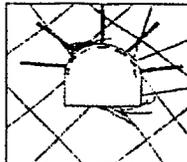
Roca Fracturada	 <p data-bbox="341 1040 783 1196">Roca masiva con relativamente pocas discontinuidades sujetas a bajos esfuerzos in situ. Anclaje localizado para prevenir la falla de bloques individuales y cuñas. Las anclas deben ser tensionadas.</p>	 <p data-bbox="803 1040 1280 1222">Roca masiva con relativamente pocas discontinuidades sujetas a altos esfuerzos in situ. Anclaje fuerte, inclinado para cruzar las estructuras de la roca, con malla o concreto lanzado reforzado con fibras de acero en el techo y en las paredes</p>
-----------------	--	---

FIGURA V.10 APLICACIONES TÍPICAS DE ANCLAJE DE TENSIÓN Y DE FRICCIÓN EN ROCA FUERTEMENTE FRACTURADA)

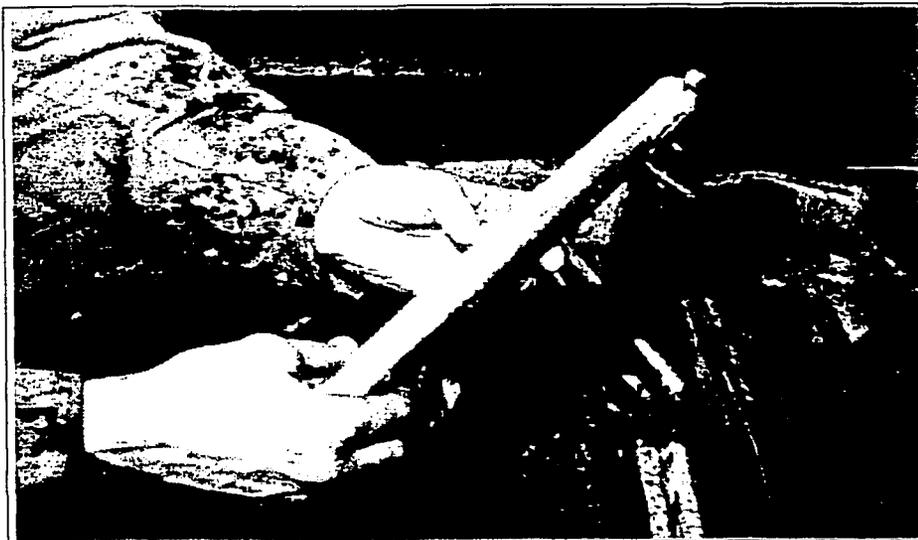
Roca fuertemente fracturada (Desquebrajada)	 <p>Roca fuertemente fracturada sujeta a esfuerzos in situ bajos. Anclaje suave con malla y con concreto lanzado para controlar el graneo.</p>	 <p>Roca muy fracturada sujeta a grandes esfuerzos in situ. Anclaje pesado con concreto lanzado reforzado con fibras de acero. En casos extremos, se pueden requerir piezas de acero para unir el anclaje. Refuerzos en el piso también pueden ser requeridos para controlar su bufamiento.</p>
--	---	---

FIGURA V.11 USO DE UN APRETADOR DE PALANCA PARA TENSIONAR UN ANCLAJE



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

FIGURA V.12 CARTUCHO DE RESINA TÍPICO  
PARA USO EN ANCLAJE DE TENSION



El concreto lanzado con malla debe ser colocado, para evitar la caída de los fragmentos de roca o suelo y proporcionar la superficie adecuada para apoyar la placa o dado de concreto reforzado, lo cual distribuirá uniformemente la carga de la cabeza del ancla sobre el suelo o roca. Los movimientos de los bloques son restringidos principalmente por las anclas que interceptan las juntas entre bloques.

La mayoría de las colocaciones de las anclas se realizan taladrando a través de roca o suelo, la capacidad del personal que ejecuta las maniobras correspondientes y las condiciones de los equipos mecánicos que se tiene para penetrar a través de los materiales pobres y componentes es fundamental para una instalación adecuada y de costo razonable por lo que se debe prestar atención en lo que se refiere a este aspecto y no olvidar el otro aspecto fundamental que es el comportamiento propio de los anclajes.

Existen equipos de perforación apropiados para ejecutar este tipo de maniobras. Por ejemplo las perforadoras marca STENUICCK, que a través de un sistema neumático generan un efecto de rotación y percusión.

El uso de lodos de perforación es necesario en la mayoría de las aplicaciones, para enfriar la broca y elevar el corte a la superficie.

El proceso es adecuado para cualquier diámetro de perforación, pero esta limitado por la cantidad de sobre carga requerida.

#### **V.4.1 CONSTRUCCIÓN DE UN ANCLAJE**

La elaboración de un anclaje se realiza por las técnicas que a continuación se mencionan.

##### **V.4.1.1 TÉCNICAS DE PERFORACIÓN DE UN ANCLAJE**

La mayoría de las aplicaciones de las anclas se realizan taladrando a través de materiales, la capacidad que se tiene para penetrar a través de materiales pobres y competentes es fundamental para una instalación adecuada y de costo razonable por lo que se debe prestar atención en lo que se refiere a este aspecto, y no olvidar el otro aspecto fundamental que es el comportamiento propio de los anclajes.

Las perforaciones para los anclajes en roca pueden ser realizadas por uno de estos tres métodos principales dependiendo del estrato de que se trate, diámetro y longitud de la perforación, del equipo de perforación disponible y de la relación costo beneficio.

- a) Percusivo rotatorio con martillo por arriba.
- b) Percusivo rotatorio con martillo por debajo del pozo.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

c) Rotaria.

El primer grupo el uso de una cabeza rotaria de percusión montada en un mástil hidráulicamente activada, este método se utiliza principalmente en pozos poco profundos en la industria de los explosivos el área de la exploración, es restringido en términos del diámetro, profundidad, proporción de la penetración y verticalidad de la perforación, aire o vapor de agua puede usarse.

El segundo grupo requiere de una cabeza rotatoria montada en un mástil, donde el componente de la percusión lo da un martillo activado neumáticamente que impacta directamente en el momento de taladrar, se ha demostrado que este es el método más rápido, más barato y más vertical de taladrar perforaciones de más de 4" por arriba de profundidades de 17 m, incluso cuando este método de taladrar se realiza en la cercanía de estructuras delicadas, el daño que se causa por efecto de las vibraciones es mínimo.

La perforación por rotaria en el anclaje en roca invariablemente se asocia con un par de torsión alto, empuje alto, velocidad de perforación baja usando triconica o similar.

El uso de un par de torsión alto, empuje bajo, velocidad de perforación alta, utilizando broca de diamante o similar no es económico y de hecho es potencialmente perjudicial a la liga que debe existir entre la roca y el mortero por producir perforaciones con paredes muy lisas.

Las perforaciones realizadas con taladros rotatorios pueden dirigirse con aire o vapor de agua, aunque este no es recomendable en la arcilla o similar.

El uso de lodos de perforación es necesario en la mayoría de las aplicaciones, para enfriar la broca y elevar el corte a la superficie.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El proceso es adecuado para cualquier diámetro de perforación, pero esta limitado a la cantidad de sobrecarga requerida.

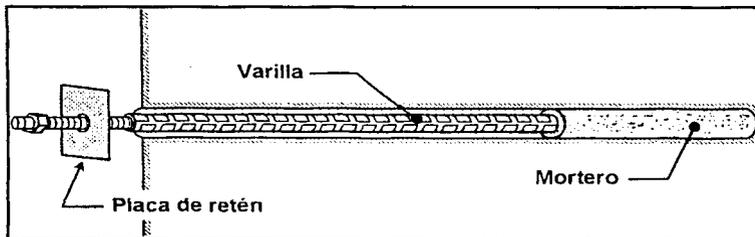
#### **V.4.2 INSTALACIÓN DE UN ANCLAJE**

En los siguientes incisos se describen algunos tipos de anclajes de tensión y fricción existentes en el mercado (la mayoría de ellos patentados).

##### **a) Varilla inyectada sin tensar**

Es un tipo de anclaje sin tensar, económico y sencillo, que consiste en bombear un mortero grueso en el barreno con una bomba de mano sencilla. Se empuja la varilla en la lechada como se muestra en la FIGURA V.13 VARILLA INYECTADA SIN TENSAR. Si es necesario se puede añadir una placa de retén con una tuerca, pero como refuerzo muy ligero se utiliza a veces la varilla sola.

**FIGURA V.13 VARILLA INYECTADA SIN TENSAR**



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

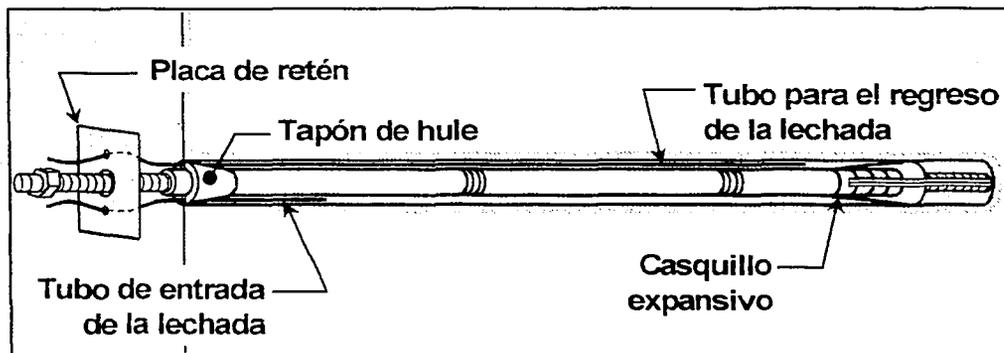
Este tipo de anclaje presenta la desventaja de que tiene que instalarse antes de que se presenten deformaciones importantes, ya que no es posible tensarla.

##### **b) Ancla mecánicamente fijada, tensada e inyectada**

En la FIGURA V.14 ANCLA MECÁNICA DE CASQUILLO EXPANSIVO se muestra un tipo de ancla mecánica de casquillo expansivo. Una cuña que se fija al perno, se jala dentro de un casquillo cónico que al expandirse se presiona contra las paredes del barreno. El tapón de hule sirve para confinar la lechada y para centrar

el perno en el barreno además de sellarlo y evitar las pérdidas de lechada. La lechada se inyecta por la boca del barreno y el tubo de regreso llega hasta el final del mismo. La inyección termina después de la salida del aire y de la emisión de la lechada por el tubo de regreso.

FIGURA V.14 ANCLA MECÁNICA DE CASQUILLO EXPANSIVO



El ancla puede tensarse inmediatamente después de la instalación e inyectarse posteriormente cuando los primeros movimientos hayan cesado. Es un anclaje muy seguro en roca sana y se pueden lograr cargas de anclaje elevadas.

Presenta la desventaja de ser costosa y requiere de una mano de obra experta y una supervisión cuidadosa. Los tubos de inyección se dañan fácilmente durante la instalación y es indispensable hacer una prueba con agua antes de inyectar la lechada.

c) Barra con rosca, tensada y fijada en resina

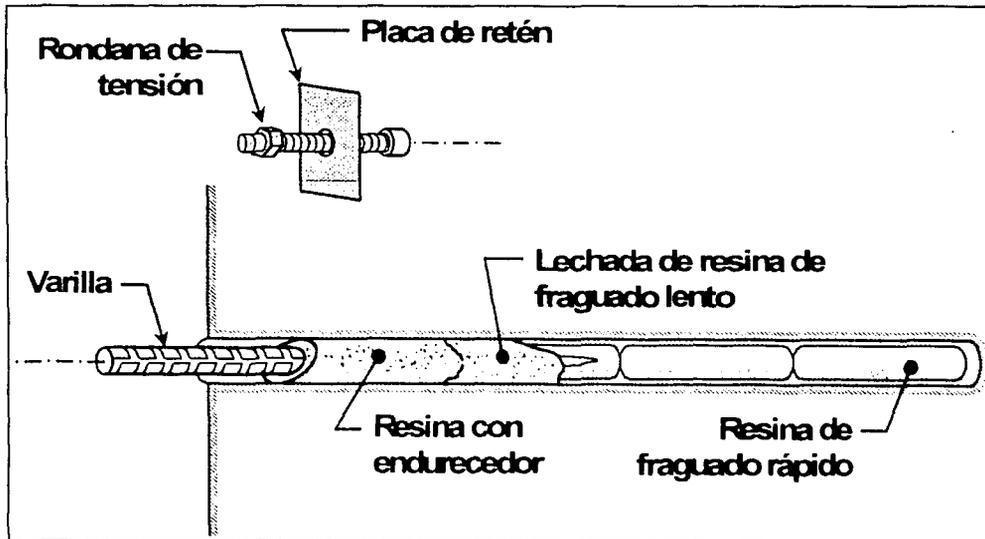
Este tipo de sistema combina la mayoría de las ventajas de los sistemas mencionados. Se encuentran resinas con su catalizador (endurecedor) en forma de embutidos de plástico, con el catalizador separado de la resina por otro recipiente de plástico o vidrio. Se empujan las cápsulas dentro del barreno y luego se inserta la barra. La rotación de la barra durante la inserción rompe las cápsulas

con la consecuente mezcla de la resina con el catalizador. En el ejemplo mostrado en la FIGURA V.15 ANCLA FIJADA CON RESINA primero se coloca la resina de fraguado rápido, que forma un anclaje sólido que permite que se tense el ancla unos minutos después de la mezcla. La resina de fraguado lento fija luego el resto de la barra.

Este sistema es fácil de instalar y se utiliza en lugares difíciles donde el costo es menos importante que la rapidez y seguridad. Se logran anclas de muy alta resistencia en roca de mala calidad y si se eligen los tiempos de fraguado adecuados, en una sola operación se obtiene un sistema de anclaje totalmente inyectado.

Tiene la desventaja de que las resinas son costosas y tienen un tiempo de almacenaje limitado, sobretodo en climas cálidos.

FIGURA V.15 ANCLA FIJADA CON RESINA



## V.5 CONCRETO LANZADO DONDE SE REQUIERE ACERO DE REFUERZO

El concreto lanzado con acero de refuerzo ha sido aceptado ampliamente en la obra civil en general, pero el concreto lanzado reforzado con malla de acero se ha usado y preferido entre los constructores así mismo para su aplicación.

Estabilizar masas de roca suelta, en taludes, y donde la adhesión del concreto lanzado con la superficie por proteger es escasa. El concreto aporta un refuerzo adicional a la malla y la protege contra la corrosión.

Cuando se requiere una resistencia estructural muy grande, del concreto lanzado, se refuerza con mayor cantidad de acero por ejemplo, se pueden utilizar varillas de distintos diámetros para efectuar los armados requeridos y posteriormente instalar el concreto lanzado en aquellos lugares donde no es fácil colar por el sistema tradicional.

El concreto lanzado es ideal para obras de consolidación de rocas, taludes y trabajos subterráneos (galerías, túneles, cavernas), para revestir e impermeabilizar obras hidráulicas como cisternas, estanques y canales, reparación y refuerzo de estructuras, construcción de cascarones delgados de concreto. revestimientos en general y un sin número de aplicaciones altamente especializadas donde se requiere acero de refuerzo.

Por ejemplo un túnel es una excavación subterránea lineal, normalmente horizontal, pero que en algunos casos por motivos especiales, tiene un ángulo mayor a  $30^{\circ}$  con respecto a la superficie terrestre, que se denomina pozo (inclinado o vertical)

En el caso de las construcciones subterráneas, los morteros y concretos lanzados con acero de refuerzo han demostrado ser muy ventajosos en múltiples aplicaciones.

Cuando se va a impermeabilizar una obra subterránea y se encuentran filtraciones

durante la excavación, es conveniente efectuar de inmediato una impermeabilización previa, consiste en la captación y desviación del agua.

Se realiza por medio de semi-tubos que se fijan a la superficie de aplicación con la ayuda de mortero de fraguado rápido, de tal manera que se forme un canal cerrado que parte del punto de salida del agua. El agua podrá fluir a través de este canal, que llega generalmente a los drenajes principales.

Las mezclas proyectadas sirven también como soporte o protección de la impermeabilización de túneles y cavernas. En el primer caso, la mezcla nivela la superficie, dejándola apta para recibir un revestimiento impermeable, como la lámina de polivinilo y carbono (PVC). En el segundo caso, el concreto o mortero lanzado se usa para recubrir, sustentando y protegiendo simultáneamente la impermeabilización.

De las aplicaciones recién mencionadas, han derivado sistemas especiales de impermeabilización para obtener estanqueidad en túneles y cavernas, los que incluyen soporte, drenaje, impermeabilización recubrimiento y protección.

Una de las aplicaciones más importantes del concreto o mortero lanzado para obras subterráneas, es la consolidación de roca, procedimiento por el que se sustenta la superficie excavada, rellenando sus irregularidades y generando un revestimiento integral.

En este tipo de obras, el material lanzado se utiliza ya sea como consolidación provisional o revestimiento definitivo. En el primer caso la aplicación se efectúa inmediatamente después de una excavación por voladura, para impedir desprendimientos, y requiere colocación y consolidación rápidas por lo que se emplean mezclas con acelerantes.

**TESIS CON**  
**FALLA DE ORIGEN**

Generalmente estas obras reciben más tarde un revestimiento definitivo, que puede ser un concreto moldeado in situ, un sistema de dovelas prefabricadas o bien un concreto lanzado con acero de refuerzo o malla.

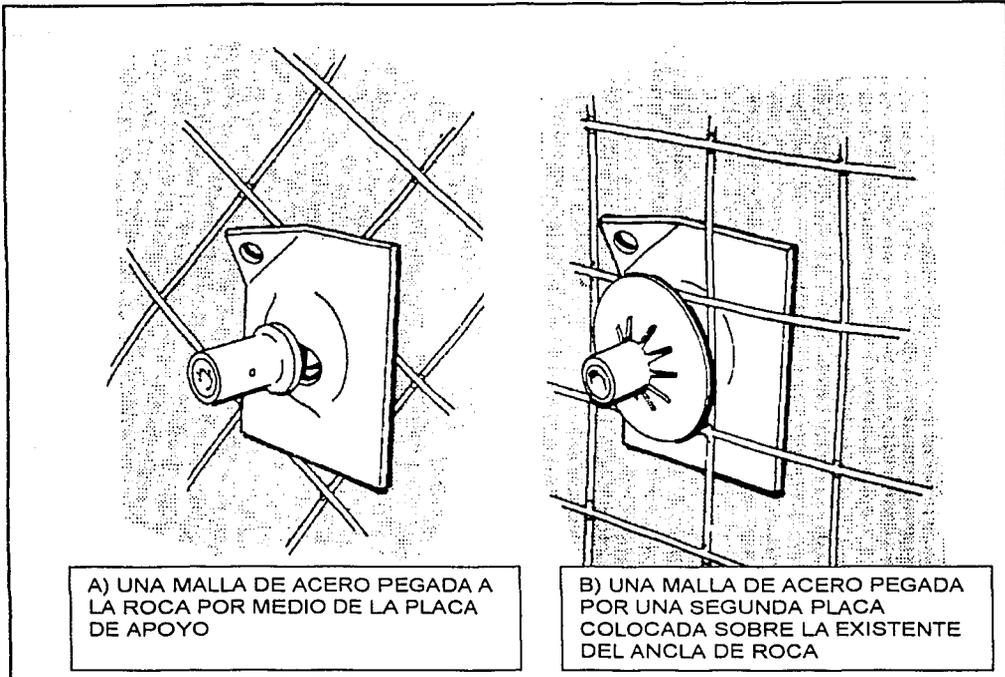
- Mallas de acero

Dos tipos de malla de acero se han usado comúnmente con los anclajes de roca. Ellas son: la malla de cadena y la de alambre soldado. La malla de cadena es flexible y fuerte y se usa colocada usualmente de forma rígida contra la pared para prevenir daños al personal y daños al equipo por pequeños pedazos de roca que caen. La malla deberá ser sujeta a la roca a intervalos de 1 a 1.5 m. Pequeñas anclas de roca deberán ser usadas entre el patrón de las anclas de roca. Dependiendo sobre el espacio entre los puntos de soporte, un ancla de cadenas puede tomar una carga considerable de roca quebrada. Las pruebas han demostrado que con un espaciamiento de 1.5 a 2 m entre puntos de soporte la malla de cadena puede tomar o retener aproximadamente 2.5 toneladas de roca por metro cuadrado de roca quebrada. La malla de cadena es, en algunas ocasiones no favorable para combinarla con concreto lanzado, puesto que esta causa rebote considerable y da un insuficiente refuerzo al concreto lanzado.

La malla soldada consiste de alambres de acero colocados en un modelo cuadrado o rectangular y soldados en cada intersección. Esta se utiliza para proveer confinamiento a la roca entre las anclas de roca y para reforzar el concreto lanzado. La malla soldada es mucho más rígida que la malla de cadena y por causa de esto se prefiere generalmente para confinar la superficie de la roca entre las anclas de roca. La principal ventaja de la malla soldada sobre la malla de cadena es su rigidez. Es hecho que uno puede seguir con la excavación y se requiere un estado posteriormente se puede lanzar concreto. La rigidez de una malla soldada es algunas veces, una desventaja ya que esta es más difícil de poderse acomodar a las irregularidades de la superficie de la roca. La malla soldada es pegada a la superficie de la roca por medio de la placa de la ancla de la roca o por unas placas adicionales sobre las anclas de roca existentes. (véase

FIGURA V.16 DIFERENTE COLOCACIÓN DE LA MALLA DE ACERO PEGADA A LA ROCA POR MEDIO DE PLACAS DE APOYO. Típicamente colocadas con malla de alambre de 4.2 mm, colocados a intervalos de 100 mm, se usan para reforzar el concreto lanzado.

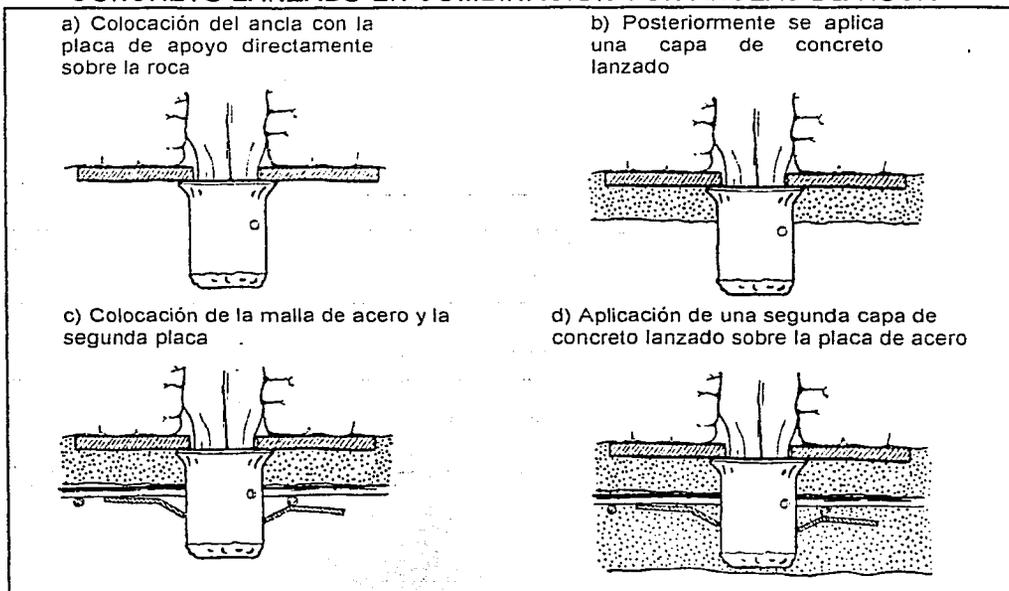
**FIGURA V.16 DIFERENTE COLOCACIÓN DE LA MALLA DE ACERO PEGADA A LA ROCA POR MEDIO DE PLACAS DE APOYO**



En la FIGURA V.17 DETALLES DEL REFUERZO EN LA APLICACIÓN DE CONCRETO LANZADO EN COMBINACIÓN CON ANCLAS DE ROCA, se ilustra el procedimiento de un la colocación del ancla en combinación con la malla de acero, por medio de un corte longitudinal en el ancla de roca.

**TESIS CON**  
**FALLA DE ORIGEN**

FIGURA V.17 DETALLES DEL REFUERZO EN LA APLICACIÓN DE  
CONCRETO LANZADO EN COMBINACIÓN CON ANCLAS DE ROCA



Según la estabilidad de la roca, el concreto lanzado para consolidación puede requerir anclajes y acero de refuerzo.

Un caso particular de empleo de concreto lanzado en obras subterráneas, es el nuevo método Austriaco para túneles que incluye el empleo de anclaje, mallas de acero de refuerzo y concreto lanzado para formar un anillo portante alrededor de la cavidad, el cual recibe un revestimiento definitivo una vez que cesan las deformaciones de la roca. Este método se ha empleado exitosamente en túneles profundos de carretera u en la construcción subterránea en zonas urbanas.

## V.6 CONCRETO LANZADO DONDE SE REQUIERE FIBRAS SINTÉTICAS

Las fibras para concreto lanzado se pueden definir como: Estructuras fabricadas de materiales sintéticos y metálicos en forma de filamentos mecánicamente

deformadas para optimizar su anclaje en la masa de concreto, el desempeño del concreto lanzado es igual o mejor que el refuerzo tradicional con malla, adicionalmente nos proporcionan grandes ventajas tales como:

- a) Incremento de la productividad, cuando se aplica el concreto lanzado con fibras como medio de soporte entre los ciclos de barrenación y voladuras en los diferentes frentes de los túneles, es generalmente la mitad del tiempo en comparación de cuando se utiliza el concreto lanzado con malla y anclaje.
- b) Incremento sustancial en la seguridad, mientras el concreto lanzado y el refuerzo se pueden colocar simultáneamente en una aplicación por control remoto, nadie estará expuesto a terrenos inestables o parcialmente soportados para instalar la malla.
- c) No hay áreas de pobre compactación del concreto detrás de los traslapes de mallas, causando un concreto de calidad pobre incrementando el riesgo subsecuente de la corrosión de la malla y el deterioro de la cubierta de concreto.
- d) Al colocar la malla, ésta estará a diferentes profundidades dentro del concreto y no siempre se localizará en la zona de tensión, las fibras estarán distribuidas dentro de la capa de concreto lanzado, independientemente de donde ocurrirán los esfuerzos de tensión.
- e) Se evita el manejo, almacenamiento y colocación de la malla en las construcciones subterráneas.

Las ventajas anteriores, solo se obtienen con la aplicación del concreto lanzado vía húmeda que se explicó en el CAPITULO III "PROCEDIMIENTOS PARA EFECTUAR EL CONCRETO LANZADO". La razón principal es la falta de control y el alto grado de rebote de la fibra en la vía seca, el rebote típico de fibras metálicas, exclusivamente, es mayor que el 50% y el rebote de fibras sintéticas es similar o ligeramente mayor, en comparación con el rebote por la vía húmeda el cual es entre un 10 a 15%.

## EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES

---

Entre las ventajas técnicas se encuentra que se puede lograr un soporte instantáneo al terreno que va siendo excavado, ya que con un solo y rápido proceso se coloca el concreto y el soporte; adicionalmente, la adherencia entre el concreto con la fibra y el terreno es mayor que cuando se usa malla. En ocasiones la malla puede ser un obstáculo para que el concreto llegue al terreno ya que rebota.

El concreto con fibras metálicas posee una mayor resistencia a la flexión, mayor ductilidad, mejor resistencia al impacto, una mayor capacidad de absorción de energía, lo que se traduce a que en condiciones de empuje del terreno, el concreto lanzado con fibras soporta mayores cargas que el concreto reforzado con malla, esto es aplicable para todos los tipos de terreno en los que se diseñe un concreto reforzado con malla.

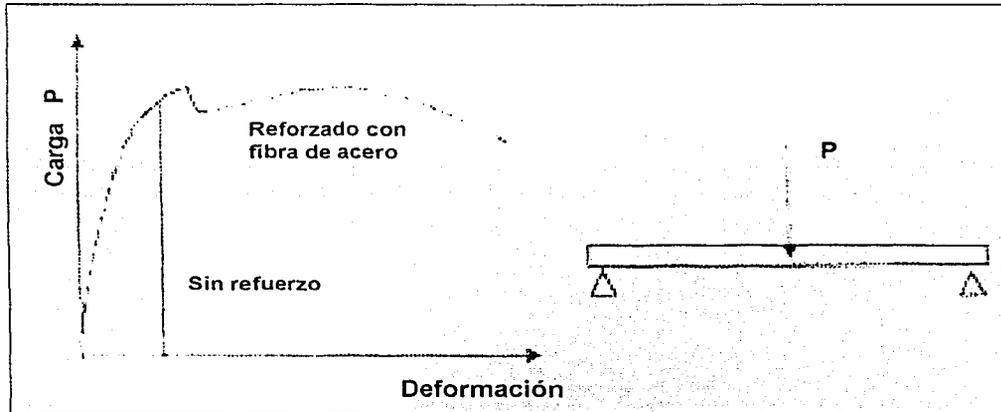
Si los esfuerzos actuantes sobre el terreno presentan o producen agrietamientos en el concreto, este no sufre desprendimientos que puedan atentar contra la seguridad, ya que con la fibra distribuida en toda la masa, el concreto queda amarrado soportando deformaciones aún después de haber sufrido agrietamiento.

En algunos taludes la inestabilidad de las rocas está acompañado de riesgos constantes de cargas inesperadas y deformaciones, el mejor margen de seguridad posible se logra con una capa de concreto lanzado que tenga la más alta energía de rotura (ductilidad posible).

Si bien la adición de fibras metálicas ordinarias duplica la energía de ruptura del concreto lanzado, con la adición de las nuevas fibras metálicas se alcanza un valor de energía de rotura que es de 50 a 200 veces mayor. en términos prácticos, esto significa que con estas nuevas fibras, una capa de concreto lanzado puede agrietarse y deformarse y aún observar una gran capacidad de carga, de manera que en circunstancias normales hay tiempo suficiente para poder observar las grietas y deformaciones y poder tomar las medidas pertinentes ver FIGURA V.18

GRAFICA CARGA DEFORMACIÓN DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRA DE ACERO Y SIN REFUERZO.

FIGURA V.18 GRAFICA CARGA DEFORMACIÓN DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRA DE ACERO Y SIN REFUERZO



La energía de rotura de las fibras metálicas es también mayor que la de las mallas electro soldadas, lo cual ha sido comprobado en los estudios a gran escala realizados al principio de los años 1980 a 1900 por la Asociación de Investigación Técnica Noruega (NTNF), una entidad independiente.

La prueba simula un bloque cayendo sobre una capa de concreto lanzado de 10 cm.

- Concreto lanzado con 1 % de fibras metálicas
- Concreto lanzado con mallas electro soldadas en el centro de la sección

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

FIGURA V.19 GRÁFICAS CARGA DEFORMACIÓN DE CONCRETO LANZADO  
REFORZADO CON FIBRAS METÁLICAS Y CON MALLA ELECTROSOLDADA

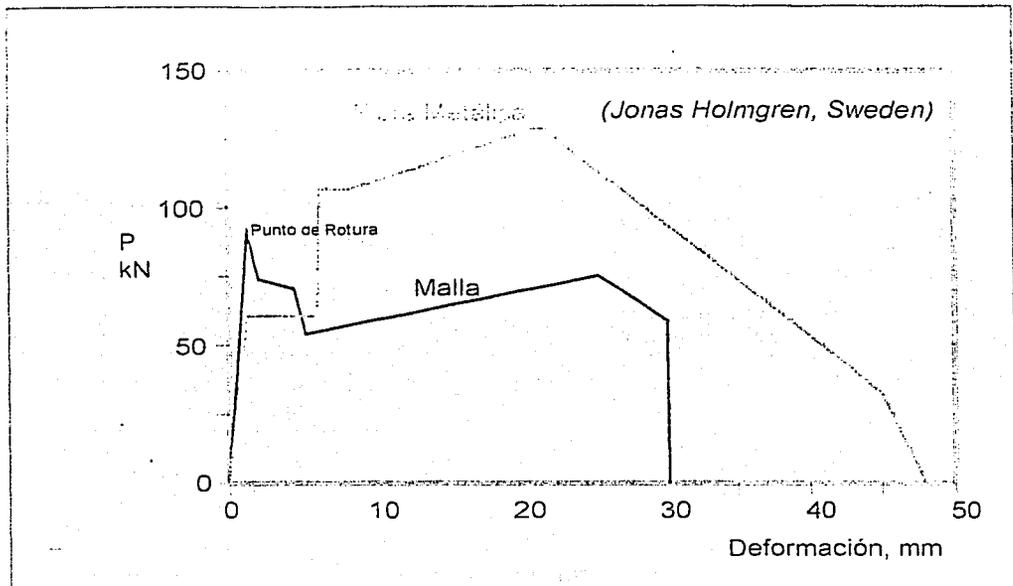
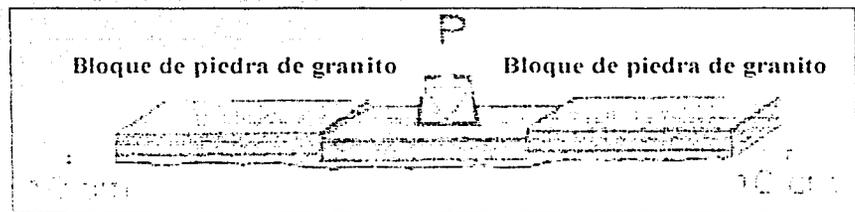


FIGURA V.20 BLOQUE CAYENDO SOBRE UNA CAPA DE 10 cm  
DE CONCRETO LANZADO



La aplicación de ambas clases de capas de concreto lanzado reforzado se hizo con un espesor de 10 cm sobre tres bloques de piedra granítica. Al cabo de 28 días se aplicaron varias cargas (P) sobre el bloque del medio y se midió la

deformación resultante FIGURA V.20 BLOQUE CAYENDO SOBRE UNA CAPA DE 10 cm DE CONCRETO LANZADO.

La prueba demuestra que la energía de rotura del concreto lanzado reforzado con fibras metálicas es mucho mayor que la del concreto lanzado reforzado con mallas tradicionales.

En teoría, el concreto lanzado reforzado con mallas electro soldadas puede exhibir resultados similares si la capa tiene un espesor mayor de 15 cm y el acero es de buena calidad, sin embargo, la malla de alambre común se fabrica de alambres estirados en frío, esta malla tiende a romperse bajo deformaciones muy pequeñas, y por lo tanto es peligroso utilizarla ya que las aplicaciones de soporte de roca involucran grandes deformaciones.

Asimismo, los refuerzos de alambre electro soldado crean un problema de calidad para el concreto lanzado, el efecto de sombra puede producir vacíos detrás de las varillas, lo cual es un problema serio que a la larga conduce a corrosión del refuerzo y fisuración del concreto.

El peligro que supone la calidad dudosa de la malla electro soldada y el efecto de sombra que puede evitarse fácilmente utilizando el refuerzo de fibra metálica, un material que se combina bien con el concreto lanzado fabricado por vía húmeda y a un costo bajo.

### **V.6.1 DOSIFICACIÓN DE FIBRAS**

Cuando el concreto simple (sin refuerzo) se somete a esfuerzos de tensión, ofrece poca resistencia y tolera poca carga antes de fallar, esas propiedades hacen al concreto un material frágil, con una baja resistencia a la tensión y una muy pobre capacidad de deformación, las grietas se pueden generar y propagar fácilmente en el concreto simple, con efectos no sólo estéticos, sino afectando la durabilidad del concreto, y en algunas situaciones afectando la seguridad.

El concreto lanzado colocado en minas y túneles se encuentra sometido a grandes deformaciones, y con la pobre ductilidad que ofrece éste material en este tipo de aplicaciones puede presentar agrietamientos permanentes, filtraciones, menor durabilidad y pérdida en la capacidad de carga, la inadecuada resistencia al impacto puede ocasionar daños severos, en las aplicaciones de concreto lanzado, si un terreno inestable súbitamente libera energía a través del desplazamiento de las rocas u otras fuerzas.

El empleo de fibras dentro del concreto lanzado ayuda a mejorar la resistencia al agrietamiento, ductilidad, la absorción de energía y resistencia al impacto.

Hay varios tipos de fibras: metálicas y sintéticas (VER FIGURA V.21)

**a) Fibras metálicas:**

Las fibras metálicas se utilizan en el concreto para incrementar su ductilidad, resistencia al impacto, reducción en la propagación de las grietas.

Estas fibras se fabrican de diversas maneras por lo que hay una gran variedad de formas y diámetros, longitudes y aleaciones. La norma de la American Society for Testing Materials, ASTM A 820 clasifica a las fibras metálicas según su origen en:

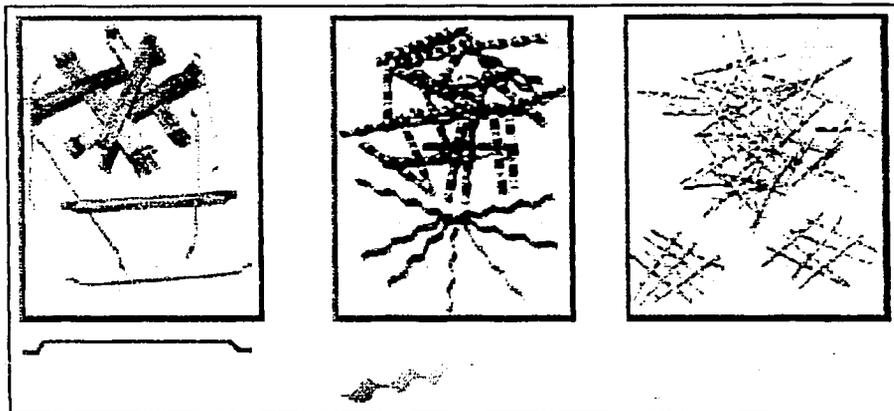
- ⇒ Alambre cortado en frío.
- ⇒ Lámina cortada.
- ⇒ Extracción a partir de una masa fundida.
- ⇒ Otros.

Los parámetros que describen la calidad de fibra son:

- ⇒ Relación longitud/diámetro.
- ⇒ Resistencia a la tensión de la fibra.
- ⇒ Forma geométrica

Hay que recordar que no todas las fibras son iguales.

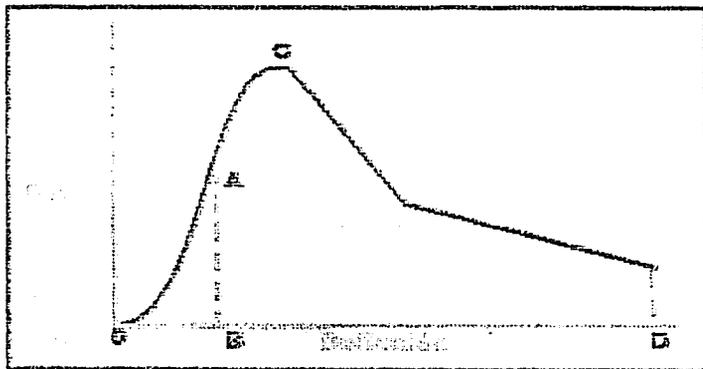
FIGURA V.21 ALGUNOS TIPOS DE FIBRAS DE ACERO



La tendencia actual por emplear mejores materiales y sistemas constructivos, ha llevado a la utilización de fibras de acero para reforzar el concreto. El concreto reforzado con fibras de Acero, es un material compuesto que se ha venido utilizando para colar elementos de concreto, utilizarse en concreto lanzado (shotcrete) y para sustituir el acero de refuerzo en pisos y pavimentos de concreto, en donde las fibras a diferencia del refuerzo convencional que solo lo hace en dos direcciones (un solo plano), refuerzan isotrópicamente y esto mejora considerablemente la resistencia del concreto al agrietamiento por asentamiento, por tensión, fragmentación, desgaste debido a la abrasión, además que le proporciona una resistencia (módulo de flexión) a la flexión mas alta que el concreto reforzado con malla electrosoldada. Cuando se somete una viga a esfuerzo, su deflexión aumenta en proporción con la carga, hasta el punto en que ocurre la ruptura y la viga se rompe. Esto se muestra en la FIGURA V.22 GRAFICA CARGA DEFLEXIÓN DE UNA VIGA DE CONCRETO, en donde la viga no reforzada falla en el punto A y en una deflexión B. En cambio la viga reforzada con el empleo de fibra acero, soporta una mayor carga antes de que ocurra la primera grieta (punto C), y continuará soportando más flexión (deflexión), antes de

que la viga se rompa (punto D), la deflexión que existe desde el punto B al punto D, representa la ductilidad conferida por el refuerzo de las fibras. La carga en la cual ocurre la primera grieta se denomina "Resistencia a la primera grieta". La tecnología de las fibras de acero transforma un material quebradizo en uno más dúctil. Aún después de que el primer agrietamiento ocurre, las fibras continúan soportando cargas (esfuerzos).

FIGURA V.22 GRAFICA CARGA DEFLEXIÓN DE UNA VIGA DE CONCRETO



**b. Fibras sintéticas:**

Se fabrican de diversos materiales tales como:

- ⇒ Polipropileno.
- ⇒ Nylon.
- ⇒ Polietileno.
- ⇒ Acrílicas.
- ⇒ Carbono.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Aunque básicamente son elaboradas de polipropileno y nylon y pueden ser monofilamentos (fibras individuales separadas, de formas redondas, lisas) ó fibrilados (fibras con forma angular).

Las fibras sintéticas son materiales que proporcionan al concreto propiedades especiales de ductilidad, las cuales dependen de la cantidad y tipo de fibra (naturaleza del material, proceso de manufactura, dimensión y forma). Se emplean hoy indiscutiblemente en trabajos de reparación en la obra civil realizados con aplicación de concreto lanzado vía húmeda. Se han utilizado principalmente las fibras de polipropileno.

### **V.6.2 REFUERZO CON FIBRA:**

Bajo volúmenes de fibra sintética fibrilados o monofilamentos (1 a 3 kg/m<sup>2</sup>) se usan para:

- ⇒ Reducción del agrietamiento por contracción plástica.
- ⇒ Reducción del agrietamiento por asentamiento plástico.
- ⇒ Disminuye la migración del agua.
- ⇒ Muy pequeñas mejoras la resistencia al impacto.

Nótese que estos beneficios se producen siempre, sin importar que se usen o no otros sistemas de refuerzo.

Las fibras sintéticas de polifilamentos son utilizados cuando el concreto esta en estado fresco; se dosifica a razón de 1 a 6 kg/m<sup>3</sup>, principalmente para evitar el agrietamiento por contracción plástica, hace mas cohesivo el concreto y ayudan a mejorar el acabado, pero una vez endurecido el material, no aporta ningún refuerzo.

Las fibras sintéticas de monofilamentos tienen la misma función que las fibras sintéticas de polifilamentos pero su diferencia es que su dosificación es de 8 a 14 kg/m<sup>3</sup>; soportan esfuerzos de carga/deformación y tienen una absorción de energía similar a las fibras metálicas.

## EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES

---

Otra de las ventajas de estas fibras es que no sufren corrosión y mantienen su integridad en ambientes agresivos.

Altos volúmenes de fibras sintéticas monofilamentos (7 a 12 kg/m<sup>2</sup>) o altos volúmenes de fibras de acero (35 a 60 kg/m<sup>2</sup>) se utilizará para obtener:

- ⇒ Reemplazo de malla de refuerzo.
- ⇒ Incremento a la resistencia al impacto.
- ⇒ Poder soportar cargas después del agrietamiento del concreto.
- ⇒ Disminuir el agrietamiento por la contracción del concreto.

A continuación se prosigue con el CAPITULO VI VALORIZACIÓN DEL TIEMPO Y DETERMINACIÓN DEL COSTO DEL CONCRETO LANZADO.

**CAPITULO VI**  
**VALORACIÓN DEL**  
**TIEMPO Y**  
**DETERMINACIÓN DEL**  
**COSTO DEL CONCRETO**  
**LANZADO**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CAPITULO VI

### VALORACIÓN DEL TIEMPO Y DETERMINACIÓN DEL COSTO DEL CONCRETO LANZADO

El hablar de los costos, rendimientos y factibilidad de colocación del concreto lanzado en las obras civiles, implica un amplio tema que presupone se ha partido de una base sólida del conocimiento de los métodos de construcción; en donde el principio y el fin de la planeación y ejecución de la obra civil dará una base de presupuesto, un ordenamiento de actividades y su correlación con los gastos que ello representa así como el testimonio escrito de las variaciones que dichos gastos tienen en el transcurso de los mismos.

Esto es en sí lo que implica utilizar los términos de rendimientos, costos y factibilidad en la construcción de una obra civil.

#### VI.1 RENDIMIENTO DE COLOCACIÓN

El rendimiento es en general el producto o cantidad que rinde una persona, material o maquinaria. En el caso del concreto lanzado el rendimiento de colocación del mismo implica un conocimiento profundo de los procedimientos de instalación del concreto lanzado, las diferentes características de la obra, el factor de tiempo respecto a la terminación de la obra, la combinación que se haga de las antes mencionadas da como resultado el rendimiento de colocación del concreto lanzado.

Para que se logre el rendimiento óptimo de la colocación de concreto lanzado ya sea método vía seca o vía húmeda (ver CAPÍTULO III PROCEDIMIENTOS PARA EFECTUAR EL CONCRETO LANZADO) se necesita tomar en cuenta lo siguiente:

### **VI.1.1 MANO DE OBRA**

Una parte fundamental para el mejor rendimiento de colocación depende de la mano de obra; en este caso el lanzador de concreto y toda su cuadrilla.

Por lo anterior se desglosa las características de la cuadrilla de lanzado de concreto.

#### **VI.1.1.1 LA CUADRILLA DE LANZADO DE CONCRETO.**

Debido a que el rendimiento de la colocación del concreto lanzado depende básicamente de los operadores, es necesario que estos se sujeten al aprendizaje y reciban instrucciones precisas para operar las máquinas y se obtenga el mejor rendimiento de lanzado.

El sobrestante de una cuadrilla de lanzado de concreto debe demostrar experiencia de cuando menos dos años como lanzador de concreto, y el lanzador de concreto deberá haber trabajado como aprendiz cuando menos por espacio de seis meses, con experiencia en trabajos de naturaleza semejante al trabajo que vaya a realizar.

La experiencia del lanzador de concreto deberá mostrarse probando su habilidad recubriendo tableros de pruebas como parte del programa de prueba antes de darle el visto bueno para hacerse cargo del trabajo encomendado.

La cuadrilla consiste en:

- 1 lanzador de concreto
  - 1 operador del chiflón (aprendiz de lanzador de concreto)
  - 1 operador de la lanzadora de concreto
  - 1 operador de mezcladora de concreto
  - 1 sobrestante
- y seis peones que ayuden al manejo de la manguera, en la colocación andamios, mezclado, etc.

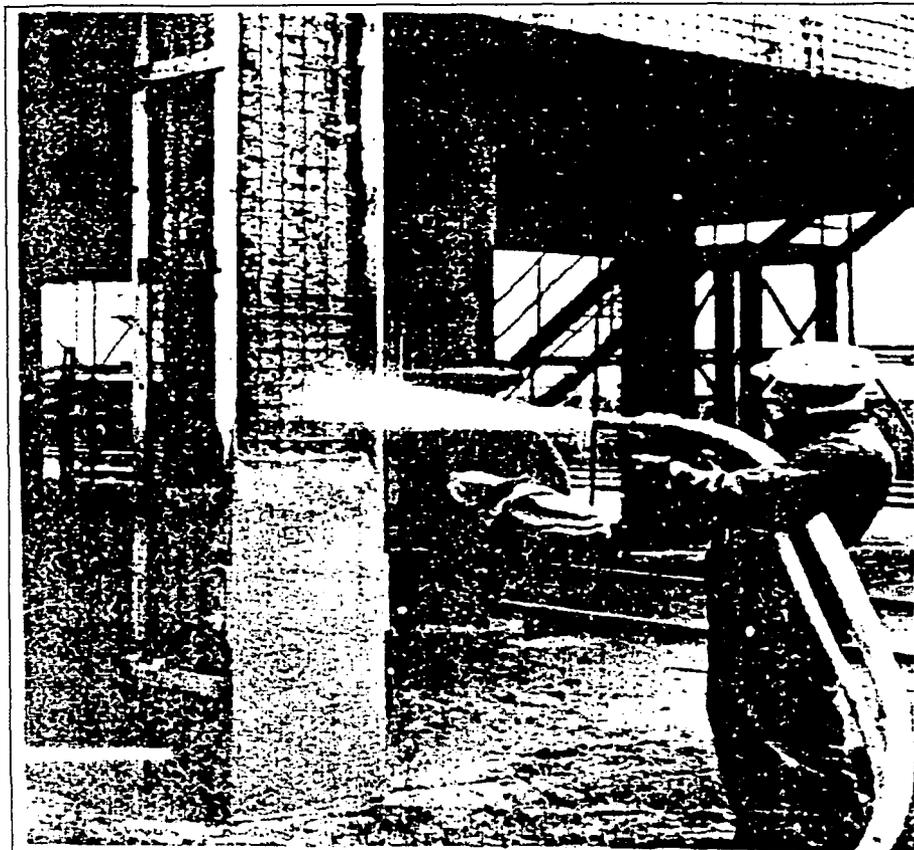
---

A continuación se desglosa las funciones de la cuadrilla para la realización del lanzado de concreto para que exista el óptimo rendimiento.

### **VI.1.1.2 LANZADOR DE CONCRETO.**

- a) Asegurarse que la boquilla esté en perfectas condiciones de funcionamiento, el forro fijo y sin desgaste, que los chorros de agua estén libre de sustancias que pueden ser perjudiciales al concreto o al acero y no tengan obstrucciones, que las mangueras no tengan incrustaciones y estén colocadas correctamente y que sus conexiones estén hechas en forma adecuada.
- b) Asegurarse que la superficie que va a recibir el concreto lanzado esté limpia, libre de polvo (en caso que sea una restauración), lechada, grasa, etc.
- c) Asegurarse también que se recibe el chorro de mezcla de un flujo regular, (es decir que el agua sea constante en el suministro para la mezcla) a la presión correcta y uniforme requerida.
- d) Regular el control de agua, que debe ser de  $273 \text{ lt/m}^3$  a  $285 \text{ lt/m}^3$  promedio, que es suministrada por el aire para asegurar una compactación adecuada del concreto lanzado, bajo porcentaje de rebote y ausencia de revenimiento.
- e) Se deberá mantener la boquilla en tal forma que el concreto lanzado se proyecte lo más directamente que sea posible sobre la superficie, según lo permitan las condiciones
- f) Dirigir el chorro del concreto lanzado hacia las esquinas en una secuencia sensible, para tener la seguridad de que se llenen los rincones con concreto sano y que todo el refuerzo esté cubierto en él sin formación de bolsas de arena.
- g) Eliminar cualquier bolsa de arena que se forme y cualquier área que tenga corrimientos de concreto o depresiones.

FIGURA VI.1 LANZADOR DE CONCRETO



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### VI.1.1.3 OPERADOR DEL CHIFLÓN

- a) Ayudar al lanzador de concreto con el tubo del chiflón para eliminar por medio de soplado los rebotes de la superficie del trabajo, que están atrás del refuerzo y en los rincones.
- b) Ayudar al lanzador de concreto en cualquier otra actividad que se presente como: el cambio de mangueras, eliminar bolsas de arena, aplanar la superficie

del concreto lanzado, eliminar el material de rebote, cuidar que no se presenten fugas, movimiento de las reglas maestras, etc.

#### **VI.1.1.4 OPERADOR DE LA LANZADORA DE CONCRETO**

- a) Asegurase que la lanzadora está en excelentes condiciones de trabajo.
- b) Regular el suministro de la mezcla de la lanzadora de acuerdo con las necesidades del boquillero en cuanto a presión y volumen.
- c) Asegurase que el suministro de la mezcla no tenga pulsaciones o que en alguna forma deje de ser regular.
- d) Revisar que en las conexiones no se pierda aire en las mangueras o en la lanzadora.
- e) Dirigir al operador de la mezcladora de acuerdo con sus necesidades y rechazar cualquier material que se haya dejado por más de dos horas sin utilizar (una hora si la arena estaba húmeda) o cualquier otra mezcla que considere no satisfactoria.
- f) Sopletear todas las mangueras de material al detenerse el trabajo y vaciar el lanzador si la interrupción dura más de una hora.
- g) Realizar una limpieza general del equipo cuando se termine la jornada de trabajo.

#### **VI.1.1.5 OPERADOR DE LA MEZCLADORA DE CONCRETO**

- a) Asegurase que la mezcladora esté limpia y en condición mecánica de primer orden, está deberá limpiarse diariamente.
- b) Mezclar el cemento y la arena en las proporciones previamente calculadas. (ver CAPITULO II ELABORACIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO y CAPITULO III PROCEDIMIENTO PARA EFECTUAR EL CONCRETO LANZADO)
- c) Mezclar por lo menos durante un minuto, ya sea que se use una mezcladora de tambor o de olla.

## **EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES**

---

- d) Rechazar cualquier cemento insano o arena con un contenido de humedad mayor del 10 por ciento.
- e) Verificar que no existan agregados grandes, escamas de cemento o cualquier otro material que pudiera bloquear la manguera si entra a la lanzadora ya sea de la revolvedora o los montones de material mezclado.
- f) Asegurarse que el cemento este almacenado cerca y a la mano de la maquina, sobre una tarima que tenga cuando menos 150 mm. Arriba del nivel del piso y bajo techo.
- g) Asegurarse que la arena bajo techo y bajo lonas, de tal manera que pueda drenarse libremente.

### **VI.1.1.6 SOBRESTANTE**

El sobrestante es la persona sobre la cual recae la responsabilidad de la terminación satisfactoria del trabajo y actuar como coordinador y director.

Por lo tanto, con lo anterior mencionado y siguiendo lo siguiente el trabajo de mano de obra será eficiente.

- a) El operador debe tener experiencia en el lanzado de concreto para un caso particular en específico.
- b) El lanzador debe tener experiencia de trabajo adecuada y de una naturaleza similar o igual a la obra en ese momento
- c) La boquilla deberá mantenerse en la posición óptima en todo momento de 0.6 metros a 1.2 metros de la superficie donde se aplicará y en ángulo recto con relación a la misma.
- d) Las superficies verticales deberán trabajarse de abajo hacia arriba.

### **VI.1.2 ORGANIZACIÓN DE MANO DE OBRA**

La organización es el conjunto de normas, procedimientos y elementos que se establecen, armonizados entre si, para lograr el mayor orden y rendimiento en la

producción, trabajo o actividad cualquiera. Por parte de la colocación de concreto lanzado debe haber una organización de parte de la cuadrilla de lanzado de concreto.

Para la obtención de un mejor rendimiento se necesita una buena organización en la cuadrilla de lanzado de concreto; se requiere de una organización correcta del trabajo, siendo esto responsabilidad del sobrestante, quien debe programar el trabajo de acuerdo con calendario de obra (al final de este capítulo hay un ejemplo demostrativo de calendarización de obra) y asegurarse que todo el equipo trabaje sin dificultades, tomando las preocupaciones necesarias y previendo las eventualidades, como lluvia, terminación de material, desperfecto de la maquinaria, falta de algún integrante de la cuadrilla de lanzado de concreto, etc.

Es un caso frecuente que, debido al ruido del compresor, al retumbar de la boquilla, o simplemente a la distancia, es imposible comunicarse por medio de la voz, por lo que se hace necesario comunicarse por medio de señales. En la FIGURA VI.1 SEÑALES UTILIZADAS POR LA CUADRILLA DE CONCRETO LANZADO, se muestra un sistema de señales manuales: éstas son señales del lanzador, el operador de lanzadora solamente necesita hacer señales al lanzador para prevenirlo cuando va proporcionar la presión o cuando va a detenerse la lanzadora por cierto tiempo.

Cuando la cuadrilla de lanzamiento no pueda ver al lanzador, deberá usarse un aparato de radio, silbidos o un individuo de señales el cual deberá quedar de acuerdo con el lanzador para saber las claves de silbido. Normalmente dos silbatazos cortos significa "BIEN" y un silbatazo largo significa "PARE". En la figura VI.2 SEÑALES UTILIZADAS POR LA CUADRILLA DE CONCRETO LANZADO se muestran algunas señales utilizadas por las cuadrillas del concreto lanzado.

FIGURA VI.2 SEÑALES UTILIZADAS POR LA CUADRILLA  
DE CONCRETO LANZADO

<p>Atender al jefe</p>  <p>"¿Cómo se llama el elemento que estoy colocando?"</p>	<p>Atender al jefe</p>  <p>"¿Qué?"</p>
<p>Pedir hacer obra</p>  <p>"Estoy listo" o "Ya se acerca la liberación" "La presión del día será menor. La liberación es inmediata"</p>	<p>Atender al jefe</p>  <p>"¿Qué me va a traer?"</p>
<p>Atender al jefe</p>  <p>"¿Cuánto se necesita a velocidad de marcha?" "¿Cuánto se necesita a velocidad de marcha?"</p>	<p>Atender al jefe</p>  <p>"¿Qué se necesita?" "¿Qué se necesita?"</p>

VI.1.3 MAQUINARIA Y EQUIPO

Para maquinaria y equipo para el concreto lanzado es necesario lo siguiente:

- La lanzadora de concreto debe tener una vida útil de tres a cinco años.
- La bomba debe ser apropiada para la lanzadora de concreto, es decir la bomba debe solventar la producción de mortero o concreto lanzado que elabore la lanzadora de concreto. (Ver CAPITULO III PROCEDIMIENTO PARA EFECTUAR EL CONCRETO LANZADO)
- El equipo de lanzado de concreto debe ser apropiado para el trabajo.
- La presión de aire de trabajo a la salida de la lanzadora no será menor de 240 (kN/m<sup>2</sup>).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- e) La presión del agua deberá ser suficiente para asegurar una hidratación adecuada en todo momento. Es decir la presión debe ser mayor por lo menos  $9.81 \text{ (kN/m}^2\text{)}$  que la presión del aire.
- f) La boquilla deberá mantenerse en la posición óptima en todo momento de 0.6 metros a 1.2 metros de la superficie donde se aplicará y en ángulo recto con relación a la misma.

#### **VI.1.4 MATERIALES**

- a) La arena deberá estar lavada, limpia, angulosa y seca y deberá satisfacer los requisitos de la Norma Mexicana NMX-C-111-1988, esta norma clasifica a los agregados y propone los ensayos necesarios para determinar la calidad, el tamaño máximo nominal y las propiedades químicas de los agregados finos y gruesos que se usan en el concreto.
- b) El cemento deberá ser cemento Portland Normal o también llamado Común Cumpliendo con la Norma Mexicana NMX-C-414-ONNCCE, esta norma indica el rango de los componentes de los tipos de cemento así como las exigencias mecánicas físicas y químicas que se requieren de los cementos utilizados en la industria de la construcción.
- c) El acero de refuerzo debe estar libre de pintura, costras, lodo, grasa o rebaba endurecida.
- d) El agua para el mezclado será limpia y libre de sustancias que pueden ser perjudiciales al concreto o al acero.
- e) Siguiendo los pasos que se dan anteriormente se llega al rendimiento óptimo de colocación de concreto lanzado.

#### **VI.1.5 TIPOS DE RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA EN LA CONSTRUCCIÓN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Se considera que las actividades en la edificación le corresponde a un equipo de trabajo, en este caso. la mano de obra que la realiza un equipo de obreros es la de

## EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES

ejecutar la actividad asignada en forma eficaz y eficiente. En relación a lo anterior es necesario asignar grupos de trabajo que tengan la capacidad de ejecutar un trabajo fijado de la mejor forma posible.

Por lo tanto hay diferentes cuadrillas; se mencionaran las más comunes en la industria de la construcción por grupos de trabajo.

Grupo 1.- Esta integrada por 1/10 de cabo y un peón, sus actividades son las excavaciones, acarreos, rellenos, etc.

Grupo 2.- Esta integrado por 1/4 de oficial albañil y un peón sus actividades son elaboración de plantillas, firmes, vaciados de concreto, etc.

Grupo 3.- Esta integrado por un oficial carpintero y un ayudante de carpintero sus actividades son las de cimbrar cimentaciones, columnas, trabes, losas, etc.

Grupo 4.- Esta integrado por 1/2 oficial fierrero y un ayudante de fierrero sus actividades son las de colocar acero en contratraves, trabes, columnas, losas, etc.

Grupo 5.- Esta integrado por un oficial albañil y un peón sus actividades son las de construir muros, elaborar cimentaciones de piedra, colar trabes, columnas, etc.

Grupo 6.- Esta integrado por un oficial especialista y un peón que se encarga de elaborar pisos de azulejo, terrazo, cintilla, cerámica, etc.

Para analizar mejor lo antes mencionado se incluye las tablas VI.1 GRUPOS DE ACTIVIDADES EN LA CONSTRUCCIÓN, VI.2 CIMBRADO Y DESCIMBRADO, VI.3 COLOCACIÓN DE CIMBRA, VI.4 COLADO, VI.5 CASTILLOS Y CADENAS DE SECCIONES CONVENCIONALES CON ACERO DE REFUERZO DEL NO. 3 (3/8"), VI.6 RECUBRIMIENTOS y VI.7 PISOS; la primer tabla desglosa los grupos de trabajo y su ocupación de personal VI.1 las siguientes tablas VI.2, VI.3, VI.4, VI.5, VI.6 y VI.7 desglosan el tipo de trabajo y rendimiento de cada cuadrilla. (Fuente. "Costo y Tiempo en Edificación " Carlos Suárez Salazar, editorial LIMUSA. tercera edición).

**TABLA VI.1 GRUPOS DE ACTIVIDADES EN LA CONSTRUCCIÓN**

GRUPO	OPERACIONES
1	0.10 CABO + 1 PEÓN
2	0.25 OFICIAL + 1 PEÓN
3	1 OFICIAL CARPINTERO + 1 AYUDANTE CARPINTERO
4	0.5 OFICIAL FIERRERO + 1 AYUDANTE FIERRERO
5	1 OFICIAL + 1 PEÓN
6	1 OFICIAL ESPECIALIZADO + 1 PEÓN

**TABLA VI.2 CIMBRADO Y DESCIMBRADO**

CONCEPTO	UNIDAD	GRUPO	RENDIMIENTO POR GRUPO
CIMBRA EN CIMIENTOS	m <sup>2</sup>	3	9.5 m <sup>2</sup> /Jor
CIMBRA EN COLUMNAS	m <sup>2</sup>	3	7.5 m <sup>2</sup> /Jor
CIMBRA EN TRABES	m <sup>2</sup>	3	8.5 m <sup>2</sup> /Jor
CIMBRA EN LOSAS	m <sup>2</sup>	3	9 m <sup>2</sup> /Jor

**TABLA VI.3 COLOCACIÓN DE CIMBRA**

CONCEPTO	UNIDAD	GRUPO	RENDIMIENTO POR GRUPO
EN CIMIENTOS	m <sup>2</sup>	3	17 m <sup>2</sup> /Jor
EN COLUMNAS	m <sup>2</sup>	3	8.5 m <sup>2</sup> /Jor
EN TRABES	m <sup>2</sup>	3	10 m <sup>2</sup> /Jor

**TABLA VI.3 COLOCACIÓN DE CIMBRA (CONTINUACIÓN)**

CONCEPTO	UNIDAD	GRUPO	RENDIMIENTO POR GRUPO
EN LOSAS	m <sup>2</sup>	3	10 m <sup>2</sup> /Jor
CIMBRAR Y DESCIMBRAR CON SONOTUBO	m	3	15 m /Jor

**TABLA VI.4 COLADO (NO INCLUYE LA FABRICACIÓN  
DEL CONCRETO)**

CONCEPTO	UNIDAD	GRUPO	RENDIMIENTO POR GRUPO
EN CIMIENTOS	m <sup>3</sup>	2	1.5 m <sup>3</sup> /Jor
EN COLUMNAS Y MUROS	m <sup>3</sup>	2	0.85 m <sup>3</sup> /Jor
EN TRABES Y LOSAS	m <sup>3</sup>	2	0.95 m <sup>3</sup> /Jor
EN LOSAS RETICULARES	m <sup>3</sup>	2	0.80 m <sup>3</sup> /Jor
CURADO DE CONCRETO CON AGUA EN SUPERFICIES HORIZONTALES	m <sup>3</sup>	1	10 m <sup>3</sup> /Jor
CURADO DE CONCRETO CON AGUA	m <sup>2</sup>	1	300 m <sup>2</sup> /Jor

**TABLA VI.5 CASTILLOS Y CADENAS DE SECCIONES CONVENCIONALES  
CON ACERO DE REFUERZO DEL NO. 3 (3/8")**

CONCEPTO	UNIDAD	GRUPO	RENDIMIENTO POR GRUPO
CASTILLOS Y CADENAS DE SECCIONES CONVENCIONALES CON ACERO DE REFUERZO DEL No. 3 (3/8")	m	5	9.2 m/Jor

**TABLA VI.6 RECUBRIMIENTOS**

CONCEPTO	UNIDAD	GRUPO	RENDIMIENTO POR GRUPO
REPELLADOS DE MEZCLA	m <sup>2</sup>	5	19 m <sup>2</sup> /Jor
APLANADOS DE MEZCLA (RASTREADOS)	m <sup>2</sup>	5	14 m <sup>2</sup> /Jor
APLANADOS PULIDOS	m <sup>2</sup>	5	10 m <sup>2</sup> /Jor
CONFITILLO SOBRE APLANADO	m <sup>2</sup>	5	23 m <sup>2</sup> /Jor

**TABLA VI.7 PISOS**

CONCEPTO	UNIDAD	GRUPO	RENDIMIENTO POR GRUPO
FIRMES DE CONCRETO DE 8 A 10 CENTÍMETROS	m <sup>2</sup>	2	10m <sup>2</sup> /Jor
FINO ACABADO PULIDO	m <sup>2</sup>	5	18 m <sup>2</sup> /Jor
ARMADO CON MALLA EN PISOS	m <sup>2</sup>	4	50 m <sup>2</sup> /Jor

Como se mostró anteriormente los grupos y rendimientos en la construcción son diferentes para cada actividad, por lo tanto, para la colocación del concreto lanzado existe un grupo diferente a los anteriores y rendimientos igual diferentes.

El grupo de lanzado de concreto se integra por: 1 lanzador, 1 operador de chiflón, 1 operador del lanzador, 1 operador de mezclador, 1 sobrestante. La función de cada uno de los integrantes de la cuadrilla, se desglosa en el subtema VI.1.1 LA CUADRILLA DE LANZADO DEL CONCRETO, y como su nombre lo dice, el grupo

**EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL  
UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES**

se encarga de lanzar concreto. Por lo anterior se desglosan las tablas VI.8. GRUPO DE ACTIVIDADES EN EL LANZADO DE CONCRETO, VI.9 CIMBRADO Y DESCIMBRADO, VI.10. HECHURA DE CIMBRA, VI.11. COLADO (NO INCLUYE LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO, VI.12. COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO, MALLA ELECTRO SOLDADA DIFERENTES CALIBRES, VI.13 RECUBRIMIENTOS DE MORTERO, la primera tabla desglosa el grupo de trabajo y su ocupación de personal. Las siguientes tablas VI.9, VI.10, VI.11, VI.12, VI.13 y VI.15 desglosan el tipo de trabajo y rendimiento de la cuadrilla. (Fuente: Costos, BIMSA; volumen 3, Junio-Septiembre 2003)

**TABLA VI.8 GRUPO DE ACTIVIDADES EN EL LANZADO  
DE CONCRETO**

GRUPO	OPERACIONES
8	CUADRILLA DE LANZADO: (1 LANZADOR, 1 OPERADOR DE CHIFLÓN, 1 OPERADOR DEL LANZADOR, 1 OPERADOR DE MEZCLADOR, 1 SOBRESTANTE)

**TABLA VI.9 CIMBRADO Y DESCIMBRADO**

CONCEPTO	UNIDAD	GRUPO	RENDIMIENTO POR GRUPO
CIMBRA EN CIMIENTOS	m <sup>2</sup>	8	25 m <sup>2</sup> /Jor
CIMBRA EN COLUMNAS	m <sup>2</sup>	8	18 m <sup>2</sup> /Jor
CIMBRA EN TRABES	m <sup>2</sup>	8	18 m <sup>2</sup> /Jor
CIMBRA EN LOSAS	m <sup>2</sup>	8	9 m <sup>2</sup> /Jor

**TABLA VI. 10 HECHURA DE CIMBRA**

CONCEPTO	UNIDAD	GRUPO	RENDIMIENTO POR GRUPO
EN CIMIENTOS	m <sup>2</sup>	8	30 m <sup>2</sup> /Jor
EN COLUMNAS	m <sup>2</sup>	8	18 m <sup>2</sup> /Jor
EN TRABES	m <sup>2</sup>	8	20 m <sup>2</sup> /Jor
EN LOSAS	m <sup>2</sup>	8	20 m <sup>2</sup> /Jor
CIMBRAR Y DESCIMBRAR CON SONOTUBO	m	8	30 m/Jor

**TABLA VI.11 COLADO (NO INCLUYE LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO)**

CONCEPTO	UNIDAD	GRUPO	RENDIMIENTO POR GRUPO
EN CIMIENTOS	m <sup>3</sup>	8	6 m <sup>3</sup> /Jor
EN COLUMNAS Y MUROS	m <sup>3</sup>	8	7.5 m <sup>3</sup> /Jor
EN TRABES Y LOSAS	m <sup>3</sup>	8	7.2 m <sup>3</sup> /Jor
EN LOSAS RETICULARES	m <sup>3</sup>	8	3.5 m <sup>3</sup> /Jor
CURADO DE CONCRETO CON AGUA EN SUPERFICIES HORIZONTALES	m <sup>3</sup>	8	20 m <sup>3</sup> /Jor

TABLA VI.11 COLADO NO INCLUYE LA FABRICACIÓN DEL  
CONCRETO (CONTINUACIÓN)

CONCEPTO	UNIDAD	GRUPO	RENDIMIENTO POR GRUPO
CURADO DE CONCRETO CON AGUA	m <sup>2</sup>	8	600 m <sup>2</sup> /Jor
CURADO DE CONCRETO CON AGUA EN SUPERFICIES HORIZONTALES	m <sup>3</sup>	8	200 m <sup>3</sup> /Jor

TABLA VI.12 COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO, MALLA  
ELECTRO SOLDADA DIFERENTES CALIBRES.

CONCEPTO	UNIDAD	GRUPO	RENDIMIENTO POR GRUPO
COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO, MALLA ELECTRO SOLDADA	m <sup>2</sup>	8	150 m <sup>2</sup> /Jor

TABLA VI.13 RECUBRIMIENTOS DE MORTERO

CONCEPTO	UNIDAD	GRUPO	RENDIMIENTO POR GRUPO
REPELLADOS DE MEZCLA	m <sup>2</sup>	8	45 m <sup>2</sup> /Jor
APLANADOS DE MEZCLA ROSTREADOS	m <sup>2</sup>	8	30 m <sup>2</sup> /Jor
APLANADOS FINOS DE MEZCLA	m <sup>2</sup>	8	23 m <sup>3</sup> /Jor
APLANADOS PULIDOS	m <sup>2</sup>	8	21 m <sup>2</sup> /Jor

**TABLA VI.13 RECUBRIMIENTOS DE MORTERO  
(CONTINUACIÓN)**

CONCEPTO	UNIDAD	GRUPO	RENDIMIENTO POR GRUPO
CONFITILLO SOBRE APLANADO	m <sup>2</sup>	8	45 m <sup>2</sup> /Jor

**TABLA VI.14 PISOS**

CONCEPTO	UNIDAD	GRUPO	RENDIMIENTO POR GRUPO
FIRMES DE CONCRETO DE 8 A 10 cm	m <sup>2</sup>	8	30m <sup>2</sup> /Jor
ACABADO ESCOBILLADO	m <sup>2</sup>	8	80 m <sup>2</sup> /Jor
FINO ACABADO PULIDO	m <sup>2</sup>	8	80 m <sup>2</sup> /Jor
ARMADO CON MALLA EN PISOS	m <sup>2</sup>	8	120 m <sup>2</sup> /Jor

**TABLA VI.15 COLOCACIÓN DE ANCLAS DIFERENTES  
CALIBRES**

CONCEPTO	UNIDAD	GRUPO	RENDIMIENTO POR GRUPO
COLOCACIÓN DE ANCLAS DIFERENTES CALIBRES EN TALUD HASTA 6 m DE ALTURA.	Pza	4	12 Pza/Jor
COLOCACIÓN DE ANCLAS DIFERENTES CALIBRES EN TALUD CON UNA ALTURA MAYOR A 6 m.	Pza	4	8 Pza/Jor

Con lo anterior se verifica que los rendimientos de colocación (método constructivo) son más eficientes con el concreto lanzado que con el concreto convencional.

## VI.2 FACTIBILIDAD DE COLOCACIÓN

Se dice que la factibilidad es la posibilidad de hacer o colocar algo en general, en el caso de este subtema se menciona la posibilidad de colocación del concreto lanzado en la obra civil. (al final de este capítulo se da un ejemplo ilustrativo).

Entre las principales características que hacen al concreto lanzado un material de fácil o posible colocación respecto al concreto convencional (hecho en obra o premezclado sin características del concreto lanzado, ver CAPITULO II ELABORACIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO), es que es un material excelente para la construcción ya que es económico y de mayor rapidez para su colocación respecto al concreto tradicional (al final de este capítulo se da un ejemplo comparativo de el concreto lanzado y el tradicional) cuenta con un excelente adherencia a materiales como: concreto roca, madera, suelo, y acero lo que permite colocarlo tanto en superficies verticales como sobre cabeza. El concreto lanzado aplicado correctamente vía húmeda o vía seca (ver CAPITULO III PROCEDIMIENTO PARA EFECTUAR EL CONCRETO LANZADO) es un material de construcción durable y sólido que oscila entre 10 y 12 donde no se le dará ningún mantenimiento preventivo ni correctivo.

Su empleo se debe a razones de costo y rapidez, (por ejemplo el concreto convencional hecho en obra tiene un costo de 822.34 \$/m<sup>3</sup> mientras que el concreto lanzado tiene un costo de 659.63 \$/m<sup>3</sup> (estos costos se pueden ver más adelante), en cuanto a la rapidez de colocación se puede ver en el capítulo VI, en el punto VI.1.5 TIPOS DE RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA EN LA CONSTRUCCIÓN, al desarrollo de resistencia a edad temprana y final, a su flexibilidad de colocación. Ofrece ventajas en diversas situaciones, por ejemplo, cuando se va a utilizar cimbra en formas impracticadas (superficies irregulares) con el concreto lanzado se puede reducir el número de cimbras o posiblemente eliminarlas; o también cuando el acceso al área de trabajo es difícil, o se requieren diferentes espesores en una área determinada o es necesaria la aplicación en capas delgadas.

El concreto lanzado ofrece ventajas (más adelante se mencionan) sobre el concreto convencional en diferentes tipos de trabajos de construcción y reparación.

Al igual que cualquier método de construcción, el procedimiento de colocación se encuentra sometido a ciertos, principios, principalmente en lo que respecta al manejo de la boquilla y a la composición del concreto lanzado (ya se menciono anteriormente en el subtema VI.1.1 MANO DE OBRA Y CAPITULO III PROCEDIMIENTO PARA EFECTUAR EL CONCRETO LANZADO).

La factibilidad de colocación del concreto lanzado respecto al concreto convencional en ciertas obras de difícil acceso a la zona de construcción o reparación es más económica y de mayor rapidez que utilizar otro método.

### **VI.2.1 OBRAS DONDE SE UTILIZA EL CONCRETO LANZADO**

El concreto lanzado se utiliza en:

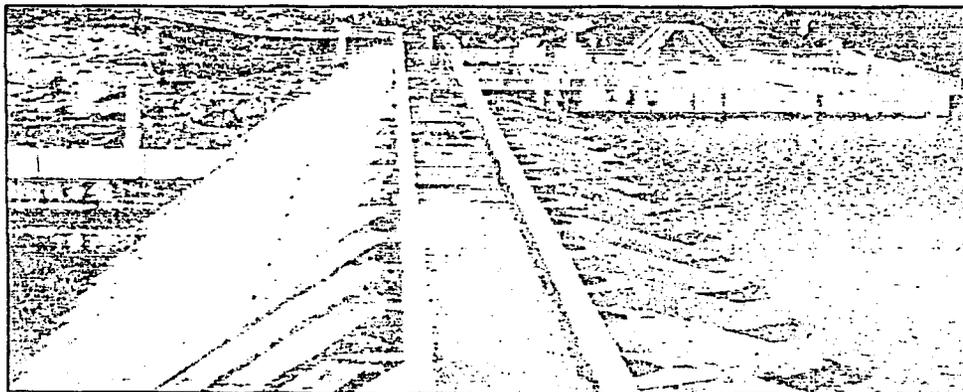
- Estructuras nuevas. Especialmente secciones plegadas o curvas, por ejemplo: techos, paredes, tanques presforzados, recipientes, albercas, túneles, alcantarillas de aguas negras y revestimiento de lumbreras o tiros.
- Recubrimientos de mampostería de ladrillo, concreto de piedra o acero para protección o presentación.
- Recubrimientos de acero estructural para proporcionar resistencia al fuego y proteger su capacidad de resistencia.
- Refuerzo de estructura de concreto, losas, muros de concreto y mampostería.
- Reparación de estructuras de concreto dañadas, tales como puentes, revestimientos de tanques, presas, túneles, torres de enfriamiento, chimeneas y estructuras marítimas. Reparaciones generales de concreto descascarado en edificios antiguos de concreto reforzado: Reparaciones de estructuras de concreto y mampostería dañadas por sismos o incendios.

- Revestimientos refractarios de chimeneas, hornos, calentadores, cúpulas, etc.
- Revestimientos resistentes a la abrasión en almacenes de carbón y agregados, tolvas, vertedores, varaderos.

### **VI.2.2 EJEMPLOS DE FACTIBILIDAD DE COLOCACIÓN DEL CONCRETO LANZADO.**

En la presa de Rabodanges en Francia. Se utilizó el concreto lanzado, para que los contrafuertes principales fueran vaciados en concreto de alta resistencia sobre una plataforma anclada especialmente y los claros de arcos de bóveda, entre ellos se construyeron a base de concreto lanzado, como se muestra en la FIGURA VI.3 PRESA DE RABODANGES SE UTILIZÓ CONCRETO LANZADO

**FIGURA VI.3 PRESA DE RABODANGES, FRANCIA; SE UTILIZÓ  
CONCRETO LANZADO**

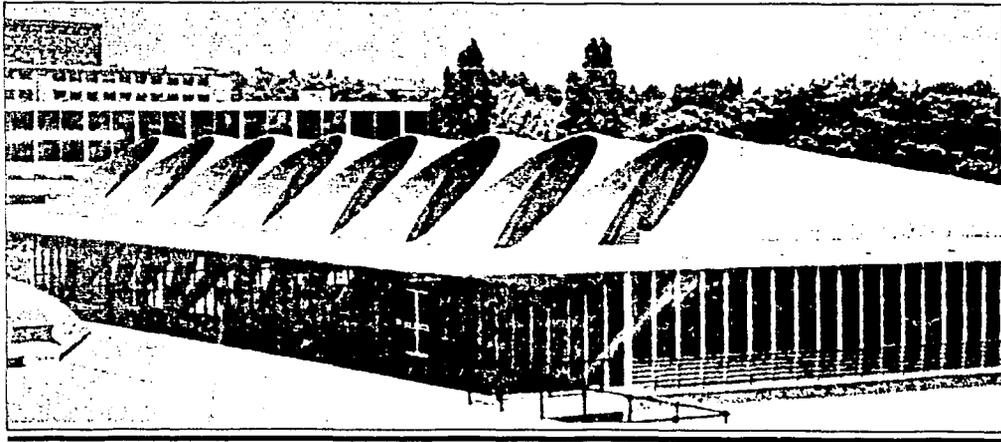


Las ventajas del uso del concreto lanzado en esta obra fueron las siguientes:

- Facilidad de construcción. Se utiliza una planta cuyas dimensiones permiten su fácil colocación.

- Impermeabilización del concreto lanzado, es decir, el concreto al ser lanzado llega a tener una impermeabilización con el mismo contacto de la superficie, por lo tanto su impermeabilización es mínima cuando se requiere.
- Sencillez de la cimbra necesaria. Solo se pueden emplear reglas maestras de triplay de 8 mm sin el área es vertical. (muros, taludes, etc.), si la cimbra es para techo se recomienda triplay grueso 16 mm. ó 21 mm. Por lo cual no se utiliza cimbra convencional que es lenta en su colocación.
  - Adherencia perfecta entre las secciones irregulares de la obra.
  - Resistencia del concreto lanzado a la adherencia es: al cortante  $0.5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$  y a la tensión es de  $0.5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ .
  - Otros uso en el que el concreto lanzado es óptimo para su colocación es en las obras donde la geometría de la obra es irregular, como caso particular se menciona lo siguiente: para cubrir una forma irregular en este caso un parabolóide hiperbólico para cubrir un techado. Ver figura VI-4 SE UTILIZÓ CONCRETO LANZADO EN OBRAS DE GEOMETRÍA IRREGULAR.

FIGURA VI-4 SE UTILIZÓ CONCRETO LANZADO EN OBRAS  
DE GEOMETRÍA IRREGULAR



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Otro ejemplo es el de muros en donde no se requiere necesariamente ninguna modificación en la colocación del acero de refuerzo, y el muro acabado puede rivalizar con todos los requisitos estructurales del concreto colado en obra. Dependiendo de los requisitos de acabado del proyecto, con el concreto lanzado este puede ser acabado con llana metálica para obtener una réplica casi exacta de un acabado o un acabado más rápido y eficaz.

Los siguientes casos es donde se utiliza el concreto lanzado (continuamente) y es óptima su utilización respecto al concreto convencional en tiempo y costo.

- a) Estabilización de taludes y muros de contención.
- b) Cisternas y tanques de agua.
- c) Albercas y lagos artificiales.
- d) Rocas artificiales (rockscaping).
- e) Canales y drenajes.
- f) Rehabilitación y refuerzo estructural.
- g) Recubrimiento sobre panel de poliestireno.
- h) Túneles y minas.
- i) Muelles, diques y represas.
- j) Paraboloides, domos geodésicos y cascarones (formas irregulares)
- k) Concreto refractario para chimeneas, hornos y torres.

Por lo mencionado anteriormente, existen cada vez mayores oportunidades para aplicaciones de concreto lanzado en los aspectos de la construcción con concreto.

### **VI.3 COSTOS DE COLOCACIÓN**

En la obra civil, para la realización de un proceso que genere utilidades (construcción en este caso), es compleja y variable para cada caso específico, su complejidad depende, entre otras cosas, de las condiciones aleatorias que ajustan la realización de una obra y su variabilidad, es función del tiempo y sobre todo del costo del cual el concreto lanzado no es la excepción a la regla.

La aplicación del concreto lanzado requiere un equipo de operadores competentes, maquinaria sofisticada, aire comprimido en cantidades grandes y aproximadamente el doble de cemento que para el concreto ordinario. Es por tanto, costoso, pero este mayor costo se compensa con sus ventajas: facilidad de aplicación, flexibilidad control y resistencia del producto in situ.

En muchos casos las ventajas sobrepasan el mayor costo (variable en cada caso particular) por ejemplo, el revestimiento de un horno que se efectúa en un día con concreto lanzado refractario, lo cual tarda una semana o más; reparar un silo gigante para granos, donde la alternativa es demolerlo parcialmente y reconstruirlos. En estos casos, el incremento en costos puede ser despreciable en comparación con el costo de las soluciones alternativas. Por otra parte, para recubrir unos cuantos muros de concreto en una casa de construcción barata con concreto lanzado para hacerlos impermeables; aunque con buenos resultados, su costo resulta sumamente bajo respecto a otro método de recubrimiento (al final de este capítulo se da un ejemplo ilustrativo de presupuesto).

Si se contrata una cuadrilla de trabajadores de concreto lanzado para una obra, el cliente puede lograr ahorros considerables si soluciona con anterioridad algunos problemas, por ejemplo el suministro de agua a la presión correcta, cuando menos  $9.81 \text{ (kN/m}^2\text{)}$  mayor que la presión de aire, esta no debe ser menor de  $240 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ , área techada, lista y libre, posibilidad de obtener aire comprimido, y aun arena y cemento, además de tener el trabajo preparado y protegido.

En trabajos grandes, entre mayor es la cantidad de mecanización, más bajo es el costo. Usando mecanización, dosificación mecánica, mezclado, alimentación, etc., la mano de obra en ciertos trabajos grandes puede reducirse a tres personas, el lanzador y el operador de lanzadora atendidos por un solo ayudante, con el resultado de que el costo por área unitaria en grandes trabajos y grandes espesores es frecuentemente menor que el costo de aplicar espesores más

pequeños en trabajos menores. (al final de este capítulo hay un ejemplo ilustrativo).

Las áreas rectas (muros taludes, etc.) son más baratas que áreas equivalentes que estén interrumpidas por aristas, ángulos, esquinas, vueltas, etc.

### **VI.3.1 INTEGRACIÓN DEL PRECIO UNITARIO**

Cualquier sistema de valuación unitaria, debe basarse en rendimientos promedio, resultado de un análisis estadístico que no considera casos excepcionales y que represente las condiciones repetitivas normales de cada proceso productivo.

Para elaborar o saber el precio exacto de un concepto analizado en la construcción, es necesario saber el tipo de obra que se va a ejecutar, así mismo las condiciones del lugar y sobre todo las condiciones económicas que hay en ese momento en el país donde se realice la construcción, por eso es importante desglosar en cada precio unitario el costo directo, el porcentaje de costos indirectos, porcentaje de financiamiento y el porcentaje de utilidad para que el trabajo hecho sea de remuneración para el contratista que este haciendo la obra civil. También es necesario saber lo que es precio y costo para ver cual es la diferencia de uno y el otro. A continuación se da una definición de cada uno de los conceptos antes mencionados.

**Costo directo:** Es la suma de materiales, mano de obra y equipo necesarios para la realización de un proceso productivo.

**Costo indirecto:** Es la suma de gasto técnico-administrativos necesarios para la correcta realización de cualquier proceso productivo. Este se divide en dos rubros costo de oficina de obra y costo de oficina central.

**Los costos de oficina de obra y costo de oficina central:** se integran o agrupan en ocho rubros principales que son:

**1 HONORARIOS SUELDOS Y PRESTACIONES**

- 1.1 Personal directivo
- 1.2 Personal técnico
- 1.3 Personal administrativo
- 1.4 Personal servicio
- 1.5 Cuota Patronal Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) e Impuesto Sobre Remuneraciones Pagadas (ISRP) del artículo 1 al 4
- 1.6 Prestaciones de la Ley Federal del Trabajo (LFT) del artículo 1 al 4
- 1.7 Pasajes y viáticos

**2 DEPRECIACIÓN, MANTENIMIENTO Y RENTAS**

- 2.1 Edificios y locales
- 2.2 Locales de mantenimiento y guardado
- 2.3 Bodegas
- 2.4 Instalaciones generales
- 2.5 Muebles y enseres
- 2.6 Depreciación o renta, y operación de vehículos

**3 SERVICIOS**

- 3.1 Consultores, asesores, servicio y laboratorios
- 3.2 Estudios e investigación
- 3.3 Capacitación

**4 FLETES Y ACARREOS DE EQUIPO**

- 4.1 Campamentos
- 4.2 Equipo de construcción (relacionado a relación de maquinaria)
- 4.3 Plantas y elementos para instalaciones
- 4.4 Mobiliario

**5 GASTOS OFICINA**

- 5.1 Papelería y útiles de escritorio
- 5.2 Correos, teléfonos, fax, radio, telégrafos
- 5.3 Situación de fondos
- 5.4 Copias y duplicados
- 5.5 Luz, gas y otros consumos
- 5.6 Gastos de concurso

**6 SEGUROS Y FIANZAS**

- 6.1 Primas por Seguro

6.2 Primas por Fianzas

**7 DEPRECIACIÓN, MANTENIMIENTO Y RENTAS DE  
CAMPAMENTO**

**8 TRABAJOS PREVIOS Y AUXILIARES**

8.1 Construcción y conservación de caminos de acceso

8.3 Montaje y desmantelamiento de equipo

8.4 Construcción de bodega

8.5 Letrero nominativo de obra

Financiamiento: Es lo costeado por la empresa ya que a partir de hacer el primer trabajo está ya esta haciendo una repartición de su capital a ese trabajo, entonces la empresa se convierte en un financiero a corto plazo.

Utilidad: Este es el objeto y la razón de toda obra a ejecutar, en si la utilidad es la ganancia por cada concepto u obra ejecutada.

Costo: es la cantidad que se cobrara en costo directo.

Precio: es la cantidad en dinero que se cobrara o pagara según sea el caso con la integración de costo directo, costo indirecto, porcentaje de utilidad, y porcentaje de financiamiento.

### **VI.3.2 INTEGRACIÓN DEL SALARIO REAL INTEGRACIÓN DEL COSTO HORARIO Y PROGRAMA DE OBRA.**

#### **VI.3.2.1 INTEGRACIÓN DEL FACTOR DE SALARIO REAL**

Para establecer el costo de colocación del concreto lanzado y en cualquier proceso constructivo es importante encontrar el factor de corrección (factor de zona) que considera las condiciones aleatorias que circunscriben cada actividad. así como el factor de herramienta menor que deberá retribuirse a la empresa o al trabajador a mas del factor que tome en cuenta la productividad del maestro que toma el riesgo de la misma y, por último. se requiere investigar el salario diario total. por trabajador o trabajadores, para poder realizar cada proceso productivo.

Por lo anterior se plantea lo siguiente para conseguir determinar el costo unitario:

$$\text{CUT} = (\text{SDT}/\text{RPD}) * \text{FZ} * \text{FHM} * \text{FM}$$

Donde:

CUT = COSTO UNITARIO DE TRABAJO

SDT = SALARIO DIARIO DEL TRABAJADOR

RPD = RENDIMIENTO PROMEDIO DIARIO

FZ = FACTOR DE ZONA

FHM = FACTOR DE HERRAMIENTA MENOR

FM = FACTOR DE MAESTRO

Por lo anterior solo se calcula el costo unitario de trabajo por lo cual para poder integrar el costo unitario total falta el factor de materiales y de equipo con estos dos últimos se integra totalmente el costo unitario.

Anteriormente esta fórmula era recomendada para integrar el factor de salario real (FASAR) (Propuesta por el Ing. Carlos Suárez Salazar en el libro "Costo y Tiempo en Edificación") en la actualidad se cuenta con diferentes paquetes computacionales (software) para la integración de presupuestos que calculan automáticamente el FASAR de los cuales en el mercado existen a la venta y para su utilización los siguientes: Primavera, Campeón, Opus, Neodata, etc., estos dos últimos de mayor utilización tanto en la obra pública como en la obra privada. Los precios de los paquetes tienen un costo comercial de \$ 2,600 para el software OPUS y de \$ 6,600 para el software NEODATA. A continuación se presenta las tablas VI-16 DATOS PARA CALCULAR EL FACTOR DE SALARIO REAL (FASAR) y VI-17 INTEGRACIÓN DE DATOS PARA CALCULAR EL FACTOR DE SALARIO REAL (FASAR), de integración del FASAR por medio del software Neodata, este se presenta sólo como demostración que existe y se puede calcular por medio de el antes mencionado. Fuente. Software NEODATA.

**TABLA VI-16 DATOS PARA CALCULAR EL FACTOR  
DE SALARIO REAL (FASAR)**

CONCEPTO	%
Prestaciones en especie (pensionados)	1.05
Prestaciones en dinero	0.70
Invalidez y vida	1.75
Cesantía en edad avanzada y vejez	3.15
Riesgos de trabajo	7.59
Guarderías	1
Porcentaje de pagos a terceros	0
Salario Mínimo DF.	43.65
Cuota Fija	14.55
Excedente de tres salarios mínimos	5.51

**TABLA VI-17 INTEGRACIÓN DE DATOS PARA CALCULAR EL FACTOR  
DE SALARIO REAL (FASAR)**

DÍAS TRABAJADOS AL AÑO		DÍAS PAGADOS AL AÑO	
Días Calendario	365	a) Días Calendario	365
Días no Trabajados		b) Aguinaldo por Ley	15
g) Domingos	52	c) Prima Vacacional 25% por ley	6
h) Días festivos por Ley	7.17	d) Prima Dominical 0.25% por ley	
i) Días por costumbre	3	e) Días equivalentes por hrs. extra al año por ley	0
j) Días Sindicato	3	f) Prestaciones por Contrato de trabajo.	0
k) Vacaciones	6		
l) Permisos y Enfermedad	3		
m) Condiciones Climatológicas	3	Total Días Pagados al Año	380
n) Horas inactivas por arrastre	0		
o) Días no trabajados por guardia	0		
Total Días Trabajados al Año	291.08		
Factor para Salario Integrado	1.3063		
Salario Mínimo Distrito Federal (2003)	43.65		

Para la integración y cálculo del Factor de Salario Real es necesario tomar en cuenta los Salarios Mínimos Nacionales que los publica la Comisión de Salarios Mínimos. La Industria de la Construcción esta regida para integrar sus salarios por la comisión antes mencionada. A nivel Nacional existen tres áreas geográficas "A", "B" y "C" de las cuales cada una de ellas tiene su salario mínimo. A continuación se desglosa la tabla VI-18. TABLA DE SALARIOS MÍNIMOS EN LA CONSTRUCCIÓN ZONA "A", de salarios mínimos para la zona A que pertenece al Distrito Federal. Fuente Página de Internet Salarios Mínimos y Costos, BIMSA, volumen I (para verificar los estados de la República a que zona pertenecen se recomienda entrar a la página de Internet [www.conasami.gob.mx](http://www.conasami.gob.mx)). En el ANEXO II. DESGLOSE PARA LA OBTENCIÓN DE SALARIO REAL, se muestra como se obtiene el salario real a partir del salario base de cotización.

**TABLA VI-18 TABLA DE SALARIOS MÍNIMOS EN LA CONSTRUCCIÓN ZONA "A".**

DESCRIPCIÓN	SALARIO BASE DIARIO	SALARIO BASE DIARIO
Salario mínimo	\$43.65	
Peón	\$105.24	\$167.70
Ayudante General	\$106.61	\$169.86
Ayudante general especializado	\$110.85	\$176.54
Fierrero	\$142.15	\$225.91
Carpintero	\$142.15	\$225.91
Albañil	\$170.57	\$270.74
Operador de revolvedora	\$169.21	\$268.58
Operador de bomba de agua	\$110.85	\$176.54
Operador de lanzadora	\$163.47	\$259.52

## EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES

---

El costo horario es lo que se cobrará o pagará por hora efectiva de trabajo de un equipo determinado que puede ser, un camión de volteo, una retroexcavadora, un tractor, una pavimentadora, un vibrador, una revolovedora, etc., en si todo tipo de maquinaria o equipo.

### VI.3.2.2 INTEGRACIÓN DEL COSTO HORARIO

La integración del costo horario esta integrado por:

Gastos Fijos: son aquellos que afectan el costo horario del equipo independientemente de que este se halle operando o inactivo.

Interés sobre capital: Son dos cargos el primero que considera el costo de adquisición del dinero para comprar la maquinaria y la otra que se considera justa para su rentabilidad del dinero

$$I = (Va) (i) / Ha$$

Donde:

I = Interés sobre capital.

Va = Valor en dinero de la máquina nueva (sin llantas en su caso).

i = Interés ( la que este en vigor en le fecha de calculo).

Ha = Horas normales promedio anuales de trabajo.

Depreciación: Es el porcentaje de devaluación fiscal de la maquinaria.

$$D = Va / Vf$$

Donde:

D = Depreciación

Vf = Vida fiscal del equipo

Mantenimiento: Cualquier equipo o maquinaria sufre descomposturas, por lo tanto se cobra un porcentaje para su reparación.

$$R = Q D.$$

Donde:

Q = Coeficiente estadístico en forma decimal

R = Reparaciones mayores y menores

Seguros: Es el porcentaje de dinero que se cobra por cualquier imprevisto de la maquinaria y que se debe de cubrir por medio de un seguro.

$$S = (Va) (s)/Ha$$

Donde:

S = Seguro

s = Prima anual en porcentaje decimal en función de Va

$$FU = 12 \text{ meses}/MA$$

Donde:

FU = Factor de utilización del equipo.

MA = Meses activos del equipo.

Gastos de operación: Es cuando el equipo se encuentra en actividad y se generar otros gastos aparte de los anteriores.

Combustibles: Es el elemento que proporciona la energía para que pueda trabajar el equipo.

$$E = C P c$$

Donde:

E = combustible.

C = cantidad de combustible por hora.

Pc = Precio de combustible.

Lubricantes: El elemento que permite el funcionamiento de el equipo.

$$L = a p l$$

Donde:

L = Lubricante.

a = Cantidad de lubricante por hora.

pl = Precio de lubricante puesto al equipo.

Llantas: Este elemento de el equipo no se deprecia, se consume, por lo tanto debe estar fuera de los gastos fijos.

$$LI = VII/HII$$

Donde:

LI = Llantas.

VII = Valor de llantas.

HII = Horas de vida de las llantas.

Operación: El aprovechamiento del equipo sólo se puede realizar a través de una operación adecuada y especializada, por lo cual existe el operador de cada uno del equipo que existe en la industria de la construcción.

$$O = So/H$$

Donde.

O = Operación.

So = Suma de salarios por jornada, o salario unitario, es decir por jornada. Sin incluir factor de herramienta.

H = Horas efectivas de trabajo por jornada o mensual.

Fletes: Es lo que se cobra por el transporte del equipo de el almacén central a la zona donde se tiene la obra.

$$F = 2 Fa/Hu$$

Donde:

F = Fletes.

Fa = Costo de flete y alijos de la bodega central a la obra.

Hu = horas de uso del equipo en esa obra.

### **VI.3.2.3 PROGRAMA DE OBRA.**

El programa de obra es la guía en la construcción en proceso, el cual se calcula por medio de los rendimientos de obra y es la representación de cómo se harán los trabajos de construcción en el tiempo que dure la misma. Existen dos tipos de programas de obra, los programas de gráficas de barras y los de ruta crítica.

Los programas de graficas de barras es la elaboración de tablas o gráficas que indican los tiempos de terminación e iniciación por consiguiente la duración de cada una de las actividades que forman el proceso en forma independiente.

La ruta crítica es un diagrama de flecha o red correctamente elaborado, en esencia es un modelo matemático lógico del proyecto, basado en el tiempo óptimo para cada elemento de trabajo, obteniendo el uso más económico de los recursos disponibles. El cual debe ser por tanto ajustado a los problemas individuales de

cada proyecto en particular y tan detallada como se requiera; en estos capítulos se presenta un ejemplo práctico de programa de grafica de barras, los cuales se verán más adelante.

Así mismo existen los programas de suministros de materiales a la obra, el los cuales se indica cómo se irán suministrando a los diferentes trabajos de la misma, también existe el programa de mano de obra el cual desglosa como ira trabajando el personal en la obra, así mismo existe el programa de equipo y herramienta el cual desglosa como se tendrá que utilizar el equipo y la herramienta en el proceso de la obra. Estos programas antes mencionados se verán más adelante en el **CAPÍTULO VI.3.3. PRESUPUESTO DE OBRA DE MURO DE CONTENCIÓN CON CONCRETO LANZADO Y CAPÍTULO VI.3.4. PRESUPUESTO DE OBRA DE MURO DE CONTENCIÓN CON CONCRETO NORMAL**, donde se presenta un ejemplo ilustrativo.

Respecto a lo desglosado anteriormente los programas de materiales, mano de obra, equipo y herramienta dependen e interactúan entre ellos, ya que si se atrasa el suministro de materiales por ejemplo la mano de obra se detiene así mismo la maquinaria a utilizar. Entonces es necesario hacer un buen programa de obra y tener en cuenta al personal que trabajará, que sea responsable y que la maquinaria este en un estado óptimo para trabajar y que no tenga averías en el transcurso de la obra así mismo que la cadena que proporcione los materiales sea confiable en el suministro, es decir que tenga a tiempo los materiales.

### **VI.3.3 EJEMPLO ILUSTRATIVO**

En la obra civil se puede ejecutar la obra por diferentes métodos constructivos, se deben analizar y se debe elegir el que sea económico y rápido uno respecto del otro.

### VI.3.3 EJEMPLO ILUSTRATIVO

En la obra civil se puede ejecutar la obra por diferentes métodos constructivos, se deben analizar y se debe elegir el que sea económico y rápido uno respecto del otro.

El sistema de lanzado de concreto es un sistema de construcción rápido y económico respecto al sistema tradicional (muro de concreto reforzado).

Para comprobar lo antes dicho se propone la estabilización de un talud de 500 m<sup>2</sup> el cual se estabilizará por el sistema de muro de contención y con método de concreto lanzado.

El talud a estabilizar se encuentra ubicado en el Municipio de Naucalpan, Estado de México, en la colonia Lomas de San Mateo en un área de 1.6 hectáreas ver FIGURA VI.6 CROQUIS DE LOCALIZACIÓN DEL MURO DE CONTENCIÓN, donde se están construyendo casas tipo residencial construido y financiado por la corporación "ASOCIADOS DEL CENTRO S.A. de C.V." del cual adquirieron el terreno en el mes de agosto de 2001, del cual a partir de la adquisición del terreno se inicio con los tramites y permisos de construcción con el Municipio de Naucalpan, a partir de que se dieron todos los permisos y licencias de construcción por parte del Municipio de Naucalpan se dio inicio con la construcción en el mes de noviembre de 2002. En este proceso constructivo se debe de estabilizar un talud de 500 m<sup>2</sup> en un corte que se realizó al terreno natural para poder construir las plataformas para el desplante de las cimentaciones de dichas casas habitación.

Para la estabilización de dicho talud se realizó la comparativa en tiempo y costo respecto a dos métodos para estabilizar el talud, que son el de muros de contención y estabilización por medio de concreto lanzado.



### **VI.3.3.1 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE MURO DE CONTENCIÓN CON CONCRETO NORMAL.**

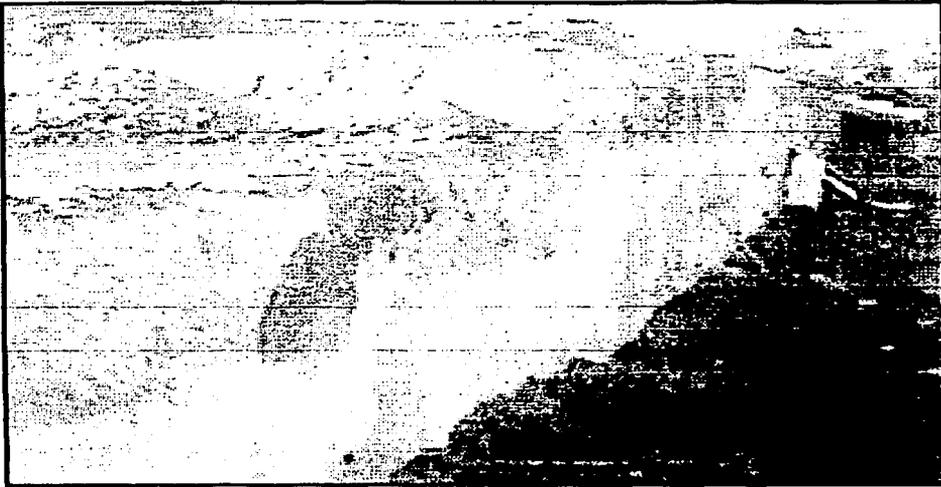
- 1 Se excavará hasta una profundidad de 1 m. Para la cimentación, esta será en toda la base del talud a estabilizar
- 2 Terminada esta actividad se colocara una plantilla con concreto de resistencia  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$
- 3 Una vez realizado la colocación de la plantilla se procederá al armado de acero de refuerzo desde la cimentación hasta la altura requerida.
- 4 A continuación se procede con el armado de la cimbra y por último el colado del elemento.
- 5 Regularmente o casi siempre el elemento es colado por partes conforme el responsable de la obra (residente de obra) lo crea conveniente hasta llegar al fin del elemento; o puede ser monolíticamente, es decir el elemento es colado en su totalidad hasta que este totalmente armado el acero y colocada la cimbra.

### **VI.3.3.2 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE MURO DE CONTENCIÓN CON CONCRETO LANZADO.**

La estabilización del talud por medio del concreto lanzado se ejecutará en tres etapas en cada una de estas etapas se harán los mismos trabajos que se describen a continuación:

1. Se iniciará por afinar el talud según se marque en sitio, una vez realizada está actividad se colocará la malla electrosoldada fijada con varilla del No. 3 (3/8") Después de fijada la malla electrosoldada, se procede a realizar el lanzado del concreto con un espesor de 5 a 8cm, según se marque en el proyecto, ver FIGURA V.7 PROCEDIMIENTO DE LANZADO DE CONCRETO, el procedimiento de lanzado se puede ver más ampliamente en el capítulo III PROCEDIMIENTO PARA EFECTUAR EL CONCRETO LANZADO.

**FIGURA V.7 PROCEDIMIENTO DE LANZADO DE CONCRETO**



2. Terminada esta actividad se procede a la perforación con la maquinaria especializada FIGURA VI-8 EQUIPO UTILIZADO PARA PERFORACIÓN, para dar entrada a las anclas ver, FIGURA VI-9. PERFORACIÓN PARA RECIBIR ANCLA, la cual debe estar previamente revestida con poliducto, a continuación se introduce el ancla y se rellena con concreto estructural.

**FIGURA VI.8. EQUIPO UTILIZADO PARA PERFORACIÓN**

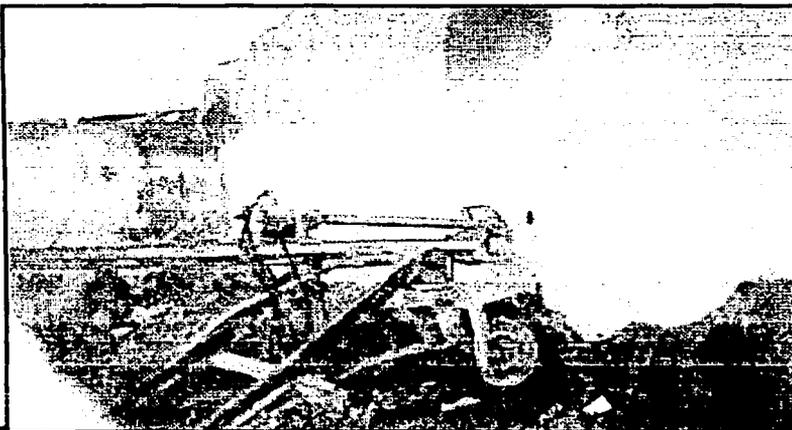
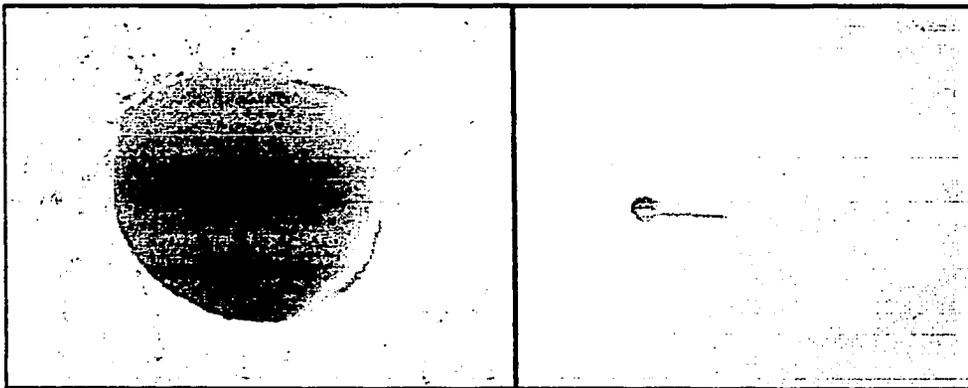
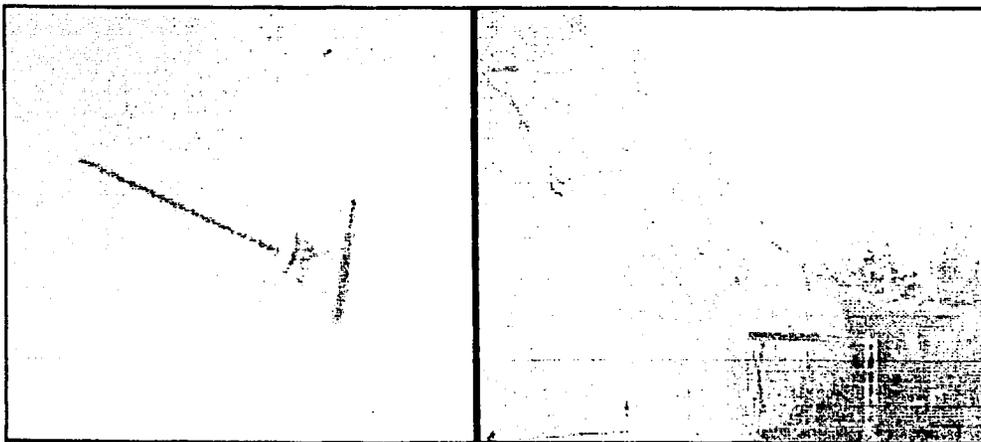


FIGURA VI-9. PERFORACIÓN PARA RECIBIR ANCLA

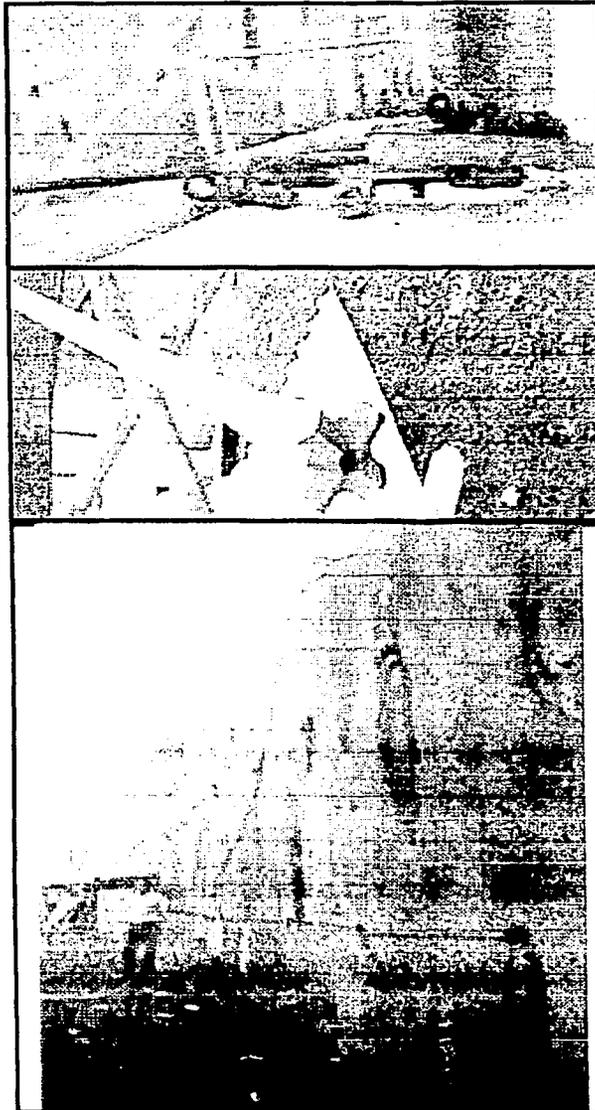


3. La siguiente actividad es la colocar la placa de acero, (ver FIGURA VI.10 PLACA DE ACERO PARA TENSAR EL ANCLA), para sujetar el ancla, por último se colocan los drenes superficiales. (VI.11 PERFORADORA DE DRENES Y DRENES SUPERFICIALES)

FIGURA VI.10 PLACA DE ACERO PARA TENSAR EL ANCLA



VI.11 PERFORADORA DE DRENES Y DRENES SUPERFICIALES



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES

En la obra civil se puede ejecutar la obra por diferentes métodos constructivos, se deben analizar y se debe elegir el que sea económico y rápido uno respecto del otro.

Para demostrar las diferencias de tiempo y costo de los dos métodos de construcción (estabilidad de talud) se presenta el catalogo de conceptos, las matrices de precios unitarios, matrices de costo horario y el programa de obra a costo directo.

El no incluir costos indirectos en el precio unitario se debe a que para cada empresa constructora son diferentes sus costos indirectos debido a que cada una tiene diferente capacidad técnica y financiera, esto conlleva en que los costos indirectos sean diferentes para cada constructora, así mismo, por ejemplo, si la obra se sitúa al norte del país y la empresa constructora tiene su sede central en la capital del país sus costos indirectos serán mayores que los de una constructora que tenga su sede en la misma ciudad donde se ejecuta la obra. Por lo tanto solo se dará un ejemplo del como se calcula el costo indirecto para las obra, este ejemplo será hipotético.

A continuación se desglosa lo mencionado anteriormente. Primero el presupuesto con sus matrices y programas de obra del sistema constructivo de un muro de contención con concreto lanzado y posteriormente el método constructivo de muro de contención con concreto normal.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### VI.3.3.3 PRESUPUESTO DE OBRA DE MURO DE CONTENCIÓN CON CONCRETO CON CONCRETO LANZADO.

OBRA: RINCONADA SAN MATEO  
DIRECCION: ALMENDROS 70, COL. LOMAS DE SAN MATEO, NAUCALPAN  
ESTADO DE MÉXICO.  
CASAS TIPO RESIDENCIAL  
"ASOCIADOS DEL CENTRO, S.A. de C.V."

PRESUPUESTO DE OBRA  
MURO DE CONTENCIÓN CON CONCRETO LAZADO

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe
	<b>LANZADO DE CONCRETO</b>				
1.0	AFINE DE TALUD A MANO PARA MEJORAR LA SECCION , INCLUYE HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	m <sup>2</sup>	500	5.38	2,690.00
2.0	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MALLA ELECTROSOLDAD 6-6 10-10 FIJADA DEL No. 3 (3/8") INCLUYE, MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	m <sup>2</sup>	500	15.70	7,850.00
3.0	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONCRETO LANZADO EN SECO A UNA RESISTENCIA DE f'c = 200 kg/cm <sup>2</sup> , INCLUYE MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	m <sup>2</sup>	500	73.91	36,955.00
4.0	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ANCLAS CON UNA LONGITUD DE 6 m. CON ACERO DE REFUERZO DEL No. 8 (1") @ 4 m EN AMBOS SENTIDOS INCLUYE PEFORACION, CONCRETO DE RELLENO DE RESISTENCIA f'c = 200 kg/cm <sup>2</sup> MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO Y TODO LONECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN	pza	134	382.35	51,234.90
5.0	SUMINISTRO Y COLOCACION DE DRENES DE PVC INCLUYE MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	pza	223	69.49	15,496.27
	<b>Total LANZADO DE CONCRETO</b>				<b>114,226.17</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>				<b>114,226.17</b>

EL IMPORTE DEL PRESUPUESTO, ES POR LA CANTIDAD DE \$ 114,226.17 (CIENTO CATORCE MIL DOSCEINTOS VEINTI SEIS PESOS 17/100 M.N.)

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL  
UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES**

**ANALISIS DE PRECIOS**

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe
Análisis: 1.0		Unidad: m <sup>2</sup>			
AFINE DE TALUD A MANO PARA MEJORARLA SECCIÓN , INCLUYE HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.					
<b>MANO DE OBRA</b>					
MO	PEON	jor	\$105.24	0.04	\$4.21
MO0102	CABO	jor	\$252.99	0.00	\$1.01
Subtotal: MANO DE OBRA					<b>\$5.22</b>
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>					
HT0101	HERRAMIENTA MENOR	% m.o.	\$5.22	0.03	\$0.16
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA					<b>\$0.16</b>
Costo directo					<b>\$5.38</b>
( CINCO PESOS 38/100 M.N. )					

**ANALISIS DE PRECIOS**

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe
Análisis: 2.0		Unidad: m <sup>2</sup>			
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MALLA ELECTROSOLDADA 6-6 10-10 FJADA DEL No. 3 (3/8") .INCLUYE, MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.					
<b>MATERIALES</b>					
MT0201	MALLA ELECTROSOLDADA 6-6 10-10	m <sup>2</sup>	\$7.50	1.07	\$8.04
MT0202	VARILLA DEL No. 3 (3/8")	ton.	\$4,500.00	0.00	\$1.25
Subtotal: MATERIALES					<b>\$9.29</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
MO0201	OFICIAL FIERRERO	jor.	\$142.15	0.03	\$3.55
MO0202	AYUDANTE DE FIERRERO	jor.	\$106.61	0.03	\$2.67
Subtotal: MANO DE OBRA					<b>\$6.22</b>
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>					
HT0201	HERRAMIENTA MENOR	% m.o.	\$6.22	0.03	\$0.19
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA					<b>\$0.19</b>
Costo directo					<b>\$15.70</b>
( QUINCE PESOS 70/100 M.N. )					

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**CAPITULO VI  
VALORACIÓN DEL TIEMPO Y  
DETERMINACIÓN DEL COSTO DEL  
CONCRETO LANZADO**

**ANALISIS DE PRECIOS**

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe
--------	----------	--------	-------	----------	---------

Análisis: 3.0      Unidad: m<sup>2</sup>

SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO LANZADO EN SECO A UNA RESISTENCIA DE  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ , INCLUYE MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.

**MANO DE OBRA**

MO0301	LANZADOR	jor	\$163.47	0.02	\$2.72
MO10302	OPERADOR DE CHIFLON	jor	\$110.85	0.02	\$1.85
MO10205	OPERADOR DE MEZCLADORA	jor	\$169.21	0.02	\$2.82
MO10206	SOBRESTANTE	jor	\$175.85	0.00	\$0.29
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$7.68

**EQUIPO Y HERRAMIENTA**

EQ10301	LANZADORA DE CONCRETO MARCA MAYCO MODELO C-30 HD	hr.	\$215.42	0.06	\$13.46
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$13.46

**BASICOS**

CH0201	CONCRETO LANZADO DE $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$	m <sup>3</sup>	\$659.63	0.08	\$52.77
	Subtotal: BASICOS				\$52.77
	Costo directo				\$73.91
	( SETENTA Y TRES PESOS 91/100 M.N. )				

**ANALISIS DE PRECIOS**

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe
--------	----------	--------	-------	----------	---------

Análisis: 4.0      Unidad: pza.

SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ANCLAS CON UNA LONGITUD DE 6 m. CON ACERO DE REFUERZO DEL No.8 (1") @ 4 m EN AMBOS SENTIDOS INCLUYE PEFORACION, CONCRETO DE RELLENO DE RESISTENCIA,  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ , MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.

**MATERIALES**

MT4401	ANCLA DE 6 m DE LONGITUD CON ACERO DE REFUERZO DEL No. 8 (1")	pza.	\$185.00	1.00	\$185.00
MT4402	TURCA DE PRESION DE 25 mm	pza.	\$8.75	1.00	\$8.75
MT4403	PLACA DE ACERO	pza.	\$85.00	1.00	\$85.00
	Subtotal: MATERIALES				\$278.75

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL  
UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES**

**ANALISIS DE PRECIOS (CONTINUACIÓN)**

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe
--------	----------	--------	-------	----------	---------

Análisis: 4.0 Unidad: pza.

SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ANCLAS CON UNA LONGITUD DE 6 m. CON ACERO DE REFUERZO DEL No.8 (1") @ 4 m EN AMBOS SENTIDOS INCLUYE PEFORACION, CONCRETO DE RELLENO DE RESISTENCIA.  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ , MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.

**EQUIPO Y HERRAMIENTA**

HT4401	HERRAMIENTA MENOR	% m.o.	\$41.46	0.03	\$1.24
EQ5501	PERFORADORA JR-300-M INGRESOLL- RAND 250 PCM BROQUERO 7/8" x 4 1/4"	hr.	\$60.38	0.20	\$12.08
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA					<u>\$13.32</u>

**BASICOS**

BA4406	CONCRETO ESTRUCTURAL $f'c = 200$ kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	\$1,035.92	0.05	\$48.82
Subtotal: BASICOS					<u>\$48.82</u>
Costo directo					<u>\$382.35</u>
( TRESCIENTOS OCHENTA Y DOS PESOS 35/100 M.N. )					

**ANALISIS DE PRECIOS**

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe
--------	----------	--------	-------	----------	---------

Análisis: 5.0 Unidad: pza.

SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE DRENES DE PVC, INCLUYE MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.

**MATERIALES**

MT5501	TUBO DE PVC DE 1 1/2"	m	\$2.20	6.00	\$13.20
MT5502	PEGAMENTO	kg	\$15.00	0.05	\$0.75
Subtotal: MATERIALES					<u>\$13.95</u>

**MANO DE OBRA**

MO5503	OFICIAL PLOMERO	jor	\$156.36	0.13	\$19.55
MO5504	AYUDANTE DE PLOMERO	jor	\$110.85	0.13	\$13.86
Subtotal: MANO DE OBRA					<u>\$33.41</u>

**EQUIPO Y HERRAMIENTA**

HT5506	HERRAMIENTA MENOR	% m.o.	\$33.41	0.03	\$1.00
EQ5501	PERFORADORA JR-300-M INGRESOLL- RAND 250 PCM BROQUERO 7/8" x 4 1/4"	hr.	\$60.38	0.35	\$21.13
Subtotal. EQUIPO Y HERRAMIENTA					<u>\$22.13</u>
Costo directo					<u>\$69.49</u>

( SESENTA Y NUEVE PESOS 49/100 M.N. )

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**CAPITULO VI  
VALORACIÓN DEL TIEMPO Y  
DETERMINACIÓN DEL COSTO DEL  
CONCRETO LANZADO**

**BASICOS DE MURO CONTENSION CON CONCRETO LANZADO**

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe
Análisis: BA4406		Unidad: m <sup>3</sup>			
CONCRETO ESTRUCTURAL f'c = 200 kg/cm <sup>2</sup>					
<b>MATERIALES</b>					
MTN0202	CEMENTO TIPO I NORMAL	ton.	\$1,550.00	0.37	\$573.19
MTB0203	ARENA	m <sup>3</sup>	\$150.00	0.53	\$79.94
MT4485	GRAVA	m <sup>3</sup>	\$150.00	0.65	\$96.78
MTB0201	AGUA	m <sup>3</sup>	\$65.00	0.24	\$15.60
BAMO0201	ALBAÑIL	jor	\$170.57	0.63	\$107.20
Subtotal: MATERIALES					<b>\$872.71</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
MO	PEON	jor	\$105.24	0.63	\$66.14
Subtotal: MANO DE OBRA					<b>\$66.14</b>
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>					
EQ0501	REVOLVEDORA DE CONCRETO MIPSA R-10 CAPACIDAD 2 SACOS, 30 HP	hr	\$97.07	1.00	\$97.07
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA					<b>\$97.07</b>
Costo directo					<b>\$1,035.92</b>
( UN MIL TREINTA Y CINCO PESOS 92/100 M.N. )					

**BASICOS DE MURO CONTENSION CON CONCRETO LANZADO**

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe
Análisis: CH0201		Unidad: m <sup>3</sup>			
CONCRETO LANZADO f'c = 200 kg/cm <sup>2</sup>					
<b>MATERIALES</b>					
MTN0202	CEMENTO TIPO I NORMAL	ton	\$1,550.00	0.37	\$573.19
MTB0203	ARENA	ton	\$150.00	0.53	\$79.94
MTB0201	AGUA	m <sup>3</sup>	\$65.00	0.10	\$6.50
Subtotal: MATERIALES					<b>\$659.63</b>
Costo directo					<b>\$659.63</b>
( SEISCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE PESOS 63/100 M.N. )					

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL  
UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES**

**ANALISIS DE COSTOS HORARIOS PARA MURO DE CONTENSIÓN CON CONCRETO LANZADO**

	<b>Costo activo</b>
--	---------------------

Análisis de costo horario: EQ10301  
LANZADORA DE CONCRETO MARCA MAYCO MODELO C-30 HD

Valor inicial (Vi) = Valor adquisición - valor llantas = 232386 - 0 = \$232386

Valor rescate (Vr) = 20%(232386) = \$46477.2

Tasa de interes (I) = 21%

Prima seguros (S) = 2.5%

Potencia de operacion (Po) = 39 x 0.8% = 0.31

Vida económica (Ve) = 5000

Horas por año (Ha) = 1000

Factor de mantenimiento (Q) = 0.8

**I. CARGOS FIJOS**

DEPRECIACION $D = (Vi - Vr) / Ve = (232386 - 46477.2) / 5000$	\$37.18
INVERSION $I = (Vi + Vr) * I / 2Ha = (232386 + 46477.2) * 0.087 / (2 * 1000)$	\$12.13
SEGUROS $S = (Vi + Vr) * S / 2Ha = (232386 + 46477.2) * 0.025 / (2 * 1000)$	\$2.51
MANTENIMIENTO $T = Q * D = 0.8 * 37.18$	\$29.74
Suma de cargos fijos por hora	\$81.56

**II. CONSUMOS**

Combustible: GASOLINA

Consumo de combustible :  $0.2271 * 0.31 = 0.0704$

\$5.16 \* 0.0704 lt/hr

\$0.36

Lubricante: ACEITE PARA MOTOR

Capacidad carter C = 20 Litros

Cambios de aceite T = 4 Horas

Consumo =  $C / T = 0.003 * 0.31 = 5.0009$

\$22.61 \* 5.0009 lt/hr

\$113.07

Llantas:

Valor llantas / Vida económica = \$0 / 0

Suma de consumos por hora

\$0.00

\$113.43

**III. OPERACION**

OPERADOR DE LANZADORA JOR \$163.47 \* 0.125

\$20.43

Suma de operacion por hora

\$20.43

TOTAL DEL COSTO HORARIO

\$215.42

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**CAPITULO VI  
VALORACIÓN DEL TIEMPO Y  
DETERMINACIÓN DEL COSTO DEL  
CONCRETO LANZADO**

**ANÁLISIS DE COSTOS HORARIOS PARA MURO DE CONTENCIÓN CON CONCRETO  
LANZADO**

	<b>Costo activo</b>
--	---------------------

**Análisis de costo horario: EQ0501**

**REVOLVEDORA DE CONCRETO MIPS A R-10 CAPACIDAD 2 SACOS 30 HP**

Valor inicial (Vi) = Valor adquisición - valor llantas = 90518.8 - 0 = \$90518.8

Valor rescate (Vr) = 10%(90518.8) = \$9051.88

Tasa de interes (I) = 21%

Prima seguros (S) = 2.5%

Potencia de operacion (Po) = 30 x 3% = 0.9

Vida económica (Ve) = 5000

Horas por año (Ha) = 1000

Factor de mantenimiento (Q) = 0.8

**I. CARGOS FIJOS**

DEPRECIACIÓN  $D = (Vi - Vr) / Ve = (90518.8 - 9051.88) / 5000$  \$18.53

INVERSIÓN  $I = (Vi + Vr) * I / 2Ha = (90518.8 + 9051.88) * 0.065 / (2 * 1000)$  \$3.19

SEGUROS  $S = (Vi + Vr) * S / 2Ha = ((90518.8 + 9051.88) * 0.025) / (2 * 1000)$  \$0.89

MANTENIMIENTO  $T = Q * D = 0.8 * 18.53$  \$14.82

Suma de cargos fijos por hora \$37.43

**II. CONSUMOS**

Combustible: GASOLINA

Consumo de combustible : 0.2271 \* 4.5 = 1.022

\$5.16 \* 1.022 lt/hr \$5.27

Lubricante: DIESEL

Capacidad carter C = 6 Litros

Cambios de aceite T = 100 Horas

Consumo = C/T + 0.003 \* 4.5 = 0.8135

\$4.65 \* 0.8135 lt/hr \$3.78

Llantas: Valor llantas / Vida económica = \$0 / 0 \$0.00

Suma de consumos por hora \$9.05

**II.a OTROS CONSUMOS**

ACEITE PARA MOTOR LT \$22.61 \* 0.8135 \$18.39

Suma de otros consumos por hora \$18.39

**III. OPERACION**

OPERADOR DE REVOLVEDORA JOR \$286.33 \* 0.125 \$35.79

Suma de operación por hora \$35.79

TOTAL DEL COSTO HORARIO \$105.94

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

PROGRAMA CALENDARIZADO DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS DE MURO DE CONTENCION CON CONCRETO LANZADO

Código	Descripción	Unidad	29-Jul-2003	4-Ago-2003	11-Ago-2003	18-Ago-2003	Total
<b>LANZADO DE CONCRETO</b>							
1 0	AFINE DE TALUD A MANO PARA MEJORAR EL TERRENO	m <sup>2</sup>	27.27%	31.82%	31.82%	9.09%	100.00%
			\$733.56	\$855.96	\$855.96	\$244.52	\$2,690.00
			136.3500	159.1000	159.1000	45.4500	500.00
2 0	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MALLA ELECTROSOLDADA	m <sup>2</sup>	27.27%	31.82%	31.82%	9.09%	100.00%
			\$2,140.70	\$2,497.87	\$2,497.87	\$713.56	\$7,850.00
			136.3500	159.1000	159.1000	45.4500	500.00
3 0	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONCRETO LANZADO	m <sup>2</sup>	30.00%	35.00%	35.00%		100.00%
			\$11,086.50	\$12,934.25	\$12,934.25		\$36,955.00
			150.0000	175.0000	175.0000		500.00
4 0	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ANCLAS	pza			77.78%	22.22%	100.00%
					\$39,850.51	\$11,384.39	\$51,234.90
					104.2252	29.7748	134.00
5 0	SUMINISTRO Y COLOCACION DE DRENES	pza				100.00%	100.00%
						\$15,496.27	\$15,496.27
						223.0000	223.00
TOTAL DEL PRESUPUESTO ACUMULADO			\$13,960.76	\$16,288.08	\$56,138.59	\$27,838.74	
PORCENTAJE PERIODO			12.22%	14.26%	49.15%	24.37%	
PORCENTAJE ACUMULADO			12.22%	26.48%	75.63%	100.00%	

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

PROGRAMA Y MONTOS MENSUALES DEL PERSONAL TÉCNICO, ADMINISTRATIVO Y OBRERO QUE EJECUTARA DIRECTAMENTE LOS TRABAJOS DE MURO DE CONTENCIÓN CON CONCRETO LANZADO

Código	Descripción	Unidad	Salario real	29-Jul-2003	4-Ago-2003	11-Ago-2003	18-Ago-2003	Total
MO	PEON	jor	\$105.24	\$573.98	\$669.75	\$994.61	\$284.13	\$2,522.47
MO0102	CABO	jor	\$252.99	\$137.98	\$161.00	\$161.00	\$46.00	\$505.98
MO0201	OFICIAL FERRERO	jor	\$142.15	\$484.55	\$565.40	\$3,034.68	\$866.94	\$4,951.57
MO0202	AYUDANTE DE FERRERO	jor	\$106.61	\$363.40	\$424.04	\$2,275.95	\$650.20	\$3,713.59
MO0301	LANZADOR	jor	\$163.47	\$408.69	\$476.79	\$476.80		\$1,362.28
MO10205	OPERADOR DE MEZCLADORA	jor	\$169.21	\$423.04	\$493.53	\$493.54		\$1,410.11
MO10206	SOBRESTANTE	jor	\$175.85	\$43.94	\$51.26	\$51.28		\$146.48
MO10302	OPERADOR DE CHIFLON	jor	\$110.85	\$277.14	\$323.32	\$323.31		\$923.77
MO5503	OFICIAL PLOMERO	jor	\$156.36				\$4,358.54	\$4,358.54
MO5504	AYUDANTE DE PLOMERO	jor	\$110.85				\$3,089.94	\$3,089.94
TOTAL DEL PERIODO				\$2,712.72	\$3,165.09	\$7,811.17	\$9,295.75	
ACUMULADO				\$2,712.72	\$5,877.81	\$13,688.98	\$22,984.73	
PORCENTAJE PERIODO				11.80%	13.77%	33.99%	40.44%	
PORCENTAJE ACUMULADO				11.80%	25.57%	59.56%	100.00%	

TESIS CON  
 FALTA DE ORIGEN

PROGRAMA Y MONTOS MENSUALES DE MATERIALES Y EQUIPO DE INSTALACION PERMANENTE PARA LA EJECUCIÓN DEL MURO DE CONTENCIÓN CON CONCRETO LANZADO

Código	Descripción	Unidad	29-Jul-2003	4-Ago-2003	11-Ago-2003	18-Ago-2003	Total
BAMO0201	ALBAÑIL	jor			\$526.53	\$150.41	\$676.94
MT0201	MALLA ELECTROSOLDADA 6-6 10-10	m <sup>2</sup>	\$1,096.25	\$1,279.16	\$1,279.16	\$365.43	\$4,020.00
MT0202	VARILLA DEL No. 3 (3/8")	ton	\$170.55	\$198.90	\$198.90	\$57.15	\$625.50
MT4401	ANCLA DE 6 m DE LONGITUD CON ACERO DE RE	pza			\$19,281.66	\$5,508.34	\$24,790.00
MT4402	TURCA DE PRESION DE 25 mm	pza			\$911.97	\$260.53	\$1,172.50
MT4403	PLACA DE ACERO	pza			\$8,859.14	\$2,530.86	\$11,390.00
MT4485	GRAVA	m <sup>3</sup>			\$475.34	\$135.79	\$611.13
MT5501	TUBO DE PVC DE 1 1/2"	ml				\$2,943.60	\$2,943.60
MT5502	PEGAMENTO	kg				\$167.25	\$167.25
MTB0201	AGUA	m <sup>3</sup>	\$78.00	\$91.00	\$167.62	\$21.89	\$358.51
MTB0203	ARENA	m <sup>3</sup>	\$959.22	\$1,119.09	\$1,511.69	\$112.17	\$3,702.17
MTN0202	CEMENTO TIPO I NORMAL	ton	\$6,878.28	\$8,024.66	\$10,839.93	\$804.14	\$26,547.01
TOTAL DEL PERIODO ACUMULADO			\$9,182.30	\$10,712.81	\$44,051.94	\$13,057.56	
			\$9,182.30	\$19,895.11	\$63,947.05	\$77,004.61	
PORCENTAJE PERIODO			11.92%	13.92%	57.20%	16.96%	
PORCENTAJE ACUMULADO			11.92%	25.84%	83.04%	100.00%	

EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL  
UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

PROGRAMA Y MONTOS MENSUALES DE UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO DEL MURO DE CONTENCIÓN CON CONCRETO LANZADO

Código	Descripción	Unidad	29-Jul-2003	4-Ago-2003	11-Ago-2003	18-Ago-2003	Total
EQ0501	REVOLVEDORA DE CONCRETO MIPS A R-10	hr			\$476.76	\$136.20	\$612.96
EQ10301	LANZADORA DE CONCRETO MARCA MAYCO	hr	\$2,019.56	\$2,356.16	\$2,356.16		\$6,731.88
EQ5501	PERFORADORA JR-300-M INGRESOLL	hr			\$1,258.62	\$5,072.22	\$6,330.84
HT0101	HERRAMIENTA MENOR	% mo	\$21.35	\$24.92	\$24.92	\$7.11	\$78.30
HT0201	HERRAMIENTA MENOR	% mo	\$25.44	\$29.69	\$29.69	\$8.48	\$93.30
HT4401	HERRAMIENTA MENOR	% mo			\$129.64	\$37.03	\$166.67
HT5506	HERRAMIENTA MENOR	% mo				\$223.51	\$223.51
TOTAL DEL PERIODO			\$2,066.35	\$2,410.77	\$4,275.79	\$5,484.55	
ACUMULADO			\$2,066.35	\$4,477.12	\$8,752.91	\$14,237.46	
PORCENTAJE PERIODO			14.51%	16.94%	30.03%	38.52%	
PORCENTAJE ACUMULADO			14.51%	31.45%	61.48%	100.00%	

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**VI.3.3.4 PRESUPUESTO DE OBRA PARA MURO DE CONTENCIÓN  
CON CONCRETO NORMAL.**

OBRA: RINCONADA SAN MATEO  
DIRECCION: ALMENDROS 70, COL. LOMAS DE SAN MATEO, NAUCALPAN  
ESTADO DE MEXICO.  
CASAS TIPO RESIDENCIAL  
"ASOCIADOS DEL CENTRO, S.A. de C.V."

**PRESUPUESTO DE OBRA  
MURO DE CONTENCIÓN CON CONCRETO NORMAL**

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe
<b>PRELIMINARES</b>					
1.0	EXCAVACIÓN DE CEPA PARA CIMENTACION. POR MEDIOS MANUALES DE 0 A 1 m. EN MATERIAL TIPO II. INCLUYE: MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA	m <sup>3</sup>	20	119.97	2,399.40
2.0	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLANTILLA DE CONCRETO f' = 100 kg/cm <sup>2</sup> CON UN ESPESOR DE 8 cm. INCLUYE: ELABORACIÓN DE CONCRETO EN SITIO DE LA OBRA, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, MATERIAL, EQUIPO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN	m <sup>2</sup>	20	44.90	898.00
<b>Total PRELIMINARES</b>					<b>3,297.40</b>
<b>ESTRUCTURA</b>					
3.0	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO DE fy = 4200 kg/cm <sup>2</sup> . DEL No. 4 (1/2") @ 15 cm. EN AMBOS SENTIDOS. INCLUYE MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN	ton	6.47	4,857.29	31,426.67
4.0	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CIMBRA COMUN CON TRIPLAY DE 16 mm DE ESPESOR. INCLUYE MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN	m <sup>2</sup>	500	74.48	37,240.00
5.0	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONCRETO f'c = 250 kg/cm <sup>2</sup> . AGREGADO NORMAL 3/4" ELABORADO EN OBRA INCLUYE, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA, ACARREOS HASTA 20 m. Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	m <sup>3</sup>	125	766.94	95,867.50
<b>Total ESTRUCTURA</b>					<b>164,534.17</b>
<b>Total del presupuesto</b>					<b>167,831.57</b>

EL IMPORTE DEL PRESUPUESTO. ES POR LA CANTIDAD DE \$ 167,831 57 (CIENTO SESENTA Y SIETE MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y UN PESOS 57/100 M.N.)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**CAPITULO VI  
VALORACIÓN DEL TIEMPO Y  
DETERMINACIÓN DEL COSTO DEL  
CONCRETO LANZADO**

**MATRICES DE PRECIOS UNITARIOS DE MURO DE CONTENCIÓN CON CONCRETO NORMAL**

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe
	Análisis: 1.0      Unidad: m <sup>3</sup>				
	EXCAVACIÓN DE CEPA PARA CIMENTACION, POR MEDIOS MANUALES DE 0 A 1 m, EN MATERIAL TIPO II, INCLUYE MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				
<b>BASICOS</b>					
MO0101	CUADRILLA No. 1 (INCLUYE 5 PEONES MAS 1 OFICIAL)	jor	\$578.82	0.20	\$115.76
	Subtotal: BASICOS				<u>\$115.76</u>
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>					
HT0101	HERRAMIENTA MENOR	% mo	\$140.32	0.03	\$4.21
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				<u>\$4.21</u>
	Costo directo				<u>\$119.97</u>
	(CIENTO DIECINUEVE PESOS 97/100 M.N.)				

**MATRICES DE PRECIOS UNITARIOS DE MURO DE CONTENCIÓN CON CONCRETO NORMAL**

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe
	Análisis: 2.0      Unidad: m <sup>2</sup>				
	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLANTILLA DE CONCRETO f' = 100 kg/cm <sup>2</sup> CON UN ESPESOR DE 8 cm. INCLUYE ELABORACIÓN DE CONCRETO EN SITIO DE LA OBRA, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, MATERIAL, EQUIPO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION				
<b>MANO DE OBRA</b>					
MO0201	CUADRILLA No. 2 (1 ALBAÑIL MAS 1 AYUDANTE)	jor	\$284.08	0.05	\$14.49
	Subtotal: MANO DE OBRA				<u>\$14.49</u>
<b>BASICOS</b>					
CON0101	CONCRETO f'c = 100 kg/cm <sup>2</sup>	m3	\$380.16	0.08	\$30.41
	Subtotal: BASICOS				<u>\$30.41</u>
	Costo directo				<u>\$44.90</u>
	(CUARENTA Y CUATRO PESOS 90/100 M.N.)				

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL  
UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES**

**MATRICES DE PRECIOS UNITARIOS DE MURO DE CONTENCIÓN CON CONCRETO NORMAL**

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe
Análisis: 3.0		Unidad: ton			
SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO DE $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ , DEL No. 4 (1/2") @ 15 cm. EN AMBOS SENTIDOS, INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.					
<b>MATERIALES</b>					
MT0301	VARILLA DEL No. 4	ton	\$4,500.00	1.07	\$4,815.00
	Subtotal: MATERIALES				\$4,815.00
<b>MANO DE OBRA</b>					
MO0302	OFICIAL FIERRERO	jor	\$142.15	0.17	\$24.17
MO0303	AYUDANTE FIERRERO	jor	\$106.61	0.17	\$18.12
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$42.29
	Costo directo				\$4,857.29
	(CUATRO MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y SIETE PESOS 29/100 M.N.)				

**MATRICES DE PRECIOS UNITARIOS DE MURO DE CONTENCIÓN CON CONCRETO NORMAL**

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe
Análisis: 4.0		Unidad: m <sup>2</sup>			
SUMINISTRO Y COLOCACION DE CIMBRA COMUN CON TRIPLAY DE 16 mm DE ESPESOR, INCLUYE MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION					
<b>MATERIALES</b>					
mt0401	TRIPLAY DE 1 22 m * 2.44 m 16 mm 1 CARA	pt	\$4.83	1.61	\$7.80
MT0402	BARROTE 1 1/2" x 4" x 8"	pt	\$6.41	0.78	\$4.98
MT0403	CHAFLAN DE 3/4" x 8"	pt	\$7.46	1.92	\$14.32
MT0404	CLAVO C/CABEZA DE 2" x 4"	kg	\$6.00	0.31	\$1.86
	Subtotal MATERIALES				\$28.96
<b>MANO DE OBRA</b>					
MO0401	OFICIAL CARPINTERO	jor	\$142.15	0.18	\$25.25
MO0402	AYUDANTE DE CARPINTERO	jor	\$106.61	0.18	\$18.94
	Subtotal MANO DE OBRA				\$44.19
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>					
HT0401	HERRAMIENTA MENOR	% mo	\$44.19	0.03	\$1.33
	Subtotal EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$1.33
	Costo directo				\$74.48
	(SETENTA Y CUATRO PESOS 48/100 M.N.)				

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**CAPITULO VI  
VALORACIÓN DEL TIEMPO Y  
DETERMINACIÓN DEL COSTO DEL  
CONCRETO LANZADO**

**MATRICES DE PRECIOS UNITARIOS DE MURO DE CONTENCIÓN CON CONCRETO NORMAL**

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe
Análisis: 5.0    Unidad: m <sup>3</sup>					
SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONCRETO f'c = 250 kg/cm <sup>2</sup> , AGREGADO NORMAL 3/4" ELABORADO EN OBRA INCLUYE, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA, ACARREOS HASTA 20 m. Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.					
<b>MATERIALES</b>					
MTN0202	CEMENTO TIPO I NORMAL	ton	\$1,550.00	0.35	\$542.50
MTB0203	ARENA	m <sup>3</sup>	\$150.00	0.15	\$22.97
MTB0204	GRAVA	m <sup>3</sup>	\$150.00	0.13	\$19.69
MTB0201	AGUA	m <sup>3</sup>	\$65.00	0.15	\$9.75
Subtotal: MATERIALES					<b>\$594.91</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
MO0201	CUADRILLA No. 2 (1 ALBAÑIL MAS 1 AYUDANTE)	jor	\$284.08	0.40	\$113.63
Subtotal: MANO DE OBRA					<b>\$113.63</b>
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>					
HT0501	HERRAMIENTA MENOR	% mo	\$113.63	0.03	\$3.41
EQ0501	REVOLVEDORA DE CONCRETO MIPSAS R-10 CAPACIDAD 2 SACOS 30 HP	HR	\$54.99	1.00	\$54.99
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA					<b>\$58.40</b>
Costo directo (SETECIENTOS SESENTA Y SEIS PESOS 94/100 M.N.)					<b>\$766.94</b>

**BASICOS DE MURO DE CONTENCIÓN CON CONCRETO NORMAL**

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe
Análisis: CON0101    Unidad: m <sup>3</sup>					
CONCRETO f'c = 100 kg/cm <sup>2</sup>					
<b>MATERIALES</b>					
MTB0201	AGUA	m <sup>3</sup>	\$65.00	0.15	\$9.75
MTN0202	CEMENTO TIPO I, COMÚN	ton	\$1,550.00	0.15	\$232.50
MTB0203	ARENA	m <sup>3</sup>	\$150.00	0.07	\$9.84
MTB0204	GRAVA	m <sup>3</sup>	\$150.00	0.07	\$9.84
Subtotal: MATERIALES					<b>\$261.93</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
MO0201	CUADRILLA No. 2 ( 1 ALBAÑIL MAS 1 AYUDANTE)	jor	\$284.08	0.40	\$113.63
Subtotal: MANO DE OBRA					<b>\$113.63</b>
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>					
HTN0205	HERRAMIENTA MENOR	% mo	\$153.20	0.03	\$4.60
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA					<b>\$4.60</b>
Costo directo (TRESCIENTOS OCHENTA PESOS 16/100 M.N.)					<b>\$380.16</b>

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL  
UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES**

**BASICOS DE MURO DE CONTENCIÓN CON CONCRETO NORMAL**

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe
Análisis: MO0201		Unidad: JOR			
CUADRILLA No. 2 ( 1 ALBAÑIL MAS 1 AYUDANTE)					
<b>MANO DE OBRA</b>					
BAMO0101	PEON	JOR	\$105.24	1.00	\$105.24
BAMO0201	ALBAÑIL	JOR	\$170.57	1.00	\$170.57
Subtotal: MANO DE OBRA					<u>\$275.81</u>
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>					
HT2578	HERRAMIENTA MENOR	%MO	\$275.81	0.03	\$8.27
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA					<u>\$8.27</u>
Costo directo					<u>\$284.08</u>
(DOSCIENTOS OCHENTA Y CUATRO PESOS 08/100 M.N.)					

**ANALISIS DE COSTOS HORARIOS PARA MURO DE CONTENSION CON CONCRETO NORMAL**

	Costo activo
--	--------------

Análisis de costo horario: EQ0501

REVOLVEDORA DE CONCRETO MIPSA R-10 CAPACIDAD 2 SACOS 30 HP

Valor inicial (Vi) = Valor adquisición - valor llantas = 90518.8 - 0 = \$90518.8

Valor rescate (Vr) = 10%(90518.8) = \$9051.88

Tasa de interes (I) = 21%

Prima seguros (S) = 2.5%

Potencia de operacion (Po) = 30 x 3% = 0.9

Vida económica (Ve) = 5000

Horas por año (Ha) = 1000

Factor de mantenimiento (Q) = 0.8

**I. CARGOS FIJOS**

DEPRECIACION D = (Vi-Vr)/Ve = (90518.8-9051.88)/5000

\$18.53

INVERSION I = (Vi+Vr)\*I/2Ha = (90518.8+9051.88)\*0.065/(2\*1000)"

\$3.19

SEGUROS S = (Vi+Vr)\*S/2Ha = ((90518.8+9051.88)\*0.025/(2\*1000))"

\$0.89

MANTENIMIENTO T = Q\*D = 0.8 \* 18.53

\$14.82

Suma de cargos fijos por hora

\$37.43

**II. CONSUMOS**

Combustible: GASOLINA

Consumo de combustible : 0.2271 \* 4.5 = 1.022

\$5.16 \* 1.022 lt/hr

\$5.27

Lubricante: DIESEL

Capacidad carter C = 6 Litros

Cambios de aceite T = 100 Horas

Consumo = C/T + 0.003 \* 4.5 = 0.8135

\$4.65 \* 0.8135 lt/hr

\$3.78

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**ANÁLISIS DE COSTOS HORARIOS PARA MURO DE CONTENSIÓN CON CONCRETO NORMAL**

	<b>Costo activo</b>
--	---------------------

**Análisis de costo horario: EQ0501**

**REVOLVEDORA DE CONCRETO MIPSAS R-10 CAPACIDAD 2 SACOS 30 HP**

Valor inicial (Vi) = Valor adquisición - valor llantas = 90518.8 - 0 = \$90518.8

Valor rescate (Vr) = 10%(90518.8) = \$9051.88

Tasa de interés (I) = 21%

Prima seguros (S) = 2.5%

Potencia de operación (Po) = 30 x 3% = 0.9

Vida económica (Ve) = 5000

Horas por año (Ha) = 1000

Factor de mantenimiento (Q) = 0.8

Llantas:	Valor llantas / Vida económica = \$0 / 0	<u>\$0.00</u>
	Suma de consumos por hora	\$9.05

**II.a OTROS CONSUMOS**

	ACEITE PARA MOTOR LT \$22.61 * 0.8135	<u>\$18.39</u>
	Suma de otros consumos por hora	\$18.39

**III. OPERACION**

	OPERADOR DE REVOLVEDORA JOR \$286.33 * 0.125	<u>\$35.79</u>
	Suma de operación por hora	<u>\$35.79</u>
	<b>TOTAL DEL COSTO HORARIO</b>	<b>\$105.94</b>

(CIENTO CINCO PESOS 94/100 M.N.)

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

PROGRAMA CALENDARIZADO DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS DE MURO DE CONTENCIÓN CON CONCRETO NORMAL

Código	Descripción	Unidad	29-Jul-2003	4-Ago-2003	11-Ago-2003	18-Ago-2003	25-Ago-2003	Total
<b>PRELIMINARES</b>								
1.0	EXCAVACIÓN DE TERRENO	m <sup>3</sup>	46.15%	53.85%				100.00%
			\$1,107.32	\$1,292.08				\$2,399.40
			9.2300	10.7700				20.00
2.0	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PLANTILLA DE CONCRETO	m <sup>2</sup>	46.15%	53.85%				100.00%
			\$414.43	\$483.57				\$898.00
			9.2300	10.7700				20.00
<b>ESTRUCTURA</b>								
3.0	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO	ton	18.75%	21.88%	21.88%	21.88%	15.61%	100.00%
			\$5,892.38	\$6,875.98	\$6,875.98	\$6,875.98	\$4,906.35	\$31,426.67
			1.2131	1.4156	1.4156	1.4156	1.0101	6.47
4.0	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CIMBRA COMÚN	m <sup>2</sup>	18.75%	21.88%	21.88%	21.88%	15.61%	100.00%
			\$6,982.50	\$8,148.11	\$8,148.11	\$8,148.11	\$5,813.17	\$37,240.00
			93.7500	109.4000	109.4000	109.4000	78.0500	500.00
5.0	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO	m <sup>3</sup>	18.75%	21.88%	21.88%	21.88%	15.61%	100.00%
			\$17,975.16	\$20,975.81	\$20,975.81	\$20,975.81	\$14,964.91	\$95,867.50
			23.4375	27.3500	27.3500	27.3500	19.5125	125.00
TOTAL DEL PRESUPUESTO			\$32,371.79	\$37,775.55	\$35,999.90	\$35,999.90	\$25,684.43	
ACUMULADO			\$32,371.79	\$70,147.34	\$106,147.24	\$142,147.14	\$167,831.57	
PORCENTAJE PERIODO			19.29%	22.51%	21.45%	21.45%	15.30%	
PORCENTAJE ACUMULADO			19.29%	41.80%	63.25%	84.70%	100.00%	

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

PROGRAMA Y MONTOS MENSUALES DEL PERSONAL TÉCNICO, ADMINISTRATIVO Y OBRERO QUE EJECUTARA DIRECTAMENTE LOS TRABAJOS DE MURO DE CONTENCION CON CONCRETO

Código	Descripción	Unidad	Salario rea	29-Jul-2003	4-Ago-2003	11-Ago-2003	18-Ago-2003	25-Ago-2003	Total
BAMO0101	PEON	jor	\$105.24	\$2,038.61	\$2,378.83	\$1,151.33	\$1,151.33	\$821.40	\$7,541.50
BAMO0201	ALBAÑIL	jor	\$170.57	\$1,729.77	\$2,018.51	\$1,866.04	\$1,866.04	\$1,331.29	\$8,811.65
MO0302	OFICIAL FIERRERO	jor	\$142.15	\$29.31	\$34.22	\$34.22	\$34.22	\$24.38	\$156.35
MO0303	AYUDANTE FIERRERO	jor	\$106.61	\$21.98	\$25.66	\$25.66	\$25.66	\$18.30	\$117.26
MO0401	OFICIAL CARPINTERO	jor	\$142.15	\$2,367.07	\$2,762.20	\$2,762.20	\$2,762.20	\$1,970.67	\$12,624.34
MO0402	AYUDANTE DE CARPINTERO	jor	\$106.61	\$1,775.26	\$2,071.60	\$2,071.60	\$2,071.60	\$1,477.97	\$9,468.03
TOTAL DEL PERIODO ACUMULADO				\$7,962.00	\$9,291.02	\$7,911.05	\$7,911.05	\$5,644.01	
PORCENTAJE PERIODO				20.56%	24.00%	20.43%	20.43%	14.58%	
PORCENTAJE ACUMULADO				20.56%	44.56%	64.99%	85.42%	100.00%	

PROGRAMA Y MONTOS MENSUALES DE MATERIALES Y EQUIPO DE INSTALACION PERMANENTE DE MURO DE CONTENCIÓN CON CONCRETO NORMAL

Código	Descripción	Unidad	29-Jul-2003	4-Ago-2003	11-Ago-2003	18-Ago-2003	25-Ago-2003	Total
BAMO0102	MAESTRO DE OBRA	jor	\$97.14	\$113.34				\$210.48
MT0301	VARILLA DEL No. 4	ton	\$5,841.00	\$6,816.15	\$6,816.15	\$6,816.15	\$4,863.60	\$31,153.05
mt0401	TRIPLAY DE 1.22 m * 2.44 m 16 mm 1 CARA	pt	\$731.07	\$853.11	\$853.11	\$853.11	\$608.62	\$3,899.02
MT0402	BARROTE 1 1/2" x 4" x 8"	pt	\$466.75	\$544.66	\$544.66	\$544.66	\$388.59	\$2,489.32
MT0403	CHAFLAN DE 3/4" x 8'	pt	\$1,342.94	\$1,567.12	\$1,567.12	\$1,567.12	\$1,118.05	\$7,162.35
MT0404	CLAVO C/CABEZA DE 2" x 4"	kg	\$174.38	\$203.48	\$203.48	\$203.48	\$145.18	\$930.00
MTB0201	AGUA	m <sup>3</sup>	\$235.72	\$275.06	\$266.66	\$266.66	\$190.25	\$1,234.35
MTB0203	ARENA	m <sup>3</sup>	\$545.60	\$636.68	\$628.20	\$628.20	\$448.16	\$2,886.84
MTB0204	GRAVA	m <sup>3</sup>	\$468.69	\$546.93	\$538.46	\$538.46	\$384.14	\$2,476.68
MTN0202	CEMENTO NORMAL TIPO I	ton	\$12,886.55	\$15,037.64	\$14,837.38	\$14,837.38	\$10,585.55	\$68,184.50
TOTAL DEL PERIODO ACUMULADO			\$22,789.84	\$26,594.17	\$26,255.22	\$26,255.22	\$18,732.14	
ACUMULADO			\$22,789.84	\$49,384.01	\$75,639.23	\$101,894.45	\$120,626.59	
PORCENTAJE PERIODO			18.89%	22.05%	21.77%	21.76%	15.53%	
PORCENTAJE ACUMULADO			18.89%	40.94%	62.71%	84.47%	100.00%	

EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

PROGRAMA Y MONTOS MENSUALES DE UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO EN MURO DE CONTENCION CON CONCRETO NORMAL

Código	Descripción	Unidad	29-Jul-2003	4-Ago-2003	11-Ago-2003	18-Ago-2003	25-Ago-2003	Total
EQ0501	REVOLVEDORA DE CONCRETO MIPS A R-10	hr	\$1,288.83	\$1,503.98	\$1,503.98	\$1,503.98	\$1,072.98	\$6,873.75
HT0101	HERRAMIENTA MENOR	% mo	\$38.85	\$45.34				\$84.19
HT0401	HERRAMIENTA MENOR	% mo	\$124.28	\$145.03	\$145.03	\$145.03	\$103.48	\$662.85
HT0501	HERRAMIENTA MENOR	% mo	\$79.89	\$93.23	\$93.23	\$93.23	\$66.53	\$426.11
HT2578	HERRAMIENTA MENOR	% mo	\$83.90	\$97.91	\$90.52	\$90.52	\$64.60	\$427.45
HTN0205	HERRAMIENTA MENOR	% mo	\$3.40	\$3.95				\$7.35
TOTAL DEL PERIODO			\$1,619.15	\$1,889.44	\$1,832.76	\$1,832.76	\$1,307.59	
ACUMULADO			\$1,619.15	\$3,508.59	\$5,341.35	\$7,174.11	\$8,481.70	
PORCENTAJE PERIODO			19.09%	22.28%	21.60%	21.61%	15.42%	
PORCENTAJE ACUMULADO			19.09%	41.37%	62.97%	84.58%	100.00%	

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

**EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL  
UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES**

---

Como se ve en los presupuestos presentados anteriormente, se puede concluir que el método de concreto lanzado es factible por tiempo y costo ( ver presupuesto y programa de obra de los dos métodos constructivos).

Es importante hacer mención que los presupuesto en general son sin incluir el Impuesto al Valor Agregado (IVA).

Se continúa con el siguiente CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Nº	TIPO	COSTO	TIEMPO
1	CONCRETO LANZADO	\$ 114,226.17	29/07/03 A 25/08/03
2	MURO DE CONTENCIÓN DE CONCRETO	\$ 167,831.57	29/07/03 A 18/08/03

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**CAPITULO VII**  
**CONCLUSIONES**  
**Y**  
**RECOMENDACIONES**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CAPITULO VII

### CONCLUSIONES

Y

### RECOMENDACIONES

Se puede concluir este trabajo reconociendo la efectividad, factibilidad y costo aceptable del uso de El Concreto Lanzado como material utilizable en obras civiles.

El conocer los antecedentes del concreto lanzado, es de suma importancia para aquel que ejecuta una obra civil y tenga planeado utilizar concreto lanzado como material utilizable. El conocer los antecedentes del concreto lanzado, es decir, los inicios de la utilización del antes mencionado, hace tener un amplio y nutrido conocimiento del material que va a ser utilizado en un proceso constructivo determinado.

La utilización del concreto lanzado aunque es poco conocido y por tanto poco utilizado en la Republica Mexicana, se debe tener en cuenta que este procedimiento ha sido utilizado en importantes obras a nivel mundial lo que da un panorama mayor para que los ingenieros civiles mexicanos inicien el acercamiento a la utilización del mismo.

Es importante y necesario, antes de utilizar este procedimiento; conocer a detalle las diferentes formas de mezclas de concreto en la obra civil para poder hacer la comparativa minuciosa entre un proceso constructivo y otro, en este caso el del concreto lanzado y el concreto normal.

El concreto normal, en principio es suministrado el material a la zona de trabajo, el proponente o seguir las especificaciones de proporcionamiento de mezclas ya que existen diferentes tipos de resistencias desde el  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$  hasta la de  $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$  y los casos especiales de resistencia para los casos específicos donde se emplee con una resistencia especial.

Para poder tener en cuenta todos los factores que incluyen la elaboración de una mezcla de concreto se tendrá especial atención a la transportación de la mezcla de concreto normal ya que si es hecha en obra se puede transportar por medio de botes alcoholeros o en carretilla o si es el caso por medio de palas: Si la mezcla de concreto normal no es elaborada en obra, es decir es concreto premezclado este es transportado en camiones llamados ollas que pueden transportar hasta  $7 \text{ m}^3$  de mezcla de concreto normal, por lo tanto es indispensable conocer los tipos de transportación del concreto, al mismo tiempo este dará capacidad a los tiempos de construcción.

La colocación del acero de refuerzo es fundamental en la obra civil es si es que se necesita y la colocación del concreto normal ya que se puede colocar por medio de bombas de concreto o como se hace tradicionalmente por medio de la mano de obra.

Por lo tanto será indispensable conocer los procedimientos de colocación del concreto normal.

Debido a la naturaleza de su composición el concreto lanzado no debe compararse directamente con el concreto colado convencionalmente. Aunque puedan obtenerse las resistencias especificadas y con frecuencia esta pueden sobrepasarse.

El concreto lanzado proporciona a los contratistas, ingenieros civiles, arquitectos, representa un método de construcción económico, rápido, y cuyo resultado es con frecuencia un producto de mejor calidad estética.

Es posible lograr ahorros en el costo de cimbras, y ahorros adicionales que resultan del menor tiempo de construcción.

Tomando en cuenta si es más importante el ahorro en costo o en tiempo, existen cada vez mayores oportunidades para aplicaciones del concreto lanzado en todos los aspectos de la construcción con concreto.

Este concreto se usa tanto en construcciones nuevas como en reparaciones. Se recomienda solo cuando es difícil el uso de cimbras como en el caso de techo plegados, techos curvos, y también en muros, así como en tanques preesforzados, reparación de embalses de canales y de piscinas, también se utiliza como apoyo en túneles, estructuras costeras, tuberías, superestructuras de puentes y estadios, así como en estructuras de mampostería y concreto dañado por fuego o sismos.

El concreto lanzado debe aceptarse como un soporte de alta calidad para obras subterráneas. Con la incorporación de acelerantes libres de álcali se pueden diseñar concretos lanzados de alta resistencia a compresión y sin pérdidas de resistencias finales.

La utilización de fibras metálicas se esta generalizando.

El proceso en seco puede ser usado para cualquier aplicación de concreto lanzado desde el más pequeño remiendo y sellado hasta el proyecto mas grande, tal como túneles, revestimientos de albercas, canales o contenedores.

El proceso mezcla húmeda no es utilizado para una amplia variedad de aplicaciones como el proceso mezcla seca. Se utiliza primariamente en proyectos de grandes volúmenes, donde se es más favorable que el proceso seco también se utiliza en pequeños trabajos de reparación y remiendo. El proceso húmedo es usualmente especificado de 5 cm o más en vez de rangos de producción de 11 a 15 m<sup>3</sup>/h. Esto lo hace el más económico en los grandes proyectos.

A lo largo de la historia en el proceso de construcción en la Republica Mexicana la ingeniería no tomaba en cuenta el deterioro que sus acciones propinaban al Medio Ambiente con la realización de las obras que llevaban a cabo. Hoy en día la regulación que existe por medio de la Secretaria del Medio Ambiente, Recursos naturales y Pesca (SEMARNAP) hace que si bien se modifique el medio ambiente no se deteriore y que se tomen las medidas pertinentes para su conservación.

De acuerdo con lo visto en este capítulo VII (CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES) se puede concluir que el concreto lanzado tiene una amplia gama de aplicaciones en la ingeniería civil y que de acuerdo a cada tipo de proyecto el concreto lanzado es un material versátil en obras subterráneas, de construcción de carreteras, de construcción de puentes, de construcción de túneles etc.

Aunado a esto se puede decir que con una buena planeación del proyecto (estudio de la estratigrafía del terreno, pruebas granulométricas etc.) la aplicación del concreto lanzado se vuelve un material que reduce tiempos y a su vez costos de operación, con lo que se vuelve un material indispensable en la industria minera, de generación de energía eléctrica, etc. Y hace que la ingeniería civil día a día se vuelva más versátil.

En lo que respecta al costo y tiempo; es necesario hacer resaltar que el concreto lanzado es de mayor factibilidad constructivo y económico que el concreto normal ya que como a pesar de que es poco utilizado en la Republica Mexicana en donde

se utiliza resulta económico y de rapidez mayor que el concreto normal. Si el concreto lanzado es necesario utilizar grandes volúmenes el costo se puede abatir respecto a poca cantidad.

### **RECOMENDACIONES**

De acuerdo al trabajo desarrollado y en consecuencia a las conclusiones expresadas en las páginas anteriores se recomienda:

Que es indispensable conocer a detalle la función y el tiempo que lleva de utilizarse el concreto lanzado a nivel mundial

En cuanto al proceso constructivo del concreto lanzado respecto al proceso constructivo tradicional no hay discusión de que en los casos en donde es necesario y factible utilizar concreto lanzado sea utilizado; ya que es de mayor rapidez y económico respecto al método constructivo normal.

## BIBLIOGRAFIA

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## BIBLIOGRAFÍA

- 1) Alberro J. y León J. L., *Estabilidad de Taludes Rocosos en la Presa la Angostura*, Instituto de Ingeniería, UNAM, México, 1970
- 2) Bishop, A. W. *The Use of the Slip Circle in the Stability Analysis of Slopes*, Géotechnique, London, 5(1), pp. 7-17, 1955
- 3) Duncan J. M., *State of the Art: Limit Equilibrium and Finite-Element Analysis of Slopes*, Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, Vol. 122, No. 7, July 1996
- 4) Fellenius, W., *Erdstatische Berechnungen mit Reibung und Kohasion*, Ernst, Berlin, German, 1927
- 5) Janbu, N., *Slope Stability Computations*, Soil Mechanics And Foundations, Engrg. Rep., The Technical University of Norway, Trondheim, Norway, 1968
- 6) Londe P., Vigier G. y Vormenringer R., *Stability of Rock Slopes, A Three-Dimensional Study*, Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, Vol. 95, SM1, January 1969
- 7) Londe P. , Vigier G. y Vormenringer R., *Stability of Rock Slopes, Graphical Methods*, Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, Vol. 96, SM4, July 1970
- 8) Morgenstern, N. R., and Price, V. E., *The Analysis of the Stability of General Slip Surfaces*, Géotechnique, London, 15(1), pp. 79-93
- 9) Rico Rodríguez R. y Del Castillo Hilario., *La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres*, Volumen 1, Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas, Editorial LIMUSA, México, 1974, pp. 273-363

- 10) Sánchez García M., *Selección del Tratamiento de Control de la Erosión y Estabilización Superficial de los Taludes Excavados en Roca, en Carreteras y Autopistas*, Asociación Mexicana de Ingeniería de Vías Terrestres, XII Reunión Nacional de Vías Terrestres, San Luis Potosí, S.L.P., 9 de Agosto de 1996
- 11) Spencer, E., *A Method of Analysis of the Stability of Embankments*
- 12) *Assuming Parallel Interslice Forces*, Géotechnique, London, 17(1), pp. 11-26
- 13) Rivas J.L. "TÚNELES Y OBRAS SUBTERRÁNEAS"
- 14) Soto, V. A. "ADITIVOS PARA LA MODERNA TECNOLOGÍA DEL
- 15) CONCRETO". Primer Congreso Mexicano AMITOS, 1995. p.p. 343. México D.F.
- 16) ACI 506 R-90, "Guide to Shotcrete", American Concrete Institute.
- 17) Morgan, D.R., "Shotcrete repair of infrastructure in North America", presentado en el th Betoninstnsndsetzung, 1997.
- 18) AASHTO-AGA-ARTBA Committee, "Inspector guide for Shotcrete repair of bridges", diciembre de 1999.
- 19) Lago Helene, Paulo R. do, Manual para la reparación, refuerzo y protección de las estructuras de concreto, IMCYC, 1997.
- 20) Melbye, Tom. «International practices and experience with alkali-free, non caustic liquid accelerators for sprayed concrete», MBT International UGC Group.
- 21) "Shotcrete repair", seminario 2473 de World of Concrete 2000.
- 22) Melbye. Tom. "Shotcrete for rock support". MBT International UGC Group.

- 23) American Concrete Institute. ACI 506R-90. Guide to shotcrete.
- 24) ACI 506R-84. State of the art report on fiber reinforced shotcrete.
- 25) ACI 506r-95. Specification for shotcrete.
- 26) De la Torre, Roberto L., "Concreto lanzado...¿húmedo o seco?", *Noticreto*, núm. 14, diciembre de 1989.
- 27) Morgan, Dudley R., "Procedimientos y aplicaciones del concreto lanzado", Seminario Internacional de Concreto'96.
- 28) Schumperti, Ernesto, *Concreto del año 2000, nueva generación de aditivos*, Sika andina.
- 29) Holland, Terence C., "Workingwith silica fume concrete", *Concrete Construction Magazine*, The Aberdeen Group, marzo de 1987.
- 31) Sika al día 9, *Hormigón proyectado*, Sika, Chile.
- 32) Sika información: *Sika in tunnels*.
- 33) Bracamontes, Raúl, "Los concretos de alto comportamiento", ponencia en Concreto'97.
- 34) ASTM C 618-95, Standard specification for fly ash and raw or calcines natural pozzolan for use as a mineral admixture in portland cement concrete.
- 35) Warner, J., "Understanding Shotcrete - Structural Applications," *Concrete International*, vol. 17, núm. 10, pp. 55-61.
- 36) ACI Committee E-703, Shotcrete for the Craftsman, CCS-4, American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan E.U.A, 2000.

- 37) Rob Vonarb es miembro del ACI y Vicepresidente de Superior Gunite, Lakeview Terrace, Calif.
- 38) Suárez Salazar Carlos, " Costo y Tiempo en Edificación", editorial LIMUSA
- 39) Ryan F. Timothy, "Concreto Lanzado", Instituto Mexicano del Concreto y del Cemento
- 40) Costos en edificación, vol. I y II, BIMSA, Editorial CMDG
- 41) Espinoza Najera Carlos, "El Impacto Ambiental en las Obras Civiles. Estudio Caso", Tesis de grado (maestría) Instituto Tecnológico de Oaxaca

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# ANEXOS

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## ANEXO I

### TABLAS DE PROPORCIONAMIENTO PARA CONCRETO Y MORTERO

#### ELABORACION DE CONCRETOS SIMPLE

NO.	CONCEPTO	CANTIDAD ELABORAR	UNIDAD	RESISTENCIA	MATERIALES A EMPLEAR	UNIDAD	FACTOR RENDIMIENTO	DESPERDICIO A CONSIDERAR	PROPORCION BOTES 18 Lts.	OBSERVACIONES
01	CONCRETO	1	M3	F'c = 100 kg/cm2	CEMENTO GRIS	Ton	0 2750	0%	14	SE UTILIZO EL MANUAL BIMSA CMDG. S.A. DE CV OCTUBRE DEL 2001. PARA OBTENER DATOS
					ARENA DE MINA	M3	0 5446	7%	27	
					GRAVA DE 3/4"	M3	0 6561	5%	33	
					AGUA	M3	0 2904	3%	14	
02	CONCRETO	1	M3	F'c = 150 kg/cm2.	CEMENTO GRIS	Ton	0 3275	0%	17	
					ARENA DE MINA	M3	0 5382	7%	27	
					GRAVA DE 3/4"	M3	0 6527	5%	33	
					AGUA	M3	0 2532	3%	14	
03	CONCRETO	1	M3	F'c = 200 kg/cm2	CEMENTO GRIS	Ton	0 3888	0%	19	
					ARENA DE MINA	M3	0 5321	7%	27	
					GRAVA DE 3/4"	M3	0 8452	5%	32	
					AGUA	M3	0 2424	3%	13	
04	CONCRETO	1	M3	F'c = 250 kg/cm2.	CEMENTO GRIS	Ton	0 4130	0%	22	
					ARENA DE MINA	M3	0 5371	7%	27	
					GRAVA DE 3/4"	M3	0 6388	5%	32	
					AGUA	M3	0 2340	3%	13	
05	CONCRETO	1	M3	F'c = 300 kg/cm2.	CEMENTO GRIS	Ton	0 4500	0%	24	
					ARENA DE MINA	M3	0 4370	7%	22	
					GRAVA DE 3/4"	M3	0 6840	5%	34	
					AGUA	M3	0 2280	3%	12	

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

FALTA DE ORIGEN  
TESIS CON

ANEXO II. DESGLOSE PARA LA OBTENCION DEL SALARIO REAL

Categoria	Salario Nominal	Factor Salario Integrado	Salario Base de Cotización	Excedente de tres salarios mínimos	Prestaciones Obligatorias del IMSS									Suma prestaciones IMSS	Salario Real	Factor de Salario Real
					Aplicación IMSS al excedente	Cuota Fija = %CFxSMDF x DC/TDTA	Prestaciones en especie pensionados	Prestaciones en dinero	Invalidez y vida	Cesantía en edad avanzada y vejez	Riesgos de trabajo	Guarderías				
					5.02%	15.20%	1.05%	0.70%	1.75%	3.15%	7.59%	1.00%				
MO15	105.24	1.3115	138.02	10.52	0.53	8.11	1.45	0.97	2.42	4.35	10.47	1.38	29.68	167.7	1.594	
MO20	106.61	1.3115	139.82	12.32	0.62	8.11	1.47	0.98	2.45	4.40	10.61	1.40	30.04	169.9	1.593	
MO30	110.85	1.3115	145.38	17.88	0.90	8.11	1.53	1.02	2.54	4.58	11.03	1.45	31.16	176.5	1.593	
MO40	142.15	1.3115	186.43	58.93	2.96	8.11	1.96	1.31	3.26	5.87	14.15	1.86	39.48	225.9	1.589	
MO50	142.15	1.3115	186.43	58.93	2.96	8.11	1.96	1.31	3.26	5.87	14.15	1.86	39.48	225.9	1.589	
MO60	170.57	1.3115	223.70	96.20	4.83	8.11	2.35	1.57	3.91	7.05	16.98	2.24	47.04	270.7	1.587	
MO70	169.21	1.3115	221.92	94.42	4.74	8.11	2.33	1.55	3.88	6.99	16.84	2.22	46.66	268.6	1.587	
MO80	110.85	1.3115	145.38	17.88	0.90	8.11	1.53	1.02	2.54	4.58	11.03	1.45	31.16	176.5	1.593	
MO90	163.47	1.3115	214.39	86.89	4.36	8.11	2.25	1.50	3.75	6.75	16.27	2.14	45.13	259.5	1.588	

EL CONCRETO LANZADO COMO MATERIAL UTILIZABLE EN OBRAS CIVILES.

ANEXO-2