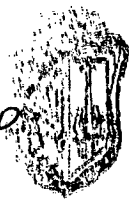


Universidad ...
Revisado el 2004-DI-20
Valor \$ 1.00
Nº Clasificación 2004 D 331 IC 463



690 x 564 JC

690
Corte superior de justicia
LOJA
Contratación
Fiscalización

690.510682
690

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

Escuela de Ingeniería Civil

FISCALIZACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA AMPLIACIÓN DEL EDIFICIO DE LA CORTE SUPERIOR DE JUSTICIA DE LOJA

**TESIS DE GRADO PREVIA A
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO CIVIL**

**Autor:
Maria Belén Delgado M.**

**Director de Tesis:
Ing. José Songor E.**

*Loja - Ecuador
2003*

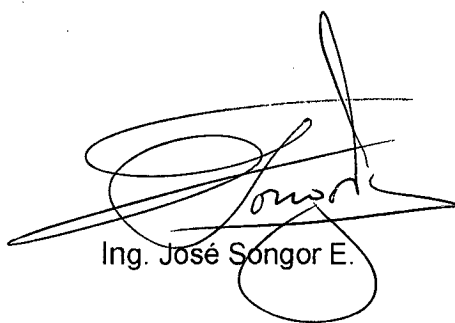
Loja, 26 de Agosto del 2003

Ing. José Songor E.
DIRECTOR DE TESIS.

CERTIFICA:

Que he revisado prolijamente los borradores de la tesis realizada por la señorita egresada : Maria Belén Delgado Merchán, sobre el tema: *FISCALIZACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA AMPLIACIÓN DEL EDIFICIO DE LA CORTE SUPERIOR DE JUSTICIA DE LOJA.* y que luego de cumplidas las sugerencias y observaciones autoriza su presentación.

Atentamente,



Ing. José Songor E.

AUTORÍA

La investigación, conclusiones y recomendaciones expuestas en el presente trabajo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Maria Belén Delgado Merchán

CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Maria Belén Delgado Merchán** declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: "Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad Intelectual de investigaciones, trabajos científicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, económico o institucional (operativo) de la Universidad".

Maria Belén Delgado Merchán

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios que me ha dado la vida, a mis padres, hermanos y mi sobrina que me han apoyado y acompañado en todas mis metas; a mi familia que con su ánimo me ayudado a llegar.

Maria Belén

AGRADECIMIENTO

Quiero dejar constancia de mi agradecimiento a todos quienes de una u otra manera me han ayudado en la culminación de este trabajo; mi agradecimiento especial al Ing. José Songor Esparza por sus conocimientos, consejos y sugerencias impartidas durante la carrera universitaria y el desarrollo de esta tesis.

Maria Belén

CONTENIDO

PRIMERA PARTE : GENERALIDADES SOBRE FISCALIZACIÓN

Capítulo 1

FISCALIZACIÓN DE OBRAS

- 1.1 Generalidades
- 1.2 Función de la fiscalización
- 1.3 Actividades de la fiscalización
- 1.4 Actividades adicionales de la fiscalización
- 1.5 Metodología de la fiscalización

SEGUNDA PARTE : NORMATIVAS PARA LA FISCALIZACIÓN DE EDIFICIOS

Capítulo 2

PROCEDIMIENTOS PARA LA FISCALIZACIÓN DE EDIFICIOS

- 2.1 Procedimiento para el control del acero de refuerzo
- 2.2 Procedimiento para el control del concreto
- 2.3 Procedimiento para el control de encofrados
- 2.4 Procedimiento para el control de enlucidos
- 2.5 Procedimiento para el control de estructuras de madera
- 2.6 Procedimiento para el control de estructuras metálicas
- 2.7 Procedimiento para el control de excavaciones
- 2.8 Procedimiento para el control de frisados
- 2.9 Procedimiento para el control de juntas en el concreto
 - 2.9.1 Procedimiento para el control de juntas de construcción
 - 2.9.2 Procedimiento para el control de juntas de expansión
- 2.10 Procedimiento para el control de mampostería
- 2.11 Procedimiento para el control de pinturas
- 2.12 Procedimiento para el control de rellenos
- 2.13 Procedimiento para el control de revestimientos

2.14 Procedimiento para el control de tuberías

TERCERA PARTE : MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DEL HORMIGÓN

Capítulo 3

EL CEMENTO

- 3.1 Definición
- 3.2 Propiedades químicas
- 3.3 Propiedades físicas y mecánicas
- 3.4 Clasificación del cemento
- 3.5 Control de calidad del cemento. Especificaciones

Capítulo 4

EL AGUA

- 4.1 Definición
- 4.2 Agua de mezclado
- 4.3 Agua de curado
- 4.4 Calidad del agua
- 4.5 Cantidad de agua
- 4.6 Control de calidad del agua. Especificaciones

Capítulo 5

LOS AGREGADOS

- 5.1 Definición
- 5.2 Origen de los agregados. Geología y Petrografía
- 5.3 Clasificación de los agregados
- 5.4 Propiedades químicas
- 5.5 Propiedades físicas
- 5.6 Propiedades mecánicas
- 5.7 Control de calidad de los agregados. Especificaciones

CUARTA PARTE : ESTUDIO DEL HORMIGÓN

Capítulo 6

ESTUDIO DEL HORMIGÓN

- 6.1 Definición
- 6.2 Composición, características y funciones de sus componentes
- 6.3 El hormigón fresco. Propiedades
- 6.4 El hormigón fraguado y endurecido. Propiedades
- 6.5 Diseño de mezclas de hormigón
- 6.6 Producción y manejo del hormigón
- 6.7 Curado del hormigón
- 6.8 Control de calidad del hormigón

QUINTA PARTE : ESPECIFICACIONES Y ANEXOS

Capítulo 7

ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN Y ANEXOS DE LAS PRUEBAS DE CONTROL

- 7.1 Especificaciones para la construcción
- 7.2 Especificaciones para el control de calidad de los materiales
- 7.3 Pruebas de control
- 7.4 Pago de planillas
- 7.5 Análisis de precios unitarios
- 7.6 Historial fotográfico

SEXTA PARTE : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Capítulo 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

PRIMERA PARTE

GENERALIDADES SOBRE FISCALIZACIÓN

FISCALIZACIÓN DE OBRAS

- 1.1 Generalidades
- 1.2 Función de la fiscalización
- 1.3 Actividades de la fiscalización
- 1.4 Actividades adicionales de la fiscalización
- 1.5 Metodología de la fiscalización

FISCALIZACIÓN DE OBRAS

1.1 GENERALIDADES

Con el objeto de presentar un marco amplio que facilite una mejor comprensión del tema partiremos haciendo referencia al concepto más general de fiscalización, pudiendo señalar que fiscalización es el acto de fiscalizar; es decir juzgar, criticar, sindicar, examinar y aceptar o rechazar las acciones u obras de otro.

La fiscalización de cualquier proyecto debe organizarse a partir del tipo de obras que van a ser construidas, por que las mismas determinan la especialización requerida por parte del personal y la cantidad de personal necesario para de esta forma asegurar un adecuado control. Por lo tanto resulta evidente la necesidad de personal especializado en la supervisión y fiscalización de la obra a ejecutarse según el tipo de esta; es así, por ejemplo en una obra civil de carácter estructural existe la necesidad de personal especializado en la preparación y control de hormigones y obras civiles entre los cuales se destacan los ingenieros con experiencia en laboratorios de control de calidad de hormigones y los ingenieros estructurales; así también en el caso de obras de carácter hidráulico o sanitario se requiere de personal especializado en la instalación de equipos y tuberías para obras hidráulicas y sanitarias como son los ingenieros civiles hidráulicos, sanitarios y los ingenieros mecánicos. En la actualidad es indispensable la presencia de un ingeniero especialista en impactos ambientales, pues es importante tener en cuenta los impactos que se puede ocasionar en el medio por el manejo indiscriminado de los materiales.

Por cuanto ningún proyecto puede ser construido respetando al 100% los diseños, siempre se debe prever personal especializado en diseños que tengan que ver con las principales áreas del proyecto, en este caso ingenieros civiles para el diseño estructural, sanitario e hidráulico y de ser posible con experiencia en este tipo de proyectos.

De igual forma se debe llevar un adecuado control de la programación y avance físico y monetario de la obra, para lo cual es necesario asignar personal con experiencia en control de proyectos y costos.

1.2 FUNCIÓN DE LA FISCALIZACIÓN

Las especificaciones generales y especiales indican que el trabajo ejecutado y los materiales usados en el proyecto deben cumplir con ciertos requisitos. Estas también proveen al fiscalizador de autoridad para determinar si el grado relativo del progreso en el trabajo es satisfactorio y si las fases del contrato son cumplidas adecuadamente.

Las decisiones del fiscalizador son determinantes de tal forma que el contratista debe llevarlas a la práctica aún en los casos que no estuviese totalmente de acuerdo con estas.

Generalmente los métodos o procedimientos empleados por el contratista para llevar a cabo el trabajo serán de su propia responsabilidad, sin embargo, si las especificaciones o planos detallan los métodos o procedimientos a ser seguidos para efectuar el trabajo, el fiscalizador está autorizado a no aceptar cualquier trabajo realizado bajo otros métodos, inclusive si el contratista asegurase buena calidad o buenos resultados.

Si el contrato no especifica los métodos y el fiscalizador considera que los elegidos por el contratista pueden conducir a resultados defectuosos es propio y correcto aconsejar los procedimientos a ser usados.

En los casos en que las especificaciones determinen que son valederas las instrucciones ordenadas por el fiscalizador y que se refieran generalmente a procedimientos de construcción, estas deberán ser enviadas por escrito al contratista.

Capítulo 1

fiscalización de obras

La responsabilidad de la construcción del proyecto, de acuerdo con los documentos contractuales, es del fiscalizador. Por ello, será su deber llevar a cabo inspecciones periódicas en la obra para poder asegurar que el trabajo y los materiales usados concuerden con las disposiciones previstas en el contrato y controlar las actividades del personal para confirmar que sus disposiciones son fielmente ejecutadas.

La inspección es una operación continua que consiste fundamentalmente de dos fases: observación visual y examen cuantitativo. La inspección nunca debe desarrollarse con ánimo de hostigar. En otras palabras, hay que colaborar con el contratista en el desarrollo de su esfuerzo para conseguir un máximo de eficiencia con un mínimo de costo. Al mismo tiempo el fiscalizador debe mantener correctas relaciones con el contratista y con quienes están dentro del sitio de trabajo.

De esta manera podemos decir que el fiscalizador tendrá la autoridad para inspeccionar, comprobar, examinar y aceptar o rechazar cualquier trabajo o componente de la obra; resolverá cualquier asunto relacionado con la calidad de los materiales utilizados, y cantidad de los trabajos ejecutados, avance de la obra, interpretación de planos y especificaciones y el cumplimiento del contrato en general.

El fiscalizador debe estar totalmente familiarizado con los conceptos y normas de diseño que rigen el proyecto; es decir debe estudiar y obtener un pleno conocimiento de los planos, especificaciones, disposiciones especiales y otros documentos contractuales relacionados al proyecto. Deberá comparar cuidadosamente las condiciones de campo existentes con la construcción propuesta como ubicación de la fuente de materiales, etc., para determinar si hay errores o discrepancias y recomendar, si es necesario, correcciones apropiadas.

De igual manera el fiscalizador tendrá la autoridad de suspender parte de los trabajos o la obra entera en los casos que:

- El contratista falle en cumplir cualquier requisito del contrato, no acate órdenes del fiscalizador o no corrija oportunamente condiciones que presenten peligro al público o a los trabajadores o inspectores.
- El fiscalizador considere que el clima u otras condiciones no permiten la correcta ejecución de los trabajos.
- El fiscalizador juzgue que por razones de interés público es necesaria una suspensión parcial o completa de la obra.

Igualmente, el fiscalizador podrá permitir, durante un periodo de suspensión completa de la obra, trabajos de emergencia y trabajos menores que no estén relacionados con la causa de la suspensión ni afectados por ella.

1.3 ACTIVIDADES DE LA FISCALIZACIÓN

Para obtener una mejor visualización del alcance de las actividades de la fiscalización a continuación se describen algunos de los aspectos más importantes para que se cumplan a satisfacción los objetivos de este trabajo.

1.3.1 Cumplimiento de contratos

La fiscalización debe estudiar minuciosamente los contratos entre la entidad contratante y el contratista, en los cuales se establecen las obligaciones, deberes y derechos que el contratista adquiere para la construcción de las obras al momento que este firma el contrato; de esta forma la fiscalización podrá exigir, verificar y controlar para que el contratista cumpla con las obligaciones que este ha adquirido.

Una vez iniciados los trabajos la fiscalización velará continuamente para que las cláusulas del contrato se cumplan fielmente por parte del contratista.

1.3.2 Control del cumplimiento de la programación

Muchas de las veces lo más conveniente es que la programación de las actividades se realice en conjunto entre la fiscalización y el contratista planificándose de la manera más flexible posible, es así que se deberá detallar las fechas de comienzo y terminación de trabajo de cada grupo, cuyo cumplimiento resultará imperativo para de esta forma evitar cualquier tipo de retraso en el inicio del trabajo evaluado como en el inicio de los trabajos de los siguientes grupos y de esta forma asegurar la colaboración mutua entre los diferentes grupos.

Es importante una buena programación, pues caso contrario se provocarán aglomeraciones significativas, es de importancia señalar que el fiscalizador esta en la obligación de realizar un seguimiento continuo del cumplimiento de los programas de trabajo para que en caso de existir algún desfase, atraso o desviación este pueda notificarlo a tiempo; en caso de que se presente alguno de los problemas antes mencionados se deberá examinar si este afecta la ruta crítica, el desarrollo general del proyecto o el correcto desempeño de actividades de los otros grupos; o si bien el desfase puede ser absorbido dentro de las holguras del trabajo propuesto.

En caso de presentarse problemas en el desarrollo parcial o total del proyecto el fiscalizador deberá actuar con prontitud y decisión y deberá proponer soluciones técnicas destinadas a superar o disminuir los inconvenientes que se presenten.

La fiscalización aprobará y vigilará los cronogramas de trabajo actualizados por el contratista; tratando de anular cualquier desfase que pueda traducirse más adelante en observaciones o llamados de atención; esto con el objeto de contribuir a un flujo organizado y bien planificado.

En el caso de que el contratista solicitase ampliaciones de plazo cuando existan motivos justificables no imputables a los contratistas o en caso de que las razones no fuesen valederas la fiscalización deberá emitir su criterio mediante un informe en donde debe exponer los motivos o razones del porque se han producido los atrasos; siendo claro que la fiscalización deberá tener un estricto control del

cumplimiento de la programación; esto se desarrollará de esta manera para que la entidad contratante pueda tomar sus decisiones en base a sus propios criterios y de esta forma advierta si se corre o no la ampliación del plazo, o las multas por atraso del contratista.

1.3.3 Control de los recursos

La calidad e idoneidad del personal técnico propuesto por los contratistas será verificado por la fiscalización a fin de asegurar la buena ejecución de los trabajos. En caso de que este personal no tenga las condiciones indispensables para el tipo de obra a ejecutarse, la fiscalización propondrá y exigirá su sustitución antes o después del inicio de los trabajos.

También se comprobará la aptitud de los capataces y trabajadores, y se exigirá la sustitución del personal que resulte incompetente o inconveniente. La calidad del trabajo efectuado estará sujeta a una inspección constante por parte de los residentes de fiscalización, los especialistas y los inspectores de campo, en base a análisis realizados en el sitio de trabajo.

Con respecto a la calidad de los materiales se controlará y verificará por inspección directa durante la entrega en el sitio de la obra y su colocación. Además se efectuarán ensayos en muestras representativas tomadas al azar en la fuente de suministro antes de la entrega y a su llegada al sitio de la obra, según las especificaciones y normas de calidad preestablecidas. En caso de que tales materiales no cumplan con las especificaciones, el contratista deberá presentar sitios alternativos de nuevas fuentes de materiales, los cuales también deberán ser sometidos a análisis respectivo, a fin de autorizarlos o no.

En lo referente a la idoneidad y rendimiento de la maquinaria de construcción, serán verificados por el fiscalizador para asegurar la buena ejecución de los trabajos y un ritmo de avance acorde con los cronogramas y programas de trabajo concertados.

Si por cualquier motivo, alguno de los elementos antes mencionados (personal, materiales, equipo) no cumpliera con lo especificado en las especificaciones, la fiscalización podrá retirar cualquiera de ellos haciendo las salvedades al contratista.

1.3.4 Modificación de planos, diseños o métodos de construcción

En cuanto a la modificación de planos, diseños o métodos de construcción, conforme avance el proceso constructivo, la fiscalización hará una revisión y examen minucioso de todos los planos y propondrá los cambios considerados importantes.

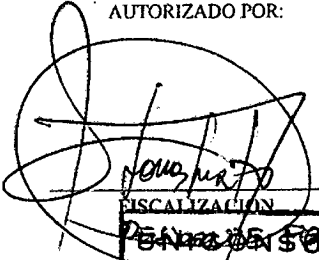
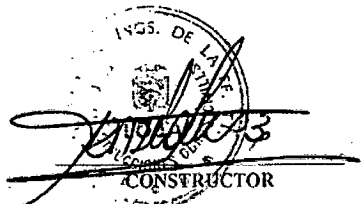
Además cabe señalar que por las posibles deficiencias o limitaciones que puedan producirse en los diseños o en cualquier componente la fiscalización deberá emitir su criterio exponiendo las modificaciones en las que deberá ir indicado los inconvenientes y ventajas de realizar dicha modificación proponiendo siempre las soluciones más idóneas.

De igual forma el fiscalizador debe estar presto a las observaciones que el contratista haga en el mismo sentido.

Cuando cualquier cambio modifique sobre un porcentaje lo preestablecido en el contrato la fiscalización emitirá la correspondiente Orden de Cambio; si la modificación es de menor cuantía se podrá emitir una Orden de Trabajo.

Para cualquier Orden de Cambio, provocada por condiciones imprevistas durante la construcción la fiscalización presentará la justificación técnica con respecto a la orden; y negociará con el contratista las condiciones más idóneas para el cambio.

A continuación se presenta el modelo de orden de trabajo y orden de cambio utilizado.

LIBRO DE ÓRDENES		
Nº 000223		
Lugar y fecha: <u>Loja A 19 febrero/2001</u>		
Sr. <u>CAP. ING. SANTIAGO RUEDA.</u>		
<u>JEFE PROYECTO CORTE DE JUSTICIA-Loja</u>		
Proyecto: <u>C.S.T.L.</u>		
IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO		
BLOQUE: <u>ADM. AUDITORIO</u>	NIVEL: <u>Varios</u>	AMBIENTE: <u>Losas y paredes</u>
RUBRO	DESCRIPCION DE LO AUTORIZADO	
	EN VISTA DE LAS FALLAS DETECTADAS POR FISCALIZACIÓN EN EL PROCESO DE REVESTIDO DE LOSAS Y PAREDES; ME PERMITO INDICAR A USTED QUE ESTOS TRABAJOS SE RECIBIRÁN PREVIO AL CHEQUEO DEL AREA QUE SE ENCUENTREN TRABAJANDO Y DESPUES DE CONSTATAR QUE LAS SUPERFICIES TENGAN ACABADOS UNIFORMES, SIN GRIETAS NI FISURAS Y QUE LAS SUPERFICIES HORIZONTALES Y VERTICALES SEAN PERFECTAMENTE PLANAS	
AUTORIZADO POR:  <u>CONSTRUCCIONES UNIVERSALES S.A.</u> CONSULTORA UNIVERSAL CIA. LTDA.	RECIBIDO POR:  ING. DE LA F. CONSTRUCTOR FECHA: <u>19-II-01</u>	

CONSEJO NACIONAL DE LA JUDICATURA
Dirección Nacional de Planificación

Orden de Cambio No. 01

Proyecto : Ampliación del Edificio de la Corte Superior de Justicia de Loja

Ubicación del Proyecto : Provincia de Loja. Ciudad de Loja

Contratista: Cuerpo de Ingenieros del Ejército

Fecha del contrato: 23 de septiembre de 1999

Monto del contrato original: S/. 8,790,327,341.00

Monto del contrato dolarizado: \$ 1,024,031.42

Plazo inicial: 24 meses

Hasta: 23 de mayo del 2002

Ordenes de cambio anteriores: Se convalida el plazo a partir del 23 de mayo del 2000, en razón de no haber existido fiscalización anterior a esta fecha.

Monto estimado vigente: \$ 1,343,765.56

Plazo vigente: 24 meses

Monto planillado trabajos: 1,006,655.24

Hasta planilla No. 30 de 1 a 31 octubre del 2002

Razones para la orden de cambio: En vista de no contarse con los rediseños y diseños no existentes de los diferentes sistemas de instalaciones, solicitados por la fiscalización y necesarios para cumplir con el objeto del contrato, la fiscalización dispuso mediante oficio No. 051-UCL-2002 de fecha 8 de abril del 2002, la paralización de varios rubros hasta que se disponga de los planos correspondientes.

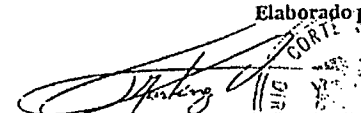
Con fecha 2 de septiembre del 2002 la consultora entrega los nuevos diseños y rediseños y otorga un plazo de 15 días para presentar la nueva reprogramación es decir hasta el 17 de septiembre del 2002.

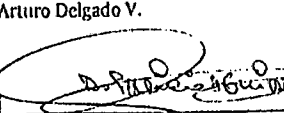
Entre la fecha de paralización de varios rubros y la entrega de diseños se contabilizan 162 días que de conformidad con lo señalado en la cláusula décima, numeral 10.1, literal C del contrato de construcción numero 113, corresponden a causas no imputables al contratista.

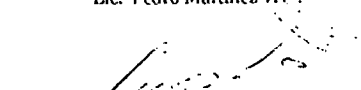
Descripción del cambio: Con los antecedentes expuestos y de conformidad con la cláusula quinta, numeral 5.2.9 del contrato de fiscalización, La misma ha preparado la presente orden de cambio No. 01 mediante la cual se convalida el plazo hasta el 26 de febrero del 2003, como fecha de vencimiento del plazo para la construcción del Edificio de la Corte Superior de Justicia de Loja.

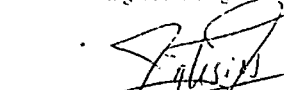
Anexos: Of. # 132-UCL-2000 de fecha 14 de septiembre del 2000
Of. # 051-UCL-2002 de fecha 8 de abril del 2002
Of. # 125-UCL-2002 de fecha 2 de septiembre del 2002
Of. # 125A-UCL-2002 de fecha 3 de septiembre del 2002

Elaborado por: Arq. Arturo Delgado V.


DIRECTOR NACIONAL DE PLANIFICACION
Lic. Pedro Martínez V.


JEFE DE PROGRAMACION Y EVALUACION DE OBRAS
Ing. Patricio Aguilar C.


FISCALIZACION
Arq. Arturo Delgado V.


CONTRATISTA
Cuerpo de Ingenieros del Ejército


PRESIDENTE DEL CONSEJO NACIONAL DE LA JUDICATURA
Y DE LA EXCELENTÍSIMA CORTE SUPREMA DE JUSTICIA
Dr. Armando Bermeo Castillo.


DIRECTOR ASESORIA JURIDICA

FECHA : _____

1.3.5 Control de calidad, cantidad y económico

La calidad de los materiales para la construcción se verificará por medio de ensayos de muestras representativas tomadas de las fuentes suministro, antes de su entrega o a su llegada a la obra, es importante destacar que todos los ensayos que se realicen deben basarse en lo establecido en las especificaciones técnicas de cada proyecto. Las pruebas se deben llevar a cabo en un laboratorio autorizado y los resultados serán verificados y evaluados antes de su aprobación definitiva. Si alguno de los materiales no cumpliera con las especificaciones técnicas de construcción la fiscalización ordenará las modificaciones que fuesen necesarias.

Parte de las labores de fiscalización incluye la medición de la obra ejecutada para de esta forma determinar las cantidades ejecutadas, para de esta forma cuantificar los trabajos realizados por el contratista mensualmente. Estas cantidades junto con las deducciones y retenciones contractuales servirán como base para establecer el monto mensual a ser cobrado por el contratista. Es así que es conveniente que la fiscalización y el contratista realicen la medición conjuntamente de la obra ejecutada durante todo el mes esto para cualquier componente de construcción terminado; estas cantidades de obra serán consignadas en el libro de obra, el fin de esto es para que la final del mes las cantidades de obra ejecutada sean conocidas; de esta manera para el pago lo único que se tendrá que hacer es multiplicar estas cantidades por los precios unitarios y de esta valorar la obra ejecutada en cada uno de los rubros.

En la evaluación mensual que se realiza al contratista se debe incluir a más de los montos de obra ejecutados, una evaluación sobre el contratista, esta evaluación se debe hacer dentro de lo programado en los cronogramas de trabajo. La evaluación mensual se hará de la forma más expedita posible, no debe ser intención de la fiscalización retrasar injustamente la labor del contratista.

1.3.6 Control físico y técnico de las obras

Conjuntamente a las actividades de control de la programación, control de los materiales equipos, la fiscalización llevará un estricto control físico y técnico de las obras a través de quienes formen parte del equipo fiscalizador (ingenieros residentes y supervisores). El avance de la obra se debe consignar diariamente en el libro de obra, aquí se llevarán todos los datos referentes a la obra (personal, equipo utilizado, condiciones climáticas, actividades realizadas, etc.), aquí se realizarán todos los comentarios que el fiscalizador estime convenientes.

Cuando existan inconvenientes en el desarrollo del trabajo por parte del contratista, ya sea por mala calidad de los trabajos, por atrasos significativos en las actividades del cronograma la fiscalización deberá comunicar por escrito al contratante para la aprobación de la suspensión total o parcial de los trabajos, esto según las disposiciones generales del contrato de ejecución; estas decisiones deben quedar detalladas en el libro de obra.

En cuanto el contratista termine con la construcción de los diferentes componentes de un proyecto la fiscalización debe proceder a probar el correcto funcionamiento de estos componentes para de esta forma poder certificar que estas están funcionando conforme lo contratado.

Toda insuficiencia respecto al correcto funcionamiento que se ponga de manifiesto durante las pruebas deberá ser corregida por el contratista, para luego realizar nuevamente las pruebas hasta lograr un funcionamiento satisfactorio para la fiscalización y para la entidad contratante; una vez cumplidas estas pruebas a satisfacción el contratista podrá solicitar su aceptación.

Una vez terminada la obra el fiscalizador debe exigir al contratista previa la aceptación final este entregue un juego completo de planos de construcción y manuales de instrucción (as made o as built).

En lo referente a los *planos de construcción* estos deberán incluir las obras tal como fueron construidas, aquí se deberán incluir todas las modificaciones efectuadas durante las etapas de construcción, pruebas y puesta en servicio de los diferentes componentes del proyecto.

En lo que tiene que ver con los *manuales de instrucción* estos deberán describir instrucciones y procedimientos de los componentes de un proyecto como un todo, esto para cualquier operación que tenga que realizarse durante la vida útil del proyecto, incluyendo el montaje, puesta en servicio, prueba, operación mantenimiento, desmontaje y reparación; es importante destacar que debe existir una relación directa entre estos manuales y los planos; la información deberá ser completa y deberá presentarse en forma clara; aquí deberán describirse las partes implementadas dentro de los diferentes componente de un proyecto. Estos manuales deben incluir diagramas que ilustren los procesos de pruebas, controles y reemplazo de partes que se van a ejecutar cuando sean necesarios, esto para un funcionamiento optimo y libre de problemas.

1.3.7 Informes

El objetivo primordial de la presentación de informes es que la entidad contratante este informada en forma detallada y completa sobre el avance del proyecto y de todos los asuntos que estén relacionados con el mismo. Dentro de estos informes se deben señalar los siguientes aspectos, ya que estos son de importancia dentro del desarrollo de cualquier proyecto.

- Análisis técnico de la metodología empleado por el contratista y por la fiscalización.
- Análisis del cronograma, es decir un análisis sobre el avance de actividades, porcentaje de avance de obra, porcentaje de adelanto o atraso con respecto al total de la obra.
- Informe sobre todas las pruebas ejecutadas durante el periodo del informe.
- Informe de los resultados de laboratorio y campo, con los documentos de las pruebas.

- Cantidades totales de obra realizadas durante el periodo, como las cantidades acumuladas a la fecha.
- Informe sobre las solicitudes y respuestas entre contratista y fiscalizador.
- Informe de las órdenes de cambio dadas en el periodo.
- Observaciones que la fiscalización haga con respecto al proyecto, tales como avance obra, materiales, mano de obra, equipo, cumplimiento de la programación y sugerencias a los planos y especificaciones.
- Fotografías del avance de la obra, de esta forma al final se podrá disponer de la secuencia de las obras ejecutadas.

1.3.8 Control de la seguridad

El fiscalizador vigilara y exigirá al contratista para que este mantenga las condiciones de seguridad necesarias para asegurar la protección, prevenir daños, perjuicios o pérdidas a empleados, usuarios o terceras personas, la obra, materiales y equipos; de esta forma exigirá la colocación de letreros y otras señales de información y advertencia. En cuanto al almacenamiento de los materiales, el fiscalizador deberá aprobar los sitios destinados para este fin y de esta forma evitar daños y perjuicios.

Es importante destacar la necesidad de que el contratista posea un seguro contra todo riesgo incluyendo posibles desastres naturales, fallas durante la construcción y posibles fallas en los diseños; seguros para su personal por posibles accidentes; seguros para bienes y equipos puestos en la obra, es importante que dentro de los contratos se incluyan estas condiciones.

1.4 ACTIVIDADES ADICIONALES DE LA FISCALIZACIÓN

En esta sección se exponen algunas actividades adicionales de la fiscalización, estas actividades en la mayoría de los casos están implícitas en las actividades antes mencionadas. Entre estas existen unas de carácter formal y otras

de carácter técnico. A continuación se describen algunos de los aspectos más importantes para que se cumplan a satisfacción los objetivos de este trabajo.

1.4.1 Coordinación interna de los trabajos

Para realizar un mejor seguimiento de los trabajos, actividad de gran importancia, la fiscalización debe planificar con los contratistas se realicen reuniones de coordinación, las mismas que pueden desarrollarse semanalmente, en dichas reuniones se debe proceder a evaluar los trabajos realizados durante el último periodo (última propuesta de trabajos); para que luego los contratistas presenten a la fiscalización una propuesta de trabajos para el nuevo periodo que inicia a partir de esta reunión; todos los trabajos a realizarse deben estar en total concordancia con las actividades propuestas dentro de los cronogramas de trabajo vigentes al momento de su realización.

1.4.2 Colaboración con las autoridades

La fiscalización conjuntamente con los contratistas y las autoridades que de una u otra manera se encuentran relacionadas con el desarrollo del proyecto deberán coordinar un programa de trabajos para que durante la construcción de los mismos no se produzcan perturbaciones y desmanes que alteren en el orden y común desenvolvimiento de la zona y de quienes habitan en la misma.

1.4.3 Actualización de los programas de inversiones

En cada informe mensual la fiscalización debe incluir una actualización de los programas de inversiones; de esta forma se obtendrá un flujo de caja que permitirá realizar un control financiero y así evitar que se presenten problemas de financiamiento durante el desarrollo del proyecto.

1.4.4 Control de la legalidad de los procedimientos

Durante el proceso de implementación del proyecto la fiscalización tendrá como objetivo verificar que este proceso se realice con respeto a las leyes que rigen tanto nacionalmente como localmente. En este sentido los trabajos se deberán llevar a cabo dentro de las leyes, reglamentos y ordenanzas de las instituciones reguladoras del orden rural y urbano (municipio local o concejo provincial), la legislación nacional vigente y las estipulaciones del contrato.

1.4.5 Medidas de control de efectos ambientales y de salud

La fiscalización deberá poner especial cuidado para que dentro de la construcción de cualquier proyecto se tomen las medidas necesarias para reducir al máximo los efectos negativos de impacto ambiental que provocaran los trabajos a realizarse, esto en lo que tiene que ver con la flora, fauna, y la salud. Este es un aspecto que en la mayoría de los casos se deja de lado, pero que constituyen un requisito indispensable en razón que durante cualquier construcción se producen efectos ambientales.

1.4.6 Medidas de control en el patrimonio histórico y cultural

La fiscalización tendrá como fin disminuir los efectos de la construcción sobre patrimonio histórico y cultural de la zona, todos los trabajos deberán realizarse programando acciones correctivas y de prevención durante la ejecución de los trabajos. Para minimizar estos efectos se debe considerar dentro del proyecto la participación de especialistas en este campo y de esta forma favorecer el desarrollo del proyecto.

1.5 METODOLOGÍA DE LA FISCALIZACIÓN

Antes de iniciar los trabajos es importante establecer una metodología a seguir durante el proceso de fiscalización; a continuación se exponen algunos elementos que serán de gran utilidad y que ayudaran a obtener el éxito deseado, entre los cuales podemos enfatizar los siguientes:

1.5.1 Inspecciones

Cada trabajo deberá ser examinado con el fin de determinar si es ejecutado según los requerimientos del contrato. El contratista proporcionará al fiscalizador facilidades razonables para que el pueda llevar a cabo la inspección, este deberá comunicar con la debida anticipación la construcción del trabajo propuesto con el fin de que la inspección del mismo pueda ser realizada.

Es el fiscalizador el responsable de proporcionar una inspección adecuada de la ejecución de los trabajos, para evitar cualquier tipo de inconveniente durante el desarrollo del proyecto se recomienda al contratista que no ejecute ningún trabajo sin la respectiva autorización e inspección del fiscalizador.

La inspección que realice el fiscalizador de los trabajos no descarta la responsabilidad del contratista de ejecutar los trabajos de acuerdo con los requerimientos de las especificaciones.

Durante las inspecciones que se realicen sobre el proceso constructivo de las obras el fiscalizador puede encontrar trabajos defectuosos o no autorizados, los mismos que pueden ser rechazados hasta que no sean enmendados, cambiados o reemplazados por otro aceptable.

1.5.2 Mediciones y cálculos de las cantidades a ser pagadas

El Fiscalizador será responsable de establecer un sistema ordenado para medir y calcular las cantidades a ser pagadas, de modo que el Contratista pueda recibir su pago por el trabajo que haya ejecutado.

Las unidades de medición son definidas para cada uno de los rubros en el contrato, o están incluidas en las especificaciones o disposiciones del mismo, mientras que el seleccionar los métodos de cálculo apropiados para determinar las cantidades a pagar será responsabilidad del fiscalizador.

Los trabajos adicionales autorizados, realizados y aceptados serán pagados de acuerdo con los términos de las especificaciones; en el caso de haber sido realizado un trabajo que no consta en el contrato, el pago respectivo no será considerado como un aumento de las cantidades del contrato, este pago se hará mediante la modalidad de costo mas porcentaje.

Debe existir, en todo caso, un comprensible registro de cada rubro en lo relacionado al pago en base al cálculo de cantidades.

Las mediciones y cálculos básicos para cada rubro, serán conservados en registros individuales y separados, a menos que fuere previsto de otra forma. Los cálculos y mediciones para rubros podrán ser colocados en uno o más registros que pueden titularse "Anexos".

A continuación se presenta el modelo utilizado para la medición y cálculo de las cantidades a ser pagadas del rubro Hormigón Simple $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Columnas.

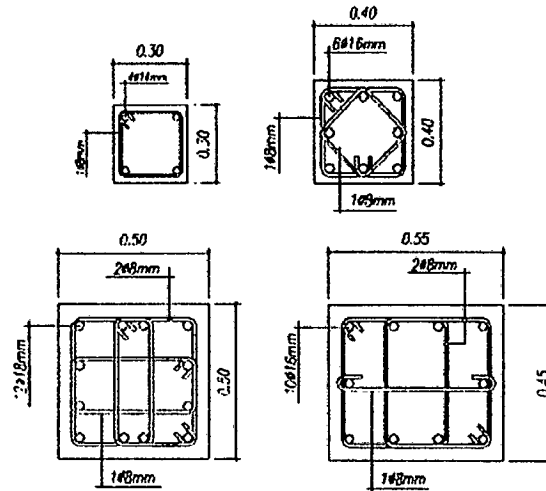
Capítulo 1
fiscalización de obras

MEMORIA DE CALCULO

OBRA : CONSTRUCCION AMPLIACION CORTE SUPERIOR DE JUSTICIA DE LOJA	EDIFICIO : ADMINISTRATIVO	ANEJO 3 ✓
PLANILLA N° 12 (PERIODO : 1 AL 30 DE ABRIL DEL 2001)		
CONTRATISTA : CUERPO DE INGENIEROS DEL EJERCITO		
CONTRATO N° 113		

GRAFICO

COLUMNAS DE HORMIGON SIMPLE



COD.	DETALLE	UNID.	CANT.	LONG.	ANCHO	ALTURA	PARCIAL	TOTAL
000180	Hormigón Simple f'c=210Kg/cm² en Columnas	M3.						
	COLUMNAS N.+15.12 a N.+18.62 (BLOQUE 1)							
	Columnas A1'-B1'-C1'-D1'		4	0.30	0.30	3.25	1.17	✓
	Columnas A2-B2-C2-D2		4	0.40	0.40	3.25	2.08	✓
	Columnas A3-B3-C3		3	0.50	0.50	3.25	2.44	✓
	Columna D3		1	0.40	0.40	3.25	0.52	✓
	Columnas A4-B4		2	0.50	0.50	3.25	1.63	✓
	Columna D4		1	0.40	0.40	3.25	0.52	✓
	Columnas A5-B5		2	0.40	0.40	3.25	1.04	✓
	Columna C5		1	0.55	0.45	3.25	0.80	✓
	Columna D4'		1	0.40	0.40	3.25	0.52	✓
	Columna B4'		1	0.40	0.40	3.25	0.52	✓
	Columna B5		1	0.55	0.45	3.25	0.80	✓
	TOTAL:							12.84M3
	A PAGAR PRESENTE PLANILLA:							12.84M3

NOTA: Las longitudes de columnas se refieren por niveles pero corresponden a la dimensión real en obra

FISCALIZADOR DE LA OBRA

UNICONSUL
CONSULTORA UNIVERSAL CIA. LTDA.

1.5.3 Registros de trabajo y reportes

Para lograr una buena administración del proyecto tanto de construcción como de fiscalización, es esencial elaborar registros adecuados, los cuales deben ser completos, breves y precisos.

Toda información relacionada con el proceso del trabajo y ejecución del contrato, será certificada en formularios o libros de avance de obra. Siendo así será el fiscalizador el responsable de la preparación y actualización de todos los libros de obra, libretas de campo, reportes y otros registros exigidos en el proyecto.

Los registros serán adecuados y cumplirán con su función siempre que:

- Faciliten al fiscalizador el conocimiento actualizado del progreso y calidad del trabajo ejecutado y de la cantidad y calidad de los materiales utilizados.
- Permitan que cuando se produzcan cambios de personal técnico, ya sea el fiscalizador, el inspector, etc., los nuevos funcionarios prosigan con sus actividades y obligaciones sin problemas.
- Permitan verificaciones por medio de la revisión de mediciones y cálculos de la calidad y cantidad del trabajo y materiales con la mínima asistencia del personal del proyecto.

El Fiscalizador deberá disponer de una ordenada serie de registros de todos los ensayos de laboratorio hechos en el campo, para que pueda administrar adecuadamente el proyecto y proveer, así mismo, evidencias documentadas de la calidad del trabajo ejecutado y de los materiales usados.

Los registros de los resultados de los ensayos, y la acción correctiva tomada en Referencia de los ensayos que no cumplen las especificaciones, serán llenados corrientemente. Todas las hojas de trabajo de laboratorio, que contengan los datos básicos de los ensayos y todos los registros de ensayos previamente firmados y fechados formarán parte en los registros permanentes.

1.5.4 Diarios de obra

El Fiscalizador deberá llenar un diario de obra (libro de obra). Este diario será breve y esencial; día a día se registrarán en él los principales eventos, actividades y discusiones que se produzcan en el proyecto durante su construcción.

El diario de obra será llenado diariamente y en tal forma que cualquier nuevo miembro del personal pudiese retomar el trabajo cuando fuere necesario. Las anotaciones diarias incluirán las siguientes informaciones:

- Día y fecha.
- Condiciones climáticas.
- Personal que trabaja.
- Equipo que se utiliza.
- Actividades del contratista.
- Actividades del fiscalizador.
- Observaciones respecto al desarrollo del proyecto.
 - Instrucciones importantes para el contratista.
 - Visitas oficiales.
 - Un resumen de cualquier cambio de ideas y condiciones de construcción no usuales.

Este diario debe ser firmado por el fiscalizador y por el constructor.

El diario de obra; convenientemente elaborado, proporcionará valiosa información y evidencias para solucionar controversias que pudieren surgir en el futuro.

A continuación se presenta el modelo del libro de obra utilizado.

Capítulo 1
fiscalización de obras

LIBRO DE OBRA

HOJA NO. 152

CONTRATO N° : 113 FECHA: 08-12-2000 DÍA: L M M J V S D
 PROYECTO : AMPLIACIÓN DEL PALACIO DE JUSTICIA DE LOJA
 CONTRATISTA : CUERPO DE INGENIEROS DEL EJERCITO
 FISCALIZADOR : UNICONSUL CÍA. LTDA.

1. OBRAS REALIZADAS B. ADMINISTRATIVO

B. AUDITORIO

- Fundición losa N+4.32 B1
 - Colocación bloques grada N+0.72 a N+4.32 B1.
 - Armado y encofrado de columnas A8-D7-D8 N-231 a N+1.44

2. TAREAS DEL CONTRATISTA

- Continuar actividades iniciadas

3. PERSONAL

4. EQUIPO

Ing. Residente.	B. ADM.	B. AUD.	H. menores	B. ADM.	B. AUDIT.
H. mayor	1	1	Concretera	1	—
Albañiles	5	2	Elevador	1	—
Ayudantes	3	2	Uplador	1	—
Peones	24	10			
Perrero	—	1			
Ay. Perrero	—	1			

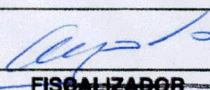
5. CONDICIONES CLIMATICAS

BUENO ☒ SOLEADO ☐ REGULAR ☐ NUBLADO ☐ MALO ☐ LLUVIOSO ☐
 SECO ☒ HUMEDO ☐

6. ACTIVIDADES DE FISCALIZACION

- Verificar y controlar las actividades.
 - Toma de cilindros para comprobar la resistencia del hormigón

7. OBSERVACIONES

 **FISCALIZADOR**
UNICONSUL
 CONSULTORA UNIVERSAL CIA. LTDA.

 **CONTRATISTA**

1.5.5 Cambios

La finalidad de los planos y especificaciones dentro de un proyecto es la de proporcionar los datos necesarios para la construcción del mismo; es así que para la preparación estos deben existir buenas y suficientes razones que se debieran tomar en cuenta. Sin embargo pueden existir situaciones que no fueron tomadas en cuenta en la etapa de planificación o condiciones que no fueron previstas y que pudieren surgir. En esos casos, el fiscalizador determinará y justificará la necesidad de cambios e indicará a la brevedad para que estos se ejecuten, es decir el fiscalizador podrá autorizar cambios menores durante la construcción del proyecto, siempre y cuando estos se hallen dentro de los límites del contrato.

En vista de que en algunas ocasiones se presentan condiciones inherentes a la planificación y construcción se pueden requerir modificaciones en los planos y en las especificaciones originales. Se autorizará los cambios en los siguientes casos:

- Cuando sea necesario corregir errores en los planos y especificaciones.
- Cuando sea imposible disponer el uso y la producción de los materiales especificados.
- Cuando por condiciones imprevistas requiera la cancelación, adición o modificación de detalles de diseño presentes en los planos y especificaciones.

Para todos los casos los contratistas no podrán iniciar los cambios sin previa autorización de las autoridades correspondientes.

SEGUNDA PARTE

PROCEDIMIENTOS PARA LA FISCALIZACIÓN

PROCEDIMIENTOS PARA LA FISCALIZACIÓN DE EDIFICIOS

- 2.1 Procedimiento para el control del acero de refuerzo
- 2.2 Procedimiento para el control del concreto
- 2.3 Procedimiento para el control de encofrados
- 2.4 Procedimiento para el control de enlucidos
- 2.5 Procedimiento para el control de estructuras de madera
- 2.6 Procedimiento para el control de estructuras metálicas
- 2.7 Procedimiento para el control de excavaciones
- 2.8 Procedimiento para el control de frisados
- 2.9 Procedimiento para el control de juntas en el concreto
 - 2.9.1 Procedimiento para el control de juntas de construcción
 - 2.9.2 Procedimiento para el control de juntas de expansión
- 2.10 Procedimiento para el control de mampostería
- 2.11 Procedimiento para el control de pinturas
- 2.12 Procedimiento para el control de rellenos
- 2.13 Procedimiento para el control de revestimientos
- 2.14 Procedimiento para el control de tuberías

PROCEDIMIENTOS PARA LA FISCALIZACIÓN DE EDIFICIOS

En este capítulo se hace una descripción de las actividades que se deben tener en cuenta dentro de las normas para la construcción de edificaciones, una vez conocidos cada uno de estos puntos se podrá agilizar el control dentro de la construcción de cualquier obra.

2.1 PROCEDIMIENTO PARA EL CONTROL DEL ACERO DE REFUERZO

- Estudiar los planos y especificaciones.
- Revisar los cronogramas y programas de trabajo; coordinar si hay varios contratistas.
- Debe observarse el adecuado almacenamiento del material, las varillas no presentarán grietas ni sopladuras; se debe cuidar de que no estén en contacto con el agua, barro, tierra húmeda, aceites o grasas; además se las debe proteger de daños físicos.
- Al conformar las diferentes armaduras se debe verificar que la ubicación, tipo, empalmes, dobleces, ganchos, soportes, amarres, diámetros especificados, comprobación de las medidas de dobleces, etc., es decir que el acero de refuerzo este de acuerdo con los planos y diseños.
- Antes de la colocación del concreto se comprobará que las armaduras estén bien sujetas para que no se altere su posición.
- Evitar que los alambres de amarre, separadores queden expuesto en la superficie del concreto es de gran importancia que se tapen los orificios dejados por los separadores para evitar que con la presencia de humedad se produzca oxidación de estos elementos; en este caso, habrá que repicar posteriormente y cubrir con mortero.

2.2 PROCEDIMIENTO PARA EL CONTROL DEL CONCRETO

- Estudiar los planos y especificaciones.
- Revisar los cronogramas y programas de trabajo; coordinar si hay varios contratistas.
- En caso de elementos prefabricados organizar inspección en la planta que los construye.
- Seleccionar las fuentes de provisión de agregados.
- Estudiar los materiales tales como: agregados, agua, mediante ensayos de laboratorio: granulometría, pesos, estabilidad, módulo de finura de la arena, materias orgánicas, absorción, humedad, abrasión, vacíos.
- Solicitar periódicamente al laboratorio el control de calidad de los agregados.
- Aceptación del cemento, aditivos, y otros elementos que vayan a ser utilizados para la elaboración del concreto.
- Previo el uso de aditivos; realizar ensayos con el agua y los agregados previstos.
- La dosificación del aditivo debe ser observada de acuerdo al tipo del aditivo y a las recomendaciones de los fabricantes.
- Las mezclas deben ser diseñadas y probadas por laboratorios especializados.
- Debe observarse el adecuado almacenamiento de los materiales, así:
 - Cemento: si es en sacos, en hilada no más de 12 sacos; se deben usar de acuerdo al orden de llegada; luego de tres meses en depósito se hará un análisis, libre de humedad, ventilado.
 - Agregados: se hallarán separados por su tamaño; se los debe proteger del polvo; estos estarán libres de impurezas o basura.
- Se debe realizar una inspección o selección del equipo a utilizarse: plantas mezcladoras, balanzas visibles y adecuadas, tolvas apropiadas, control preciso de sus compuertas, medidores de agua, tambores herméticos, medidores de aditivos, etc.
- Para la mezcla se debe organizar de una forma adecuada que permita determinar y verificar la medida de cada uno de los ingredientes que forman el concreto.

Capítulo 2

procedimientos para la fiscalización de edificios

- El equipo para pesar tendrá una precisión de "0.4% de la capacidad de la balanza" ¹.
- Para los elementos que forman el concreto, las tolerancias en las medidas no excederán de: "1% para el cemento; 1% para el agua; 2% para los agregados" ².
- Las mezcladoras, vibradores, elevadores, etc. serán equipos aprobados por fiscalización, esto previa evaluación de los mismos.
- En caso de que se produzcan daños en el equipo el constructor será el que ejecute reparaciones y ajustes necesarios para satisfacer la necesidad de un correcto funcionamiento del mismo.
- En el caso de que se use mezcladora debe tenerse en cuenta que el medidor de agua no presente fugas de líquidos al cerrar las válvulas. Así mismo será la mezcladora la que controlará el tiempo de mezclado y el número de vueltas dadas.
- Antes de empezar el vaciado del hormigón debe darse la aceptación de encofrados: alturas correctas, de piso a cielo raso; alineación, buen material, prevención de asentamientos y deflexiones, aberturas aceptables, superficies preparadas, limpieza total, debe haber mayor control en material reutilizado.
- Para permitir la salida del agua de lavado de encofrados, se dejarán agujeros en la parte inferior de los moldes y de esta forma evitar un exceso de agua en el concreto.
- En los elementos que son embutidos en sitio se comprobará que estén conformados correctamente.
- No se debe permitir el uso de cemento reensacado, o de diferente tipo para un mismo elemento.
- Antes de iniciar el vaciado se debe considerar un análisis de los ductos para pasos de instalaciones, observando que cumplan con todos los requerimientos y especificaciones dados por los diseños y los diferentes códigos.
- La dosificación de los componentes del hormigón se lo realizará en peso o volumen de acuerdo a un diseño preestablecido con anticipación, esto para el cemento y los agregados.

¹ VELASCO Carlos & SUÁREZ Ricardo, Manual de construcción de edificios, 1era. edición, 1978, Pág. 8

² VELASCO Carlos & SUÁREZ Ricardo, Manual de construcción de edificios, 1era. edición, 1978, Pág. 8

Capítulo 2

procedimientos para la fiscalización de edificios

- El agua se medirá en volumen o en peso; en el caso de que se usen agregados húmedos, es importante se corrija la dosificación del agua de mezcla, cuya disminución no debe ser inferior a la portada por estos agregados.
- Con los materiales procedentes de cada cantera, se efectuarán mezclas según los diseños y se moldeará un mínimo de 6 cilindros, los cuales se someterán a pruebas de compresión a 7 y 28 días, la resistencia obtenida deberá superar a la resistencia especificada.
- Si dentro de la misma obra existen diferentes resistencias especificadas de concreto deberán fabricarse las correspondientes probetas para cada tipo de dosificación, para realizar las pruebas respectivas.
- Las comprobaciones se harán en presencia del fiscalizador o supervisor y en número suficiente para poder determinar la validez de la prueba.
- En cualquier caso se respetará la capacidad de volumen de la mezcladora; el tambor girará a la velocidad especificada. "Para mezcladoras de menos de 1 m³ de capacidad el batido se hará cuando menos 1.5 minutos a partir de que todos los ingredientes hayan sido vertidos en el tambor, este debe girar a una velocidad máxima de 20 vueltas/minuto; si la velocidad es menor, se aumentará el tiempo de mezclado. Para capacidades de más de 1 m³, el tiempo del mezclado se incrementará en 15 seg. por cada 0.5 m³ adicional. En general, el período de mezclado no será inferior a 1 minuto" ³.
- Se recomienda, verter los materiales en el siguiente orden:
 - "80% del agua (con el aditivo si se emplea).
 - 50% de la grava.
 - Cemento.
 - Arena (gravilla si se utiliza).
 - El resto de la grava.
 - El resto de agua para obtener la docilidad requerida" ⁴.
- El mezclado a mano se debe realizar únicamente bajo autorización y solamente para elementos secundarios.
- En caso de que se separen los ingredientes; a estos se los mezclará nuevamente antes de vaciar la masa.

³ VELASCO Carlos & SUÁREZ Ricardo, Manual de construcción de edificios, 1era. edición, 1978, Pág. 10

⁴ Seminario "Tecnología del hormigón", organizado por A.E.I.C., Instructor: Ing. Jorge Moreira, mayo 1998, Pág. 22

Capítulo 2

procedimientos para la fiscalización de edificios

- Siempre debe hacerse la toma de muestras de concreto fresco, esto para ensayos de resistencia. Además es conveniente se realicen las pruebas de asentamiento, aire incorporado, peso unitario, temperatura.
- Es importante tener en cuenta que durante el transporte se debe evitar la segregación del material, el endurecimiento y contaminación de la mezcla; además se deberá hacer cuidando de que no hayan pérdidas de agua ni de materiales. Se evitará el traslado a gran distancia, en especial en concretos de consistencia fluida.
- La colocación se debe realizar como una operación uniforme y continua, observando superficies de contacto ya estén preparadas, la caída debe ser vertical, sin segregación, evitar caídas contra encofrados, debe tratarse siempre que sea poco el flujo lateral del concreto, además se debe evitar la aglomeración de piedras.
- En todo momento debe observarse que el grosor de las capas de concreto durante el vaciado sea el adecuado para que el vibrador llegue a la capa anterior, se vibrará por capas de espesores no mayores de 40 cm., el vibrado debe ser uniforme, de adentro hacia fuera, esto para lograr una óptima compactación; durante el vibrado debe evitarse el desplazamiento de elementos embutidos.
- Antes del vaciado se requerirá la aprobación de la Fiscalización sobre: encofrados, refuerzos, instalaciones embebidas.
- Los moldes deben estar limpios, sin cuerpos extraños (aserrín, virutas, óxidos, detritos, etc.); si el vaciado es sobre el suelo, este debe estar limpio y sin depósitos de agua.
- En tiempos calurosos es aconsejable se humedezcan las superficies absorbentes que vayan a estar en contacto con el concreto, esto antes del vaciado.
- Se suspenderá el vaciado cuando la lluvia ocasione el lavado de la mezcla. Se permitirá la colocación cuando éstas sean ligeras siempre y cuando el material no pierda la consistencia establecida, en este caso es aconsejable se aumente la proporción de cemento para mantener las características especificadas.
- No se permite vaciar el concreto transcurrido más de una hora de su preparación, ni después que haya empezado a fraguar.

Capítulo 2 ***procedimientos para la fiscalización de edificios***

- Al vaciar el concreto se tendrá especial cuidado de que los hierros queden bien cubiertos; es así que se recomienda antes del vaciado se verifique la colocación de las alzas y separadores en el encofrado para dar los recubrimientos mínimos necesarios a la estructura.
- Es importante un control y protección de estructuras y encofrados durante el proceso de fundición, además durante este proceso debe cuidarse mucho el acabado de superficies no encofradas.
- Debe cuidarse mucho no se produzcan daños en el concreto a la hora de retirar el encofrado de los diferentes elementos así como el encofrado de las juntas de dilatación y alivianamiento de losas.
- En algunos casos es necesaria la reparación de superficies, dañadas al desencofrar, o debido a un vibrado defectuoso dando lugar a hormigueros, es aconsejable que estas reparaciones se realicen utilizando procedimientos especiales con el uso de aditivos que permitan una mejor adherencia y mejoren la resistencia de los morteros de reparación.
- Es de suma importancia el control y el curado de las superficies y de los elementos estructurales desencofrados para que el hormigón pueda alcanzar las resistencias especificadas.

2.3 PROCEDIMIENTO PARA EL CONTROL DE ENCOFRADOS

- Estudiar los planos y especificaciones.
- Revisar los cronogramas y programas de trabajo; coordinar si hay varios contratistas.
- En todo caso se deben evitar las deflexiones es por ello que el material usado deberá ser rígido.
- Antes de comenzar con el trabajo de encofrar debe conocerse la localización, dimensión y clase de encofrado. Se recomienda una vez concluido este trabajo y antes del vaciado chequear que el encofrado se encuentre en el lugar correcto, si está construido en forma adecuada para producir en concreto con el acabado y dimensiones especificadas.

Capítulo 2

procedimientos para la fiscalización de edificios

- El encofrado deberá resistir las cargas de trabajo, peso del concreto fresco, cargas accidentales y vibración del concreto. Se recomienda vigilar el encofrado durante el proceso de aplicación de la carga.
- Siempre deberá estar libre del polvo, mortero endurecido, o cualquier material extraño. Si el fondo del encofrado es inaccesible es aconsejable se dejarán aberturas que permitan la remoción del material extraño.
- Se controlará de forma precisa alineamientos, niveles y contraflechas especificadas.
- Las juntas deberán ser herméticas para prevenir la pérdida de lechada y de material fino del concreto.
- Se debe programar con anterioridad para que el montaje y desmontaje del encofrado sea simple y seguro. Se debe verificar la correcta colocación del mismo para garantizar la seguridad del obrero que trabajara con o sobre el mismo.
- Para obtener en el concreto una superficie de buena apariencia al colocar el encofrado este será junteado.
- Debe preverse que el encofrado resista los movimientos producidos durante la colocación.
- Si se usan estrías se preverá que estén bien colocados, protegidos y alineados; de igual forma se controlará que las juntas de construcción, expansión y contracción se encuentren en el lugar especificado.
- En el caso de muros el alineamiento debe ser el adecuado sobretodo en la parte superior de los mismos.
- Para elementos verticales antes de encofrar se debe verificar que el suelo esté lo suficientemente estable para soportarlos.
- Al encofrar se debe controlar el empleo inadecuado o insuficiente de clavos.
- Se debe chequear detenidamente la posición, colocación, fijación y espaciamiento de los puntales.
- Si llega a pandear o deflejar un encofrado se suspenderá el vaciado hasta que se apuntale o se tomen medidas correctivas.
- Se debe tener muy en cuenta las tolerancias permisibles en lo que se refiere a plomos, niveles, localizaciones y dimensiones; así:
 - "Posición de ejes de columnas... 1 cm

- Posición de trabes con respecto a las columnas... 0.5 cm
- Dimensiones de la sección o peralte de miembros... +1 cm ... +0.3 cm
- Desplome de columnas o de su refuerzo... 0.6 cm entre dos pisos consecutivos
- Inclinação de la losa... 1%
- Espesores de firmes... 0.5 cm
- Niveles de losas... 0.5 cm
- Colocación del refuerzo en losas y zapatas... 0.2 cm
- Longitud de bastones, corte de varilla, traslapes y dimensiones de ganchos... -1 cm
- Dimensiones y localización de vanos para puertas y ventanas... 1 cm" ⁵.

2.4 PROCEDIMIENTO PARA EL CONTROL DE ENLUCIDOS

- Estudiar los planos, especificaciones y disposiciones arquitectónicas.
- Revisar los cronogramas y programas de trabajo; coordinar si hay varios contratistas.
- Para los morteros de enlucido se aceptarán arenas naturales o de trituración de rocas; estas deben estar libres de impurezas orgánicas y de partículas finas como limos arcillas.
- Para el agua de amasado se aceptará las naturales, sin impurezas (grasas, aceites, azúcares, etc.).
- Las juntas de trabajo se las harán por medio de líneas rectas, horizontales o verticales.
- Los implementos para elaborar la mezcla deben estar limpios, rectos, alineados, aplomados, bien fijados sin deterioro ni abolladura.
- La superficie a revestirse debe estar limpia, rugosa, libre de compuestos bituminosos y previamente deberá ser humedecida.
- En las uniones concreto-pared, se deberá tener mas cuidado para que no se produzcan fisuras, se recomienda salpicar la superficie con una capa de mortero de cemento-arena en proporción 1:2.

⁵ VELASCO Carlos & SUÁREZ Ricardo, Manual de construcción de edificios, 1era. edición, 1978, Pág. 6

Capítulo 2 *procedimientos para la fiscalización de edificios*

- La superficie de concreto a ser revestida debe presentar una óptima rugosidad, en caso de no haberlo; se martillará preferiblemente con busarda, para luego ser humedecida y enlucida.
- Una vez que las superficies estén revestidas, estas presentarán acabados uniformes, las superficies deben ser planas, sin grietas, ni fisuras.
- El revestimiento se conservará húmedo el mayor tiempo posible (curado), protegiéndolo del sol y lluvia abundante.
- Los morteros de cemento a ser utilizados se prepararán en el momento de ser usados.
- Se tendrá cuidado de mezclar primero la arena con el cemento y luego se añadirá el agua.
- El mezclado de los morteros se hará a mano o a máquina según las especificaciones y en proporciones de peso y volumen.
- Para un acabado liso al mortero común 1:3 (1 de cemento, 3 de arena fina) se le disminuirá la cantidad de arena pudiendo trabajar con un mortero 1:2; para este acabado se extenderá la capa de mortero sobre una base endurecida y previamente humedecida.
- Para acabado rústico grueso se procederá como en el caso anterior, pero con granos y rugosidades más pronunciadas. Preferentemente el mortero tendrá una dosificación de 1 parte de cemento y 3 de arena; el espesor de esta capa será aproximadamente de 1 a 1.5 cm.

2.5 PROCEDIMIENTO PARA EL CONTROL DE ESTRUCTURAS DE MADERA

- Estudiar los planos y especificaciones.
- Revisar los cronogramas y programas de trabajo; coordinar si hay varios contratistas.
- Realizar una inspección de taller, si la estructura se monta total o parcialmente allí; caso contrario programar el envío a la obra de las partes y piezas.
- Realizar una inspección de piezas antes de su montaje, control de la calidad (de ser necesario realizar pruebas de tensión, comprensión, corte), tipo de madera,

secamiento, dimensiones, acoples, fracturas, nudos, curado y tratamientos (si hay que tratar las piezas contra insectos ver que dicho trabajo sea bien ejecutado utilizando materiales adecuados, de marca reconocida o preparados por personal especializado para de esta manera garantizar la eficacia del trabajo).

- Verificar que exista la seguridad necesaria para el equipo de elevación y montaje.
- Controlar las fundaciones del andamiaje de apoyo (elementos base de anclaje) en sitio verificando alineamientos y cotas.
- Durante el proceso de montaje se debe verificar alineamientos y cotas, y si se requiere se deben realizar pruebas especiales de carga, deflexión, asentamiento; en cualquier caso las deflexiones y esfuerzos durante el montaje deben ser aceptables.
- Verificar que las uniones (pernos y conectores) se usen de forma apropiada, y que las piezas montadas estén donde corresponden, todo esto de acuerdo a los diseños.
- Verificar que los elementos adicionales a la estructura (sostenes de tuberías, pasarelas, etc.) se encuentren en su lugar.
- Realizar un control sobre la limpieza, pintura o tratamiento final de la estructura.

2.6 PROCEDIMIENTO PARA EL CONTROL DE ESTRUCTURAS METÁLICAS

- Estudiar los planos y especificaciones.
- Revisar los cronogramas y programas de trabajo; coordinar si hay varios contratistas.
- Realizar una inspección de taller, si la estructura se monta total o parcialmente allí; caso contrario programar el envío a la obra de las partes y las piezas.
- Realizar una inspección de piezas antes de su montaje, forma, dimensiones, peso, pintura de protección (repintar si se rayaron durante el transporte), oxidación, taladros, identificación, si se requiere realizar pruebas de dureza, tensión, comprensión, corte, deflexión.
- Verificar que el almacenamiento de las piezas se lo haga en forma adecuada.
- Verificar que exista la seguridad necesaria para el equipo de elevación y montaje.

Capítulo 2 ***procedimientos para la fiscalización de edificios***

- Controlar las fundaciones del andamiaje de apoyo (elementos base de anclaje) en sitio verificando alineamientos y cotas.
- Durante el proceso de montaje se debe verificar que las piezas montadas estén de acuerdo a los planos (alineamientos y cotas); si se requiere se deben realizar pruebas especiales de carga, deflexión, asentamiento; en cualquier caso se debe verificar las deflexiones y esfuerzos durante el montaje deben sean aceptables.
- Probar (u obtener certificados) a soldadores y remachadores, así como a los métodos empleados por estos.
- Controlar que las soldaduras se realicen correctamente en lo que se refiere a longitud, grosor, ubicación, controlar que estas se realicen con los electrodos correspondientes y con la secuencia apropiada para evitar refuerzos residuales.
- Controlar los tamaños de remaches, si estos saltan o se rompen retaladrar y usar remaches de un diámetro más conveniente.
- Si se usan pernos temporales, ver que se sustituyan por remaches.
- Verificar que los elementos adicionales a la estructura (sostenes de tuberías, pasarelas, etc.) se encuentren en su lugar.
- Realizar un control sobre la limpieza, pintura o tratamiento final de la estructura.

2.7 PROCEDIMIENTO PARA EL CONTROL DE EXCAVACIONES

- Estudio de planos y especificaciones; en particular planos geológicos e informes sobre estudio de suelos.
- Revisar los cronogramas y programas de trabajo; coordinar si hay varios contratistas.
- Verificar sobre la determinación de derechos de vía (distancias mínimas en donde no se puede construir según ordenanza). Además debe verificarse que se realice la adquisición de propiedades, esto en el caso de que para la ejecución del proyecto se necesite pasar o construir sobre una propiedad privada.
- Debe considerarse la posibilidad de encontrar algún servicio público o privado (acueductos, cloacas, drenajes, electricidad, teléfonos, gas, oleoductos) enterrado en el lugar de la excavación; para ello se debe consultar con

Capítulo 2

procedimientos para la fiscalización de edificios

anticipación los planos y/o hacer sondeos. En caso de encontrarse estructuras enterradas se las debe estudiar para reubicarlas, protegerlas o moverlas temporalmente y así no perjudicar a quienes sean los dueños y se beneficien de estos servicios.

- Antes de iniciar los trabajos debe prepararse la delimitación, medición y destino del material producto del desbroce, excavación y/o limpieza.
- Realizar un control de la nivelación superficial (acotamiento) de las distintas capas de materiales que se encuentren, estos datos pueden ser de interés para los geólogos.
- En caso de necesitarse nivelación superficial, esta debe ser en cuadrícula y por secciones.
- Se debe ejecutar o complementar un estudio de los materiales a excavar (clasificación de suelos, densidad óptima, humedad, permeabilidad, estabilidad, agregados) con miras a su futura utilización.
- De igual forma para la aceptación del material de fundación; se deben realizar pruebas especiales si se requiere (carga, consolidación, asentamiento, permeabilidad, clasificación de suelos, densidad en sitio).
- Es de suma importancia llevar un control sobre las cotas de agua freática.
- Se debe seleccionar y aprobar equipo de excavación; considerar el achique (la eliminación de aguas provenientes del nivel freático o del escurrimiento mediante una bomba de succión de aguas), en caso de usar explosivos se verificará la capacidad técnica del personal y se deben realizar tramitaciones legales para el uso de explosivos.
- Verificar las cantidades de obra estimadas; en los sobreacarreos debe buscarse siempre estar conformidad con los contratistas.
- Exigir la realización de estudios de comprobación de la resistencia del suelo al nivel de la cota recomendada para cimentación.
- En caso de hallarse materiales no previstos o indeseables se debe informar a los proyectistas de la presencia de estos para proceder a los cambios de diseño pertinentes.
- Diseñar o aprobar entibados si estos son necesarios.
- Prevenir posibles derrumbes y asentamientos en estructuras vecinas.

- Si existen estructuras que van a quedar enterradas, durante el desarrollo de esta actividad se las debe ubicar y/o acotar; para esto se trabajará según su tipo de estructura: bases, tuberías, filtros, instrumentos especiales.
- La nivelación y mediciones finales se deben realizar en cuadrículas y por secciones.
- Para protección de la excavación y seguridad de terceros es conveniente usar señalamientos.
- Debe tenerse en cuenta que los drenajes prolongados pueden provocar asentamientos a distancia.
- Una recomendación especial y permanente será la de tomar en cuenta la existencia de arcillas expansivas, esto para en el caso de existir proceder a las soluciones necesarias.

2.8 PROCEDIMIENTO PARA EL CONTROL DE FRISADOS

- Estudiar los planos, especificaciones y disposiciones arquitectónicas.
- Revisar los cronogramas y programas de trabajo; coordinar si hay varios contratistas.
- Para los morteros de enlucido se aceptarán arenas naturales o de trituración de rocas; estas deben estar libres de impurezas orgánicas y de partículas finas como limos y arcillas.
- Para el agua de amasado se aceptará las naturales, sin impurezas (grasas, aceites, azúcares, etc.)
- Los implementos para elaborar la mezcla deben estar limpios, rectos, alineados, aplomados, bien fijados sin deterioro ni abolladura.
- La superficie a revestirse debe estar limpia, rugosa, libre de compuestos bituminosos y previamente deberá ser humedecida.
- En las uniones concreto-pared, se salpicará con una capa de mortero de cemento-arena en proporción 1:2.
- La superficie de concreto a ser revestida debe presentar rugosidad; en caso de no haberlo, se martillará preferiblemente con busarda, para luego ser humedecida y antes de aplicar el frisado.

- Las juntas de trabajo se las harán por medio de líneas rectas, horizontales o verticales.
- Una vez que las superficies estén revestidas, estas presentarán acabados uniformes, las superficies deben ser planas, sin grietas, ni fisuras.
- El revestimiento se conservará húmedo el mayor tiempo posible (curado), protegiéndolo del sol y lluvia abundante.
- Los morteros de cemento a ser utilizados se prepararán en el momento de ser usados.
- Se tendrá cuidado de mezclar primero la arena con el cemento y luego se añadirá el agua.
- El mezclado de los morteros se hará a mano o a máquina según las especificaciones, en proporciones de peso y volumen.

2.9 PROCEDIMIENTO PARA EL CONTROL DE JUNTAS EN EL CONCRETO

- Se debe definir si las juntas en el concreto son temporales o permanentes.
- Se debe verificar que las juntas de la estructura estén perfectamente detalladas, dimensionadas y localizadas en los planos y especificaciones.

2.9.1 Procedimiento para el control de juntas de construcción

Se la hace cuando la colocación del concreto es temporalmente detenida.

- Al tratarse de juntas temporales se cuidará de que éstos no alteren la resistencia del elemento estructural en su punto.
- Las juntas horizontales en columnas deben localizarse en la parte superior o inferior de la intersección columna - viga - losa.
- Las juntas verticales en vigas y losas deberán localizarse donde la fuerza cortante sea mínima (generalmente a la mitad del claro).

- Se debe cuidar que no pase gran cantidad de acero a través de la junta y que éste no dificulte la realización de la misma.

2.9.2 Procedimiento para el control de juntas de expansión

Se la hace para muros de contención, edificios, ductos, etc., esta destinada a permitir la expansión y contracción de la obra sin que se produzcan agrietamientos.

- Para edificios y muros se recomienda que éstas juntas sean colocadas cada 30 m.
- La realización de este tipo de juntas se las ejecutara:
 - Entre elementos de una estructura construidos con distintos materiales.
 - Entre partes de una estructura que posean diferente altura.
 - En estructuras que tengan cambios de dirección.
- Se recomienda que el ancho de la junta sea de 2 cm en elementos de 30 m de longitud.
- Al considerar el problema de retención de agua a través de las juntas de cualquier tipo se recomienda el uso de bandas de PVC, plástico o hule, en donde "el ancho de la banda no debe ser mayor que peralte del elemento de concreto en que se que se colocará; y no debe ser menor a seis veces el tamaño máximo del agregado grueso más el ancho de la junta especificada" ⁶.

2.10 PROCEDIMIENTO PARA EL CONTROL DE MAMPOSTERIA

- Estudiar los planos, especificaciones y disposiciones arquitectónicas.
- Revisar los cronogramas y programas de trabajo; coordinar si hay varios contratistas.

⁶ VELASCO Carlos & SUÁREZ Ricardo, Manual de construcción de edificios, 1era. edición, 1978, Pág.15

- Al levantar una pared de mampostería se debe verificar la ubicación, alturas, longitud, etc., es decir que esta este construida con los planos y disposiciones arquitectónicas.
- Controlar que antes y durante la construcción de las paredes de mampostería se humedezcan los materiales para de esta forma evitar que estos absorban el agua de los morteros de pegado.
- Controlar que durante el levantamiento de paredes de mampostería estas queden ancladas a las columnas mediante chicotes, y anclados entre si mediante trabas.
- Antes de iniciar el levantamiento de la mampostería se debe verificar que las superficies sobre las que se va ha trabajar deben estar limpias, libres de polvo y rebabas para de esta forma garantizar una buena adherencia.
- Se debe controlar y verificar durante el levantamiento de las paredes de mampostería que estas cumpla con los alineamientos especificados; además que los plomos de las paredes sean correctos.

2.11 PROCEDIMIENTO PARA EL CONTROL DE PINTURAS

- Estudiar las especificaciones y disposiciones arquitectónicas.
- Revisar los cronogramas y programas de trabajo; coordinar si hay varios contratistas.
- Verificar antes de iniciar con los trabajos de pintura que las superficies interiores y exteriores estén preparadas.
- Antes de colocar la pintura se recomienda realizar la selección de las mismas, para seleccionar las pinturas a utilizar si es necesario se deben realizar pruebas de calidad, apariencia, etc..
- La selección de materiales (preparados en planta, mezclados en obra, pigmentos base, pigmentos de color, de interiores o exteriores, de tráfico vehicular, esmaltes) se hará dependiendo del lugar y de las condiciones para las cuales se va ha colocar.
- Es importante verificar si existen especificaciones para la aplicación de este material (capas base, cantidad de capas) y de esta forma cumplir con los requerimientos.

- Se debe realizar una limpieza final de las zonas que hayan podido ser afectadas al momento de colocar la pintura.

2.12 PROCEDIMIENTO PARA EL CONTROL DE RELLENOS

- Estudiar los planos y especificaciones.
- Revisar los cronogramas y programas de trabajo; coordinar si hay varios contratistas.
- Verificar sobre la determinación de derechos de vía (distancias mínimas en donde no se puede construir según ordenanza). Además debe verificarse que se realice la adquisición de propiedades, esto en el caso de que para la ejecución del proyecto se necesite pasar o construir sobre una propiedad privada.
- Una vez lista la excavación se deben ubicar y verificar las cotas de las estructuras que quedarán enterradas; es importante que al momento de realizar el relleno se protejan las estructuras y elementos que quedarán enterrados tales el caso de instrumentos especiales, tuberías, filtros, etc. De igual forma se debe atender a la instalación de instrumentos especiales tal es el caso de piezómetros, medidores de asentamientos verticales, horizontales, etc..
- Antes de iniciar los trabajos debe prepararse la delimitación, medición y destino del desbroce y/o limpieza.
- Es importante prevenir para que no se produzcan obstrucciones en los drenajes existentes.
- Con anticipación se debe seleccionar y aprobar el equipo de carga, transporte y relleno.
- Para cambio o mejoramiento de suelos se deben seleccionar y estudiar los materiales, mediante pruebas como: clasificación de suelos, densidad óptima, humedad, permeabilidad, CBR, etc.; para esto se pueden realizar rellenos de prueba (humedecimiento del material o secado, esparcimiento, pasadas del equipo de compactación, rastreado).
- Se debe controlar que el material se coloque en capas uniformes en cuanto a espesor, esto según material.

- Coordinar el secado y humedecimiento del material entre préstamo y relleno, pues este no debe estar ni muy seco, insaturado de agua al momento de su colocación.
- Una vez distribuido el material del relleno debe que el tráfico del equipo de compactación sea uniforme.
- Verificar las cantidades de obra estimadas; en los sobreacarreos debe buscarse siempre estar conformidad con los contratistas.
- Evitar en todo momento la laminación de material cohesivo y la segregación indeseable del material granular.
- Se deben proteger los rellenos durante paros prolongados que se pudieran producir antes de iniciar con las actividades siguientes al relleno.
- Se deben organizar operaciones de control visuales y tangibles mediante ensayos (densidad en sitio, humedad, método rápido, clasificación, permeabilidad) esto para garantizar la calidad del relleno.
- "Los desniveles en los rellenos con pendientes no deben ser mayores de 1:20"⁷.
- Controlar el enrasado y conformación de los rellenos.
- Tener cuidado al momento de realizar la medición de obras de remate y las mediciones finales del relleno.

2.13 PROCEDIMIENTO PARA EL CONTROL DE REVESTIMIENTOS

Revestimientos de piedra natural.

- Se cuidará que la piedra a usar sea sana, resistente a los agentes atmosféricos; libre de adherencias. Las lajas y cantos rodados tendrán un espesor no menor a 2 cm.
- Una vez lista la superficie para la colocación del revestimiento se salpicará con mezcla y se dejará secar durante 24 horas; una vez transcurrido este tiempo se humedecerá la superficie y se cubrirá con mortero, se recomienda un mortero 1 :

⁷ VELASCO Carlos & SUÁREZ Ricardo, Manual de construcción de edificios, 1era. edición, 1978, Pág. 6

- 4 (1 de cemento, 4 de arena) la cara posterior de cada piedra; para luego asentarla en su sitio y con golpes suaves llevarla hasta la posición deseada.
- Una vez endurecido se lavarán las piedras con agua limpia para eliminar material adherido.

Revestimientos de mármol y granito natural.

- Toda losa que tenga un recubrimiento de mármol o granito natural será una losa de alta calidad; después del pulido se debe verificar que el material tenga aristas bien definidas y rectas, de no especificarse en otra forma.
- La colocación se la hará utilizando nivel y plomada (en caso de zócalos en paredes); durante la colocación se mantendrán las superficies limpias de polvo y material cementante.
- Antes de colocarlas se mojará bien las planchas y la superficie que va a revestirse.
- Luego de 24 horas de instalado el mármol se repasarán las juntas con pasta espesa (100% de cemento).
- Para los revestimientos exteriores se construirán juntas de dilatación cada 20 m² de revestimiento y con una separación de mínimo 3 mm y no mayor a 5 mm.
- Terminada la colocación se lavarán las placas con agua limpia y no con ácidos o sustancias cáusticas.

2.14 PROCEDIMIENTO PARA EL CONTROL DE TUBERÍAS

- Estudiar los planos y especificaciones.
- Revisar los cronogramas y programas de trabajo; coordinar si hay varios contratistas.
- Realizar una inspección de taller o planta si se requiere
- En sitios poblados, coordinación con interesados para atender a interrupciones de servicios como: tráfico, energía eléctrica, etc.
- Seleccionar o aprobar el equipo el equipo para la colocación de estos materiales.

Capítulo 2

procedimientos para la fiscalización de edificios

- Antes de la colocación de la tubería se debe realizar el replanteo y nivelación de la red por donde se conducirá la tubería.
- En algunas ocasiones para la colocación de tuberías se requerirá de excavación y relleno; en estos casos los procedimientos a seguir son los especificados durante el desarrollo de estas actividades.
- Evitar presencia de agua, sobre todo al trabajar las juntas o uniones.
- Realizar un estudio para localizar y reubicar estructuras que tengan que ser movidas.
- En el caso de tuberías especiales (p.e. de refuerzo elíptico) se debe colocar según instrucciones del fabricante.
- En tuberías de campana y espiga, la campana hacia las aguas, arriba.
- Si la tubería atraviesa un relleno, consultar sobre necesidades de pruebas de carga del relleno o uso de pilares de apoyo o de fricción.

En el caso de tuberías a presión.

- Se realizara una inspección de cada pieza antes de su colocación.
- En los cambios de rumbo, y donde hay piezas especiales, colocar apoyo (anclaje) de diseño determinado: cruces, yees, tees, codos, válvulas (no todas), hidrantes.
- Se debe verificar que las ventosas estén ubicadas en puntos altos; los drenajes en puntos bajos y que estos cumplan con las pendientes que los planos y/o proyectistas proponen.
- Cierre de válvulas en servicio debe ser lento para evitar daños debido a golpe de ariete.
- Las juntas deben estar bien limpias antes de cerrarlas (en caso de pernos usar llaves de impacto).
- Se deben trabajar juntas en seco.
- Las juntas no se llenarán hasta tanto no se pruebe la tubería.
- Las pruebas de presión se las puede realizar por tramos.
- Si se requiere se debe realizar la desinfección de las tuberías y accesorios (si se requiere).

En el caso de Cloacas.

- Se realizará una inspección de cada pieza antes de su colocación.
- Se realizarán las pruebas fuera de zanja que se requieran: Tres apoyos, medición, espesores, diámetros, certificado de fabricantes.
- En cada cambio de rumbo debe haber una boca de registro.
- Las juntas deben estar perfectamente limpias antes de cerrarlas.
- Se debe trabajar juntas en seco.
- Las juntas no se llenarán hasta tanto no se pruebe la tubería.
- Se deben realizar pruebas de filtración.

En el caso de alcantarillas prefabricadas.

- La base se debe colocar según instrucciones del fabricante.
- Montaje se debe hacer de acuerdo a las instrucciones del fabricante.
- Se debe protección contra erosión aguas arriba y abajo.
- El relleno que esta ubicado alrededor se debe hacer en forma adecuada.
- Sobrecarga exterior no se aplica hasta que no esté realizado el relleno hasta lo indicado por el fabricante.

TERCERA PARTE

MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DEL HORMIGÓN

EL CEMENTO

- 3.1 Definición
- 3.2 Propiedades químicas
- 3.3 Propiedades físicas y mecánicas
- 3.4 Clasificación del cemento
- 3.5 Control de calidad del cemento.
Especificaciones

EL CEMENTO

3.1 DEFINICIÓN

Hoy en día el cemento es una de las materias primas más populares y más indispensables en la construcción; no hay obra alguna en la que este material no tenga participación; es por excelencia el pegante más barato y versátil, y sus propiedades físicas y mecánicas son aprovechadas en varios usos. Es decir, es el elemento más activo en una mezcla de concreto o de mortero.

"En el sentido más amplio, la palabra cemento indica un material aglomerante que tienen propiedades de adherencia y cohesión, las cuales le permiten unir fragmentos minerales entre sí, para formar un todo compacto con resistencia y durabilidad adecuadas." ¹

En la construcción al hablar de cemento implícitamente se refiere al cemento Pórtland, que tiene la propiedad de fraguar y endurecer en presencia de agua, ya que con ella experimenta una reacción química; dicho proceso se llama hidratación, por lo cual a ellos también se los llama cementos hidráulicos.

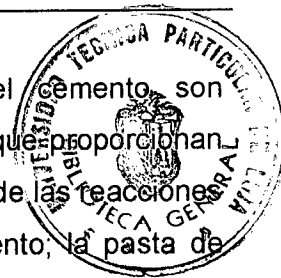
3.2 PROPIEDADES QUÍMICAS

3.2.1 Hidratación del cemento

Se denomina Hidratación del cemento a la reacción química que se produce al unirse este con el agua, durante este proceso químico el cemento se transforma en un agente de enlace; y es durante esta hidratación que se da origen a las propiedades mecánicas útiles en las aplicaciones estructurales.

¹ SANCHEZ DE GUZMAN Diego, Tecnología del concreto y del mortero, 5ta. Edición, 2001, pag.27

Los fenómenos que ocurren durante la hidratación del cemento, son sumamente complejos, pero existen algunos aspectos generales que proporcionan una idea global de este proceso. Para comprender esto, el estudio de las reacciones de hidratación del cemento suelen hacerse sobre pasta de cemento; la pasta de cemento se forma como resultado de las reacciones químicas del cemento con el agua. Dependiendo de la composición del cemento y de las condiciones de hidratación (temperatura, humedad, etc.) la pasta será un sistema dinámico que cambia con el tiempo, dando origen a un conjunto complejo de productos de hidratación; los compuestos anhidros del cemento reaccionan con agua dando origen a compuestos de dos categorías: compuestos cristalinos hidratados y gel.



Resumiendo esto podemos decir que, un grano de cemento, después de estar en contacto con el agua empieza a dar señales de actividad química en su superficie, durante este proceso se puede observar que aparecen cristales que van creciendo lentamente hasta que se forma una sustancia gelatinosa que los envuelve, llamada gel; inicialmente a este gel que se forma se llama gel inestable por poseer un porcentaje de agua muy elevado, tanto que al cabo de poco tiempo la totalidad del agua disponible esta transformada en gel. Los compuestos cristalinos necesitan agua para desarrollarse por lo que la retiran del gel, el cual a medida que va perdiendo agua se transforma en gel estable, que en gran medida es responsable de las propiedades mecánicas de las pastas endurecidas, este proceso continua hasta que el material puede considerarse como una masa de partículas en contacto mutuo.

3.2.2 Calor de Hidratación

El proceso de hidratación es un proceso exotérmico, lo cual hace que los hormigones al fraguar y endurecer aumenten de temperatura, este aumento también se debe al hecho de que la conductividad del hormigón es baja; este incremento es importante en hormigones masivos, debido a que cuando ha ocurrido el fraguado y se inicia el descenso térmico, se origina contracción del material, que puede conducir a graves agrietamientos.

El calor de hidratación depende de la composición química del cemento, y el calor de hidratación del cemento es aproximadamente igual a la suma de los calores de hidratación de los compuestos individuales, hidratados por separado. En un cemento Pórtland normal, el calor de hidratación es del orden de 80 a 100 cal/g.

3.2.3 Resistencia a los sulfatos

Debido a que los sulfatos atacan el hormigón endurecido porque estos reaccionan con el aluminato tricálcico para formar el sulfoaluminato de calcio, el mismo que tiene un mayor volumen que el de los componentes que lo originan; es conveniente controlar el contenido de aluminato tricálcico (C_3A), pues las consecuencias de un aumento de este volumen son la presencia de esfuerzos internos que pueden desintegrar el hormigón.

3.3 PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS

Las propiedades físicas del cemento complementan las propiedades químicas de este y permiten conocer otros aspectos de este, como material cementante.

Estas propiedades dependen del estado en el cual se encuentre y se determinan mediante ensayos; estos se pueden realizar sobre el cemento puro, sobre la pasta de cemento y sobre el mortero; para así determinar las propiedades físicas y mecánicas del cemento antes de ser utilizado.

Entre las propiedades físicas y mecánicas del cemento tenemos:

3.3.1 Peso específico (densidad)

La densidad o peso específico del cemento es la relación entre la masa de una cantidad dada y el volumen absoluto de esa masa. Su valor varía entre 3.00 y 3.10 g/cm³. Su principal utilidad es en el diseño de mezclas de hormigón.

3.3.2 Superficie específica (finura)

La finura es una de las propiedades físicas más importantes del cemento, ya que está íntimamente ligada a su valor hidráulico. En vista que la hidratación de los granos de cemento se da desde la superficie hacia el interior, el área superficial de las partículas de cemento constituye la superficie de hidratación. El tamaño de los granos, o sea la finura del cemento, tiene gran relación con otras propiedades como son la velocidad de hidratación, desarrollo de calor, retracción y aumento de resistencia con la edad. De ahí que se considera que la finura es una propiedad de gran importancia, y que debe someterse a un cuidadoso control.

Así, una molienda muy fina da lugar a cementos que endurecen más rápidamente y por lo tanto también tienen un desarrollo rápido de resistencia. Sin embargo, un alto grado de finura representa un costo considerable debido a que aumenta el tiempo de molienda; además cuanto mas fino sea un cemento, este se altera con mayor rapidez a la exposición atmosférica. Adicionalmente, libera mayor cantidad de calor de hidratación dando una mayor retracción, por lo tanto es más susceptible a la presencia de fisuras. Pero un cemento fino exuda menos que uno más grueso, debido a que retiene mejor el agua al tener mayor superficie de hidratación.

Al contrario cuando los granos de cemento son muy gruesos se hidratan y endurecen muy lentamente y pueden producir exudación de agua por su escasa capacidad para retenerla, siendo que la hidratación de los granos de cemento es muy lenta y se estima que la velocidad de hidratación es del orden de 3.5 micras en 28 días, se puede deducir que las partículas relativamente gruesas pueden durar varios años en hidratarse e inclusive no llegar a hidratarse nunca en una forma total, quedando en su interior un núcleo inerte, lo cual daría un rendimiento pequeño del cemento.

La medida de la finura, hoy en día, se expresa por el área superficial de las partículas contenidas en un gramo de material, lo cual se denomina "Superficie específica" y se mide en cm^2/g .

3.3.3 Consistencia Normal

Se llama pasta al conjunto de cemento, agua y aire. Los cementos difieren entre sí en cuanto al requerimiento de agua y la diferencia es mayor en cementos con adiciones, los cuales tienen requerimientos de agua más altos que los cementos normales, esto, por su mayor superficie específica. La cantidad de agua que se incorpora al cemento le proporciona una determinada fluidez, la cual aumenta al incrementarse el contenido de agua; pero existe una determinada fluidez para la cual debe agregarse cierta cantidad de agua, esta fluidez es lo que se conoce como consistencia normal. Es importante aclarar que los valores encontrados en un ensayo de consistencia normal no se utilizan para el control de calidad del cemento, y por eso las normas no indican valores mínimos o máximos.

El contenido de agua de una pasta de consistencia normal es mayor en cemento fino, pero, por el contrario, un aumento en la finura del cemento mejorará la trabajabilidad de una mezcla de hormigón. Mediante la consistencia de una pasta se puede medir la viscosidad de la misma, y mediante la trabajabilidad se puede determinar su capacidad de lubricación. Además, el aire que se encuentra accidentalmente afecta la trabajabilidad de la pasta de cemento y según la finura del cemento, variara la cantidad de aire.

3.3.4 Fraguado del cemento

“Este término se usa para describir el cambio del estado plástico al estado endurecido de una pasta de cemento.”²; para efectos prácticos es de suma importancia distinguir la diferencia entre fraguado y endurecimiento, pues el segundo hace referencia al aumento de la resistencia de una pasta de cemento fraguada.

Cuando cierta cantidad de cemento se mezcla con una determinada cantidad de agua, se origina una pasta plástica, esta se va perdiendo a medida que pasa el tiempo, hasta que la pasta pierde su viscosidad y se eleva su temperatura; el tiempo

² SANCHEZ DE GUZMAN Diego, Tecnología del concreto y del mortero, 5ta. Edición, 2001, pag.45

que transcurre desde la adición del agua se llama “tiempo de fraguado inicial” e indica que el cemento se encuentra parcialmente hidratado y la pasta semidura. La pasta sigue fraguando hasta no ser deformable con la aplicación de cargas relativamente pequeñas, se vuelve rígida y llega al máximo de temperatura; el tiempo que transcurre desde la mezcla con agua se denomina “tiempo de fraguado final” e indica que el cemento se encuentra más hidratado (aunque no totalmente) y la pasta ya está dura. Luego de esto empieza el proceso de endurecimiento de la pasta y la estructura del cemento fraguado va adquiriendo resistencia mecánica.

De ahí, que los tiempos de fraguado inicial y final son importantes por que nos dan la idea del tiempo disponible para mezclar, transportar, colocar, vibrar y afinar concretos y morteros, así como para transitar sobre ellos y para mojarlos con miras al curado.

3.3.5 Falso fraguado

Se conoce como falso fraguado a una rigidez prematura y anormal del cemento, este fenómeno se presenta en los primeros minutos después de realizar la mezcla del cemento con el agua; en este caso no se despiden calor en forma apreciable y si se vuelve a mezclar la pasta de cemento sin adición de agua, se restablecen su plasticidad y fraguado normales sin pérdida de resistencia.

Este fenómeno se debe a que, cuando las temperaturas en los molinos de las fábricas de cemento son mayores a 100°C, se presenta una deshidratación total o parcial del yeso que es el regulador o retardador de fraguado del cemento. Cuando durante el mezclado del hormigón, se produce una rigidización parcial y pasajera en la mezcla, se presenta el “falso fraguado”, esto como consecuencia del fraguado del yeso, dando origen a grumos o pelotas en el hormigón. Cuando este fenómeno se presenta, la solución que se debe dar es prolongar el tiempo de mezclado; y no adicionar agua como sucede con frecuencia (se confunde el efecto pasajero rigidizante con una falta de agua para fluidificar); pues se hace decrecer la resistencia.

3.3.6 Estabilidad de volumen

“Para que un cemento sea estable es necesario que ninguno de sus componentes, una vez hidratados, sufra una expansión perjudicial o destructiva”³. En condiciones normales los morteros y los hormigones se contraen al endurecer, este fenómeno se conoce como retracción, casi la totalidad de la retracción ocurre en los 2 o 3 primeros meses de hidratación del cemento y en hormigones normales llega a ser del orden del 0.015%; se considera que este fenómeno tiene directa relación con la composición y la finura del cemento, la cantidad de agua en la mezcla, las proporciones de la mezcla, las condiciones de curado y el tiempo transcurrido.

La expansión de un cemento se obtiene por medio del ensayo de autoclave que consiste en medir la variación de la longitud de una barra hecha de pasta (cemento más agua) sometida a una “aceleración del proceso hidratación (curado por 3 horas a 216°C y 20.8 kg/cm² de presión)”⁴, el cambio de longitud en porcentaje se denomina expansión en autoclave; a este ensayo se han hecho varias correcciones en el sentido de que si un cemento excede el límite permitido de expansión no necesariamente es un cemento expansivo en condiciones de temperatura y presión ambiente.

3.3.7 Resistencia mecánica

La resistencia mecánica del cemento es la propiedad del material más importante en cuanto a los requisitos para usos estructurales. Por lo tanto, no es raro que estas pruebas de resistencia estén indicadas en todas las especificaciones del cemento.

La manera más lógica de medir la resistencia mecánica del cemento, aparentemente es sobre probetas hechas con pasta de cemento, ya que así se eliminaría la dispersión que aparece en los resultados cuando se usan probetas de

³ SANCHEZ DE GUZMAN Diego, Tecnología del concreto y del mortero, 5ta. Edición, 2001, pag.46

⁴ SANCHEZ DE GUZMAN Diego, Tecnología del concreto y del mortero, 5ta. Edición, 2001, pag.47

mortero u hormigón, pero se ha demostrado en varias investigaciones que el comportamiento mecánico de los cementos varía al ensayarlos en probetas con agregados (mortero u hormigón); por tanto la determinación de resistencia mecánica sobre probetas de pasta no tiene mayor utilidad. Estas consideraciones hacen notar ya que la resistencia mecánica del cemento se debería medir sobre probetas de hormigón, ya esta es la aplicación más importante del cemento, pero el tamaño relativamente grande de las muestras y la dificultad de obtener agregados gruesos normalizados ha hecho que no se utilice ensayos sobre muestras de hormigón con miras a calificar los cementos; es así que se ha generalizado el uso de los morteros para estos ensayos, como solución intermedia entre la pasta y el hormigón.

En cuanto a la arena normalizada para la preparación del mortero se debe utilizar la arena natural de Ottawa que es una arena de gradación abierta, compuesta por tres fracciones de arena natural, cada una de ellas de granos de tamaño muy uniforme; la dosificación en que deben mezclarse el cemento y la arena es 1:3 (1 parte de cemento por 3 parte de arena en peso); pudiéndose según la ASTM dosificarse en 1:2,75, sin embargo, se ha demostrado que la variación de resistencia a compresión variando la proporción entre 1:2 y 1:3,5 cambia muy poco, no más de 7%.

Para que este ensayo sea aceptable según las especificaciones ASTM, las muestras que se fabrican se deben almacenar en condiciones de curado, para luego tomar como referencia que: para las briquetas de dosificación 1:3 deben poseer resistencias a la tensión mayores de 275 libras por pulgada cuadrada a los 7 días y 350 libras por pulgada cuadrada a los 28 días. Para cubos hechos con una dosificación 1:2,75 las resistencias a la compresión deben ser de 2100 libras por pulgada cuadrada a los 7 días y 3500 libras por pulgada cuadrada a los 28 días.

3.4 CLASIFICACIÓN DEL CEMENTO

El desarrollo de los diferentes tipos de cementos se origina en la necesidad de que el cemento tenga características particulares, como baja temperatura de hidratación, resistencia a la acción de los sulfatos, etc; es así, que al cambiar la

composición química y las propiedades físico-mecánicas del cemento, se pueden obtener estas características para así dar solución a los requerimientos que cada obra tiene según las condiciones de su construcción. De esta manera la ASTM American Society for Testing and Materials (Sociedad Norteamericana para el Ensayo y los Materiales) menciona varios tipos de cemento portland que se comercializan en el mercado.

TIPO I: Normal: Para uso general, en la fabricación de hormigones que no requieren de características especiales.

TIPO II: Moderada resistencia a sulfatos – Moderado calor de hidratación: Para la fabricación de hormigones que estarán expuestos a la acción moderada de sulfatos y donde se requiere una disminución del calor de hidratación. Este es por lo general usado para la construcción de presas.

TIPO III: Alta resistencia inicial: Para la preparación con hormigones en los que se requiere una elevada resistencia inicial, después de los tres días de endurecimiento. Por lo general se lo utiliza en la construcción de estructuras prefabricadas.

TIPO IV: Bajo calor de hidratación: Para la preparación de hormigones en los que se requiere muy poco calor de hidratación. Por lo general se lo usa en construcciones donde se colocara grandes masas de hormigón, puesto que al desarrollarse el calor de hidratación del cemento pueden producirse grietas o fisuras de consideración.

TIPO V: Alta resistencia a los sulfatos: Para la preparación de hormigones en los que se requiere una elevada resistencia a los sulfatos. Por lo general usado en estructuras marinas situadas en zonas de cambio de mareas.

Es importante resaltar que esta clasificación de los cementos es reconocida en el Ecuador por la ASTM American Society for Testing and Materials (Sociedad

Americana para el ensayo y los materiales) mediante norma C-150, y por en INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización mediante norma 152.

A más de los tipos de cemento ya mencionados se tienen los denominados cementos especiales que se producen para usos específicos.

Cemento Portland Puzolánico.- Este se obtiene de la mezcla de cemento Pórtland y puzolana finamente pulverizada con adiciones de sulfato de calcio (yeso). El contenido de puzolana debe estar entre el 15% y el 50% en masa de la masa total.

Generalmente se considera que a las puzolanas como materiales silico-aluminosos naturales o artificiales que por si solos carecen de propiedades hidráulicas y propiedades cementicias pero que contienen constituyentes que a temperaturas ordinarias y en presencia del agua se combinan con el hidróxido de calcio para formar compuestos insolubles en el agua y estables los cuales se comportan como conglomerantes hidráulicos. Las puzolanas según su origen se pueden clasificar en:

Naturales: Son las que tienen características puzolánicas por si mismas pueden ser de origen eruptivo, sedimentario vegetal o animal.

Artificiales: Son las que resultan de un tratamiento térmico de activación.

Intermedias: Son puzolanas naturales, que como las artificiales se someten a tratamientos térmicos de ennoblecimiento aproximadamente a 700°C de temperatura para así incrementar su actividad 4 o 5 veces más.

Los cementos puzolánicos por las características que les confieren estas tiene propiedades que los diferencian de los Pórtland y hace que estos tengan campos específicos de aplicación, pudiendo estos en muchos casos sustituir a los Pórtland con grandes ventajas, como durabilidad, estabilidad, calor de hidratación, plasticidad, etc.

Capítulo 3

el cemento



Cemento Portland IE.- Es el producto resultante de la molienda de clinker Portland y no más de 20 % en masa del cemento de un material silico aluminoso el cual en sí mismo posee poco o ningún valor cementante pero que finamente dividido en presencia del agua a temperatura ambiente reacciona químicamente con el hidróxido de calcio para formar compuestos que poseen propiedades cementantes, siendo esta adición de no más del 20 % en masa de la masa total.

Cemento de Albañilería.- Es el material que se obtiene de la unión de cemento Portland y materiales que carezcan de propiedades hidráulicas o puzolánicas con la adición de sulfatos de calcio. El contenido de los materiales adicionales debe estar comprendido entre el 15% y el 50% en masa de la masa total. Se usa en morteros como enlucido de paredes, mamposterías de ladrillos o bloques, etc.

Cemento para pozos de petróleo Tipo G.- Este se fabrica considerando que sea moderadamente resistente a sulfatos y fragüe en condiciones normales a presión y temperaturas altas, este se un cemento hidráulico que se usa para sellar fisuras en la perforación de pozos de petróleo.

Cemento blanco.- Este se obtiene a partir de materiales debidamente seleccionados que le confieren una coloración blanca; así, en su fabricación se incluyen principalmente pequeñas cantidades de óxido ferroso y de manganeso utilizando petróleo como combustible para evitar contaminación por la ceniza del carbón. En la molienda se evita contaminación con hierro usando molinos con bolas de porcelana, o bolas de níquel o molibdeno. Su uso es específico para fines arquitectónicos, fabricación de baldosas o uso en pinturas, adicionando colorantes minerales.

Cementos Portland de escoria de altos hornos.- En este tipo de cemento durante la molienda del clinker se adiciona escoria granulada finamente molida, con adición de sulfato de calcio (yeso); por lo general el contenido de escoria granulada de alto horno debe estar comprendida entre el 15% y 85% en la masa de la masa total.

Cementos Pórtland adicionado.- En este tipo de cemento se obtiene de la pulverización de clinker Pórtland y otros materiales arcillosos, calcáreos-sílico-aluminosos, calcinados, o no (que poseen propiedades hidráulicas o puzolánicas).

3.5 CONTROL DE CALIDAD DEL CEMENTO ESPECIFICACIONES

El control de calidad del cemento se realiza en forma directa o indirecta en el laboratorio mediante la aplicación de ensayos especificados en nuestro medio por la norma INEN. De ahí que los ensayos para el control de la calidad del cemento frecuentemente especificados son:

- Determinación de la densidad absoluta. Norma INEN 156
- Determinación de la densidad aparente del cemento. Relación entre la masa respecto al volumen.
- Determinación de la consistencia normal del cemento. Método de Vicat. Norma INEN 157
- Determinación del tiempo de fraguado del cemento. Método de Vicat. Norma INEN 158
- Determinación del tiempo de fraguado del cemento. Método de las agujas de Gillmore. Norma INEN 159
- Determinación de la finura del cemento por tamizado seco. Norma INEN 489

La descripción de estos ensayos se indica en el numeral 7.2 Especificaciones para el control de calidad de los materiales, del capítulo 7, Especificaciones para la construcción y anexos de las pruebas de control.

EL AGUA

- 4.1 Definición
- 4.2 Agua de mezclado
- 4.3 Agua de curado
- 4.4 Calidad del agua
- 4.5 Cantidad de agua
- 4.6 Control de calidad del agua. Especificaciones

EL AGUA

4.1 DEFINICIÓN

Debido a que el agua influye directamente en las reacciones del cemento durante el proceso de fabricación del hormigón (estado plástico, proceso de fraguado y estado endurecido); este capítulo procura dar una visión acerca de las características que debe tener este elemento de la naturaleza, ya que a pesar de ser el elemento más barato del hormigón, es también el más importante, pues, la resistencia del hormigón está determinada por la cantidad de agua que una mezcla de hormigón contenga; relación agua/cemento (a/c).

De acuerdo con lo anteriormente indicado se puede concluir que el agua es el componente del hormigón a partir del cual el cemento experimenta reacciones químicas que le dan al hormigón la propiedad de fraguar y endurecer, para formar un sólido único con los agregados.

4.2 AGUA DE MEZCLADO

Se define como agua de mezclado a la cantidad de agua que requiere el cemento, para producir una pasta eficientemente hidratada y con una fluidez tal, que permita la lubricación adecuada de los agregados; esto cuando la mezcla esta en estado plástico.

La calidad y la cantidad del agua de mezclado es de gran importancia para la resistencia del hormigón. La cantidad del agua de mezclado debe reducirse al mínimo, ya que el agua en exceso se evapora, originando en la masa del hormigón una serie de espacios vacíos y huecos que disminuyen su resistencia. Es así que puede considerarse que cada litro de agua de mezclado añadido en exceso equivale a una disminución de 2 Kg de cemento.

Durante el mezclado de los materiales, el agua va adquiriendo una nueva estructura conforme se produce hidratación del cemento; esta nueva estructura es la formación del llamado gel de cemento, y la redistribución del agua dentro de la pasta; de ahí que en una porción de pasta hidratada, el agua se encuentra en dos formas básicas: agua de hidratación (no evaporable) y agua evaporable.

AGUA DE HIDRATACIÓN : Es aquella parte del agua de mezclado que reacciona químicamente con el cemento para formar parte de la fase sólida del gel. Se la llama también no evaporable porque en una porción de pasta hidratada se conserva a 0% de humedad del ambiente y 110°C de temperatura.

AGUA EVAPORABLE : Es el agua restante en la pasta, es el agua que puede evaporarse a 0% de humedad relativa del ambiente y 110°C de temperatura, pero esta no se encuentra libre en su totalidad, pues el gel de cemento ejerce atracción molecular sobre una parte de esta agua y la mantiene atraída.

4.3 AGUA DE CURADO

Puede definirse como curado al tratamiento al que se somete una mezcla de hormigón con el fin de compensar las pérdidas de agua debidas a la evaporación durante el fraguado y endurecimiento, este proceso garantizará que la hidratación del cemento se desarrolle completamente y sin interrupción, en las condiciones óptimas de humedad y temperatura; hasta alcanzar las propiedades potenciales del hormigón.

El agua de curado constituye el suministro adicional de agua para hidratar en forma eficaz al cemento; este suministro depende de la humedad del ambiente, ya que la evaporación del agua de la pasta ocurre con tanta mayor rapidez cuanto menor es la humedad relativa del ambiente.

El curado del hormigón debe realizarse durante los 28 días siguientes a su fabricación, es decir cuando se encuentra en el proceso de fraguado y

endurecimiento, ya que durante este tiempo su resistencia crecerá hasta alcanzar su máximo valor (pasados los 28 días el incremento de la resistencia es mínimo). De no ser posible se realice el proceso antes mencionado, es indispensable por lo menos realizar el curado durante los primeros 15 días ya que durante este tiempo la resistencia alcanza el 80% del valor especificado. Cuando no se realiza el curado del hormigón se produce una disminución de la resistencia con valores que pueden variar del 10 a 15 %, al compararlo con un hormigón que ha sido curado en forma continua.

4.4 CALIDAD DEL AGUA

Es de gran importancia que el agua a utilizar para el mezclado y el curado sea limpia, inodora, incolora e insípida, esta agua debe ser natural, apta para beber o agua potable; estas condiciones son importantes pues un exceso de impurezas en el agua de mezclado puede causar muchas manchas (eflorescencias), además las impurezas afectan el fraguado, la resistencia, la durabilidad y producen corrosión a la estructura (acero de refuerzo) del hormigón.

Se debe señalar que en algunos casos dentro del agua potable se pueden encontrar disueltas en altas concentraciones sales, cítricos o azúcares, entre otros, que pueden ser perjudiciales para el hormigón. Por ello se deben especificar ciertos límites de cloruros, sulfatos, álcalis y sólidos dentro del agua de mezclado; así pues, el contenido de sólidos disueltos en suspensión no debe ser mayor a 2000 ppm (partes por millón) 0.2 %, ya que estos producen turbiedad o mal olor; de igual manera, el contenido de sales disueltas no debe sobrepasar este límite. Si el contenido de sulfatos es menor de 5000 ppm y el de cloruros menor a 10000 ppm se consideran como aguas aceptables.

Existe una incógnita sobre si el agua de mar es aceptable para la fabricación del hormigón, acerca de esto se puede decir que no es aceptable; pues el agua de mar contiene 35000 ppm (3.5 %) de sales disueltas, haciendo que se considere a esta totalmente salina y agresiva, pues las sales aceleran las resistencias iniciales pero las resistencias finales decrecen; además las sales atacan a la estructura del

hormigón, incrementando la corrosión del acero de refuerzo del hormigón estructural y con el tiempo se producen ataques al hormigón por la salinidad del agua que se usó.

4.5 CANTIDAD DE AGUA

El agua utilizada en la fabricación del hormigón tiene varios fines, siendo la hidratación del cemento la primordial para su consecuente endurecimiento y consolidación. De ahí que, la cantidad de agua de mezclado tiene influencia en las propiedades del hormigón como son: consistencia, fluidez, endurecimiento y durabilidad. La cantidad de agua utilizada debe ser la necesaria para la hidratación del cemento y el mojado de los agregados.

La cantidad de agua necesaria para hidratar el cemento es de 0.08 a 0.22 partes por cada parte en peso de cemento; pero en la práctica la relación agua/cemento (a/c) para el mezclado del hormigón generalmente esta entre 0.40 y 0.80.

Parte del agua que se utiliza en el mezclado se ubica entre las partículas y durante el proceso de endurecimiento se evapora dejando pequeñas cavidades o vacíos capilares que debilitan el hormigón; de ahí se concluye que mientras mayor sea la cantidad de agua en la mezcla, más débil es el hormigón. Además un exceso de la cantidad de agua de mezclado influye en el tiempo de fraguado de la pasta de cemento.

Es importante que durante una obra la producción de hormigón sea uniforme, para esto, debe observarse que el contenido total de agua en cada mezcla sea el mismo, caso contrario se presentarían irregularidades en cuanto a su resistencia. Aquí se debe considerar que el total de agua de la mezcla se compone por agua que se añade y la que aportan los agregados, ya que éstos pueden estar muy húmedos o muy secos, esto significa que el agua que se añade en cada mezcla debe variar de según el contenido de humedad de los agregados.

En la práctica se hace todo lo contrario, por facilidad al colocar el hormigón en los elementos que se construyen, se utiliza una mayor cantidad de agua, esto sin ningún criterio técnico; obteniéndose una disminución en la resistencia y durabilidad del hormigón.

De todo esto se puede concluir que a menos agua, mayor resistencia, mayor consistencia y mayor durabilidad del hormigón.

4.6 CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA. ESPECIFICACIONES

La calidad del agua se puede determinar en dos formas:

PRIMERA: Realizar un ensayo de relación de resistencias sobre cubos de mortero a 7, 28 y 90 días de edad, se considera que el agua es apta para el concreto, si la resistencia de los cubos hechos con el agua en cuestión no es inferior al 90% de la resistencia de los cubos testigo confeccionados con agua destilada.

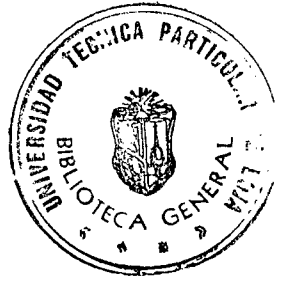
SEGUNDA: Mediante un análisis químico del agua; teniendo en cuenta unos valores límites para los resultados. No se considerará como aceptable un agua que presente las siguientes características:

- Las ácidas que tengan un pH igual o inferior a 5.
- Las que posean sustancias solubles en proporción igual o superior a 35 gr/litro (35.000 p.p.m.).
- Las que tengan un contenido de sulfatos, expresados en SO_4 igual o superior a 1 gr/litro (1.000 p.p.m.).
- Las que contengan aceites, grasas o cualquier otra sustancia orgánica soluble en éter en cantidad igual o superior a 15 gr/litro (15.000 p.p.m.).
- Las que contengan ion cloro en una proporción igual o superior a 6 gr/litro (6.000 p.p.m.).

LOS AGREGADOS

- 5.1 Definición
- 5.2 Origen de los agregados. Geología y Petrografía
- 5.3 Clasificación de los agregados
- 5.4 Propiedades químicas
- 5.5 Propiedades físicas
- 5.6 Propiedades mecánicas
- 5.7 Control de calidad de los agregados. Especificaciones

LOS AGREGADOS



5.1 DEFINICIÓN

Como es conocido el hormigón en su mayor parte está constituido por agregados (70-80% en volumen), por este motivo se considera que gran parte de las características del hormigón, ya sea en estado plástico o en estado endurecido, dependen de las características y propiedades de los agregados, los cuales deben ser estudiadas para de esta forma poder obtener hormigones de calidad y económicos.

A los agregados también se los llama áridos y no son mas que "materiales inertes, de forma granular, naturales o artificiales, que aglomerados por el cemento Pórtland en presencia de agua conforman un todo compacto (piedra artificial) conocido como hormigón"¹.

5.2 ORIGEN DE LOS AGREGADOS. GEOLOGÍA Y PETROGRAFÍA

Puesto que el objetivo principal en este capítulo son los agregados naturales, ya sea que sus partículas provienen de una masa mayor que puede haberse fragmentado por proceso naturales como el intemperismo y la abrasión, o mediante la trituración mecánica realizada por el hombre, sin dejar de lado que la mayoría de las propiedades y características dependen de la roca madre (propiedades mineralógicas o substanciales, pureza, densidad, dureza, porosidad, propiedades físico-mecánicas, composición química y estructura).

De acuerdo con la **GEOLOGÍA**, se sabe que por fenómenos geológicos internos de la tierra al solidificarse y consolidarse el magma (mezcla heterogénea de diversos silicatos), se forman las rocas ígneas u originales; luego por fenómenos

¹ SANCHEZ DE GUZMAN Diego, Tecnología del concreto y del mortero, 5ta. Edición, 2001, Pág. 65

geológicos externos como la meteorización con el transcurrir del tiempo se formaron las rocas sedimentarias. Adicionalmente, las rocas ígneas y las sedimentarias por acción de procesos de presión y temperatura, forman el tercer grupo de rocas llamadas metamórficas.

Rocas Ígneas: La mayor parte de la corteza terrestre está formada por rocas ígneas y de ellas se derivan las otras rocas, razón por la que son llamadas rocas originales. Se les llama también endógenas porque se originan en procesos magmáticos porque provienen del magma; según la velocidad del enfriamiento del magma, varía su textura, la cual tiene incidencia en la capacidad de adherencia del material. Así pues, cuando la velocidad de enfriamiento es baja, las partículas son grandes; cuando es alta, las partículas son pequeñas y si es instantánea (erupción de un volcán) quedan hechas granos (piedra pómez).

Rocas Sedimentarias: Son las más abundantes de la superficie terrestre (75.9%). Están formadas por granos o fragmentos que provienen de rocas ígneas, metamórficas u otras sedimentarias. Su proceso de formación se origina por descomposición y desintegración de las rocas mencionadas sufriendo un proceso de erosión, transporte, sedimentación y consolidación; o por precipitación o sedimentación química (carbonatos). Los agentes geológicos externos (agua, hielo, aire) son los encargados de arrastrar los materiales, redondeándolos y dándoles una forma y tamaño característicos que son factores de incidencia en la calidad del material como agregado para el hormigón.

Rocas Metamórficas: Como ya se mencionó antes, éstas provienen de las rocas ígneas y sedimentarias, las cuales experimentan modificaciones debidas a tres factores: grandes presiones que sufren los estratos profundos, temperaturas elevadas que hay en el interior y emanaciones de los gases del magma. Según la incidencia de cada factor, se obtienen estructuras foliadas o masivas, las cuales también inciden notablemente en la forma, tamaño y textura de las partículas de un agregado.

Desde el punto de vista de la **PETROGRAFÍA** los agregados naturales se pueden clasificar mediante exámenes visuales y análisis litológicos que permiten evaluar la calidad de los mismos por comparación con otros, además se ha establecido que el carácter mineralógico de los agregados está dado por las características mineralógicas de la roca madre de donde provengan, esto puede ayudar a conocer mejor la calidad de un material en una situación determinada.

5.3 CLASIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS

Los agregados para concreto se han clasificado de varias maneras, pero principalmente de acuerdo a su tamaño, procedencia y densidad.

5.3.1 Clasificación según su tamaño

La forma más generalizada de clasificar los agregados es según su tamaño, el cual varía desde fracciones en milímetros hasta varios centímetros en sección transversal; esta distribución del tamaño de las partículas es lo que se conoce como granulometría. La fracción fina de este material, cuyas partículas tienen un diámetro máximo de 4,75 mm y mínimo de 0,150 mm, es lo que se conoce como arena; la fracción gruesa, cuyas partículas que tienen un diámetro superior a 4,75 mm, es lo que se conoce como grava.

5.3.2 Clasificación según su procedencia

Según el origen de los agregados, sean estos de fuentes naturales o fabricados a partir de productos industriales; estos pueden clasificarse como agregados naturales y artificiales; siendo los primeros aquellos que provienen de fuentes naturales como depósitos de arrastres fluviales (arenas y gravas de río) o de glaciares (cantos rodados), y de canteras de rocas y piedras naturales pudiéndose utilizar estos en su granulación natural o triturándolos mecánicamente según las especificaciones requeridas. Los segundos se obtienen de procesos industriales

como arcillas, escorias del alto horno, clinker, y otros. Por lo general estos agregados son más ligeros o más pesados que los ordinarios.

5.3.3 Clasificación según su densidad

Otra forma de clasificar los agregados es según su densidad, la cual depende de la cantidad de masa por unidad de volumen, así como del volumen de los poros; esto en agregados naturales o artificiales. Esta distinción se hace porque la densidad de los agregados afecta la densidad del concreto que se desea producir (ligero, normal o pesado).

5.4 PROPIEDADES QUIMICAS

5.4.1 Epitaxia

Es la única reacción química favorable de los agregados, la cual mejora la adherencia entre ciertos agregados calizos y la pasta de cemento, a medida que transcurre el tiempo.

5.4.2 Reacción Agregado-Álcali

Existen reacciones que originan expansiones dentro de la masa endurecida del hormigón, las cuales inducen esfuerzos de tensión que pueden hacer fallar la integridad estructural. La reacción más común se produce entre los óxidos de silicio en sus formas inestables, y los hidróxidos alcalinos de la pasta de cemento. Esta reacción de sólido-líquido, produce un gel, que aumenta de volumen a medida que absorbe agua, de esta manera aparecen presiones internas que producen expansión, agrietamiento y ruptura de la pasta de cemento; esto se conoce como reacción álcali-sílice. La reacción álcali-carbonato es una reacción similar entre algunos tipos de caliza dolomítica y los álcalis del cemento pero que es menos frecuente.

5.5 PROPIEDADES FÍSICAS

5.5.1 Granulometría

Se define como la distribución de las partículas que constituyen una masa de agregados, se determina mediante el análisis granulométrico que consiste en dividir una muestra de agregado en fracciones de igual tamaño. La medida de la cuantía de cada una de estas fracciones es lo que se conoce como granulometría. Mediante una granulometría podemos determinar que tan grueso o fino es el material, así como detectar deficiencias o exceso de tamaño, del análisis granulométrico se desprenden algunos factores que posteriormente se utilizan para el diseño de una mezcla de hormigón. A continuación se describen éstos:

Módulo de Finura: Es un factor que permite determinar que tan fino o grueso es un material, se define como la suma de los porcentajes retenidos acumulados en los tamices de la serie "estandar" que cumplen la relación 1:2 (tamices 0.15, 0.300, 0.600, 1.18, 2.36, 4.75, 9.5, 19, 37.5, 75). Este valor puede variar entre 0 y 10 o más; a medida que se acerca a cero indica un agregado fino y a medida que aumenta su valor indica que el agregado es más grueso.

Tamaño máximo: Es un factor que se define como la abertura del tamiz que permite el paso del 95% del material; indica el tamaño de la partícula más grande que hay dentro de la masa de agregados.

Tamaño máximo nominal: Es un factor que se define como la abertura del tamiz inmediatamente superior a aquel cuyo porcentaje retenido acumulado sea el 15% o más, indica, indica el promedio de partículas más grandes que hay dentro de la masa de agregados en su fracción más gruesa, mientras que el tamaño máximo indica la dimensión de la partícula más grande que hay en la masa. Por esta razón generalmente al hacer un análisis granulométrico, los valores de tamaño máximo y el tamaño nominal no coinciden.

5.5.2 Forma

La forma de los agregados juega un papel importante en la fabricación del hormigón, pues de esta depende el grado de acomodamiento y compactación de las partículas. Para lograr un alto grado de acomodamiento y compactación de las partículas, que genera una alta densidad y mayor resistencia del hormigón, las formas más adecuadas son las redondeadas (piedras de ríos y cantos rodados) y la cúbica (material triturado); la forma ideal es la redondeada, debido a que el grado de acomodamiento de las partículas de forma redondeada es mejor que las partículas de forma cúbica. En la medida en que la forma de las partículas difiere de estas geometrías, menor es la cantidad de partículas que deberán ser llenados con pasta de cemento, lo cual eleva el costo unitario y aumenta el riesgo de agrietamiento por el mayor contenido de cemento.

Por otra parte, las partículas de forma lajuda (alargadas y planas), aparte de tener una estructura laminar (en capas) con poca resistencia, tienden a colocarse en posición horizontal lo cual impide la salida del agua libre de la mezcla durante el proceso de fraguado y genera burbujas de aire que debilitan la resistencia del hormigón.

5.5.3 Textura

La textura superficial es una propiedad que se deriva de la roca madre y que tiene incidencia en las propiedades del hormigón, sobre todo en la adherencia entre las partículas del agregado y la pasta de cemento fraguado, y rige las condiciones de fluidez mientras la mezcla se encuentra en estado plástico. La clasificación de la textura superficial se basa en las características de la superficie de una partícula, si es pulida, mate, suave o áspera, lo cual está ligado a la dureza, tamaño, forma y estructura de la roca original; por lo general se puede decir que es lisa (agregados redondeados) o áspera (agregados triturados).

5.5.4 Superficie Específica

La superficie específica total o superficie de pega se define como la suma del área superficial de todas las partículas que constituyen la masa del agregado; esta superficie de pega depende de la granulometría, la forma y la textura de las partículas. Se basa en la relación que hay entre la superficie exterior de una partícula y el volumen que ocupa esa partícula.

5.5.5 Densidad o Peso Específico

Esta propiedad depende de las propiedades de la roca madre, se define como la relación entre el peso y el volumen de una masa determinada, sin embargo en el caso de los agregados para el hormigón se debe definir cuidadosamente el término densidad, puesto que generalmente entre las partículas hay cavidades o poros que pueden estar vacíos, parcialmente saturados o llenos de agua, dependiendo de su permeabilidad interna, de aquí que resultan las siguientes definiciones:

Densidad absoluta: La densidad absoluta se define como la relación que existe entre el peso de la masa del material y el volumen que ocupa la masa sólida, o sea, que se excluyen todos los poros, saturables y no saturables.

$$\text{Densidad Absoluta} = \frac{P_s}{V_m - V_p}$$

Donde: P_s = Peso seco de la masa

V_m = Volumen ocupado por la masa

V_p = Volumen de los poros (saturables y no saturables)

Densidad Nominal: La densidad nominal se define como la relación que existe entre el peso de la masa del material y el volumen que ocupan las partículas de ese material, incluidos los poros no saturables.

Capítulo 5

los agregados

$$\text{Densidad Nominal} = \frac{P_s}{V_m - V_{Ps}}$$

Donde: P_s = Peso seco de la masa m

V_m = Volumen ocupado por la masa m

V_{Ps} = Volumen de los poros saturables

Densidad Aparente: La densidad aparente se define como la relación que existe entre el peso de la masa del material y el volumen que ocupan las partículas de ese material, incluidos todos los poros, saturables y no saturables.

$$\text{Densidad Aparente} = \frac{P_s}{V_m}$$

Donde: P_s = Peso seco de la masa m

V_m = Volumen ocupado por la masa m

Es conveniente anotar que la densidad aparente se puede determinar en estado seco o húmedo, dependiendo del grado de saturación de sus poros.

La densidad que interesa es la densidad aparente, debido a que con ella se determina la cantidad (en peso) de agregado para un volumen unitario de hormigón, pues, los poros interiores del agregado ocuparan un volumen dentro de la masa de hormigón y el agua que se aloja dentro de los poros saturables no hace parte del agua de mezclado (agua de hidratación del cemento y agua libre que en combinación con el cemento produce la pasta lubricante de los agregados cuando la mezcla se encuentra en estado plástico). La densidad aparente del agregado depende de la constitución mineralógica de la roca madre y por lo tanto de su densidad, así como también de la cantidad de huecos o poros que contenga.

5.5.6 Porosidad y Absorción

La porosidad de las partículas del agregado es muy importante porque una partícula porosa es mucho menos dura que una compacta o maciza, esto no solo afecta las propiedades mecánicas como la adherencia y la resistencia a compresión y flexión sino también propiedades de durabilidad como la resistencia al congelamiento y deshielo, estabilidad química y resistencia a la abrasión.

Además, la porosidad tiene relación con la capacidad de absorción de agua u otro líquido de los agregados; esta se mide para cuantificar la influencia de la porosidad dentro del agregado, ya que las partículas del agregado pueden pasar por cuatro estados: seco, parcialmente saturado, saturado, y superficialmente seco húmedo; estos estados dependen del grado de absorción de las partículas que varía entre 0% y 5% aproximadamente para agregados pétreos de peso normal. La capacidad de absorción de las partículas del agregado se puede determinar fácilmente por diferencia de pesos, entre el peso saturado y superficialmente seco y el peso seco, expresado como un porcentaje del peso seco.

$$\% \text{ absorcion} = \frac{P_{sss} - P_s}{P_s} \times 100$$

Donde: P_{sss} = Peso de la muestra saturada y superficialmente seca

P_s = Peso seco de la muestra

5.5.7 Peso Volumétrico

El peso volumétrico o masa unitaria de un agregado, se define como la relación entre el peso de una muestra de agregado compuesta de varias partículas y el volumen que ocupan esas partículas agrupadas dentro de un recipiente de volumen conocido. De forma que, al colocar un agregado dentro de un recipiente se producirá un acomodamiento de las partículas en donde el menor volumen de

espacios entre partícula y partícula depende del tamaño, la granulometría, la forma y la textura del agregado. De esto podemos concluir que:

$$\text{Masa Unitaria} = \frac{P_s}{V_r}$$

Donde: P_s = Peso seco del material

V_r = Volumen del recipiente

El numerador de la expresión es el peso del material que depende de que tan compactas y densas (poco porosas) sean las partículas. El denominador es el volumen del recipiente, el cual incluye el volumen de las partículas, el volumen de los poros de las partículas (saturables y no saturables) y el volumen de los espacios entre partícula y partícula. En consecuencia, la masa unitaria compacta de un agregado indica de manera general la calidad de éste y su aptitud para ser utilizado en la fabricación de hormigones y puede ser:

Masa unitaria compacta: Es el grado de acomodamiento de las partículas del agregado cuando se ha sometido a vibración, ya que esta mejora el acomodamiento y aumenta la masa unitaria. Con este factor se determinan los volúmenes absolutos de agregados en el diseño de mezclas, esto, pues, las partículas del agregado no van a quedar confinadas dentro de la masa de hormigón.

Masa unitaria suelta: Es la masa del material que está en estado de reposo porque el volumen que ocupa es mayor y por tanto su masa unitaria es menor. Este valor se utiliza cuando se van a manejar los agregados, pues el transporte de estos se hace por volumen y en estado suelto, pero al consumir será mayor que el volumen de agregados dentro del hormigón.

5.5.8 Abultamiento de la Arena

Es un fenómeno que afecta a las arenas, y consiste en un aumento de volumen para un determinado peso de arena, causado por la presión del agua entre



partícula y partícula de arena cuando se encuentra húmeda, o sea con agua libre en la superficie.

En forma experimental se ha observado que al aumentar el agua libre de un cinco a un ocho por ciento el abultamiento puede llegar a ser del 20 al 30 por ciento; pero cuando la arena esta totalmente inundada, el volumen disminuye y no existe expansión alguna.

5.6 PROPIEDADES MECÁNICAS

5.6.1 Resistencia de las Partículas del Agregado

La resistencia de un hormigón está regida por las resistencias relativas del agregado y la pasta. Generalmente en los agregados naturales del peso normal (baja porosidad) la resistencia de las partículas es superior a la de la pasta de cemento endurecida, por lo que la resistencia a la compresión del hormigón no se ve afectada por la resistencia del agregado a la compresión. Cuando la resistencia de los agregados es inferior a la de la pasta de cemento endurecida, sea porque tiene una estructura pobre entre los granos que constituyen las partículas o porque se han inducido fallas a sus partículas durante el proceso de explotación (cuando se hace con voladura) o por un inadecuado proceso de trituración cuando se trata de conseguir granulometría dada la resistencia a la compresión del hormigón se verá afectada.

5.6.2 Tenacidad

La tenacidad o resistencia a la falla por impacto, tiene mucho que ver con el manejo de los agregados, ya que si éstos son débiles ante las cargas de impacto se puede alterar su granulometría, lo que nos indica, baja calidad para ser utilizados en el hormigón.

5.6.3 Adherencia

La adherencia se produce por fuerzas de origen físico-químico que ligan las partículas del agregado con la pasta, esta juega un papel muy importante dentro de las mezclas de hormigón debido a que cuando se logra esta interacción entre los agregados y la pasta, la resistencia del hormigón es mayor. La adherencia depende de la calidad de la pasta de cemento y del tamaño, forma, rigidez y textura de las partículas del agregado; en la actualidad no se conoce ningún método para medir la adherencia de un agregado, pero ésta aumenta con la rugosidad superficial de las partículas.

5.6.4 Dureza

Cuando el hormigón se va a someter a desgaste por abrasión (pisos y carreteras), los agregados que se utilicen deberán ser duros. La dureza es una propiedad que depende de la constitución mineralógica, la estructura y la procedencia de los agregados, por lo general se determina mediante un ensayo de resistencia al desgaste en la máquina de los Ángeles.

5.6.5 Sustancias Perjudiciales

Contenido de arcilla y material con diámetro inferior a 0.075 mm: La presencia de arcilla genera grandes problemas a un hormigón, sobre todo si ésta es expansiva, pues cuando el hormigón se humedece las partículas de arcilla se hinchan de agua y generan esfuerzos dentro de la masa de hormigón endurecido que le producen fallas al mismo. Además de estas podemos encontrar partículas con diámetro inferior a 75 micras (limos y polvos procedentes de trituración) cuyo efecto perjudicial se basa en que estas son de menor diámetro que las partículas de cemento y al encontrarse como recubrimiento superficial de los agregados impiden la adherencia entre estos y la pasta de cemento, o rodean a las partículas de cemento y las aíslan haciéndoles perder su capacidad aglutinadora, lo que genera una disminución de la resistencia del hormigón.

Materia Orgánica: La sustancia que perjudica las reacciones químicas de hidratación durante el fraguado, es la materia orgánica que provienen de la descomposición del material vegetal (hojas, tallos y raíces) y se manifiesta en forma de humus, este humus impide el fraguado parcial o total del cemento, por lo que hay que controlar sus presencia especialmente en la arena, la cual debido al tamaño de sus partículas, retiene la materia orgánica finamente dividida y que está en proceso de descomposición.

Contaminación Salina: Cuando el agregado, especialmente la arena, proviene de depósitos marinos, playas o lugares cercanos al mar, puede contener sal, la misma que posteriormente puede causar manchas (eflorescencias) en el hormigón o corrosión en el acero de refuerzo. No está probado que la salinidad ejerza un efecto dañino y comprometa la estabilidad de una estructura, pero es conveniente hacer un lavado con agua dulce del material con el objeto de disminuir la probabilidad de que se presente alguno de los fenómenos antes indicados.

Partículas Deleznables: La presencia de materiales inestables o deleznables, tales como partículas blandas, terrones de arcilla, madera, carbón lignito o mica puede afectar de manera perjudicial al hormigón, los cuales pueden disminuir la resistencia del hormigón o su durabilidad en caso de estar expuestos a la abrasión o impacto.

5.6.6 Sanidad de los Agregados

La sanidad de los agregados se refiere a su capacidad para soportar cambios excesivos en volumen, debidos a cambios en las condiciones ambientales como congelamiento- deshielo, calentamiento-enfriamiento, humedecimiento-secado, los cuales afectan la durabilidad del concreto y pueden comprometer no solo su aspecto superficial (descascaramiento) sino también la estabilidad de una estructura (agrietamientos internos), con un fenómeno similar al de la reacción agregado-álcali.

5.7 CONTROL DE CALIDAD DE LOS AGREGADOS. ESPECIFICACIONES



La mayoría de las propiedades y características de los agregados se pueden medir en forma directa en el laboratorio. A continuación se describen los ensayos que se efectúan a los agregados para poder especificar y analizar sus características mínimas.

- Requisitos de los áridos para dosificación de hormigones. Norma INEN 872
- Determinación de la densidad y absorción de agua en el árido fino. Norma INEN 856
- Determinación de la densidad y absorción de agua en el árido grueso. Norma INEN 857
- Determinación de la granulometría de áridos. Norma INEN 696
- Determinación del valor de abrasión de el árido grueso de partículas menores a 37.5 mm mediante el uso de la máquina de los Ángeles. Norma INEN 860
- Determinación del valor de abrasión del árido grueso de partículas mayores a 19 mm mediante el uso de la máquina de los Ángeles. Norma INEN 861
- Determinación de la masa unitaria o densidad aparente suelta y compactada en áridos. Norma INEN 858
- Determinación de los materiales más finos que 75 micrones. Norma INEN 697
- Determinación del contenido total de humedad en los áridos. Norma INEN 862
- Determinación de impurezas orgánicas en las arenas. Norma INEN 855
- Determinación en el árido fino del porcentaje de partículas en suspensión después de una hora de sedimentación. Norma INEN 864

La descripción de estos ensayos se indica en el numeral 7.2 Especificaciones para el control de calidad de los materiales, del capítulo 7, Especificaciones para la construcción y anexos de las pruebas de control.

CUARTA PARTE

ESTUDIO DEL HORMIGÓN

ESTUDIO DEL HORMIGÓN

- 6.1 Definición
- 6.2 Composición, características y funciones de sus componentes
- 6.3 El hormigón fresco. Propiedades
- 6.4 El hormigón fraguado y endurecido. Propiedades
- 6.5 Diseño de mezclas de hormigón
- 6.6 Producción y manejo del hormigón
- 6.7 Curado del hormigón
- 6.8 Control de calidad del hormigón

ESTUDIO DEL HORMIGÓN

6.1 DEFINICIÓN

El hormigón es el material de construcción mas utilizado en el mundo debido a su versatilidad (se puede moldear), función (uso estructural y no estructural) y economía, pues el desarrollo de su tecnología hace posible utilizarlo en todo tipo de construcciones; está vinculado directamente al "hormigón armado", debido a que se le concibió para fines estructurales; el hormigón ofrece, como las piedras naturales, una resistencia grande a los esfuerzos de compresión, pero escasa a los de tracción (resistencia a la tracción es el 10% de la resistencia a la compresión); por lo que no se lo recomienda para piezas que han de resistir tracciones o flexiones.

Al colocar varillas de acero en las zonas de tracción, se tiene una pieza resistente, de manera que el hormigón armado es una piedra artificial que puede resistir esfuerzos de compresión, tracción y flexión, circunstancia contraria a las piedras naturales.

Así pues, el hormigón puede definirse como "la mezcla de un material aglutinante (cemento Pórtland hidráulico), un material de relleno (áridos o agregados), agua y eventualmente aditivos, que al endurecerse forma un todo compacto y después de cierto tiempo es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión"¹.

6.2 COMPOSICIÓN, CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONES DE SUS COMPONENTES

Anteriormente se hizo referencia a los materiales que constituyen el hormigón; a continuación se presenta un resumen de las características y funciones de cada uno de estos dentro de la masa de hormigón.

¹ SANCHEZ DE GUZMAN Diego, Tecnología del concreto y del mortero, 5ta. Edición, 2001, pag. 19

6.2.1 Cemento

El cemento posee propiedades adhesivas y cohesivas, que le dan capacidad de unir los agregados para conformar el hormigón. Estas propiedades dependen de su composición química, grado de hidratación, finura de las partículas, velocidad de fraguado, calor de hidratación y resistencia mecánica que es capaz de desarrollar.

6.2.2 Agua

Los cementos tienen la propiedad de fraguar y endurecer con el agua, de manera que este es el material que hidrata las partículas de cemento y hace que éstas desarrollen sus propiedades aglutinantes.

6.2.3 Agregados

Se consideran como agregados aquellos materiales que tienen una resistencia propia (resistencia del grano), no afectan el proceso de endurecimiento del cemento, son inertes y garantizan adherencia con la pasta de cemento endurecida. Según su origen pueden ser naturales o artificiales.

En la mezcla de hormigón actúan como material de relleno, haciendo más económica la mezcla.

6.2.4 Aire

Durante el proceso de mezclado del hormigón es normal que quede aire incluido (aire naturalmente atrapado), el cual posteriormente es liberado por los procesos de compactación al que es sometido el hormigón; pero como la compactación no es perfecta queda un aire residual dentro de la masa endurecida. En algunos casos mediante el uso de aditivos se incluyen burbujas de aire, esto con fines específicos.

6.2.5 Aditivos

Se añaden antes o durante el mezclado del hormigón, según su función pueden ser: reductores de agua, retardantes o acelerantes. Hay algunos otros como los inclusores de aire, las puzolanas, los colorantes, etc. Estos se utilizan para modificar las propiedades del hormigón y mejorar las condiciones de trabajo.

6.3 EL HORMIGÓN FRESCO. PROPIEDADES

Es de gran importancia conocer y controlar las propiedades del hormigón fresco pues de estas dependen en mayor o menor grado las características del hormigón endurecido, esta sección pretende dar una visión general de las propiedades más importantes del hormigón fresco.

6.3.1 Manejabilidad

Esta propiedad del hormigón fresco se conoce también como trabajabilidad y se refiere a la facilidad del ser transportado, colocado, compactado y terminado sin que se produzca segregación.

Esta propiedad determina el esfuerzo requerido para manipular una cantidad de hormigón recién mezclado con un mínimo de pérdida de homogeneidad.

6.3.2 Consistencia

En algunos casos equivocadamente se considera a la consistencia como la trabajabilidad del hormigón siendo esta una propiedad diferente pero que tiene estrecha relación con esta; la consistencia es la propiedad que define el estado plástico del hormigón, es decir la facilidad con que fluye una mezcla de hormigón, o sea que tan seca o fluida es una mezcla; la consistencia la determina la cantidad de agua utilizada para el mezclado del hormigón.

6.3.3 Plasticidad

Se denomina como plasticidad a una consistencia del hormigón tal que pueda ser fácilmente moldeado, pero que le permita cambiar de forma lentamente si se le saca del molde; así pues no se consideran como mezclas plásticas ni a las muy secas ni a las muy fluidas; debe tenerse en cuenta que dentro de ciertos límites las mezclas plásticas son más manejables que las mezclas secas, pero dos mezclas que tengan la misma consistencia no son igualmente manejables, para esto las dos deben tener la misma plasticidad.

6.3.4 Segregación

La segregación es la pérdida de homogeneidad de una mezcla heterogénea, es decir la separación de los materiales que constituyen el hormigón; esta se puede producir por una diferencia en el tamaño de las partículas y su distribución granulométrica, densidad y proporción de los componentes dentro de la mezcla (áridos con gravedades específicas diferentes), transporte en largas distancias sin el equipo adecuado, vertido en caída libre desde alturas superiores a dos metros, o exceso de vibración al consolidarlo.

6.3.5 Exudación

Se considera como una forma especial de segregación en la cual el agua de la mezcla tiende a subir a la superficie del hormigón fresco o durante el proceso de fraguado; este fenómeno es típico de hormigones en reposo, con exceso de agua, puesto que esta es el componente de menor gravedad específica del hormigón; esta circunstancia debe evitarse por el empobrecimiento que supone las pérdidas de lechada. La evaporación es consecuencia de las condiciones climáticas calor más aire seco, debe esperarse que la velocidad de sangrado iguale a la de evaporación pues si esta última es menor se formará una capa superficial de lechada no resistente a la abrasión y si es mayor se presentarán fisuras. Por otro lado, en algunas ocasiones el agua al subir queda atrapada bajo partículas más gruesas del

agregado o del acero de refuerzo, lo que genera zonas de baja adherencia, además al subir deja pequeños caminos capilares que aumentan la permeabilidad del hormigón.

6.4 EL HORMIGÓN FRAGUADO Y ENDURECIDO. PROPIEDADES

Es de gran importancia conocer y controlar las propiedades del hormigón fraguado y endurecido, esta sección pretende dar una visión general de las más importantes.

6.4.1 Resistencia

Se considera que la resistencia es la propiedad mas importante del hormigón y puesto que no existe una ley general para describir el comportamiento del hormigón bajo todos los estados de esfuerzos a los que es sometida una estructura se considera a la resistencia a la compresión como la característica mas importante y a partir de esta se estudian otras propiedades como la resistencia a la tracción y resistencia al corte, etc.

6.4.2 Durabilidad

En general la durabilidad se define como la resistencia del hormigón a la acción del clima (meteorización), a los ataques químicos, a la abrasión o cualquier otro proceso de deterioro.

De manera que, un hormigón durable es aquel que mantiene su forma original, su calidad y sus propiedades de servicio al estar expuesto al medio ambiente, el cual puede causar deterioro por causas físicas, químicas o mecánicas.

6.4.3 Permeabilidad

La permeabilidad del hormigón consiste en que este pueda o no ser atravesado por un líquido, depende de la porosidad de la pasta de cemento y de la porosidad de los agregados, así como de los vacíos productos de la compactación o por los capilares productos de la exudación del agua.

En la práctica se ha determinado que la permeabilidad depende principalmente de la permeabilidad de la pasta de cemento, pues en un hormigón correctamente compactado la pasta de cemento se encuentra envolviendo al agregado.

6.4.4 Deformabilidad

Se define como la mayor o menor capacidad que tiene el hormigón para deformarse sin romperse.

6.4.5 Resistencia al desgaste

Se define como la habilidad del hormigón de resistir el desgaste producido por la fricción, frotamiento, raspaduras o percusiones; es un valor de difícil determinación ya que la acción perjudicial varía según la causa del daño, se debe tener en cuenta que no es suficiente que el árido sea resistente, sino que la pasta también debe serlo.

6.4.6 Adherencia

Se define como la facilidad que tiene el hormigón de pegar a otro hormigón y/o material; esta propiedad depende de la superficie sobre la que se va a colocar (lisa o rugosa), de la calidad del hormigón y de la forma de colocación, mientras más rugosa sea la superficie, mayor es la adherencia.

6.4.7 Compacidad

Esta propiedad es trascendental en el hormigón pues a partir de esta se desarrollan propiedades de gran importancia como la resistencia, durabilidad, impermeabilidad; y se define como la cantidad de sólido en un volumen determinado, mientras menor es el volumen de huecos o poros mayor será el valor de compacidad; pero una compacidad del 100% es imposible de lograr, no obstante con dosificación y compactación adecuada se puede lograr un valor del 96%, es decir 4% de porosidad.

6.4.8 Peso Unitario

Se define como la cantidad de masa por unidad de volumen, y como el hormigón es un elemento pesado con intervalos variables de 1000 a 5000 Kg/m³ lo cual depende de la densidad de los agregados, la cantidad de aire atrapado o incluido intencionalmente y de la cantidad de agua y cemento contenidos que a su vez se encuentran influenciados por el tamaño máximo del agregado.

En el diseño de estructuras y considerando la combinación de hormigón convencional y acero de refuerzo generalmente se asume un valor de 2200 Kg/m³ lo cual unas veces es inconveniente por el peso muerto que aporta y otras es ventaja por su efecto estabilizador.

6.4.9 Cambios volumétricos debidos a cambios térmicos

El hormigón tiene un coeficiente de dilatación térmico que depende la composición de la mezcla y del contenido de humedad al momento de que se produzcan cambios de temperatura. Para fines prácticos se considera que el coeficiente de dilatación térmica del hormigón armado es del orden de 10 millonésimas; esto a pesar de que el coeficiente de dilatación térmica de hormigón

simple es de 8 millonésimas y el del acero es 11 millonésimas. Este valor es de importancia pues la diferencia entre los coeficientes de dilatación térmica de los materiales que componen el hormigón frente a cambios de temperatura y humedad pueden ocasionar defectos perjudiciales como presencia de fisuras lo que hace necesario prever la colocación de juntas de dilatación más o menos alejadas según la capacidad de deformación de la estructura.



6.5 DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN

Las propiedades de un hormigón están regidas por el uso al que estará destinado (tipo de construcción), por las condiciones en las que será colocado y las condiciones de servicio y exposición a las que estará sometido.

Sin embargo son tres las condiciones básicas que no pueden dejar de tomarse en cuenta dentro del diseño de mezclas de hormigón, estas son: economía, especificaciones y tecnología existente en el lugar de producción.

La economía es un aspecto que se debe estudiar después del aspecto técnico y de seguridad; el costo de producción del hormigón esta constituido por el costo de los materiales (cemento, agregados finos y gruesos, agua y aditivos), mano de obra, equipo utilizado, y el grado de control que se ejerza.

El diseñar una mezcla económicamente eficiente y productiva se basa en optimizar las proporciones de los materiales empleados aprovechando las propiedades de los mismos para satisfacer los requerimientos especificados, el costo de la mano de obra y el equipo depende del control y organización en la obra, tratando siempre de producir lo mas fielmente el diseño de la mezcla.

En lo relacionado a las especificaciones, estas se basan en los requerimientos de cada obra, es decir las especificaciones dependen del tipo de estructura, condiciones del clima, sistema constructivo, etc.

Por lo general las especificaciones se basan en los siguientes requerimientos: asentamiento máximo y/o mínimo, tamaño máximo del agregado, contenido de aire incluido, resistencia a la compresión, relación agua-cemento y contenido de cemento (para el control de agrietamientos por exceso del mismo), uso de aditivos, entre otros.

Otro aspecto que se debe considerar es la tecnología existente en el sitio de la obra, pues existen diversos sistemas de dosificación, mezclado, transporte, colocación y curado del hormigón.

A continuación se presentara la secuencia para el diseño de mezclas de hormigón mediante el método A.C.I. (American Concrete Institute) cuya aplicación es para todo tipo de hormigones, lo que lo hace el más comúnmente utilizado, previa la realización del diseño es necesario tener la siguiente información de los componentes la misma que se deriva de ensayos de laboratorio:

De los agregados finos y gruesos:

- Análisis Granulométrico
- Densidad real en estado saturado superficialmente seco.
- Densidad aparente en estado suelto y compactado.
- Estado de humedad.
- Capacidad de absorción.

Del cemento:

- Densidad real.
- Densidad aparente en estado suelto.

Además de la información antes mencionada es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones:

a. Selección del asentamiento

Existen algunas consideraciones que se deben tomar en cuenta para especificar una consistencia, esta se determina en tablas y en la mayoría de casos depende del tipo de construcción, tamaño de la sección que se va a construir, la cantidad y espaciamiento del acero de refuerzo, las condiciones de colocación, y el sistema de compactación.

Generalmente y por razones de economía y calidad del hormigón el menor asentamiento que permita una adecuada colocación será el seleccionado, pues mediante una correcta colocación y compactación se tiene una mayor resistencia.

b. Selección del tamaño máximo del agregado

La mayoría de las veces el tamaño del agregado grueso se ve limitado por las características geométricas y las condiciones de refuerzo de las estructuras, según esto en tamaño máximo del agregado grueso no debe exceder las siguientes dimensiones:

- La quinta parte de la menor dimensión del elemento a hormigonar.
- Las tres cuartas partes de la separación mínima entre armaduras.
- La tercera parte del espesor, en el caso de losas.

En el aspecto económico se recomienda utilizar el mayor tamaño de agregado grueso, pues de esta manera se puede reducir la cantidad de la pasta agua/cemento utilizada.

c. Contenido de aire

Durante la operación de mezclado queda aire atrapado dentro del hormigón, pero cuando este va a estar sometido a condiciones de exposición severas como congelación y deshielo, es conveniente incluir aire dentro de la mezcla.

En la práctica se recomienda que cuando el hormigón no va a tener aire intencionalmente incluido, no se considere al naturalmente atrapado, ya que la cantidad es muy pequeña, que se puede convertir en un factor de seguridad dentro del volumen unitario del hormigón.

d. Contenido de agua

Como se ha indicado anteriormente el agua tiene dos funciones dentro del mezclado, la primera es hidratar al cemento y la segunda es darle la fluidez necesaria a la mezcla de hormigón; la cantidad de esta dentro de una mezcla depende del requerimiento del cemento y de los agregados.

e. Determinación de la resistencia promedio requerida

Puesto que el hormigón debe diseñarse y producirse para asegurar una resistencia a la compresión; al seleccionarse una mezcla, se debe seguir tres pasos básicos: El primero es determinar la desviación estándar, el segundo determinar la resistencia promedio requerida, y el tercero es la selección de las proporciones de la mezcla requeridas para producir esa resistencia promedio; sin olvidar que esta resistencia promedio debe ser más alta que la resistencia especificada de diseño f_c .

Para determinar la desviación estándar es necesario contar con un registro de mínimo de 30 pruebas consecutivas de hormigón, debiendo ser estas fabricadas con los mismos materiales y en similares condiciones; si se cuenta con estas pruebas la desviación estándar se calcula con la siguiente expresión:

$$S = \left[\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{(n - 1)} \right]^{1/2}$$

Donde:

S: Desviación estándar, Kg/cm²

Capítulo 6

estudio del hormigón

X_i : Pruebas de resistencia individual que debe ser el promedio de las resistencias de dos cilindros hechos de la misma muestra de hormigón y probados a 28 días o a la edad de prueba designada para la determinación de la resistencia especificada f'_c

$\bar{X}$: Promedio de n resultados de pruebas de resistencia

n : Número de pruebas de resistencia consecutivas

La desviación estándar se utiliza para el calculo de la resistencia de diseño promedio requerida f_r , y que es la base para el diseño de hormigones. La resistencia promedio requerida se obtiene en base a la siguiente ecuación:

$$f_r = f'_c + 1,34 S$$

Generalmente no se dispone de registros de pruebas de resistencia para el cálculo de la desviación estándar; en este caso la resistencia promedio requerida f_r se calcula según lo indica la siguiente tabla (a):

Resistencia a la Compresión Especificada f'_c en Kg/cm ²	Resistencia Promedio a la compresión requerida f_r Kg/cm ²
Menos de 210	$f'_c + 70$
De 210 a 352	$f'_c + 84$
Mas de 352	$f'_c + 98$

(a) Tabla tomada de las memorias de la asignatura Materiales de Construcción I, año 1997, pag. 70.

f. Relación agua / cemento

La resistencia del concreto depende de la cantidad de agua utilizada por la cantidad unitaria de cemento para una cantidad de materiales y unas condiciones de producción y colocación dadas; esto es lo que hoy en día se conoce como relación agua/cemento (a/c); esta es inversamente proporcional a la resistencia de un hormigón.

La relación agua/cemento no solo determina las condiciones de resistencia, sino también factores como la durabilidad, y propiedades para el acabado del hormigón; su determinación se realiza en tablas y depende del tipo de estructura para la que se va ha diseñar el hormigón

g. Proporción de los agregados

Por lo general las proporciones de gradación de los agregados finos y gruesos, es de considerable importancia en relación a las propiedades del hormigón, tanto en estado fresco como en estado endurecido.

Así pues, al utilizar la mayor cantidad posible de agregado grueso es posible obtener una elevada resistencia y disminuir la cantidad cemento y agua, lo que incide en el aspecto económico, sin obviar el hecho de que las mezclas de hormigón deben ser lo mas homogéneas posible.

CÁLCULO DE LA DOSIFICACIÓN

El cálculo de la dosificación se realizara siguiendo el siguiente procedimiento:

1. Determinación de la resistencia a la compresión requerida.

En la siguiente tabla que establece la forma de calculo de la resistencia a la compresión requerida, esto en base a la resistencia a la compresión especificada para el diseño.

Resistencia promedio a la compresión a partir de la resistencia especificada (a)

Resistencia a la Compresión Especificada f'_c en Kg/cm ²	Resistencia Promedio a la compresión requerida f_r Kg/cm ²
Menos de 210	$f'_c + 70$
De 210 a 352	$f'_c + 84$
Mas de 352	$f'_c + 98$

(a) Tabla tomada de las memorias de la asignatura Materiales de Construcción I, año 1997, pag. 70.

2. Determinación de la relación agua/cemento.

2.1 Según tipo de estructura y condición de servicio.

Se determina en la siguiente tabla.

Relaciones agua/cemento máximas, en peso, permitidas para diferentes tipos de estructuras y varias condiciones de servicio (b)

Tipo de estructura	Condiciones de servicio					
	Climas severos o frecuentes alternancias de hielo y deshielo (solamente hormigón con aire incorporado)			Temperaturas suaves rara-mente por debajo de cero, climas lluviosos o climas áridos		
	Al aire	Al nivel del agua o en zona con alternancia de agua y aire		Al aire	Al nivel del agua o en zona con alternancia de agua y aire	
		En agua dulce	En agua de mar o en contacto con sulfatos		En agua dulce	En agua de mar o en contacto con sulfatos
Secciones delgadas tales como barandillas, bordillos, detalles ornamentales y arquitectónicos, pilares, tubos y en general secciones con recubrimientos menores de 2.5 cm.	0.49	0.44	0.40	0.53	0.49	0.40
Secciones moderadas tales como muros de contención, estribos, pilas, vigas, etc.	0.53	0.49	0.44	*	0.53	0.44
Parte exterior de grandes macizos.	0.58	0.49	0.44	*	0.53	0.44
Hormigón sumergido.	-	0.44	0.44	*	0.44	0.44
Pavimentos.	0.53	-	-	*	-	-
Hormigón protegido de la intemperie, en interiores o enterrado.	*	-	-	*	-	-
Hormigón que será protegido pero que puede verse sometido a hielo y deshielo durante varios años antes de su protección.	0.53	-	-	*	-	-

* La relación a/c se determinara por las condiciones de resistencia y docilidad

(b) Tabla tomada de Dosificación de hormigones, datos recopilados por F. Arredondo, pag. 10.

2.2 Según la condición de resistencia.

Se determina en la siguiente tabla, si no existe el valor exacto de la resistencia, será necesario determinar el valor de la relación a/c por interpolación.

Relación a/c, en peso, para distintas resistencias a los 28 días (c)

Relación agua/cemento en peso	Resistencia probable a compresión a 28 días, en Kg/cm2	
	Hormigón sin aire incorporado	Hormigón aireado
0.35	420	335
0.44	350	280
0.53	280	225
0.62	225	180
0.71	175	140
0.80	140	110

(c) Tabla tomada de Dosificación de hormigones, datos recopilados por F. Arredondo, pag. 11.

Estas resistencias se refieren a probetas cilíndricas de diámetro 15 cm y altura 30 cm. Se adoptara como relación a/c al menor de los valores obtenidos.

3. Determinación de la consistencia.

El asentamiento mínimo y máximo según el tipo de construcción se determina utilizando la siguiente tabla.

Consistencia para distintos tipos de construcción (d)

Tipo de Construcción	Asentamiento	
	Máximo (cm)	Mínimo (cm)
Muros armados de fundación y cimientos	13	5
Fundaciones, bordillos, cajones y muros de hormigón en masa	10	2,5
Losas, vigas y muros armados	15	7,5
Soportes de edificación	15	7,5
Pavimentos	7,5	2,5
Grandes macizos	7,5	2,5

(d) Tabla tomada de Dosificación de hormigones, datos recopilados por F. Arredondo, pag. 12.

4. Tamaño máximo del agregado grueso.

4.1 Según las fórmulas siguientes.

El T. m. no deberá ser mayor al valor de:

$T. m. = 1/5$ (menor dimensión del elemento a hormigonar)

$T. m. = 3/4$ (separación mínima entre armaduras)

4.2 Según el tipo y sección mínima de la construcción.

Mediante la tabla.

Tamaño máximo del árido para diversos tipos de construcción (e)

Dimensión mínima de la sección (mm)	Tamaño máximo del árido, en mm			
	Muros, vigas y pilares armados	Muros sin Armar	Losas muy armadas	Losas poco armadas y sin armar
65 a 125	12.5 a 19	19	19 a 25	19 a 38
150 a 280	19 a 38	38	38	38 a 76
300 a 735	38 a 76	76	38 a 76	76
735 o mas	38 a 76	152	38 a 76	76 a 152

(e) Tabla tomada de Dosificación de hormigones, datos recopilados por F. Arredondo, pag. 12.

4.3 Según análisis granulométrico, es decir el valor obtenido mediante el ensayo de granulometría.

De los valores obtenidos se toma el mayor valor factible de utilizar; ya que esto permite utilizar una menor cantidad de cemento y agua.

5. Cantidad de agua.

Se determina en la siguiente tabla, en función de la consistencia y el tamaño máximo del agregado grueso. La cantidad de agua debe determinarse para el menor asentamiento. Si no existe el valor exacto del tamaño máximo, será necesario determinar la cantidad de agua por interpolación.

Cantidad aproximada de agua de amasado para diferentes consistencias y tamaños máximos del árido (f)

Asentamiento en el cono de Abrams	Agua en dm3 para los tamaños máximos en mm							
	9.5	12.7	19	25	38	50	76	152
Hormigón sin aire incorporado								
2.5 a 5	208	198	183	178	163	153	143	124
7.5 a 10	228	218	203	193	178	168	158	139
15 a 17.5	242	228	213	203	188	178	168	148
Aire ocluido en huecos en la masa, en %	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Asentamiento en el cono de Abrams	Agua en dm3 para los tamaños máximos en mm							
	9.5	12.7	19	25	38	50	76	152
Hormigón con aire incorporado								
2.5 a 5	183	178	163	153	143	134	124	109
7.5 a 10	203	193	178	168	158	148	139	119
15 a 17.5	213	203	188	178	168	158	148	129
Aire total ocluido, en %	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

(f) Tabla tomada de Dosificación de hormigones, datos recopilados por F. Arredondo, pag. 13.

Capítulo 6 estudio del hormigón

6. Porcentaje de aire.

Se determina en la tabla anterior, en función del tamaño máximo del agregado grueso y de acuerdo a lo especificado en el diseño (hormigón con aire incorporado o no).

Si no existe el valor exacto del tamaño máximo, será necesario determinar el porcentaje de vacíos por interpolación.

7. Cantidad de cemento.

Se determina mediante la formula:

$$C = \text{Cantidad de agua} / \text{relación a/c}$$

8. Cantidad de agregado grueso o volumen aparente del agregado grueso.

Se determina en la siguiente tabla, en función del tamaño máximo del agregado grueso y del modulo de finura de la arena.

Si no existe el valor exacto del modulo de finura, será necesario determinar el volumen aparente del agregado grueso por interpolación.

Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de hormigón (g)

Tamaño máximo del agregado (mm)	Volumen de agregado grueso compactado en seco, por unidad de volumen de hormigón, para diversos módulos de finura de la arena			
	2.40	2.60	2.80	3.00
9.5	0.46	0.44	0.42	0.40
12	0.55	0.53	0.51	0.49
19	0.65	0.63	0.61	0.59
25	0.70	0.68	0.66	0.64
38	0.76	0.74	0.72	0.70
50	0.79	0.77	0.75	0.73
75	0.84	0.82	0.80	0.78
150	0.90	0.88	0.86	0.84

(g) Tabla tomada de Dosificación de hormigones, datos recopilados por F. Arredondo, pag. 14.

9. Volumen real del agregado grueso

$$\text{Vol. real agreg. grueso} = \text{Vol. apar.} * \text{Dens. apar. est. compact.} / \text{Dens. real est. sss}$$

10. Volumen de Cemento.

$$\text{Vol. Cemento} = \text{Cant. cemento} / \text{Densidad real cemento}$$

11. Volumen de aire

$$\text{Vol. aire} = \% \text{ de aire} * (1000 \text{ dm}^3 / 100\%)$$

12. Volumen de arena

$$\text{Vol. arena} = 1000 \text{ dm}^3 - (V_c + V_a + V_g + V_r)$$

13. Peso de la arena

$$\text{Peso arena} = \text{Vol. arena} * \text{Dens. real estado sss}$$

14. Peso de la grava

$$\text{Peso grava} = \text{Vol. grava} * \text{Dens. real estado sss}$$

15. Volumen aparente de la arena en estado suelto por m³

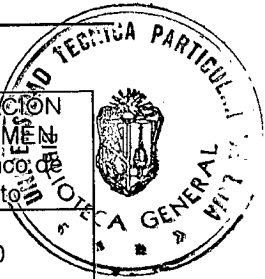
$$\text{Vol. apar. arena} = \text{Peso arena} / \text{Dens. apar. estado suelto}$$

16. Volumen aparente de la grava en estado suelto por m³

$$\text{Vol. apar. grava} = \text{Peso grava} / \text{Dens. apar. estado suelto}$$

RESUMEN DE LA DOSIFICACIÓN

Una vez calculada la dosificación se debe realizar un cuadro de resumen en donde constaran las cantidades de cada uno de los materiales.



MATERIALES	DOSIFICACIÓN EN PESO Kg/m³	DOSIFICACIÓN UNITARIA	DOSIFICACIÓN EN PESO Kg por saco de cemento	DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN dm³ por saco de cemento
Cemento	Cant. Cemento	1,00	50,00	50,00
Agua	Cant. Agua	Cant. Agua / cant. Cemento	50 * dosif. unit. del agua	Igual a dosifica- ción en peso
Arena	Peso arena	Cant. arena / cant. Cemento	50 * dosif. unit. de la arena	Dosif. arena en peso * Dens. estado suel to
Grava	Peso grava	Cant. grava / cant. Cemento	50 * dosif. unit. de la grava	Dosis. grava en peso * Dens. estado suel to
TOTAL	Suma de pesos de componentes			

CALCULO DEL NÚMERO DE PARIGUELAS PARA DOSIFICAR EN VOLUMEN

Las parihuelas son cubos metálicos o de madera que se utilizan para medir el volumen de agregados que se usara para fabricar el hormigón, las dimensiones pueden variar de 30 x 30 x 30 cm a 33 x 33 x 33 cm. En lo posible el número de parihuelas a utilizar debe ser en número entero; pero puede medirse en fracción decimal de media parihuela, con la finalidad de no tener variaciones significativas en los volúmenes calculados para la dosificación. Siempre, se debe tratar de que las parihuelas para medir la arena y la grava tengan las mismas dimensiones, para evitar confusiones y problemas en la medida de los agregados.

La dosificación se expresa mediante una proporción que indica las partes de cada material que se utilizara para preparar la mezcla de hormigón. Así por ejemplo, una dosificación que se mezclara en proporción 1:2:3; significa que se va a utilizar un saco de cemento de 50 Kg, 2 parihuelas de arena y 3 parihuelas de grava.

El numero de parihuelas de arena y grava necesarias para la cumplir con la dosificación se determinara al relacionar el volumen de agregado sea arena o grava con el volumen de la parihuela a utilizarse, teniendo siempre en cuenta se proporcione para los volúmenes completos de los agregados.

CORRECCIÓN DE LA DOSIFICACIÓN POR CONTENIDO DE HUMEDAD

Para la corrección por contenido de humedad es necesario conocer el contenido de humedad y la capacidad de absorción de agua que tienen los agregados finos y gruesos, esta corrección se hace principalmente para determinar la cantidad exacta de agua que se requiere para preparar el hormigón; pues los agregados pueden estar muy secos o muy húmedos, en cuyos casos se deberá aumentar el agua, en función de la capacidad de absorción que presenten los agregados, pues estos van a absorber parte del agua que se utilice para la fabricación; caso contrario deberá disminuirse la cantidad de agua para evitar un exceso de la misma, según sea el caso.

MATERIAL	DOSIFICACIÓN EN PESO Kg/m³	DOSIFICACIÓN UNITARIA	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD
Cemento	Cantidad Cemento	1,00		
Agua	Cantidad agua	Cant. Agua / cant. cemento		
Arena	Peso arena	Cant. arena / cant. cemento	(-)Valor de cap. absor. Arena	(+) Valor de contenido de hum. Arena
Grava	Peso grava	Cant. grava / cant. cemento	(-)Valor de cap. absor. Grava	(+) Valor de contenido de hum. Grava
TOTAL	Suma de pesos de componentes			

MATERIAL	AGUA %	AGUA PESO	DOSIFICACIÓN CORREGIDA	DOSIFICACIÓN UNITARIA
Cemento			Peso cemento	1,00
Agua		Peso agua arena + peso agua grava	Cantidad agua - (agua en peso)	Cant. Agua / cant. Cemento
Arena	Cap. Absor. + cont. Humedad	Peso arena * Agua% / 100	Peso arena + (agua en peso)	Cant. arena / cant. Cemento
Grava	Cap. Absor. + cont. Humedad	Peso grava * Agua% / 100	Peso grava + (agua en peso)	Cant. grava / cant. Cemento
TOTAL			Suma de pesos de componentes	

Una vez realizada la corrección de la dosificación por contenido de humedad se procede a fabricar el hormigón, pero, antes de utilizarlo se debe verificar que cumpla con el asentamiento que corresponden a la consistencia de la dosificación calculada (mediante la utilización del cono de Abrams); si cumple con el

asentamiento requerido se puede utilizar el hormigón; caso contrario se debe efectuar la corrección por asentamiento; esta se hará en obra y sobre la mezcla de hormigón, agregando una cantidad de cemento y calculando la correspondiente cantidad de agua; con la adición de estos materiales se realiza el proceso de mezclado; para luego verificar los asentamientos, si cumple con el rango especificado se habrá terminado la preparación del hormigón, y este podrá ser utilizado; caso contrario se deberá repetir este proceso hasta obtener el asentamiento requerido.

A continuación se presenta un ejemplo explicativo de una dosificación mediante el método del A.C.I., con la finalidad de aclarar el proceso de diseño de mezclas de hormigón:

Especificaciones de diseño

Resistencia a la compresión a los 28 días $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. Hormigón sin aire incorporado para construir un bordillo de 20 cm de espesor. Para la fabricación del hormigón se utilizara cemento Pórtland tipo I y áridos de la quebrada de Nangora.

Características físicas de los materiales

Densidad real del cemento: 3.03 gr/cm^3

Densidad real de la arena en estado sss: 2.650 gr/cm^3

Densidad real de la grava en estado sss: 2.672 gr/cm^3

Densidad aparente de la arena en estado suelto: 1.811 gr/cm^3

Densidad aparente de la grava en estado suelto: 1.445 gr/cm^3

Densidad aparente de la arena en estado compactado: 1.918 gr/cm^3

Densidad aparente de la grava en estado compactado: 1.668 gr/cm^3

Módulo de finura de la arena: 4.45

Tamaño máximo del árido grueso: 37.5 mm

Capacidad de absorción de la arena: 1.215%

Capacidad de absorción de la arena: 0.824%

Contenido de humedad de la arena: 2.65%

Contenido de humedad de la grava: 0.35%

Cálculo de la dosificación

1. Determinación de la resistencia a la compresión requerida

$$f_r = f_c + 84 = 210 + 84 = 294 \text{ Kg/cm}^2$$

2. Determinación de la relación agua/cemento

2.1 Según tipo de estructura y condición de servicio (tabla)

Para secciones delgadas como barandillas, bordillos a temperaturas suaves, al aire:

Relación $a/c = 0.53$

2.2 según la condición de resistencia (tabla)

Para $R = 294 \text{ Kg/cm}^2$

Resistencia	a/c	
350	0.44	
-280	-0.53	
70	-0.09	
56	X	$X = -0.072$

$$\text{Relación } a/c = 0.44 - (-0.072) = 0.512$$

De los valores obtenidos se adopta el menor, es decir la relación $a/c = 0.512$

3. Determinación de la consistencia.

Asentamiento mínimo y máximo según el tipo de construcción (tabla)

Máximo	Mínimo
10 cm	2.5 cm

4. Tamaño máximo del agregado grueso.

4.1 Según fórmula

$$T. m. = 1/5 \text{ (menor dimensión del elemento a hormigonar)}$$

$$T. m. = 1/5 (20 \text{ cm}) = 40 \text{ mm}$$

Capítulo 6

estado del hormigón

4.2 Según el tipo de construcción (tabla)

$$T. m. = 38 \text{ mm}$$

4.3 Según análisis granulométrico

$$T. m. = 37.5 \text{ mm}$$

De los valores obtenidos se toma valor factible de utilizar; es decir $T. m. = 37.5 \text{ mm}$

5. Cantidad de agua en función de la consistencia y el tamaño máximo del agregado grueso. Debe considerarse el menor asentamiento (tabla)

Asentamiento mínimo 2.5 cm (en la tabla se toma el rango 2.5 a 5 cm)

Tamaño máximo del agregado grueso 37.5 mm

Tam. Máx.	Lt de agua	
25	178	
-38	-163	
-13	15	
0.5	X	$X = -0.58$

$$\text{Cantidad de agua} = V_a = 163 - (-0.58) = 163.58 \text{ lt}$$

6. Porcentaje de aire en función del tamaño máximo del agregado grueso (tabla)

Tamaño máximo del agregado grueso 37,5 mm (sin aire incorporado)

Tam max	% de aire	
25	1.5	
-38	-1.0	
-13	0.5	
0.5	X	$X = -0.02$

$$\text{Porcentaje de aire} = 1 - (-0.02) = 1.02\%$$

7. Cantidad de cemento

$$C = \text{Cantidad de agua} / \text{relación a/c}$$

$$C = 163,58 / 0.512 = 319.49 \text{ Kg}$$

8. Cantidad de agregado grueso o volumen aparente del agregado grueso en función de tamaño máximo del agregado grueso y el módulo de finura de la arena.

Capítulo 6 estudio del hormigón

Tamaño máximo del agregado grueso = 37.5 mm

Módulo de finura del la arena = 4.45

Módulo de finura	Vol. Agregado	
4.40	0.56	
-4.60	-0.54	
-0.20	0.02	
0.15	X	X = -0.015

Cantidad de agregado grueso = $0.54 - (-0.015) = 0.555 \text{ m}^3 = 555 \text{ dm}^3$

Volumen aparente del agregado grueso = 555 dm³

9. Volumen real del agregado grueso

Vol. real agreg. grueso = Vol. apar. * Dens. apar. est. compact. / Dens. real est. sss

Vol. real agreg. Grueso = $V_g = 555 \text{ dm}^3 * 1.668 / 2.672 = 346.46 \text{ dm}^3$

10. Volumen de Cemento.

Vol. Cemento = Cant. cemento / Densidad real cemento

Vol. Cemento = $V_c = 319.49 / 3.03 = 105.44 \text{ dm}^3$

11. Volumen de aire

Vol. aire = % de aire * (1000 dm³ / 100%)

Vol. aire = $V_r = 1.02\% * (1000 \text{ dm}^3 / 100\%) = 10.20 \text{ dm}^3$

12. Volumen de arena

Vol. arena = $1000 \text{ dm}^3 - (V_c + V_a + V_g + V_r)$

Vol. arena = $1000 - (105.44 + 163.58 + 346.46 + 10.20) = 374.32 \text{ dm}^3$

13. Peso de la arena

Peso arena = Vol. arena * Dens. real estado sss

Peso arena = $374.32 * 2.650 = 991.95 \text{ Kg}$

14. Peso de la grava

Peso grava = Vol. grava * Dens. real estado sss

Peso grava = $346.46 * 2.672 = 925.74 \text{ Kg}$

Capítulo 6

estudio del hormigón

15. Volumen aparente de la arena en estado suelto por m3

Vol. apar. arena = Peso arena / Dens. apar. estado suelto

Vol. apar. arena = $991.95 / 1.811 = 547.74 \text{ dm}^3$

Vol. apar. arena = $547.74 \text{ dm}^3 * (1\text{m}^3/1000\text{dm}^3) = 0.548 \text{ m}^3$

16. Volumen aparente de la grava en estado suelto por m3

Vol. apar. grava = Peso grava / Dens. apar. estado suelto

Vol. apar. grava = $925.74 / 1.445 = 640.65 \text{ dm}^3$

Vol. apar. grava = $640.65 \text{ dm}^3 * (1\text{m}^3/1000\text{dm}^3) = 0.641 \text{ m}^3$

Resumen de la dosificación

Materiales	Dosificación en Peso Kg/m3	Dosificación Unitaria	Dosificación en Peso Kg/saco	Dosificación en vol. dm3/saco
Cemento	319.49	1.00	50.00 Kg	50.00 Kg
Agua	163.58	0.51	25.50 Lt	25.50 Lt
Arena	992.95	3.10	155.00 dm3	85.59 dm3
Grava	935.74	2.90	145.00 dm3	100.35 dm3
Total	2400.76			

Corrección de la dosificación por contenido de humedad

Materiales	Dosificación Kg/m3	Dosificación Unitaria	Capacidad Absorción	Contenido humedad	Agua %
Cemento	319.49	1.00			
Agua	163.58	0.51			
Arena	992.95	3.10	-1.215	2.65	1.435
Grava	935.74	2.90	-0.824	0.35	-0.474
Total	2400.76				

Materiales	Agua Peso	Dosificación Corregida	Dosificación Unitaria	Dosificación Peso/ saco	Dosificación Vol./saco
Cemento		319.49	1.00	50.00 Kg	50.00 Kg
Agua	9.84	153.74	0.48	24.00 Lt	24.00 Lt
Arena	14.23	1006.18	3.15	157.50 dm3	86.97 dm3
Grava	-4.39	921.35	2.88	144.00 dm3	99.65 dm3
Total		2400.76			

Calculo de las parihuelas

Se utilizaran parihuelas de $32 \times 32 \times 32 \text{ cm} = 32768 \text{ cm}^3 = 32,77 \text{ dm}^3$

Arena

Volumen de arena = 86.97 dm^3

No. De parihuelas = 2.5

Vol. medido con 2.5 parihuelas = $81,92 \text{ dm}^3$

Vol. sobrante = 5.05 dm^3

$5.05 \text{ dm}^3 = 3.2 \times 3.2 \times h$

$h = 0.49 \text{ dm} = 4.90 \text{ cm}$

Para la arena se utilizaran: 2.5 parihuelas

Grava

Volumen de grava = 99.65 dm^3

No. De parihuelas = 3

Vol. medido con 3 parihuelas = $98,30 \text{ dm}^3$

Vol. sobrante = 1.35 dm^3

$1.35 \text{ dm}^3 = 3.2 \times 3.2 \times h$

$h = 0.13 \text{ dm} = 1.30 \text{ cm}$

Para la grava se utilizaran: 3 parihuelas

⇒ Entonces la dosificación será $1 : 2.5 : 3$

6.6 PRODUCCIÓN Y MANEJO DEL HORMIGÓN

La producción del hormigón consiste en preparar una mezcla de acuerdo con la dosificación determinada en el diseño, esto con el objeto de cumplir con los requerimientos de la obra donde se va utilizar, el proceso de producción se puede efectuar dentro o fuera de la obra según las circunstancias, y una vez cumplido este proceso se inicia el proceso de manejo del hormigón es decir el transporte, colocación y terminado del hormigón siendo esta parte también de suma importancia

ya que estas operaciones también tendrán incidencia en las características de la mezcla.

6.6.1 Proceso de Producción del Hormigón

El proceso de producción propiamente dicho comprende las operaciones de: control, manejo y almacenamiento de materiales, dosificación y mezclado; a continuación describiremos algunos aspectos referentes a cada uno.

A. CONTROL, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES

Cada uno de los componentes del hormigón tiene sus propiedades y características que en algunos casos se logran en procesos de producción anteriores y que deben cuidarse mediante un manejo correcto que garantice un buen comportamiento en el hormigón, ya que los abusos en su manipulación y almacenamiento deterioran estas propiedades.

MANEJO Y ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO

Por ser el cemento un material sensible a la humedad, debe almacenarse protegiéndose de las condiciones atmosféricas preferentemente en un almacén cubierto y sobre plataformas de modo que se permita la circulación de al aire. Generalmente debe consumirse al mismo ritmo que se suministra para evitar prolongados tiempos de almacenamiento, además se considera que para un período de almacenamiento menor a 60 días es recomendable evitar que se superpongan más de 14 sacos de cemento y para períodos mayores no deben superponerse más de 7 sacos.

MANEJO Y ALMACENAMIENTO DEL AGUA

El agua de mezclado en zonas urbanas se toma del abastecimiento local, si no es este el caso o no existe un abastecimiento se debe instalar una captación que

ofrezca agua no agresiva o se debe disponer de un tanque que permita un almacenamiento libre de contaminación que sea de fácil acceso para tomar muestras, y para su limpieza y su lavado.

MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS AGREGADOS

Uno de los problemas más frecuentes durante la manipulación de los agregados es la separación y reagrupación desordenada de sus partículas lo que se conoce como segregación, este problema afecta de manera directa a la granulometría del material. En lo relacionado con la arena se debe evitar la acción del viento sobre esta, pues se pueden producir pérdidas de finos ocasionando segregación del material, y en otros casos contaminación con polvo.

Cuando el sitio de trabajo sea en una zona urbana debe tenerse en cuenta que la circulación de vehículos no contamine los agregados y en todo momento debe evitarse la contaminación del material con el piso; se debe evitar los traslapes entre materiales con diferente granulometría es conveniente proveer muros divisorios y en todo momento se debe evitar el almacenamiento prolongado del material, pero para una condición uniforme y satisfactoria en el grado de humedad del agregado, éste debe dejarse en reposo, en el sitio de almacenamiento por lo menos durante 24 horas.

MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS ADITIVOS

El éxito en el uso de los aditivos depende de la utilización correcta de estos, es decir preparación, manejo, almacenamiento y dosificación correctos, para ello debe seguirse las recomendaciones del fabricante y cumplir con las normas y especificaciones del mismo. En el caso de aditivos fabricados en forma líquida deben almacenarse en tanques herméticos protegidos de los rigores del clima; en aditivos en polvo disueltos en agua u otro líquido, los tanques de almacenamiento deben estar provistos de agitadores para mantener los sólidos en suspensión; en aditivos minerales finamente divididos como las puzolanas y otros, las

recomendaciones de manejo y almacenamiento son las mismas de los materiales cementantes.

B. DOSIFICACIÓN DE MATERIALES

Por lo general la dosificación de un hormigón se realiza en un laboratorio o un profesional calificado, esta realiza en base a los requerimientos de la obra, tipo de cemento y características de los agregados.

Generalmente la dosificación del cemento se hace en peso o por sacos enteros de 50 Kg, cuando se requiere de una fracción mas pequeña se puede hacer por medio saco; en lo referente a los agregados en el caso de obras de grandes exigencias debe preferirse la dosificación en peso es decir se dispone de romanas para el peso de cada agregado estas estarán con su plataforma a nivel del piso, deberán ser calibradas periódicamente y se debe observar que no exista material acumulado alrededor de estas para que los mecanismos no se vayan a trabar; pero en obras corrientes con equipo reducido es mas común la dosificación en volumen para esto se dispone de carretillas dosificadoras o parihuelas con la medida necesaria las mismas que después de ser llenadas se deben enrasar; el agua debe medirse en baldes graduados o de capacidad conocida, pues la cantidad de agua tiene influencia en la trabajabilidad y la resistencia del hormigón, se debe tener en cuenta las correcciones necesarias por el cambio de humedad en los agregados; si se utilizan aditivos estos se deben medir en recipientes graduados verificando que las cantidades estén de acuerdo con las especificaciones dadas por el fabricante, salvo indicación contradictoria los aditivos se agregan con el agua de amasado.

C. MEZCLADO DEL CONCRETO

El objeto del mezclado es unir los componentes del hormigón y a partir de estos obtener una masa uniforme, es decir cubrir la superficie de todas las partículas del agregado con pasta de cemento, se debe observar que el equipo y los métodos empleados sean los adecuados.

La operación de mezclado se inicia con la carga de los materiales en al olla de la hormigonera, esto debe hacerse introduciendo todos los materiales en forma simultanea, y si esto no es posible se debe seguir preferentemente el siguiente orden: 80% de agua (con el aditivo, si se emplea), 50% de la grava, cemento, arena, gravilla (en caso de que se emplee, el resto de la grava y el resto del agua para obtener la trabajabilidad requerida. Es necesario prestar atención en que el cemento no se cargue en primer lugar, esto, con el objeto de minimizar las pérdidas por volatilidad; No se debe sobrecargar la hormigonera más allá de su capacidad; al vaciar la mezcla se debe hacer en forma continua, sin restringir el flujo; después de iniciada la descarga no se debe agregar agua a la mezcla, en la hormigonera y menos fuera de ella.

En cuanto al tiempo de mezclado, este varía según el tipo de hormigonera pero no es el tiempo de mezclado sino el número de revoluciones de la hormigonera el que marca el criterio a seguir para un mezclado uniforme del hormigón, es importante considerar que la hormigonera debe estar colocada en terreno firme y nivelado, se debe observar que la velocidad de rotación produzca una mezcla homogénea, normalmente de 10 a 25 vueltas por minuto, una velocidad excesiva tiende a adherir los materiales a la olla resultando una mezcla defectuosa; al final de la jornada se debe lavar la hormigonera y se debe dar mantenimiento a la olla, paletas y piezas móviles de la hormigonera.

El mezclado también se puede realizar de forma manual (a pala) pero para volúmenes pequeños no mayores a 2 sacos en cada amasada, pues de esta forma se producen hormigones poco homogéneos y de menor resistencia; al realizar este tipo de mezclado se debe observar que la superficie sobre la cual se va ha trabajar sea impermeable, lisa y limpia; se puede adicionar a la mezcla un 20% mas de cemento de lo previsto en la dosificación para compensar la menor resistencia.

Para el mezclado a pala primero se debe medir la arena y colocar en una capa de espesor uniforme, sobre esta se debe colocar el cemento para luego mezclar ambos materiales hasta obtener un color parejo, luego se debe medir el ripio que se colocara sobre la mezcla de arena y cemento, a continuación se

mezclaran estos materiales para finalmente recoger la mezcla en un solo montón y formar un hueco en el centro para agregar el agua y mezclar hasta obtener homogeneidad; en ningún caso el mezclado se debe hacer por partes.

6.6.2 Proceso de Manejo del Hormigón

El proceso de manejo del hormigón que incluye las operaciones siguientes a su producción, comprende aspectos como: el transporte, la colocación, compactación y acabado del hormigón.

A. TRANSPORTE Y COLOCACIÓN

Para el transporte del hormigón cualquier procedimiento es adecuado, siempre y cuando se evite vibraciones que produzcan segregación de la mezcla; los equipos que se utilicen para el transporte deben estar preferentemente contruidos de metal u otro material no absorbente con el fin de evitar pérdidas de lechada; las paredes deben ser lisas y sin aristas donde se produzcan adherencias; se deben evitar transferencias intermedias, en lo posible se debe ocupar el mismo equipo para llevar el hormigón hasta su destino final; en todo caso se debe procurar que el sistema sea rápido, esto con el fin de evitar pérdidas de agua por evaporación, además debe considerarse que la hidratación del cemento, la elevación de la temperatura, la pérdida de asentamiento son procesos irreversibles que aumentan con el paso del tiempo; siempre se debe tratar de reducir al mínimo el tiempo entre el mezclado y la colocación se considera un tiempo máximo de 30 minutos.

Una vez que el hormigón ha sido transportado hasta el lugar donde será colocado, se debe realizar este trabajo evitando la pérdida de uniformidad y que la disposición del acero de refuerzo no cambie; se debe realizar en forma continua, en capas de 30 cm de espesor y considerando que la distribución se realice siempre sobre la capa anterior, esto con el fin de evitar la formación de juntas frías no consideradas anteriormente; si se pierde la trabajabilidad por ningún concepto se debe agregar agua al hormigón y si el hormigón esta bien mezclado se debe remezclar antes de la colocación; se debe cuidar no colocar el hormigón de alturas

mayores a 2,5 metros por que al caer libremente de esta altura o mayores se produce segregación, en estos casos se recomienda llenar parcialmente.

B. COMPACTACIÓN Y ACABADO

La compactación es de suma importancia dentro del proceso de producción y manejo del hormigón, pues si esta no se realiza en forma correcta el hormigón quedara poco resistente, débil, poroso y no existirá una buena adherencia entre la pasta de cemento, los agregados y la estructura formada por el acero de refuerzo.

Cuando se trata de hormigones blandos o fluidos la compactación se puede realizar en forma manual, este trabajo se debe realizar con barras de hierro redondo de 16 mm o más, su punta debe estar redondeada, se debe apisonar la mezcla en todas sus partes sobretodo cerca de las armaduras, en las esquinas y en los bordes, debe observarse que la barra penetre algunos centímetros en la mezcla; cuando sea posible este procedimiento se debe acompañar con golpes de un mazo de madera sobre la superficie exterior del encofrado. En el caso de hormigones secos se debe realizar la compactación por medio de instrumentos mecánicos como es el caso de vibradores, esto para obtener hormigones mas densos, resistentes, durables y de mejor terminado superficial; los vibradores mas corrientes son los de inmersión y funcionan con motores eléctricos o con combustible, para este tipo de trabajo se debe introducir el vibrador en forma vertical en la mezcla de hormigón durante 10 a 20 segundos hasta que aparece la lechada superficial y se nota que se alisa la superficie que se esta compactando, el vibrador debe atravesar toda la capa colocada e incluso debe penetrar unos 10 cm a la capa anterior, la distancia entre cada punto de compactación dependerá del radio de acción del vibrador por lo general 40 cm. Se debe tener en cuenta se realice la compactación en todo el elemento y que esta no sea excesiva, pues de serlo se producirá segregación.

Una vez que el concreto se ha colocado y compactado correctamente se inicia con el proceso de acabado, esto para garantizar la geometría de los elementos y dar la textura superficial deseada; este procedimiento por lo general se hace de forma manual y con la ayuda de llanas metálicas.

6.7 CURADO DEL HORMIGÓN

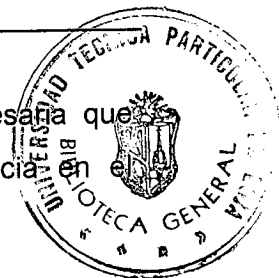
Para obtener una excelente calidad del hormigón, es conveniente desde las primeras horas, mantenerlo en condiciones de humedad y temperatura satisfactorias para que el proceso de endurecimiento no sea interrumpido.

La resistencia y durabilidad del hormigón se desarrollaran si éste es curado en forma adecuada, durante un período de tiempo determinado. Por lo tanto, durante el tiempo de fraguado, los materiales cementantes deben mantener una humedad y temperatura favorables por lo que deben ser hidratados constantemente.

El contenido de agua de la mezcla es normalmente mas alto que la cantidad que puede combinarse químicamente con el cemento, pero la pérdida de agua de mezclado por evaporación y absorción de los agregados, puede reducir el agua a un nivel inferior a la necesaria para obtener una hidratación adecuada del cemento. La evaporación es factible controlarla con un curado e hidratación apropiados. La pérdida de humedad se manifiesta por la formación de grietas debido a la contracción por secado del hormigón.

Un factor que interviene de manera significativa en el curado del hormigón es la temperatura: las bajas son un factor desfavorable para el desarrollo de resistencia a temprana edad y lo mismo en el caso contrario. Cuando el hormigón se mantiene a temperaturas elevadas durante el fraguado y endurecimiento inicial, la resistencia a edades posteriores son menores que los hormigones curados a más bajas temperaturas durante un mismo período, es decir al evitar que el hormigón adquiera temperaturas elevada durante el curado evitará el agrietamiento del mismo y propiciará mayor resistencia a edades posteriores.

El curado se puede realizar mediante dos procedimientos: Curado con agua (creando un ambiente húmedo) o con el uso de materiales selladores (previniendo la pérdida de agua).



EL CURADO CON AGUA consiste en suministrar el agua necesaria que satisfaga los requerimientos de la mezcla y den una buena apariencia en el terminado; y se puede realizar mediante algunos métodos:

- **Anegamiento o Inmersión:** El hormigón estará inmerso totalmente en agua. Esta no puede estar más de 11°C, más fría que el hormigón, ya que los cambios de temperatura originarían esfuerzos y el consiguiente agrietamiento.

- **Rocíos o Riego de Agua:** Se utilizan boquillas o dispositivos de riego proporcionando un buen curado cuando la temperatura se encuentra muy superior a la del grado de congelación. No es aceptado el riego intermitente si en los intermedios se seca la superficie del hormigón; se debe tener el cuidado de no producir erosión en la superficie.

- **Mantas de estopa, Algodón o Fique:** Son materiales que conservan el agua en la superficie, pueden ser colocados horizontal o verticalmente, mientras más pesada es la manta mayor será su capacidad de absorción del agua.

- **Curado con tierra:** Aplicable cuando se trata de trabajos pequeños. La tierra debe estar exenta de materia orgánica y materiales granulares mayores a una pulgada.

- **Arena y Aserrín:** Se utilizan arena y aserrín húmedos y limpios. El aserrín no debe provenir de maderas que contengan ácido tánico, pues este ataca a los componentes del hormigón.

- **Paja o Heno:** Con estos materiales existe el riesgo de que el viento se los lleve es por eso que se los debe asegurar con tela de alambre o estopa; se debe colocar por lo menos una capa de 15 cm. corriéndose el riesgo de que la coloración de este material pase al hormigón. Ante todo debe evitarse que estos materiales se sequen.

EL USO DE MATERIALES SELLADORES consiste en prevenir la pérdida de agua necesaria para una mezcla de hormigón; y se puede realizar mediante:

- **Películas plásticas, papel impermeable o compuestos químicos para formar membranas impermeables de curado:** El uso de hojas o membranas sintéticas colocadas sobre el hormigón a fin de reducir la pérdida de agua de mezclado es muy ventajoso, cuando estas se utilizan correctamente es posible conservar la humedad encerrada y realizar un correcto curado.

Además se debe tener en cuenta los siguientes aspectos dentro de lo que es el curado del hormigón:

MANTAS CUBIERTAS AISLANTES: Son utilizadas para evitar efectos de congelación cuando las temperaturas disminuyen de los 0° C, las mantas de algodón seco, capas de paja o heno seco pueden proporcionar protección al congelamiento.

CURADO EN CLIMA CÁLIDO: En sitios donde el clima es calido el secado se efectúa en forma acelerada, por lo tanto el curado es mas critico, aquí el curado debe realizarse en forma continua para evitar la intermitencia entre humedecimiento y secado por consiguiente cambios volumétricos.

CURADO EN CLIMA FRÍO: A pesar de que no es probable que el hormigón se seque con una rapidez no debida en el clima frío, es importante mantener la humedad satisfactoria para el hormigón.

6.8 CONTROL DE LA CALIDAD DEL HORMIGÓN

Anteriormente se ha determinado que el hormigón es una masa que se deriva de la mezcla de materiales heterogéneos cuyas propiedades dependen de los materiales que lo constituyen y de los procedimientos seguidos durante el diseño, producción, manejo y curado; estas propiedades se pueden regular mediante una

correcta selección y proporción de los materiales que lo componen y con un adecuado plan de control de calidad.

El control de calidad se basa principalmente en un control de las materias primas, supervisión del proceso completo de fabricación y verificación total del producto terminado.

Un hormigón de buena calidad principalmente debe soportar las cargas que le son impuestas de acuerdo a un diseño estructural (resistencia), debe resistir el deterioro (durabilidad) y ser dimensionalmente estable.

Existen un sinnúmero de pruebas utilizadas para realizar el control de la calidad del hormigón en estado plástico y endurecido; generalmente se realiza la prueba de resistencia a la compresión en cilindros de ensayo a diferentes edades y mediante sus resultados se determina la calidad del hormigón, pero es importante señalar que estos ensayos se realizan cuando ha transcurrido el periodo de endurecimiento del hormigón y este ha adquirido las propiedades en base a las cuales se diseño; es decir cuando se considere como un producto terminado, lo que constituye un inconveniente para el control, pues en el periodo de tiempo de espera la construcción de la obra continua y los resultados obtenidos de este control pueden resultar extemporáneos, y puesto que el control de la calidad debe ser un proceso preventivo y no curativo es conveniente realizar pruebas expeditivas para analizar al hormigón inmediatamente después de su fabricación, esto con el fin de mejorar la uniformidad en su elaboración y anticipar las propiedades del hormigón endurecido.

6.8.1 Ensayos que se realizan sobre el Hormigón Fresco

ENSAYO DE CONSISTENCIA

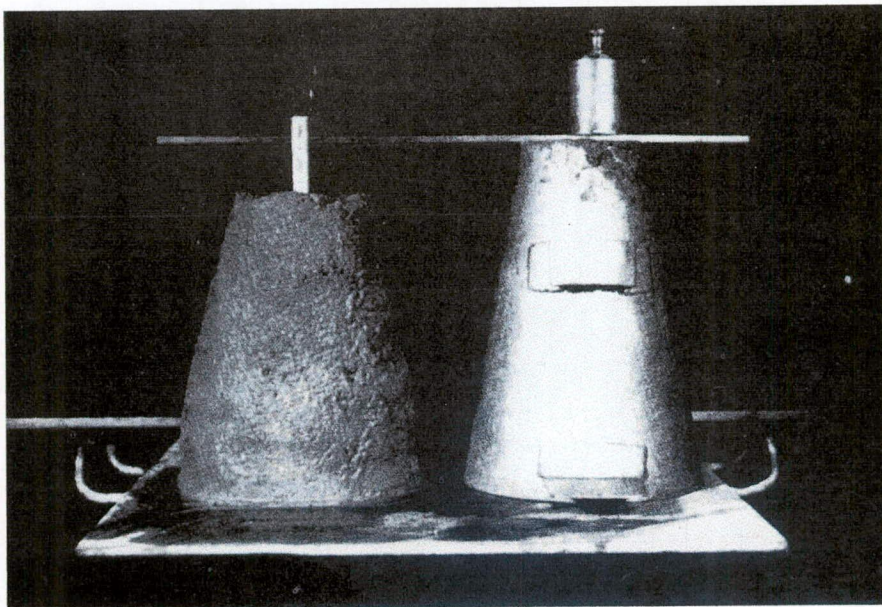
El ensayo de consistencia tiene por objeto determinar el asentamiento de una mezcla de hormigón el mismo que debe estar en los límites establecidos según el

Capítulo 6

estudio del hormigón

propósito para el cual va a ser utilizado, se realiza una vez que se han mezclado todos los componentes y mediante el uso del cono de Abrams, que es un molde metálico tronco-cónico de dimensiones 20 cm de diámetro en su base, 10 cm de diámetro en su parte superior y 30 cm de altura en el eje de compactación; para la compactación se debe utilizar una varilla metálica de 16 mm de diámetro por 60 cm de longitud, con un extremo redondeado.

Para realizar este ensayo primeramente se debe humedecer el cono y colocarlo sobre una superficie horizontal; luego se procede a llenar el molde en 3 capas, equivalente cada una a $1/3$ de su volumen y compactando con 25 golpes uniformemente distribuidos cada capa, es importante que al colocar la tercera capa esta llene el cono, además se debe cuidar que la varilla de compactación penetre únicamente en la capa de hormigón que se está compactando; finalmente se enrasa el cono, y limpia el hormigón caído junto a él; una vez concluido este trabajo se debe levantar el cono en forma vertical y ponerlo junto a la masa de hormigón para colocar la varilla en forma horizontal sobre el cono y la masa de hormigón y de esta forma determinar el asentamiento o pérdida de altura de la masa de hormigón; con la ayuda de un flexómetro establecemos el valor del asentamiento, el mismo que se expresa en centímetros y debe estar dentro de los límites establecidos para el tipo de hormigón que fue diseñado. En el siguiente gráfico puede verse el ensayo de consistencia (determinación del asentamiento de la masa de hormigón).



En la tabla que a continuación se presenta constan los valores de los asentamientos máximos y mínimos recomendados para un hormigón, esto según el tipo de construcción en la que va hacer utilizado.

Consistencia para distintos tipos de construcción (d)

Tipo de Construcción	Asentamiento	
	Máximo (cm)	Mínimo (cm)
Muros armados de fundación y cimientos	13	5
Fundaciones, bordillos, cajones y muros de hormigón en masa	10	2,5
Losas, vigas y muros armados	15	7,5
Soportes de edificación	15	7,5
Pavimentos	7,5	2,5
Grandes macizos	7,5	2,5

(d) Tabla tomada de Dosificación de hormigones, datos recopilados por F. Arredondo, pag. 12.

Si se utilizan vibradores de alta frecuencia, los valores dados pueden reducirse en un tercio.

6.8.2 Ensayos que se realizan sobre el Hormigón Endurecido

Para complementar los resultados de la prueba de consistencia, se deben preparar probetas cilíndricas o cúbicas con las que se pueda comprobar la resistencia del hormigón endurecido; estas probetas deben elaborarse en diferentes partes de la obra y curarse de diferente forma según la aplicación que se intente dar a sus resultados, así pues, las probetas pueden ser:

Probetas de control de calidad de producción, son aquellas tomados y ensayadas bajo condiciones normales de laboratorio (humedad y temperatura), con el fin de determinar la "resistencia potencial" del hormigón, es decir, verificar las condiciones de producción.

Probetas para el control de resistencia en la estructura, puesto que la resistencia potencial del hormigón generalmente no coincide con la del hormigón colocado en la estructura, y que las condiciones en que se maneja, coloca,

compacta, protege y cura, no son las mismas, se considera conveniente tomar probetas y dejarlas al pie de obra, es decir bajo las mismas condiciones de la estructura, esto con el fin de ensayarlas y obtener un conocimiento real de la resistencia del hormigón en la estructura.

Se considera conveniente que las muestras se tomen al menos una por cada 120 m³ de hormigón o una por cada 450 m² de área de placas o muros; pero, cuando la cantidad total de hormigón sea menor de 40 m³, pueden suprimirse estas, si, a juicio del ingeniero existe suficiente evidencia de que la resistencia va a ser satisfactoria.

Finalmente para la aceptación del hormigón se debe tomar en cuenta que cada ensayo de resistencia debe ser el promedio de por lo menos dos cilindros tomados de la misma mezcla y probados a la misma edad; además el promedio de estos debe ser igual o superior a la resistencia especificada; ningún resultado individual del ensayo de resistencia (promedio de dos cilindros) debe ser menor que la resistencia a la compresión requerida por mas de 35 Kg/cm² (3.5 MPa).

A continuación se describen los ensayos que se realizan sobre el hormigón endurecido.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Este ensayo se realiza sobre probetas cilíndricas (generalmente 15 cm de diámetro y 30 cm de altura), con la ayuda de una maquina que aplica una carga continua y uniforme a una velocidad 0.14 a 0.24 MPa por segundo hasta la rotura, determinándose de esta manera la carga máxima que soporta la muestra.

Para la realización de este ensayo es necesario que las probetas tengan sus caras horizontales niveladas y sin rugosidades o irregularidades, con el objeto de obtener una sola superficie de aplicación de carga; si esto no es así se debe proceder al refrendado colocando una capa de Capping u otra mezcla resistente

Capítulo 6 estudio del hormigón

para una correcta aplicación de la carga. Antes de la prueba debe medirse la probeta para de esta forma establecer la superficie de la sección de ensayo.



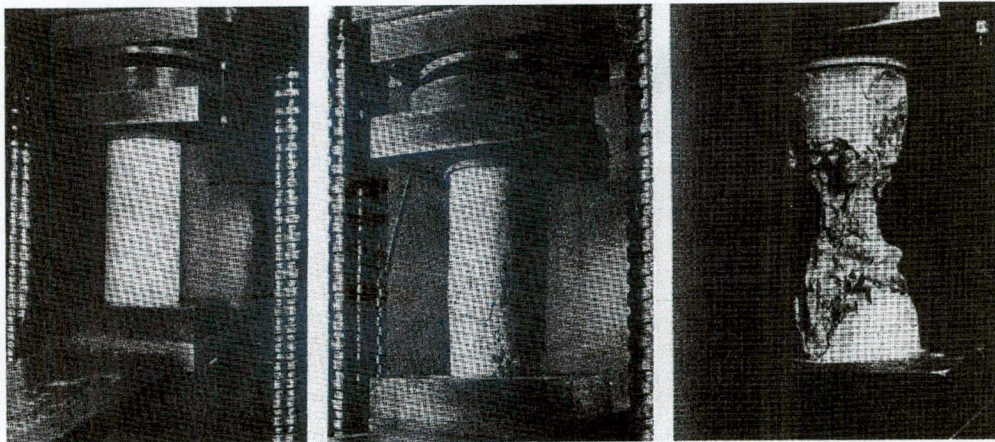
Las pruebas de compresión pueden realizarse a diferentes edades las mismas que se contabilizan a partir de la fecha de fabricación y para las que existen una resistencia especificada, así pues:

- A los 3 días el hormigón debe presentar 1/3 de su resistencia especificada que equivale al 33 % de f_c .
- A los 7 días el hormigón debe presentar 2/3 de su resistencia especificada que equivale al 67 % de f_c .
- A 14 días el hormigón debe presentar 78 % de su resistencia f_c .
- A 21 días el hormigón debe presentar 89 % de su resistencia f_c .
- A los 28 días el hormigón debe tener el 100 % de la resistencia especificada f_c .

La resistencia o esfuerzo a la compresión se determina mediante la siguiente expresión:

$$\text{Esfuerzo a la compresion} = \frac{\text{Carga max. de rotura (Kg)}}{\text{Seccion de la probeta (cm}^2\text{)}}$$

A continuación se muestran distintas fases de la rotura de una probeta a compresión.



ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

Para el ensayo de tracción al igual que para el ensayo a compresión se utilizan las probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, este ensayo se realiza cuando las estructuras de hormigón armado se calculan para soportar esfuerzos a la tracción o en el cálculo de pavimentos de hormigón armado donde la resistencia a la tracción ayuda a dimensionar de los espesores. Pero esta es muy reducida si se compara con la resistencia a la compresión, así se ha establecido una relación tracción/compresión esta entre 1/9 y 1/12; es decir que un hormigón a la tracción resiste alrededor del 10 % de lo que resiste a la compresión.

Existen tres métodos para determinar la resistencia a la tracción del hormigón, a continuación se detalla cada uno:

a) Tracción directa: o tracción axial se realiza al someter a una carga axial a los cilindros o prismas de hormigón, los mismos que deben proveerse de amarres especiales para sujetarse de sus extremos.

b) Resistencia a la tracción por flexión: se obtiene al someter vigas a cargas transversales, sufriendo estas una deflexión en su plano de simetría, es decir se produce una aplicación simultánea de esfuerzos de tracción y compresión. Se realiza sobre probetas prismáticas de lado b , en este caso el esfuerzo a la tracción es:

$$E = \frac{6M}{b^3}$$

Donde: M es el momento flector actuante

b es la base elevada al cubo

Para tener la resistencia a la tracción pura se deben tomar los 3/5 del resultado obtenido.

c) Resistencia a la tracción por compresión: se obtiene al someter a una probeta cilíndrica a un esfuerzo de compresión aplicado en la sección diametral, de esta forma se originan dos esfuerzos uno de compresión y uno de tracción, siendo el segundo definitivo pues provoca la rotura del cilindro, ya que el hormigón es un material de baja resistencia a este esfuerzo. El esfuerzo a la tracción esta dado por la expresión:

$$E_2 = \frac{2P}{\pi dL}$$

Donde: P es la carga máxima a la rotura

La resistencia a la tracción pura del hormigón puede obtenerse mediante la siguiente expresión:

$$E = 0,85 * \frac{2P}{\pi dL} = 0,55 * \frac{P}{dL}$$

Lo que determina que la tracción pura sea menor en un 15 % a la tracción indirecta.

ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Este ensayo se realiza sobre probetas de forma prismática de dimensiones 15x15 cm de sección y longitud que varia entre 50 y 90 cm, en este ensayo las probetas son sometidas a cargas transversales a su plano de simetría de tal forma que sufren una deflexión en este plano, se caracteriza por la aplicación simultanea de tensiones de tracción y compresión, de manera que este ensayo se aprovecha para establecer la resistencia a la tracción por flexión en materiales frágiles como lo es el hormigón.

Capítulo 6

estudio del hormigón

Cuando la carga se aplica en el centro de la luz de la viga las tensiones por flexión están dadas por la expresión:

$$E = \frac{Mc}{I} \quad \text{o} \quad E = \frac{3PL}{2bh^2}$$

Donde: M es el momento flector actuante

c es la distancia de la fibra más alejada con respecto al eje neutro

I es el momento de inercia de la sección con respecto al eje neutro

A su vez P es la carga máxima de rotura

L es la longitud

b es la base

h es la altura.

Mediante el ensayo de flexión también podemos determinar el modulo de elasticidad del material, esto se realiza previa la medición de la flecha máxima, cuando la carga se aplica en el centro el valor de la flecha se obtiene mediante la expresión:

$$f = \frac{PL^3}{48EI}$$

Donde: f es la flecha que se mide durante el ensayo

L es la luz elevada a un exponente igual al cubo.

Cuando se aplican dos cargas concentradas en los tercios de la luz de la viga, el valor de la flecha se determina mediante la expresión:

$$f = \frac{23PL^3}{648EI}$$

Cuando la carga se aplica en los tercios de la luz y la falla ocurre en el tercio medio, el esfuerzo a la flexión o módulo de rotura se calcula con la siguiente expresión:

$$E = \frac{PL}{bh^2}$$

Cuando la falla ocurre fuera del tercio medio de la luz, a una distancia de los límites del tercio medio no mayor al 5% de la luz, el módulo de rotura o esfuerzo a la flexión se calcula con la siguiente expresión:

$$E = \frac{3Pa}{bh^2}$$

Donde: E es el módulo de rotura o esfuerzo a la flexión Kg/cm²

P es la carga máxima en Kg

a es la distancia en cm entre la fractura y el apoyo mas cercano

L es la Luz entre apoyos en cm

b es el ancho de la probeta en cm

h es la altura de la probeta en cm

En caso de que la falla se produzca fuera del tercio medio de la luz y a una distancia mayor que la indicada, se debe descartar el ensayo.

6.8.3 Ensayos no destructivos

Cuando existen motivos para poner en duda la calidad del hormigón en la estructura, puede verificarse el estado real del mismo mediante ensayos especiales de campo; estos nos permiten determinar algunas características del hormigón como la dureza superficial, el módulo de elasticidad, la densidad, etc. sin necesidad de destruir al elemento sobre el cual se realiza el ensayo. Por ello en los últimos tiempos se han realizado esfuerzos para desarrollar métodos rápidos y económicos

para llevar a cabo pruebas en el hormigón de las estructuras. Dentro de estos ensayos podemos resaltar:

ENSAYO DEL MARTILLO DE REBOTE

Uno de los métodos de aceptación práctica, dentro de ciertos límites es el martillo de rebote también conocido como martillo de impacto o esclerómetro. Este ensayo se basa en el principio de que el rebote de una masa elástica depende de la dureza de superficie en contra de la cual la masa incide.

El ensayo debe realizarse aplicando el martillo contra una superficie de hormigón que forme parte de una masa mayor, lo mas plana y lisa posible, sin pinturas, enlucidos, huecos o poros; sin tomar como puntos de ensayo lugares donde exista excesiva proximidad al agregado grueso o a la armadura, o lugares cercanos a huecos o sobre estos; pues las lecturas obtenidas para el primer caso serán demasiado altas, mientras que en el segundo serán demasiado bajas. Se procede al ensayo de percusión con un mínimo de 5 puntos, preferentemente de 10 a 12 puntos distribuidos sobre la superficie a probarse, a fin de obtener un promedio representativo del valor de la dureza; deberán eliminarse los valores que se encuentren por encima o por debajo del promedio mas o menos de la desviaciones estándar permisible; si al menos entre el 60% y 70% de los datos cumplen con los rangos establecidos se obtiene en número promedio con estos datos (promedio corregido), cuyo valor se considera como índice verdadero; de lo contrario el ensayo debe descartarse y debe repetirse. En la siguiente tabla se presentan las desviaciones estándar permisibles para varios promedios de lecturas.

Desviaciones estándar permisibles para varios promedios de lecturas (h)

Promedio obtenido	20	30	45
Desviación estándar	+/- 2.5	+/- 3	+/- 3.5

(h) Tabla tomada de *Tecnología del concreto y del mortero*, Diego Sanchez De Guzman, pag. 207

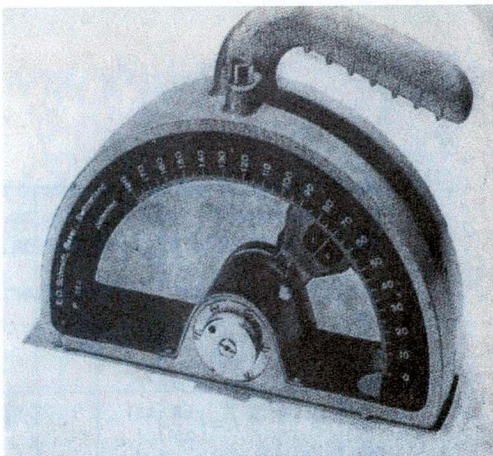
Además para la realización de este ensayo y el análisis de sus resultados debe tomarse en cuenta que cuando el martillo se coloca en posición horizontal el

rebote es independiente de la acción de la gravedad, cosa que no ocurre cuando se aplica en posición vertical, ya que la gravedad afecta el recorrido de la masa en el martillo; así pues el número de rebotes de un piso será menor que el de un techo, como los valores de una superficie inclinada serán intermedios entre los de una horizontal y vertical.

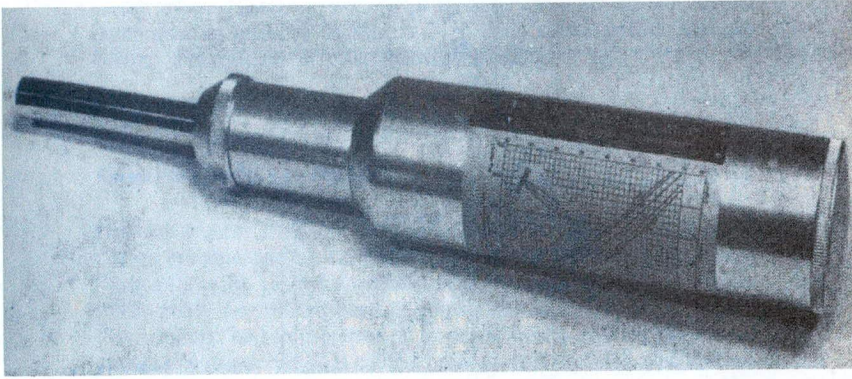
Adicional a esto se debe señalar que aunque el ensayo del martillo de rebote es un medio rápido y económico para determinar la dureza de una superficie de hormigón y revisar la uniformidad del mismo, presenta limitaciones que afectan los resultados, tal es el caso del tipo de cemento, tipo de agregado, textura de la superficie, entre otras.

La exactitud de este procedimiento en muestras confeccionadas y curadas en condiciones de laboratorio y con un martillo bien calibrado es de más o menos 15 y 20%, pero en el caso de estructuras llegar a ser de hasta un 25%; este ensayo nunca debe utilizarse como reemplazo de las pruebas de compresión.

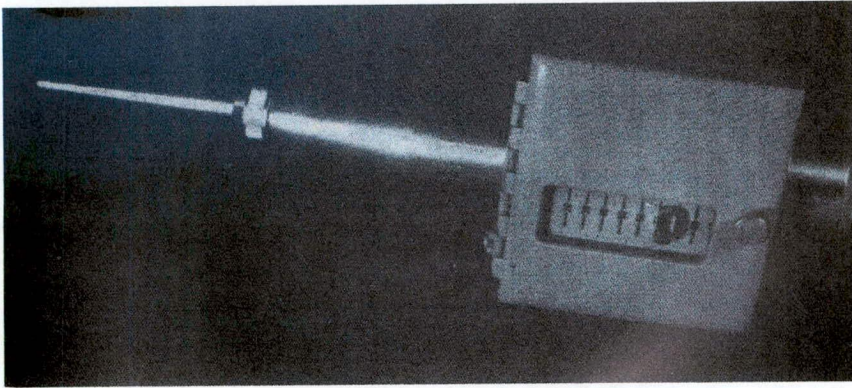
A continuación se presentan diferentes tipos de martillos de rebote o esclerómetros, como son: esclerómetro de péndulo, esclerómetro de Schmidt, y esclerómetro con registrador de lecturas.



Esclerómetro de péndulo



Esclerómetro de
Schmidt

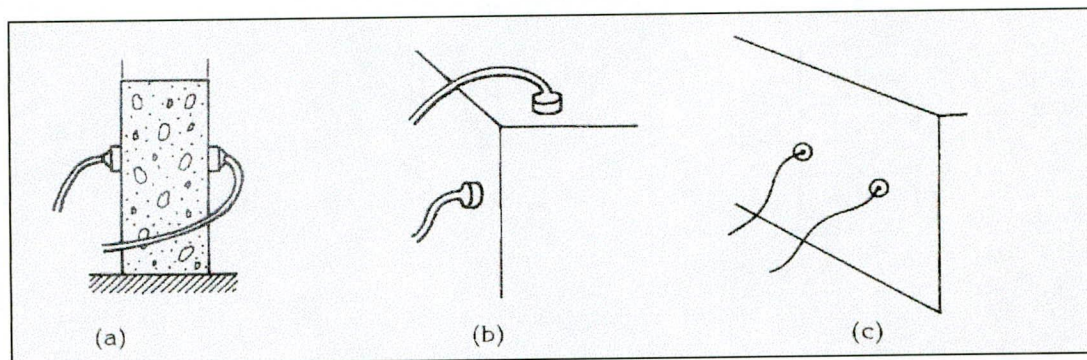


Esclerómetro con
Registrador de
lecturas

PRUEBA DE PULSO ULTRASÓNICO

La prueba de pulso ultrasónico es un ensayo no destructivo, que se realiza mediante un instrumento conocido como probador ultrasónico y se basa en el principio de que las ondas sonoras se pueden propagar en cualquier medio donde existan átomos o moléculas que puedan vibrar elásticamente, considerando que en un medio mas denso, la velocidad de propagación es mas rápida; así pues, este método consiste en medir el tiempo en que una onda ultrasónica atraviesa un hormigón (tiempo entre la emisión inicial y la recepción del impulso); para de esta manera calcular la velocidad promedio de propagación que se obtiene cuando la longitud de la trayectoria se divide para el tiempo que tarda en recorrer el impulso la longitud antes mencionada; si se opera correctamente el equipo, el tiempo se mide con una precisión mas o menos del 1%, y la velocidad que es una magnitud calculada puede tener una precisión de más o menos el 2%.

El ensayo de pulso ultrasónico se puede ejecutar de tres maneras:



Transmisión directa: En este caso los terminales del emisor y el receptor son colocados en superficies opuestas (figura a), es decir uno frente a otro; en este método se produce el máximo de sensibilidad, por eso se lo considera el mas conveniente; por lo general se usa en vigas y columnas.

Transmisión semi-indirecta: En este caso los terminales son colocados en superficies adyacentes (figura b), es decir en ángulo de 90° ; generalmente se usa en pilares, estribos o zapatas.

Transmisión indirecta o superficial: Durante este ensayo los terminales se colocan en la misma superficie del hormigón (figura c); se la considera la menos satisfactoria por la baja sensibilidad, en este caso se determina solamente la velocidad de onda que viaja próxima a la superficie del hormigón; generalmente se aplica en placas y muros.

Existen algunos factores que pueden afectar la prueba, entre ellos tenemos: la longitud de ruta (mínimo 15 cm); la rugosidad de la superficie; la humedad del hormigón, la cual puede variar el resultado entre 10 y 15%; la presencia de varillas de refuerzo, que puede ser insignificante si estas son pequeñas y están en forma perpendicular a la ruta del impulso, pero si están paralelas a la ruta y el diámetro es mayor de 10 mm. ($3/8''$), el efecto es considerable a la hora de establecer la velocidad del pulso.

Como la velocidad y la resistencia del hormigón, en condiciones específicas tienen al peso unitario del hormigón como factor común, pues un cambio en el peso unitario produce un cambio en la velocidad del pulso; por lo tanto, una disminución en el peso unitario ocasionada por un aumento en la relación agua-cemento, reduce tanto la resistencia a la compresión o flexión del hormigón como la velocidad de un pulso transmitido a través de él; así pues, se considera que en la medida en que un hormigón tenga un peso unitario más alto, su velocidad y resistencia serán superiores; en la siguiente tabla se muestra la relación entre la resistencia a la compresión y la velocidad de pulso.

Clasificación de la calidad del hormigón de peso normal con base en la velocidad de pulso ultrasónico (i)

Velocidad (m/seg)	Calidad del concreto
+ de 4500	Excelente
3500 – 4500	Bueno
3000 – 3500	Regular
2000 – 3000	Malo
- de 2000	Muy malo

(i) Tabla tomada de *Tecnología del concreto y del mortero*, Diego Sanchez De Guzman, pag. 213

Se debe tener en cuenta que este ensayo puede tener una precisión de más o menos un 20%, pero no se debe utilizar como un reemplazo de las pruebas de compresión.

6.8.4 ENSAYOS DESTRUCTIVOS

Cuando existen evidencia de incumplimiento de la calidad del hormigón en la estructura es necesario verificar el estado real del hormigón colocado mediante procedimientos especiales de campo, de ahí que se realizan pruebas a las que se considera como ensayos destructivos; la principal desventaja de estos es el daño que producen en el hormigón, pues al realizarlos se afecta a la estructura. Dentro de estos ensayos podemos resaltar:

EXTRACCIÓN DE NÚCLEOS

Si la resistencia de las muestras de prueba de compresión es inferior al valor mínimo especificado f'_c puede ser que el hormigón de la estructura es débil, o los cilindros no son representativos del hormigón de la estructura; para comprobar si el hormigón es de baja resistencia, se ha ideado la prueba de toma directa de muestras de hormigón del miembro sospechoso; generalmente se corta un núcleo o corazón mediante una maquina provista de una broca hueca cortante giratoria con incrustaciones de diamante en sus bordes, para de esta manera obtener una muestra cilíndrica que posteriormente se cabecea y prueba bajo compresión con el objeto de comprobar la resistencia del hormigón de la estructura.

Para realizar la prueba deben tomarse tres núcleos de la zona en duda por cada ensayo de resistencia que sea inferior a : $f'_c - 35 \text{ kg/cm}^2$; cuando el hormigón de la estructura vaya a estar seco durante las condiciones de servicio, los núcleos deben secarse al aire (entre 15°C y 30°C de temperatura y humedad menor al 60%), 7 días antes del ensayo y deben probarse secos; si el hormigón de la estructura va a estar húmedo durante las condiciones de servicio, los núcleos deben sumergirse en agua por lo menos durante 40 horas y ensayarse húmedos, esto para tratar de simular las condiciones de servicio ya que la resistencia del hormigón saturado de agua, es menor que en estado seco.

Se considera que el hormigón es bueno si el promedio de los tres núcleos es el 85% de f'_c , pero si ningún núcleo tiene una resistencia del 75% de f'_c se considera que la estructura es apta para el nivel de seguridad; pero el hormigón no cumple con la resistencia especificada.

Existen algunos factores que afectan la resistencia a la compresión de núcleos, estos se deben considerar durante la extracción y la prueba. Y son:

Edad: La edad mínima para extraer un núcleo es después de los 14 días de haber fundido el hormigón, ya que a edades inferiores el cemento no tiene la suficiente dureza y no existe un buen entrelazamiento entre la pasta y el agregado

como para someter a la mezcla a la acción de la broca, que puede provocar microfisuras en el núcleo como en los alrededores de la zona de extracción, lo que ocasionará bajos resultados de resistencia durante el ensayo.

Diámetro: El diámetro debe ser igual o superior a tres veces el tamaño máximo de agregado grueso, pero nunca menor a 10 cm. (4"); además, debe considerarse la separación entre varillas de refuerzo, la que con frecuencia es menor al diámetro mínimo estipulado. Esto condiciona el lugar de extracción a sitios muy determinados, o induce a que se incumpla el requisito del diámetro mínimo permisible que es 7.5 cm (3"), lo que hace imposible la realización de la prueba. El hecho de limitar el diámetro a un mínimo obedece a que diferentes investigadores coinciden en que a medida que aumenta el diámetro, disminuye la dispersión de los resultados. Por ello, los núcleos de menos de 10 cm. (4") no se consideran muy representativos.

Relación de esbeltez: Por regla general la relación altura : diámetro (relación de esbeltez) apropiada para los cilindros de prueba es de 2:1. Pero en algunas veces es difícil mantener este valor, sobretodo en el caso de núcleos, sea por, las dimensiones que tiene el elemento de donde se extrae, rotura prematura del núcleo al retirarlo de la estructura, la presencia de la armadura, o por rotura en el momento de desbastar los extremos para garantizar paralelismo entre las superficies de aplicación de carga.

Presencia de armadura dentro del núcleo: En secciones densamente armadas es difícil evitar el corte de las varillas de la armadura y consecuentemente su presencia dentro del núcleo. Pero en todo caso, su presencia debe evitarse y que tiene menos efecto su posición en sentido perpendicular que en sentido paralelo respecto a la dirección de aplicación de carga. Sin embargo, los núcleos que contengan refuerzo no deben usarse en ensayos de tracción indirecta.

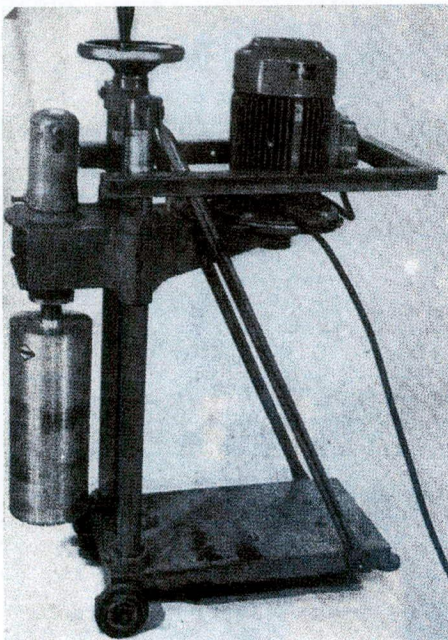
Altura de extracción y nivel de resistencia: En el caso de efectuar extracciones de núcleos sobre superficies verticales, como columnas, muros e incluso en los lados de una losa, o zapata, la extracción no se debe hacer en la parte

superior de estos, ya que esta es más débil, debido a que es menos compacta y menos densa que la parte media e inferior.

Adicionalmente, los núcleos deben tomarse de un sitio alejado de las zonas de uniones, juntas o bordes de la estructura, pues se ha determinado que el nivel de resistencia del hormigón depende de el lugar donde son extraídos los núcleos, es decir, que la resistencia de los núcleos respecto a los cilindros crece a medida de que aumenta la resistencia del hormigón. De ahí que, el hormigón de mayor resistencia ofrece más dificultad al taladrarlo, por lo que puede sufrir una mayor micro fisuración. Por ello, las muestras con defectos o que hayan sufrido daños durante el corte deben ser descartadas.

Dirección de la extracción: Otro factor que afecta la resistencia de los núcleos es la dirección de extracción respecto a la dirección en que fue fundido el hormigón. Por lo general, la resistencia de núcleos extraídos en sentido paralelo a la dirección de fundido es superior a la de núcleos extraídos en sentido perpendicular a la dirección de fundida. Estas diferencias suelen oscilar entre un 5% y un 10%.

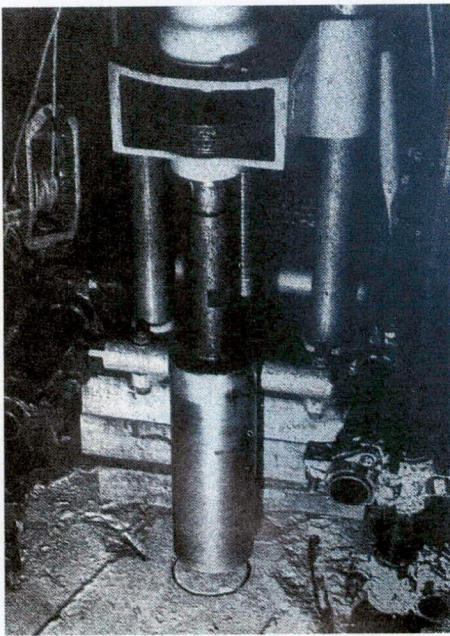
A continuación se muestra un extracto fotográfico de las pruebas de extracción de núcleos.



Máquina perforadora para
extracción de núcleos



Detección de armaduras



Extracción de probetas



Probetas testigo

PRUEBAS DE CARGA

Una prueba de carga es un ensayo mediante el cual se comprueba un diseño o se realiza el control de calidad a una construcción.

Las fallas estructurales deben evitarse no por el hecho de que estas estén regidas por disposiciones legales; sino, porque puede haber riesgo de vidas, propiedades; además, del prestigio profesional.

Actualmente, la existencia de fallas en estructuras ha disminuido, ya que los métodos de diseño y construcción han mejorado notablemente y permanente son optimizados; pero a pesar de los adelantos de la ciencia y de la técnica, en algunos casos se presentan y para prevenirlas, las pruebas de carga se convierten en una herramienta de gran ayuda tanto en el laboratorio como en el campo.

Es conveniente realizar pruebas de carga, cuando se efectúe la revisión de un diseño del que no se dispone de la suficiente información sobre los cálculos originales (estructuras abandonadas); cuando una estructura se someterá a cargas diferentes para las que fue diseñada (por cambio en el uso); cuando no se cumple las especificaciones de diseño en uno de los elementos de la estructura por descuido, error o cambios durante la construcción; cuando se escoge una hipótesis de carga inadecuada; cuando se ha producido una falla o sobreesfuerzo en la estructura por descimbrado muy rápido o impactos fuertes; o cuando la estructura se haya afectado por incendios o temblores.

Pruebas en la obra : Los ensayos sobre probetas, cualquiera que sea la calidad del hormigón, son un procedimiento cómodo, pero no representativo del comportamiento final del hormigón en la obra; por lo que en algunos casos hay que recurrir a pruebas en obra porque así lo exige el tipo de obra (Reglamento de espectáculos públicos), porque los ensayos en las probetas no han dado resultados satisfactorios, o porque se quiere obtener garantía del buen comportamiento de algún elemento estructural; por ejemplo, en elementos que trabajan a flexión (vigas, voladizos) en donde a mas de la resistencia es necesario conocer su deformabilidad.

Para la realización de cualquier prueba de carga en obra hay que fijar los siguientes puntos:

- Zonas de la obra que deben cargarse.
- Sobrecargas, no superiores a las de uso.
- Magnitudes que deben medirse
- Métodos de medida utilizables
- Puntos o zonas donde debe medirse.
- Condiciones de carga y descarga.

En general, se aconseja que la realización e interpretación de las pruebas de carga las realice un laboratorio especializado; de todos modos, en los ensayos de flexión la prueba es satisfactoria cuando las flechas medidas cumplen las siguientes condiciones:

- " $f'c \text{ máx.} \leq f \text{ admisible}$
- $f'c \text{ remanente} \leq f' \text{ máx}/5$
- $f'' \text{ remanente} \leq f'' \text{ máx}/8$ " ²

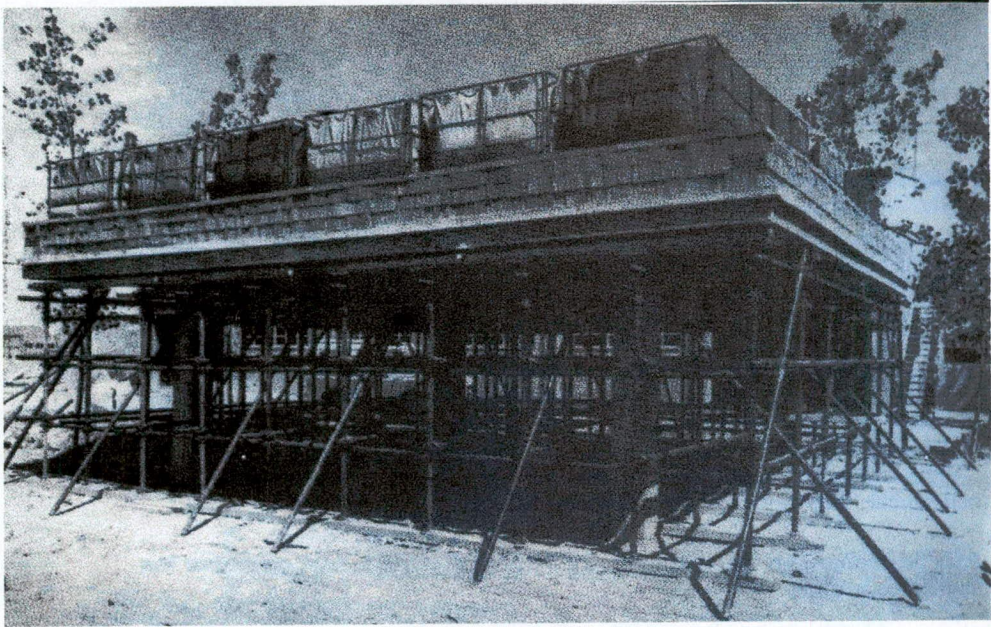
Y, no se han producido fisuras de amplitud superior a :

- "0.3 mm en ambientes protegidos;
- 0.2 mm al aire libre;
- 0.1 mm en ambiente agresivo. " ³

A continuación se muestra una prueba de carga mediante la aplicación de balsas de agua, y un apeo de seguridad, en donde se pueden observar los controladores.

² CASSINELLO PEREZ Fernando, Construcción Hormigonera, Editoria Rueda, 1974, pag. 367

³ CASSINELLO PEREZ Fernando, Construcción Hormigonera, Editoria Rueda, 1974, pag. 367



QUINTA PARTE

ESPECIFICACIONES Y ANEXOS

ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN Y ANEXOS DE LAS PRUEBAS DE CONTROL

- 7.1 Especificaciones para la construcción
- 7.2 Especificaciones para el control de calidad
de los materiales
- 7.3 Pruebas de control
- 7.4 Pago de planillas
- 7.5 Análisis de precios unitarios
- 7.6 Historial fotográfico

ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN Y ANEXOS DE LAS PRUEBAS DE CONTROL

7.1 ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN

7.1.1 Descripción General

El proyecto se encuentra ubicado en la manzana comprendida entre las calles principales Sucre y Bolívar y las calles secundarias José Antonio Eguiguren y Colon en la ciudad de Loja. La obra consta de dos bloques, el uno se refiere a la ampliación del edificio administrativo de la Corte Superior de Justicia de esta ciudad y el otro al Auditorio de dicha institución.

7.1.2 Características constructivas

En el Edificio Administrativo

Estructura de hormigón armado; constituida por dos bloques separados por una junta estructural, esta junta se incluye debido a las dimensiones y forma de la edificación y tiene por finalidad disminuir los efectos causados por la torsión en planta del edificio en caso de sismo. La estructura en general ha sido calculada como sismorresistente.

El área del edificio en la planta baja es de aproximadamente 750.50 m² y consta de seis niveles; la estructura soportante del edificio esta constituida por pórticos espaciales resistente a flexión con luces máximas de 7.30 m; existe también una caja de ascensor con paredes conformadas por diafragmas de hormigón armado.

Las losas para los seis niveles tienen un espesor de 25 cm. y están diseñadas para ser aliviadas con bloques de piedra pómez; las vigas de la estructura son

peraltadas y están diseñadas para resistir la totalidad de las cargas laterales (sísmicas) a más de las cargas verticales.

La cimentación debido a la magnitud de los esfuerzos transmitidos se diseño en base a zapatas continuas, con vigas de cimentación rígidas de manera que se posibilite una transmisión homogénea de esfuerzos al suelo de fundación.

En el Edificio Auditorio

Esta edificación tiene una área aproximada en la planta baja de 490.50 m², nivel de subsuelo, planta baja, planta alta y cubierta; esta constituida por pórticos espaciales resistentes a la flexión; los pórticos principales en la parte del auditorio tienen luces de 17.00 m y separación entre pórticos de 4.60 m.

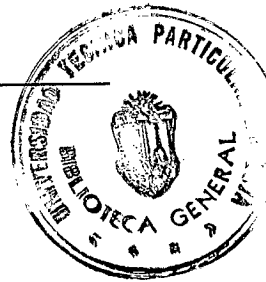
Las losas de entrepiso de esta edificación tienen un espesor de 30 cm, están diseñadas en dos direcciones y para ser alivianadas con bloques de piedra pómez; las vigas de la estructura en su parte anterior se diseñaron como vigas bandas con igual peralte que el de la losa. Los pórticos de auditorio con vigas peraltadas y acarteladas.

La losa de cubierta tiene un espesor de 25 cm. y es diseñada en una sola dirección debido a las características de la estructura en la que los tableros de losa tienen una relación, luz mayor sobre luz menor, mucho mayor a 2; y para ser alivianadas con cajonetas de madera.

La cimentación se diseño con zapatas continuas unidas con vigas de cimentación y amarradas a nivel de piso con cadenas de hormigón armado.

7.1.3 Materiales a utilizarse y especificaciones técnicas

Para el hormigón armado se especifican los siguientes materiales:



- Hormigón simple: $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
- Acero estructural: $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

7.1.4 Recomendaciones Constructivas

Las recomendaciones que a continuación se exponen están basadas en las normas vigentes del Código Ecuatoriano de la Construcción, así como en reglamentos de uso común, adaptándolas a las condiciones particulares de la obra diseñada.

Cemento

El cemento a usarse en la elaboración de todos los hormigones para esta obra será el Pórtland Tipo I (norma INEN 152). En caso de usarse cemento de otras características de fraguado, deberán tomarse las precauciones del caso.

Agregados

Los agregados para hormigón deben cumplir con los "Requisitos de los áridos para la dosificación de Hormigón", es decir deben demostrar mediante pruebas que sirven para producir un hormigón de resistencia y durabilidad adecuadas.

El tamaño máximo del agregado no excederá de un quinto de la dimensión menor de la pieza que se trata de hormigonar, ni mayor de tres cuartos del espaciamiento mínimo libre entre varillas individuales de refuerzo; para el caso de losas, el tamaño máximo del árido no deberá ser mayor a un tercio del espesor; estas limitaciones se pueden omitir si la trabajabilidad y los métodos de compactación son tales que el hormigón se puede colocar sin la formación de vacíos.

Agua

El agua empleada en la mezcla del hormigón deberá ser limpia y estará libre de sustancias perjudiciales como aceites, ácidos, álcalis, sales, materiales orgánicos, u otros productos que puedan ser nocivas para el hormigón o el acero. De preferencia se utilizará agua potable.

Acero de refuerzo

El acero de refuerzo a emplearse en el hormigón armado debe ser varillas corrugadas, con una resistencia de 4200 Kg/cm² a la fluencia; antes de colocarse en obra deberán ser limpiadas de aceites, óxidos u otras sustancias ajenas que puedan impedir la adecuada adherencia con el hormigón.

Aditivos

Los aditivos que se empleen en el hormigón, estarán sujetos a la aprobación del ingeniero responsable de la obra; debe demostrarse que el aditivo es capaz de mantener esencialmente las características y requerimientos del hormigón; el uso del producto se debe hacer en las proporciones establecidas en las especificaciones del mismo.

Encofrados

El encofrado será una estructura que cumpla con la forma, líneas y dimensiones de los elementos según se requiera en los planos y demás especificaciones; será lo suficientemente impermeable para prevenir la filtración del mortero. Estará adecuadamente apuntalado y sujeto de tal manera que conserve su forma y su posición. Previo a la colocación del hormigón deberá revisarse completamente los encofrados para verificar que estén libres de sustancias o elementos extraños.

Capítulo 7

especificaciones para la construcción y anexos de las pruebas de control

El desencofrado deberá hacerse de tal forma que no se produzcan daños en la estructura, es decir, cuando el hormigón sea lo suficientemente resistente. En general deberá retirarse el encofrado inferior de vigas a los 28 días, el encofrado lateral de vigas luego de 1 día, el encofrado de losas de entepiso a los 28 días, el encofrado de losas de cubierta a los 28 días, el encofrado de columnas a los 3 días. Estos tiempos pueden variar si con ensayos se determina que el hormigón ha alcanzado por lo menos el 90% de su resistencia final.

Mezclado del Hormigón

Todo hormigón deberá mezclarse hasta que se logre una distribución uniforme de los materiales, debiendo descargarse completamente la concretora antes de que se vuelva a cargar, no se requiere enjuagues entre cargas y puede permitirse la presencia de pequeñas cantidades residuales de hormigón siempre que no formen bloques.

La concretora deberá girar a la velocidad recomendada por el fabricante y los materiales deberán mezclarse por lo menos durante 90 segundos después de que todos estén dentro del tambor.

Transporte del Hormigón

El hormigón debe transportarse desde el sitio de mezclado para su colocación en la obra empleando el equipo y los métodos que prevengan la segregación o pérdida de materiales y sin interrupciones que produzcan pérdidas de plasticidad debidas a vertidas sucesivas.

Colocación en obra

En lo posible el hormigón debe depositarse en su ubicación final para evitar la segregación debido a la manipulación. El vertido debe efectuarse a tal velocidad que conserve su plasticidad y fluya fácilmente en los espacios que existen entre varillas.

No debe utilizarse el hormigón que haya endurecido parcialmente, se encuentre contaminado con materiales extraños o que haya sido remezclado después del fraguado inicial. Debe tenerse cuidado en que la altura de caída del hormigón en los encofrados no sea mayor a 2 metros, pues se produciría segregación de los materiales.

Todo hormigón debe compactarse con los medios adecuados durante el proceso de colocación y trabajarse enteramente alrededor del refuerzo, como dentro de las esquinas de los encofrados; cuando las condiciones hagan difícil la compactación en lugares donde este muy concentrado el refuerzo, se depositara primero una capa de mortero de por lo menos 2.5 cm. que tenga la misma proporción de cemento, arena y agua que la usada para el hormigón, o se empleara un hormigón cuyo agregado grueso pase fácilmente por los espacios entre las varillas de refuerzo.

Consistencia del Hormigón

Ni las mezclas secas que se desmoronan ni las líquidas son consideradas como mezclas plásticas. Una mezcla seca pero plástica sería manejable en elementos de gran sección y abiertos pero no en secciones delgadas y con acero de refuerzo de un estrecho intervalo de separación. La prueba de asentamiento en el cono de Abrams se usa para determinar la consistencia del hormigón, los asentamientos deben estar dentro de los límites especificados en el diseño.

Vibrado del Hormigón

En obra debe disponerse de un número suficiente de aparatos para vibrar el hormigón; este trabajo debe hacerse inmediatamente después de colocar el hormigón, la profundidad y la distancia de vibrado debe ser tal que se pueda apreciar la eficiencia del mismo.

El vibrador nunca debe ser colocado dos veces en un mismo lugar y la duración más conveniente del vibrado es de 10 a 30 segundos, pues un excesivo

tiempo o la mala aplicación del mismo produce segregación o separación entre los agregados gruesos y el mortero; de ahí que el funcionamiento del aparato debe confiarse solamente a personas muy prácticas y experimentadas en este trabajo.

Curado

El hormigón debe mantenerse a una temperatura no menor de $+10^{\circ}\text{C}$; es indispensable mantener la humedad en la superficie del hormigón de manera permanente, al menos durante los primeros 7 días; es decir, no permitir el típico cambio húmedo-seco-húmedo. La forma de realizar de este trabajo queda a criterio del director de la obra.

Evaluación y Aceptación del Hormigón

Las muestras para los ensayos de resistencia del hormigón deben tomarse en moldes cilíndricos metálicos de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, compactados en tres capas, cada una de un tercio de la altura con 25 golpes, utilizando una varilla metálica de 16 mm de diámetro y 60 cm de longitud; deben probarse de acuerdo con el método de ensayo para determinación de la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas. Cada resultado de ensayo de resistencia deberá ser el promedio de dos cilindros de la misma muestra probados a los 28 días o a una edad menor.

Juntas de construcción

Las losas y vigas deben ser hormigonadas en una sola operación, sin interrupciones, desde el fondo hasta la parte superior; las juntas de construcción debidas a interrupciones durante la colocación se reducirán al mínimo y se dispondrán en los lugares más convenientes para que no afecten a la estructura.

Cuando se vaya a dejar una junta, la superficie de esta no debe ser alisada; debe quedar en forma inclinada (aproximadamente 45°) en el caso de vigas y losas; y, para el caso de columnas en forma horizontal. Para

continuar el hormigonado de un elemento que haya sido suspendido y en el caso de que el hormigón haya endurecido completamente deberá usarse un tratamiento especial con aditivos epóxicos como el SIKADUR 32 PRIMER (SIKA) o el BOND-1 (ADITEC), siguiendo las recomendaciones de los fabricantes.

7.2 ESPECIFICACIONES PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

7.2.1 NORMAS Y ENSAYOS EN EL CEMENTO¹

7.2.1.1 Determinación de la densidad absoluta. Norma INEN 156

OBJETIVO

Determinar la densidad absoluta del cemento mediante la utilización del frasco de Le Chatelier.

EQUIPO

1. Frasco de Le Chatelier.
2. Termómetro.
3. Balanza analítica.

REACTIVO

Querosene exento de agua, con densidad no menor de 0.731 gr/cc a 15°C.

PROCEDIMIENTO

1. Llenar el frasco de Le Chatelier con el reactivo hasta enrasar en una división comprendida entre las marcas correspondientes a 0 y 2 centímetros cúbicos.
2. Secar la parte interior del frasco que queda sobre el nivel del líquido.

¹ Numeral tomado de las Memorias de la asignatura Materiales de Construcción I, año 1997, pags. 48-54



3. Sumergir el frasco en un baño de agua a $20^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ y mantenerlo allí, en posición vertical, hasta que su contenido haya alcanzado la temperatura del baño.
4. Registrar una primera lectura V1 que corresponde al volumen ocupado por el líquido contenido en el frasco.
5. Pesar con aproximación a 0.01 gramo, 64 gramos de cemento previamente desecado a $105^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e introducir esta porción en el frasco, cuidando que no se produzcan salpicaduras y evitando que el cemento se adhiera a las paredes interiores sobre el nivel del líquido.
6. Tapar el frasco y tomándolo por su parte superior girarlo en posición inclinada o suavemente en círculos horizontales, hasta que colocado en posición vertical, no asciendan burbujas de aire a la superficie del líquido.
7. Sumergir el frasco en un baño de agua a $20^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ y mantenerlo allí, en posición vertical, hasta que su contenido haya alcanzado la temperatura del baño.
8. Registrar una segunda lectura V2, que corresponde al volumen del líquido más el volumen del cemento contenido en el frasco.

CALCULOS

La densidad absoluta del cemento se calcula mediante la expresión siguiente:

$$D = \frac{m}{V2 - V1}$$

Donde: D: densidad absoluta del cemento, en g/cc.

m: masa de la muestra de ensayo en gramos.

V1: volumen del líquido registrado en la primera lectura en cc.

V2: volumen del líquido y cemento registrado en la segunda lectura en cc.

INFORME DE RESULTADOS

Como resultado final debe indicarse la media aritmética de los resultados, redondeado a tres cifras significativas. La densidad absoluta del cemento puede tener un valor entre 2,90 a 3,15 gr/cc; siendo generalmente mayor a 3 gr/cc.

7.2.1.2 Determinación de la densidad aparente del cemento

OBJETIVO

Determinar la densidad aparente del cemento, mediante una relación de masa sobre volumen.

EQUIPO

Montaje compuesto de varios accesorios para la registrar la masa y el volumen de la muestra de ensayo.

PROCEDIMIENTO

1. Disponer el equipo en condiciones de trabajo y colocar en la tolva el cemento.
2. Agitar la muestra con una espátula para permitir su descenso a través de un embudo y recogerla en un recipiente ubicado en la parte inferior del montaje del equipo.
3. Continuar con la operación descrita en el numeral 2 hasta que el recipiente se llene por completo, luego de lo cual se procede a enrasar la muestra en el recipiente y se registra la masa del recipiente más la muestra.
4. Determinar el volumen del recipiente, para lo cual se procede a llenarlo con agua y a enrasarlo con una placa de vidrio, para registrar la masa del recipiente más agua más placa de vidrio. La masa de agua representa del volumen del recipiente considerando que la densidad del agua es 1 gr/cc.

CALCULOS

La densidad aparente del cemento se calcula mediante la expresión siguiente:

$$D = \frac{m}{V}$$

Donde: D: densidad aparente del cemento, en gr/cc.

m: masa de la muestra de ensayo en gramos.

V: volumen del recipiente en centímetros cúbicos.

INFORME DE RESULTADOS

Como resultado final debe indicarse la media aritmética de los resultados, redondeado a tres cifras significativas. La densidad aparente del cemento puede tener un valor entre 0,90 a 1,20 gr/cc.

7.2.1.3 Determinación de la consistencia normal del cemento. Método de Vicat. Norma INEN 157

OBJETIVO

Determinar la consistencia normal de una pasta de cemento mediante una relación entre la masa con respecto a su volumen.

TERMINOLOGÍA

Pasta de Consistencia Normal es aquella en la cual la sonda Tetmayer colocada en el aparato de Vicat, penetra 10 ± 1 mm en 30 segundos.

EQUIPO

1. Aparato de Vicat. Consiste en un soporte que lleva un vástago de acero inoxidable con una masa de 300 ± 0.5 gramos. El vástago tiene en el un extremo la sonda Tetmayer con un diámetro de 10 ± 0.05 mm y una longitud libre de 50 ± 1 mm; y en el otro extremo la aguja de Vicat con un diámetro de 1 ± 0.05 mm y una longitud libre de 50 ± 1 mm. El vástago es deslizante y puede fijarse en cualquier posición por medio de un tornillo que lleva un índice y que se mueve sobre una escala graduada en milímetros.
2. Molde tronco-cónico, es un anillo que se apoya sobre una placa cuadrada de vidrio de 10 cm de lado. El molde debe tener en la base inferior un diámetro interior de 70 ± 3 mm, en la base superior un diámetro interior de 60 ± 3 mm y una altura de 40 ± 1 mm; este molde es de un material no absorbente y no es atacable por los cementos.
3. Mezcladora mecánica con velocidades de rotación y traslación.

PROCEDIMIENTO

1. Previamente a la determinación, aplicar una capa delgada de aceite sobre la placa de vidrio y la superficie interna del molde.
2. Pesar 500 gramos de cemento de la muestra de ensayo.
3. Medir en una probeta graduada una cantidad exacta de agua destilada o potable. El volumen de agua a utilizarse es del 25 al 30 % del peso de cemento.
4. Proceder al amasado de la pasta mediante el siguiente proceso:
 - a) Disponer la paleta mezcladora y el recipiente en posición de trabajo, cuidando de que se encuentren secos y limpios.
 - b) Verter el agua en el recipiente.
 - c) Agregar el cemento y esperar 30 segundos.
 - d) Accionar la mezcladora en velocidad 1 (velocidad lenta) durante 30 segundos.
 - e) Detener la mezcladora y remover rápidamente la pasta de las paredes del recipiente y de la paleta, para lo cual se utilizará una espátula.
 - f) Accionar la mezcladora en velocidad 2 (velocidad rápida) por un tiempo de 1 minuto.
5. Terminado este proceso se toma con las manos debidamente protegidas con guantes de caucho, la pasta y se procede a formar una esfera.
6. Colocar la pasta en forma de esfera en el molde por la parte de mayor diámetro, hasta llenarlo completamente.
7. Remover el exceso evitando comprimir la masa, hasta enrasar con el borde del molde. Dar la vuelta al molde y asentarlo por la parte más ancha sobre la placa de vidrio.
8. Inmediatamente llevar el conjunto debajo de la sonda Tetmayer, la cual se colocará suavemente a ras de la superficie de la pasta, fijando el vástago en esta posición.
9. Colocar el indicador en la marca cero de la escala.
10. Soltar el vástago por un tiempo de 30 segundos y leer en la escala graduada su penetración en la pasta.
11. Se obtiene la consistencia normal cuando la sonda penetra 10 ± 1 mm en 30 segundos luego que el tornillo de ajuste fue soltado.
12. Si no se obtiene la consistencia normal de la pasta debe repetirse el ensayo usando otra porción de cemento, pero variando la cantidad de agua, hasta obtener el resultado descrito en el numeral 11.

CALCULOS

La consistencia normal se calcula con la expresión:

$$C = \frac{ma}{mc} * 100$$

Donde: C: Consistencia normal expresada en porcentaje.

ma: masa del agua en gramos.

mc: masa del cemento en gramos.

INFORME DE RESULTADOS

Como resultado final debe indicarse el porcentaje de agua requerido para obtener la consistencia normal de la pasta de cemento.

7.2.1.4 Determinación del tiempo de fraguado del cemento. Método de Vicat. Norma INEN 158

OBJETIVO

Determinar el tiempo de fraguado de los cementos mediante la aguja de Vicat.

TERMINOLOGÍA

1. Tiempo de Fraguado Inicial.- Es el lapso de tiempo transcurrido desde que se agrega el agua al cemento hasta el momento en que la aguja de Vicat de 1 mm de diámetro penetra 35 mm en la pasta de cemento en 30 segundos o queda 5 mm sobre la placa de vidrio.

2. Tiempo de Fraguado Final.- Es el lapso de tiempo transcurrido desde que se agrega el agua al cemento hasta el momento en que la aguja de Vicat de 1 mm de diámetro no deja huella visible en la muestra; es decir ya no se observa penetración.

EQUIPO

1. Mezcladora mecánica para preparar la pasta.
2. Aparato de Vicat con la aguja de 1 mm de diámetro.

Capítulo 7

especificaciones para la construcción y anexos de las pruebas de control

3. Moldes tronco-cónicos y placas de vidrio.

PROCEDIMIENTO

1. Preparar una pasta de cemento de Consistencia Normal.
2. Aplicar una capa de aceite sobre la placa de vidrio y la superficie interna del molde.
3. Colocar la pasta en forma de esfera en el molde por la parte de mayor diámetro, hasta llenarlo completamente.
4. Remover el exceso evitando comprimir la masa, hasta enrasar con el borde del molde.
5. Dar la vuelta al molde y asentarlo por la parte más ancha sobre la placa de vidrio.
6. Bajar el vástago móvil con la aguja de Vicat, hasta topar la placa de vidrio, esto fuera del molde y colocar el índice en el cero de la escala graduada.
7. Subir el vástago y situar el molde debajo de la aguja.
8. Descender la aguja de Vicat hasta que roce la superficie de la pasta e inmediatamente soltar el vástago.
9. Se obtiene el fraguado inicial cuando la aguja de Vicat penetra 35 mm en la pasta de cemento en un tiempo de 30 segundos.
10. Se deben hacer pruebas sucesivas a diversos intervalos de tiempo dependiendo de la penetración obtenida y en puntos separados uno de otro por lo menos 6 milímetros y del borde del molde por lo menos 1 centímetro.
11. En las primeras determinaciones se debe cuidar que la aguja de Vicat no penetre rápidamente y choque con la placa de vidrio.
12. Se obtiene el fraguado final, cuando no se observa penetración visible de la aguja en la muestra.

CALCULOS

1. El tiempo de fraguado inicial es el tiempo total transcurrido desde que se agrega el agua al cemento hasta el momento en que la aguja de Vicat penetra 35 mm en la pasta en un tiempo de 30 segundos.
2. El tiempo de fraguado final es el tiempo total transcurrido desde que se agrega el agua al cemento hasta el momento en que la aguja de Vicat no deja huella visible en la muestra.

INFORME DE RESULTADOS

Como resultado final debe indicarse la media aritmética de los resultados obtenidos.

7.2.1.5 Determinación del tiempo de fraguado del cemento. Método de las agujas de Gillmore. Norma INEN 159

OBJETIVO

Determinar el tiempo de fraguado de los cementos mediante las agujas de Gillmore.

TERMINOLOGÍA

- 1. Tiempo de fraguado inicial.-** Es el lapso de tiempo transcurrido desde que se agrega el agua al cemento, hasta el momento en que la aguja inicial de Gillmore de masa 110 gramos y 2 milímetros de diámetro, no deja ninguna huella sobre la superficie de la pasta.
- 2. Tiempo de fraguado final.-** Es el lapso de tiempo transcurrido desde que se agrega el agua al cemento, hasta el momento en que la aguja final de Gillmore de masa 440 gramos y 1 milímetro de diámetro, no deja ninguna huella sobre la superficie de la pasta.

EQUIPO

1. Mezcladora mecánica para preparar la pasta.
2. Agujas de Gillmore, son dos agujas de acero inoxidable que tienen las siguientes características:

Aguja inicial	Aguja final
masa 110 ± 0.5 gramos	masa 440 ± 2 gramos
diámetro 2 ± 0.05 milímetros	diámetro 1 ± 0.05 milímetros

PROCEDIMIENTO

1. Preparar una pasta de cemento de Consistencia Normal.

Capítulo 7

especificaciones para la construcción y anexos de las pruebas de control

2. Moldear la pasta en forma de una pastilla de aproximadamente 75 milímetros de diámetro y 12.5 milímetros de espesor. El moldeo se realizará sobre una placa de vidrio previamente aceitada.
3. Aplicar ligeramente la aguja inicial, manteniéndola vertical contra la pasta de cemento, y observar si deja huella.
4. Cuando se observe que la aguja inicial deja huella, repetir el proceso sucesivamente a diversos intervalos de tiempo.
5. Suspender la prueba con la aguja inicial, cuando ésta ya no deje huella y colocar la pasta de cemento en una cámara húmeda hasta el momento en que se utilice la aguja final.
6. Aplicar la aguja final y observar si esta deja huella se requerirán pruebas sucesivas a diversos intervalos de tiempo.
7. Suspender la prueba con la aguja final, cuando esta ya no deje huella sobre la pasta de cemento.

CALCULOS

1. El tiempo de fraguado inicial es el tiempo total transcurrido desde el instante en que se agrega el agua al cemento hasta el momento en que la aguja inicial ya no deja huella sobre la pasta.
2. El tiempo de fraguado final es el tiempo total transcurrido desde el instante en que se agrega el agua al cemento hasta el momento en que la aguja final ya no deja huella sobre la pasta.

INFORME DE RESULTADOS

Como resultado final debe indicarse la media aritmética de los resultados obtenidos.

7.2.1.6 Determinación de la finura del cemento por tamizado seco. Norma INEN 489

OBJETIVO

Determinar la finura del cemento por tamizado seco mediante el empleo del tamiz # 200 (tamiz de 75 micras).

EQUIPO

1. Tamiz # 200 (Tamiz de 75 micras).
2. Balanza sensible a 0.01 gramos.

PROCEDIMIENTO

1. Pesar una muestra de 50 gramos de cemento.
2. Colocar la muestra a ser ensayada en el tamiz # 200; el mismo que debe estar limpio, seco y provisto de fondo.
3. Colocar la tapa al tamiz y agitar el conjunto manualmente o por medio de un equipo mecánico, durante un tiempo de 10 minutos.
4. Pesar la muestra retenida en el tamiz # 200.

CALCULOS

La finura del cemento se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$F = \frac{R}{50} * 100$$

Donde: F: Finura del cemento expresada en porcentaje que no pasa el tamiz # 200.

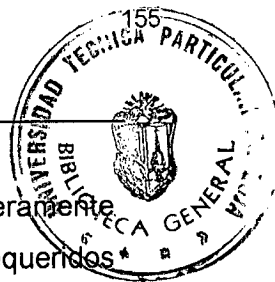
R: Masa de la muestra que no pasa el tamiz # 200 en gramos.

7.2.2 NORMAS Y ENSAYOS EN LOS AGREGADOS²

**7.2.2.1 Requisitos de los áridos para
dosificación de hormigones. Norma
INEN 872**

Los requisitos que se especifican cumplen con las necesidades normales de la mayoría de los trabajos a realizarse con hormigón; sin embargo, puede haber casos especiales en los cuales sean necesarios requisitos adicionales a los especificados; en tales circunstancias; dichos requisitos, así como los ensayos requeridos y sus límites, deben ser especificados por la persona que solicita el material.

² Numeral tomado de las Memorias de la asignatura Materiales de Construcción I, año 1997, pags. 18-39



En el caso de mezclas de árido fino y grueso, el árido debe separarse primeramente en dos fracciones, utilizando una malla de 4,75 milímetros, y los ensayos requeridos para determinar el cumplimiento de los requisitos especificados, deben realizarse sobre muestras obtenidas de cada fracción, como árido fino y árido grueso, respectivamente. Los requisitos comprenden a los áridos naturales y a los obtenidos por trituración de la grava o piedras.

REQUISITOS PARA EL ÁRIDO FINO

El árido fino puede consistir en arena natural, arena de trituración o una mezcla de ambas.

Gradación.- La granulometría del árido fino, debe estar comprendida dentro de los límites que se especifica en la siguiente tabla.

REQUISITOS DE GRADACIÓN DEL ÁRIDO FINO

Tamiz en mm	Porcentaje que pasa
9.5	100
4.75	95 a 100
2.36	80 a 100
1.18	50 a 80
0.600	25 a 60
0.300	10 a 30
0.150	2 a 10

Entre dos tamices cualquiera consecutivos de aquellos que se indican en la tabla anterior, no debe quedar retenido más del 45% del árido fino, y su módulo de finura no debe ser menor de 2,3 ni mayor que 3,1.

El árido fino que no cumpla con el requisito de granulometría y módulo de finura, puede ser utilizado siempre que mezclas de prueba preparados con este árido fino, cumplan con los requisitos de las especificaciones particulares de la obra.

Sustancias Perjudiciales.- La cantidad de sustancias perjudiciales en el árido fino no debe exceder los límites que se especifican en la siguiente tabla.

LÍMITES PARA LAS SUSTANCIAS PERJUDICIALES EN EL ÁRIDO FINO PARA HORMIGÓN

Sustancia Perjudicial	Porcentaje Máximo en masa
Material más fino que 75 micrones	3
a. Para hormigón sometido a abrasión	5
b. Para cualquier otro hormigón	3
Terrones de arcilla y partículas desmenuzables	3
Partículas livianas (carbón y lignito)	0.5
a. Cuando la apariencia superficial del hormigón es de importancia	1
b. Para cualquier otro hormigón	1
Cloruros Cl	1
a. Para hormigón simple	0.4
b. Para hormigón armado	0.1
c. Para hormigón preesforzado	0.6
Sulfatos como SO ₄	3
Partículas en suspensión después de una hora de sedimentación	3

En el caso de arena de trituración, si el material más fino que 75 micrones consisten en polvo resultante de la trituración, esencialmente libre de esquistos o arcilla, los límites pueden aumentarse a 5 y 7% respectivamente.

Impurezas Orgánicas.- El árido fino debe estar libre de cantidades dañinas de impurezas orgánicas. Los áridos sometidos al ensayo para estimar las impurezas orgánicas y que produzcan un color más oscuro que el color patrón podrán ser rechazadas.

Un árido fino rechazado en el ensayo de impurezas orgánicas puede utilizarse, siempre que la decoloración se deba principalmente a la presencia de pequeñas cantidades de carbón, lignito o partículas discretas similares.

Un árido fino rechazado en el ensayo de impurezas orgánicas puede utilizarse, siempre que al ensayarse para determinar el efecto de impurezas orgánicas en la resistencia de los morteros, la resistencia relativa calculada a los 7 días, no sea menor del 95%.

El árido fino a utilizarse en hormigón estará en contacto con agua, sometido a una prolongada exposición de la humedad atmosférica o en contacto con la humedad del suelo, no debe contener materiales que reaccionen perjudicialmente con los álcalis del cemento en una cantidad suficiente para producir una expansión excesiva del

Capítulo 7

especificaciones para la construcción y anexos de las pruebas de control

mortero o del hormigón. Si tales materiales están presentes en cantidades dañinas, el árido fino puede utilizarse, siempre que se lo haga con un cemento que contenga menos del 0.6% del álcalis calculados como óxido de sodio, o con la adición de un material que haya demostrado previene la expansión perjudicial debida a la reacción árido-álcalis.

Resistencia a la disgregación.- El árido fino sometido a cinco ciclos de inmersión y secado, debe presentar una pérdida de masa, resultante de la suma de las pérdidas parciales de acuerdo con la granulometría, no mayor del 10% si se utiliza sulfato de sodio o 15% si se utiliza sulfato de magnesio. El árido fino que no cumple con el requisito de resistencia a la disgregación, puede aceptarse, siempre que el hormigón de propiedades comparables, hecho de árido similar proveniente de la misma fuente, haya mostrado un servicio satisfactorio al estar expuesto a una intemperie similar a la cual va a estar sometido el hormigón a elaborarse con dicho árido.

REQUISITOS PARA EL ÁRIDO GRUESO

El árido grueso puede consistir en grava natural, grava triturada o una mezcla de éstas.

Gradación.- La granulometría del árido grueso, determinada según los procedimientos que especifican las normas, para ser considerado como árido grueso de un cierto grado, debe estar comprendida dentro de los límites que para dicho grado se especifican en la siguiente tabla, en milímetros.

REQUISITOS DE GRADACIÓN DEL ÁRIDO GRUESO

Tamiz en mm	Porcentaje que debe pasar por los tamices indicados		
	50 – 4.75 mm	37.5 – 4.75 mm	25 – 4.75 mm
63	100		
50	95 – 100	100	
37.5		95 – 100	100
25	35 – 70		95 – 100
19		35 – 70	
12.5	10 – 30		25 – 60
9.5		10 – 30	
4.75	0 – 5	0 – 5	0 – 10

Sustancias perjudiciales.- La cantidad de sustancias perjudiciales en el árido grueso, no debe exceder los límites que se especifican en la tabla que sigue.

**LIMITES PARA LAS SUSTANCIAS PERJUCIALES EN EL ÁRIDO GRUESO
PARA HORMIGÓN**

Sustancia Perjudicial	Porcentaje Máximo en masa
Material mas fino que 75 micrones	
a. Para hormigón sometido a abrasión	1
b. Para cualquier otro hormigón	1
Terrones de arcilla y partículas desmenuzables	
a. Para hormigón sometido a abrasión	5
b. Para cualquier otro hormigón	10
Partículas livianas (carbón y lignito)	
a. Para hormigón sometido a abrasión	0.5
b. Para cualquier otro hormigón	1
Resistencia a la abrasión	
a. Para hormigón sometido a la abrasión	50
b. Para cualquier otro hormigón	50
Resistencia a la disgregación (pérdida de masa después de cinco ciclos de inmersión y secado)	
a. Si se utiliza sulfato de sodio	12
b. Si se utiliza sulfato de magnesio	18

En el caso de árido gruesos triturados, si el material más fino que 75 micrones consisten en polvo resultante de la trituración, esencialmente libre de arcilla o esquisto, el porcentaje se puede aumentar a 1.5%.

Impurezas Orgánicas.- El árido grueso a utilizarse en hormigón estará en contacto con agua, sometido a una prolongada exposición de la humedad atmosférica o en contacto con la humedad del suelo, no debe contener materiales que reaccionen perjudicialmente con los álcalis del cemento en una cantidad suficiente para producir una expansión excesiva del mortero o del hormigón.

Si tales materiales están presentes en cantidades dañinas, el árido grueso puede utilizarse siempre que se lo haga con un cemento que contenga menos del 0.6% de álcalis, calculados como óxido de sodio, o con la adición de un material que haya demostrado previene la expansión perjudicial debida a al reacción árido-álcalis.

Los árido gruesos que presenten resultados de ensayos que exceden los límites que se especifican en la siguiente tabla, pueden aceptarse, siempre que el hormigón de propiedades comparables, hecho de árido similar proveniente de la misma fuente, haya demostrado un servicio satisfactorio al estar expuesto a una condición similar a la cual va a estar sometido el hormigón a elaborarse con dicho árido grueso.

7.2.2.2 Determinación de la densidad y absorción de agua en el árido fino.

Norma INEN 856

OBJETIVO

Determinar en el árido fino la Densidad en estado seco, la densidad en estado saturado superficialmente seco y la capacidad de absorción de agua.

ALCANCE

Esta determinación puede aplicarse a los áridos finos como arena natural o arena de trituración que se utilizan para fabricar hormigones.

TERMINOLOGÍA

Densidad: Es la relación que existe entre la masa y el volumen de un cuerpo.

$$D = \frac{\text{Masa}}{\text{Volumen}} \quad (\text{gr/cm}^3) \text{ o } (\text{Kg/m}^3)$$

Densidad en estado seco: Es la relación entre el peso de las partículas del material, con inclusión de sus poros y el volumen de estas partículas.

Densidad en estado saturado superficialmente seco: Es la relación entre el peso de las partículas de material cuyos poros está, saturados de agua, pero con la superficie de los granos secos y el volumen de estas partículas.

Absorción: Es la capacidad que tiene un material para absorber y retener agua en sus poros permeables; y se determina como la relación entre el peso de agua que puede absorber el material y su peso seco.

EQUIPO

1. Balanza que tenga una sensibilidad de 0.1 gramos.
2. Matraz aforado de 500 centímetros cúbicos de capacidad.
3. Picnómetro de 500 centímetros cúbicos de capacidad.
4. Molde Truncocónico, metálico de 40 mm de diámetro interior superior, 90mm de diámetro interior inferior, 75 mm de altura.

5. Varilla de compactación, metálica de 340 gramos de masa, con una superficie de compactación circular plana de 25 mm de diámetro.
6. Horno capaz de mantener una temperatura uniforme de $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

1. Obtener aproximadamente 2000gr. De árido fino a ensayarse.
2. Debido a que la arena generalmente presenta una cierta cantidad de polvo, limos, arcillas, materia orgánica; es necesario lavar el material hasta eliminar estos elementos.
3. Una vez efectuado el lavado, dejar la muestra sumergida en agua durante 24 horas para lograr su saturación.
4. Luego del período de saturación se extiende la muestra sobre una superficie plana y se la somete a secado aplicando una corriente suave de aire caliente, revolviendo la muestra con frecuencia para asegurar un secado uniforme. Continuar esta operación hasta que las partículas del árido fino no se adhieran marcadamente entre si.
5. Luego asentar el molde por la boca de mayor diámetro, sobre una superficie lisa no absorbente e introducir en el mismo una parte del árido fino parcialmente secado sin apretarlo, compactar el material dejando caer 25 veces la varilla de compactación sobre la muestra y luego levantar verticalmente el molde. Si todavía hay humedad superficial, la muestra de arena retendrá la forma del molde.
6. Continuar el secado revolviendo la muestra constantemente y hacer pruebas a intervalos frecuentes hasta que al retirar el cono de la muestra, esta se desmorone; obteniéndose en este momento la muestra del árido fino en estado de saturación con superficie seca (estado saturado superficialmente seco).

El procedimiento descrito requiere que en la primera prueba del cono, el árido tenga algo de humedad superficial. Si el cono se desmorona en la primera prueba, significa que la muestra ha sido secada más allá de la condición de saturado superficialmente seco. En este caso se debe añadir unos pocos centímetros cúbicos de agua, mezclándola completamente con el árido, y dejarlo en reposo en un recipiente tapado durante 30 minutos; luego de la cual se debe empezar nuevamente el proceso de secado y prueba para llegar a la condición de saturado superficialmente seco.

Capítulo 7

especificaciones para la construcción y anexos de las pruebas de control

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

1. Pesar 500 gramos de árido fino en estado saturado superficialmente seco (material en estado sss).
2. Determinar y registrar la masa del matraz más agua hasta la marca de aforo de 500 cm³.
3. Dejar en el matraz aproximadamente 100 cm³ de agua e introducir los 500 gramos de muestra.
4. Adicionar agua al matraz hasta aproximadamente el 90% de su capacidad, y agitarlo para eliminar las burbujas de aire.
5. Adicionar agua al matraz hasta su marca de aforo y registrar la masa total del conjunto matraz más agua y más muestra.
6. Recoger en un recipiente la muestra más el agua y someterla a secado en el horno a temperatura de 105°C ± 5°C hasta masa constante por un tiempo de 24 hrs.
7. Determinar y registrar la masa de la muestra seca.

CALCULOS

Densidad del árido fino en estado seco D_s :

$$D_s = \frac{A}{B + 500 - C}$$

Donde: D_s: Densidad del árido fino en estado seco en gr./cc.

A: Masa de la muestra seca al horno en gramos.

B: Masa del matraz más agua hasta la marca de aforo en gr.

C: Masa del matraz más agua más muestra en gramos.

500 gramos del árido fino en estado saturado superficialmente seco (estado sss).

Densidad del árido fino en estado Saturado superficialmente seco D_{sss}:

$$D_{sss} = \frac{500}{B + 500 - C}$$

Donde: D_{sss}: Densidad del árido fino en estado saturado superficialmente seco en gr/cc.

B: Masa del matraz más agua hasta la marca de aforo en gramos.

C: Masa del matraz más agua más muestra en gramos.

500 gramos de árido fino en estado saturado superficialmente seco (estado sss).

Porcentaje de absorción Pa:

$$Pa = \frac{500 - A}{A} * 100$$

Donde: Pa: Porcentaje de absorción %.

A: Masa de la muestra seca al horno en gramos.

500 gramos de árido fino en estado saturado superficialmente seco (estado sss).

7.2.2.3 Determinación de la densidad y absorción de agua en el árido grueso.

Norma INEN 857

OBJETIVO

Determinar el en árido grueso la Densidad en estado seco, la densidad en estado saturado superficialmente seco y la capacidad de absorción de agua.

ALCANCE

Esta determinación puede aplicarse a los áridos gruesos como gravas, piedras naturales u obtenidas en la trituración artificial de las rocas, que se utilizan para preparar hormigones.

TERMINOLOGÍA

Densidad.- Es la relación que existe entre la masa y el volumen de un cuerpo.

$$D = \frac{\text{Masa}}{\text{Volumen}} \quad (\text{gr / cm}^3) \quad \text{o} \quad (\text{Kg / m}^3)$$

Capítulo 7

especificaciones para la construcción y anexos de las pruebas de control

Densidad en estado seco.- Es la relación entre el peso de las partículas de material, con inclusión en sus poros y el volumen de esas partículas.

Densidad en estado saturado superficialmente seco.- Es la relación entre el peso de las partículas de material cuyos poros están saturados de agua, pero con la superficie de los granos secos y el volumen de estas partículas.

Absorción.- Es la capacidad que tiene un material para absorber y retener agua en sus poros permeables; y se determina como la relación entre el peso de agua que puede absorber el material y su peso seco.

EQUIPO

1. Balanza que tenga una capacidad de 5 Kg o más y una sensibilidad de 0.5 gr.
2. Canasta de malla de alambre con abertura aproximada de 3 mm; el diámetro de la canasta debe ser igual a su altura, y debe tener una capacidad de 4000 a 7000 cc para el árido cuyas partículas tengan un tamaño máximo de 37.5 mm, y de 8000 a 16000 cc para el árido de partículas con tamaño máximo mayor de 37.5 mm.
3. Recipiente apropiado para sumergir la canasta de alambre en agua y accesorios convenientes para suspender la canasta del centro del platillo de la balanza.
4. Cuarteador de muestras para seleccionar una muestra que sea representativa del material a ensayarse.
5. Horno capaz de mantener una temperatura uniforme de $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

1. Obtener la cantidad necesaria de muestra de ensayo mediante procedimientos del cuarteo y de acuerdo a la tabla que se detalla a continuación. Todo el material que pase por el tamiz de 4.75 mm (Nº 4) debe eliminarse.

MASA MÍNIMA DE LA MUESTRA DE ENSAYO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DE LAS PARTÍCULAS DEL ÁRIDO GRUESO

Tamaño máximo de las Partículas del Árido en mm	Masa mínima de la Muestra de Ensayo en Kg.
12.5 o menos	2
19	3
25	4
37.5	5
50	8
63	12
75	18
90	25

Capítulo 7

especificaciones para la construcción y anexos de las pruebas de control

2. Lavar la muestra de ensayo hasta eliminar el polvo u otros recubrimientos superficiales de las partículas.
3. Una vez efectuado el lavado, dejar la muestra sumergida en agua durante 24 horas para lograr su saturación.
4. Retirar la muestra del agua y secar las partículas de material en forma individual con una franela hasta observar que la capa o película superficial de agua haya sido eliminada, con lo que las partículas de material pierden el brillo que presentan; y en estas condiciones se obtiene la muestra de árido en estado de saturación superficialmente seco o estado sss.

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

1. Pesar la muestra de ensayo en estado sss en el aire.
2. Colocar la muestra en la canastilla de alambre y registrar la masa de la muestra de ensayo sumergida en el agua.
3. Recoger todo el material y someterlo a secado en el horno hasta masa constante por 24 horas a la temperatura de $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
4. Determinar y registrar la masa del material seco.

CALCULOS

Densidad del árido grueso en estado seco D_s :

$$D_s = \frac{A}{B - C}$$

Donde: D_s : Densidad del árido grueso en estado seco en gr/cc.

A: Masa de la muestra seca al horno en gramos.

B: Masa de la muestra en estado saturado superficialmente seco en gramos.

C: Masa de la muestra sumergida en gramos.

Densidad del árido grueso en estado Saturado superficialmente seco D_{sss} :

$$D_{sss} = \frac{B}{B - C}$$

Donde: D_{sss} : Densidad del árido grueso en estado saturado superficialmente seco

en gr/cc.

B: Masa de la muestra en estado saturado superficialmente seco en gramos.

C: Masa de la muestra sumergida en el agua en gramos.

Porcentaje de absorción Pa:

$$Pa = \frac{B - A}{A} * 100$$

Donde: Pa: Porcentaje de absorción %.

A: Masa de la muestra seca al horno en gramos.

B: Masa de la muestra en estado saturado superficialmente seco en gramos.

7.2.2.4 Determinación de la granulometría de áridos. Norma INEN 696

OBJETIVO

Determinar la granulometría de los áridos fino y grueso, por medio de tamizado.

ALCANCE

La determinación granulométrica puede aplicarse a los áridos naturales y a los obtenidos por trituración de la grava o piedra naturales que se utilizan para preparar hormigones.

TERMINOLOGÍA

Granulometría: se refiere a obtener la distribución porcentual de los tamaños de las partículas que constituyen un árido determinado por tamizado. El procedimiento de ensayo se basa en pasar una muestra de árido seco, de masa conocida, a través de una serie de tamices de aberturas progresivamente más pequeñas, para determinar la distribución porcentual de los tamaños de las partículas que constituyen el árido.

EQUIPO

1. Balanza que tenga una sensibilidad de 0.1 gramos.
2. Horno capaz de mantener una temperatura uniforme de $105^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$.

Capítulo 7
especificaciones para la construcción y anexos de las pruebas de control

3. Tamices para realizar el análisis granulométrico de los áridos.

Serie de tamices para árido grueso	Serie de tamices para árido fino
75 mm 3 pulg	4.75 mm N° 4
63 mm 2.5 pulg	2.36 mm N° 8
50 mm 2 pulg	1.18 mm N° 16
37.5 mm 1.5 pulg	0.600 mm N°30
25 mm 1 pulg	0.300 mm N° 50
19 mm 3/4 pulg	0.150mm N° 100
12.5 mm 1/2 pulg	0.075 mm N° 200
9.5 mm 3/8 pulg	Fondo Fondo

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

1. En el caso de mezclas de áridos fino y grueso, el material debe separarse primeramente en dos fracciones, utilizando el tamiz 4.75 mm; y la muestra de ensayo debe obtenerse por separado cada una de las fracciones de árido fino y árido grueso.
2. La muestra de ensayo debe obtenerse mediante procedimientos sucesivos de cuarteo y deben proporcionar las masas mínimas, después del secado; para el caso del árido fino la masa mínima de la muestra de ensayo debe ser de 500 gramos; y, para el árido grueso de acuerdo a lo que se indica en la tabla siguiente:

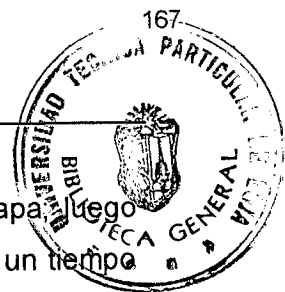
MASA MÍNIMA DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO DEL ÁRIDO GRUESO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO DE LAS PARTÍCULAS

Tamaño Máximo nominal de Las partículas en mm	Masa mínima de la muestra en Kg.
75	45
63	25
50	20
37.5	16
25	12
19	8
12.5	4
9.5	2

3. Secar la muestra en el horno hasta masa constante por 24 horas a una temperatura de 105° C ± 5° C.

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

1. Determinar y registrar la masa de la muestra de ensayo.
2. Disponer la serie de tamices en orden decreciente de tamaños de aberturas, desde el mayor hasta el menor y el fondo.



Colocar la muestra de ensayo en la serie de tamices y cubrir con la tapa, luego agitar el conjunto manualmente o por medio de un aparato mecánico por un tiempo de 10 minutos.

3. Finalmente determinar y registrar la masa de la muestra retenida en cada una de las mallas y en el fondo.

CALCULOS

1. La masa total de la muestra retenida en cada uno de los tamices y el fondo, no debe diferir la masa inicial de la muestra de ensayo en más del 3% para el árido fino y 0.5% para el árido grueso. Cuando no se cumpla esta condición, se debe repetir este ensayo.

2. El porcentaje de árido retenido en cada tamiz o recogido en el fondo, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$P = \frac{A}{B} * 100$$

Donde: P: Porcentaje de árido retenido en un determinado tamiz o recogido en el fondo.

A: Masa de la muestra retenida en un determinado tamiz o recogido en el fondo en gramos.

B: Masa de la muestra de ensayo en gramos.

3. El porcentaje retenido acumulado en cada tamiz debe sumar en total el 100%.

4. El porcentaje que pasa por cada uno de los tamices se obtiene restando de 100 el porcentaje retenido acumulado.

5. El módulo de finura del árido fino se obtiene mediante la sumatoria del porcentaje retenido acumulado hasta el tamiz 0.150 mm dividido este valor para 100, expresado sin unidades.

6. El módulo de finura del árido grueso se obtiene mediante la sumatoria del porcentaje retenido acumulado de los tamices 75, 37.5, 19, 9.5 y 4.75 mm más 500 dividido este valor para 100.

Módulo de finura.- Es la cifra que se obtiene al dividir para cien la sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados de los diez tamices de la serie ASTM, cuyas

Capítulo 7

especificaciones para la construcción y anexos de las pruebas de control

aberturas de malla son: 75, 37.5, 19, 9.5, 4.75, 2.36, 1.18, 0.600, 0.300 y 0.150 mm; toda esta serie de mallas se encuentra en una relación 2 a 1.

Tamaño máximo.- Es la abertura de tamiz que deja pasar el 95% de material.

Tamaño efectivo.- Es la abertura de tamiz que deja pasar el 90% de material.

Área de Cribado.- Es el área entre las curvas de referencia para calificar si el árido cumple con el requisito de gradación de partículas de material para cada malla.

Porcentaje de finos.- Es el porcentaje de material que pasa la malla 0.075 mm (tamiz N° 200); los materiales finos son limos y arcillos que se encuentran fuera de la clasificación de las arenas.

7.2.2.5 Determinación del valor de abrasión de el árido grueso de partículas menores a 37.5 mm mediante el uso de la máquina de los Ángeles. Norma INEN 860

OBJETIVO

Determinar el valor de abrasión en el árido grueso de partículas menores a 37.5 mm, mediante la utilización de la máquina de los ángeles.

ALCANCE

Esta determinación comprende a los áridos gruesos, sean como gravas o piedras naturales u obtenidas en la trituración artificial de rocas, que se utilizan para preparar hormigones.

TERMINOLOGÍA

El valor de Abrasión: es la cantidad que da una medida de la resistencia de un árido al desgaste. Se obtiene como el cociente de la masa de las partículas producidas por el desgaste, para la masa total original de una muestra de ensayo y se expresa en porcentaje.

EQUIPO

1. Máquina de los Ángeles.

Capítulo 7
especificaciones para la construcción y anexos de las pruebas de control

- 2. Serie de tamices: 37.5, 25, 19, 12.5, 9.5, 6.7, 4.75 y 2.36 mm.
- 3. Balanza sensible para realizar lecturas hasta de 1.0 gramo.
- 4. Horno capaz de mantener una temperatura uniforme de 105° C ± 5° C.
- 5. Carga abrasiva está formada de esferas de acero, cada una de aproximadamente 46.8 mm de diámetro y con una masa entre 390 y 445 gramos.

CARGA ABRASIVA EN FUNCIÓN DE LA GRADACIÓN DE LA MUESTRA DE ENSAYO

Gradación Tipo	Número de Esfera	Masa de la carga en gramos
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

- 1. La muestra de ensayo debe constar de árido limpio, representativo del material a utilizarse en un proceso constructivo.
- 2. El árido debe lavarse y luego secarse en el horno a temperatura uniforme de 105° C ± 5° C hasta masa constante. Si el árido esta libre de recubrimientos y polvo, puede eliminarse el requisito de lavado antes y después del ensayo. La eliminación de lavado después del ensayo no afectará el resultado del desgaste en más de 0.2 % de la masa original de la muestra.
- 3. La muestra de ensayo debe obtenerse por tamizado, de acuerdo con una de las gradaciones que se especifican en la tabla siguiente:

Tamices en mm		Masa de los tamaños indicados en gramos			
		GRADACIONES			
Pasa	Retenido	A	B	C	D
37.5	25	1250 ± 25			
25	19	1250 ± 25			
19	12.5	1250 ± 10	2500 ± 10		
12.5	9.5	1250 ± 10	2500 ± 10		
9.5	6.7			2500 ± 10	
6.7	4.75			2500 ± 10	
4.75	2.36				5000 ± 10
Total		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

- 4. La gradación a utilizarse debe corresponder al intervalo de tamaños del árido que es utilizado para el trabajo.

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

1. Colocar la muestra de ensayo y la carga abrasiva en la máquina de los ángeles; y someterla a rotación hasta completar un total de 500 revoluciones. La máquina realiza la rotación con un promedio de 30 a 33 revoluciones por minuto.
2. Una vez completado el número de revoluciones indicado, retirar el material de la máquina y realizar una primera separación de la muestra utilizando el tamiz 2.36 mm (Nº 8).
3. La fracción de árido que pasa el tamiz 2.36 mm (Nº 8) debe ser tamizada luego por el tamiz 1.7 mm (Nº 12), mediante un procedimiento manual.
4. El material que no pasa por el tamiz 2.36 mm (Nº 8) y 1.7 mm (Nº 12) debe lavarse y luego secarse en el horno a temperatura de $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta masa constante.

Puede obtenerse información de valor respecto de la uniformidad del desgaste de la muestra de ensayo si se determina la pérdida o desgaste después de 100 revoluciones. Este desgaste debe determinarse eliminando el proceso de lavado del material que no pasa por el tamiz 1.7 mm (Nº 12).

La relación del desgaste después de 100 revoluciones para el desgaste después de 500 revoluciones no debe ser mayor de 0.20 para un material de dureza uniforme.

Cuando se realice esta determinación, debe tenerse cuidado a fin de evitar la pérdida de cualquier parte de la muestra. La muestra completa incluyendo el polvo de la abrasión debe regresarse a la máquina de ensayo para someterla a las 400 revoluciones restantes que se requiere para completar el ensayo.

CALCULOS

El desgaste o valor de abrasión experimentado por la muestra del árido grueso se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$V = \frac{A - B}{A} * 100$$

Donde: V: Valor de Abrasión en porcentaje.

A: Masa original de la muestra de ensayo en gramos.

B: Masa de la muestra después del ensayo en gramos.

7.2.2.6 Determinación del valor de abrasión del árido grueso de partículas mayores a 19 mm mediante el uso de la máquina de los Ángeles. Norma INEN 861

OBJETIVO

Determinar el valor de abrasión en el árido grueso de partículas mayores a 19 mm, mediante la utilización de la máquina de los Ángeles.

ALCANCE

Esta determinación comprende a los áridos gruesos, sean como gravas o piedras naturales u obtenidas en la trituración artificial de rocas, que se utilizan para preparar hormigones.

El procedimiento que se describe se basa en producir desgaste en la superficie de las partículas del árido, mediante una carga abrasiva compuesta de esferas de acero, al ser sometido el conjunto a rotación en la máquina de los Ángeles.

TERMINOLOGÍA

El valor de abrasión: es la cantidad que da una medida de la resistencia de un árido al desgaste. Se obtiene como el cociente de la masa de las partículas producidas por desgaste, para la masa total original de una muestra de ensayo y se expresa en porcentaje.

EQUIPO

1. Máquina de los Ángeles.
2. Serie de tamices: 75, 63, 50, 37.5, 25 y 19 mm.
3. Balanza sensible para realizar lecturas hasta de 1.0 gramo.
4. Horno capaz de mantener una temperatura uniforme de $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
5. Carga abrasiva, formada de 12 esferas de acero, cada una de aproximadamente 46.8 mm de diámetro y con una masa entre 390 y 445 gramos y que tengan una masa total de 5000 ± 25 gr.

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

1. La muestra de ensayo debe constar de árido limpio, representativo del material a utilizarse en un proceso constructivo.
2. El árido debe lavarse y luego secarse en el horno a temperatura uniforme de $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta masa constante. Si el árido esta libre de recubrimiento y polvo, puede eliminarse el requisito de lavado resultado del desgaste en más de 0.2 % de la masa original de la muestra.
3. La muestra de ensayo debe obtenerse por tamizado, de acuerdo con una de las gradaciones que se especifican en la tabla siguiente:

GRADACIÓN DE LA MUESTRA DE ENSAYO

Tamices en mm		Masa de los tamaños indicados en gramos		
		GRADACIONES		
Pasa	Retenido	A	B	C
75	63	2500 ± 50		
63	50	2500 ± 50		
50	37.5	5000 ± 50	5000 ± 50	
37.5	25		5000 ± 50	5000 ± 25
25	19			5000 ± 25
Total		10000 ± 100	10000 ± 75	10000 ± 50

4. La gradación a utilizarse debe corresponder al intervalo de tamaños del árido que es utilizado para el trabajo.

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

1. Colocar la muestra de ensayo y la carba abrasiva en la máquina de los ángeles; y someterla a rotación hasta completar un total de 1000 revoluciones, La máquina realiza la rotación con un promedio de 30 a 33 revoluciones por minuto.
2. Una vez completado el número de revoluciones indicado, retirar el material de la máquina y realizar una primera separación de la muestra utilizando el tamiz 2.36 mm (Nº 8).
2. La fracción de árido que pasa el tamiz 2.36 mm (Nº 8) debe ser tamizada luego por el tamiz 1.7 mm (Nº 12), mediante un procedimiento manual.
4. El material que no pasa por el tamiz 2.36 mm (Nº 8) y 1.7 mm (Nº 12) debe lavarse y luego secarse en el horno a temperatura de $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta masa constante.

Puede obtenerse información de valor respecto de la uniformidad del desgaste de la muestra de ensayo si se determina la pérdida o desgaste después de 200 revoluciones. Este desgaste debe determinarse eliminando el proceso de lavado del material que no pasa por el tamiz 1.7 mm (Nº 12).

La relación del desgaste después de 200 revoluciones para el desgaste después de 1000 revoluciones no debe ser mayor de 0.20 para un material de dureza uniforme.

Cuando se realice esta determinación, debe tenerse cuidado a fin de evitar la pérdida de cualquier parte de la muestra. La muestra completa incluyendo el polvo de la abrasión debe regresarse a la máquina de ensayo para someterla a las 800 revoluciones restantes que se requieren para completar el ensayo.

CALCULOS

El desgaste o valor de abrasión experimentado por la muestra del árido grueso se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$V = \frac{A - B}{A} * 100$$

Donde: V: Valor de abrasión en porcentaje.

A: Masa original de la muestra de ensayo en gramos.

B: Masa de la muestra después del ensayo en gramos.

7.2.2.7 Determinación de la masa unitaria o densidad aparente suelta y compactada en áridos. Norma INEN 858

OBJETIVO

Determinar en los áridos la densidad aparente en estado suelto y compactado; el ensayo puede realizarse con áridos naturales o material obtenido por la trituration de las rocas.

TERMINOLOGÍA

Masa Unitaria: es la relación entre la masa de material y el volumen que presenta en estado suelto o compactado. El volumen incluye a los espacios vacíos entre partículas de material.

EQUIPO

1. Balanza.
2. Recipiente de medida de forma cilíndrica y de metal.
3. Varilla de compactación debe ser metálica de sección circular y de 16 mm de diámetro y 60 cm. de longitud.
4. Horno de secado de muestras.
5. Termómetro.

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL RECIPIENTE

1. Llenar el recipiente con agua a temperatura ambiente y cubrirlo con una placa de vidrio de tal manera que se eliminen las burbujas de aire y el exceso de agua.
2. Determinar y registrar la masa de agua contenida en el recipiente.
3. Determinar la temperatura del agua contenida en el recipiente y obtener la densidad del agua a esa temperatura.
4. Calcular el volumen del recipiente en centímetros cúbicos, dividiendo la masa de agua contenida en el recipiente para la densidad del agua.

$$\text{Densidad} = D = \frac{M}{V} \quad \text{o} \quad \text{Volumen} = V = \frac{M}{D}$$

DENSIDAD DEL AGUA EN FUNCIÓN DE SU TEMPERATURA

Temperatura °C	Densidad gr/cc
0	0.99982
4	1.00000
5	0.99999
10	0.99973
15	0.99912
16	0.99897
18	0.99862
20	0.99823
22	0.99780
24	0.99732
25	0.99707
30	0.99568



PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Secar la muestra del árido a una temperatura de $105^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$ hasta masa constante por un tiempo de 24 horas.

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

a. Densidad en Estado Suelto

1. Determinar el volumen del recipiente.
2. Pesar el recipiente vacío.
3. Llenar el recipiente con el material, procurando no producir vibración ni compactación.
4. Enrasar el recipiente utilizando una regla metálica para retirar el exceso de material.
5. Determinar el peso del recipiente más el material.

b. Densidad en Estado Compactado

1. Determinar el volumen del recipiente.
2. Pesar el recipiente vacío
3. Llenar el recipiente en 3 capas iguales a un tercio del volumen del recipiente, cada una de las cuales se compacta con 25 golpes utilizando la varilla de compactación.
4. Enrasar el recipiente utilizando una regla metálica para retirar el exceso de material.
5. Determinar el peso del recipiente más el material.

CALCULO

La densidad aparente en estado suelto o compactado se determina mediante una relación entre la masa de material y su volumen, para lo cual se aplica la siguiente ecuación:

$$\text{Densidad} = D = \frac{M}{V}$$

Donde: D: Densidad aparente suelta o compactada en gr /cc.

M: Masa del árido contenido en el recipiente en gramos.

V: Volumen del recipiente en centímetros cúbicos.

7.2.2.8 Determinación de los materiales más finos que 75 micrones. Norma INEN 697

OBJETIVO

Determinar en los áridos el porcentaje de materia que atraviesa la malla de 75 micras (Tamiz # 200 de 0.075 mm). Este ensayo se realiza a los áridos naturales y a los obtenidos por la trituración de la grava o piedras naturales que se utilizan para preparar hormigones.

EQUIPO

1. Balanza. Con una capacidad no menor a 500 gramos y una sensibilidad de 1 gramo o menos.
2. Tamices. Un juego de dos tamices; el primero, el tamiz 1.18 mm; y el segundo, el tamiz # 200 de 75 micras.
3. Recipientes. Del tamaño suficiente para que contenga la muestra cubierta con agua.
4. Horno. Del tamaño suficiente y capaz de mantener una temperatura uniforme de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

La muestra de ensayo debe seleccionarse por cuarteo, debe someterse a un proceso de secado y su masa no debe ser menor a la cantidad que se indica en la tabla siguiente:

MASA MÍNIMA DE LA MUESTRA DE ENSAYO DE ÁRIDO SECO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO DE SUS PARTÍCULAS

Tamaño máximo de las partículas en mm	Masa mínima en gramos
2.36	100
4.75	500
9.5	2000
19	2500
37.5 o mayor	5000

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

1. Secar la muestra en el horno hasta masa constante a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, enfriarla a temperatura ambiente y luego determinar y registrar su masa.
2. Añadir agua a la muestra en cantidad suficiente hasta cubrirla y remover el material con el fin de asegurar la separación completa de las partículas finas de las gruesas.
3. Verter luego el agua de lavado que contiene el material disuelto, sobre el juego de tamices, dispuesto con el tamiz de mayor abertura en la parte superior.
4. Repetir la operación de lavado de la muestra en el juego de tamices, tantas veces como sea necesario hasta cuando el agua de lavado esté clara.
5. Recoger el material retenido en el juego de tamices en un recipiente y someterlo a secado en el horno hasta masa constante a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, enfriarla a temperatura ambiente y determinar y registrar su masa.

CALCULOS

El porcentaje de material más fino que 75 micrones por lavado, se determina mediante la siguiente ecuación:

$$P = \frac{A - B}{A} * 100$$

Donde: P: Porcentaje de material más fino que 75 micrones.

A: Masa inicial de la muestra seca, determinada en gramos.

B: Masa de la muestra seca después del lavado, en gramos.

7.2.2.9 Determinación del contenido total de humedad en los áridos. Norma INEN 862

OBJETIVO

Determinar el contenido total de humedad por secado en los áridos, se puede aplicar este procedimiento a los áridos naturales y a los obtenidos por trituración de la grava o piedras naturales, que se utilizan para preparar hormigones.

Capítulo 7

especificaciones para la construcción y anexos de las pruebas de control

El procedimiento que se describe se basa en evaporar la humedad contenida en una muestra de ensayo cuando se seca bajo la acción del calor. La pérdida de masa, como resultado del tratamiento de secado, se calcula como un porcentaje de la masa de la muestra de ensayo seca, y se informa como el contenido total de humedad.

El contenido total de humedad es la diferencia entre la masa inicial del árido y la masa del mismo en estado seco, expresado en porcentaje de su masa seca.

El contenido de humedad superficial es la diferencia entre el contenido total de humedad y la absorción.

EQUIPO

1. Balanza. Con una capacidad no menor a 500 gramos y una sensibilidad de 1 gramo o menos.
2. Recipientes. Del tamaño suficiente para contener la muestra de ensayo sin que ésta se derrame.
3. Horno. Del tamaño suficiente y capaz de mantener una temperatura uniforme de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

1. La muestra de ensayo debe constar de árido representativo del contenido de humedad del material a ensayarse y debe obtenerse mediante procedimiento de cuarteo.
2. La masa mínima de la muestra de ensayo de los áridos, según el tamaño máximo de las partículas se especifica en el siguiente cuadro:

MASA MÍNIMA DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO DE LAS ÁRIDOS EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO DE SUS PARTÍCULAS

Tamaño máximo de las partículas en mm	Masa mínima en gramos
6.7	500
9.5	1500
12.5	2000
19	3000
25	4000
37.5	6000
50	8000
63	10000

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

1. Determinar y registrar la masa de la muestra de ensayo en estado húmedo.
2. Colocar la muestra en un recipiente e introducirla en el horno para su secado a la temperatura de $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas o hasta masa constante.
3. Determinar y registrar la masa de la muestra seca, una vez que se ha enfriado.

CALCULOS

El contenido total de humedad del árido se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$P = \frac{A - B}{B} * 100$$

Donde: P: Contenido total de humedad de la muestra en porcentaje.

A: Masa original de la muestra de ensayo, en gramos.

B: Masa de la muestra de ensayo seca, determinada en gramos.

El contenido de humedad de los áridos es muy variable, ya que depende del medio ambiente en el que se encuentre la masa.

7.2.2.10 Determinación de impurezas orgánicas en las arenas. Norma INEN 855

OBJETIVO

Determinar en forma cualitativa aproximadamente la presencia de impurezas orgánicas en las arenas. Este ensayo es aplicable a las arenas naturales que se utilizan para preparar hormigones. El procedimiento que se describe se basa en una comparación colorimétrica entre una solución tipo y una solución que contiene a la muestra de ensayo.

EQUIPO

1. Balanza. Con una capacidad no menor a 500 gramos y una sensibilidad de 1 gramo o menos.
2. Probetas. De vidrio incoloro, graduadas y de 250 centímetros cúbicos de capacidad, deben disponer de tapón.

REACTIVOS

Solución al 3 % de hidróxido de sodio. Disolver 3 partes de hidróxido de sodio (NaOH) en 97 partes de agua.

Solución Tipo. Disolver dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) en ácido sulfúrico concentrado a razón de 0,250 gramos por 100 centímetros cúbicos de ácido.

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

La muestra de ensayo debe ser representativa, no debe someterse a proceso de secado y su masa debe ser aproximadamente de 500 gramos.

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

1. Colocar en una probeta una cantidad de la muestra de ensayo hasta enrasar en la marca correspondiente a 130 centímetros cúbicos para lo que se requieren 200 gramos de muestra.
2. Añadir luego la solución al 3 % de hidróxido de sodio hasta completar después de la agitación, la marca correspondiente a 200 centímetros cúbicos.
3. Taponar la probeta, sacudirla enérgicamente y luego dejarla en reposa durante 24 horas.
4. Luego del período de reposo, llenar otra probeta hasta la marca de 75 centímetros cúbicos con la solución tipo, la cual debe haberse preparado con no más de dos horas de anticipación. Comparar entonces el color del líquido sobrenadante de la probeta que contiene a la muestra de ensayo con el color de la solución tipo y registrar si es más claro o más oscuro o de igual color que el de ésta. La comparación de color debe hacerse manteniendo las dos probetas juntas y mirando a través de ellas.

INFORME DE RESULTADOS

De la comparación colorimétrica, si el color del líquido sobrenadante es más oscuro que el color de la solución tipo, debe considerarse que la arena bajo ensayo posiblemente contenga sustancias orgánicas perjudiciales y deben hacerse ensayos adicionales antes de aprobar el uso de esa arena en la preparación de hormigón.

7.2.2.11 Determinación en el árido fino del porcentaje de partículas en suspensión después de una hora de sedimentación.

Norma INEN 864

OBJETIVO

El objetivo de este ensayo es determinar en forma aproximada, el contenido de partículas finas o pulverulentas de tamaños menores a 20 micras que se encuentran presentes en el árido fino. El procedimiento que se describe se basa en producir la sedimentación de las partículas finas de una muestra de árido fino; y puede aplicarse a la arena natural o arena de trituración, que se utilizan para preparar hormigones.

EQUIPO

1. Probeta graduada, de vidrio incoloro y de 250 centímetros cúbicos de capacidad, debe disponer de un tapón.
2. Balanza con una capacidad no menor a 500 gramos y una sensibilidad de 1 gramo o menos.

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

1. La muestra de ensayo debe ser representativa del material a ensayarse y debe obtenerse por el método de cuarteo.
2. El árido fino de la muestra debe ser completamente mezclado y contener humedad suficiente para evitar segregación.
3. La muestra no debe secarse y su masa debe ser aproximadamente de 500 gr.

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

1. Colocar 200 gr de muestra de ensayo en la probeta y luego añadir agua hasta la marca de 200 cc. Para acelerar la floculación y sedimentación de las partículas en suspensión se puede agregar sal común (cloruro de sodio) en una pequeña porción.
2. Taponar la probeta, agitarla fuertemente varias veces, y dejarla en reposo para que se produzca la sedimentación de las partículas finas del árido.

Capítulo 7

especificaciones para la construcción y anexos de las pruebas de control

3. Una hora después de haber agitado la probeta, determinar en base a la escala de la probeta graduada el volumen de la capa de partículas finas sedimentadas.

Las partículas finas forman una capa bien definida que se sedimenta sobre las partículas más gruesas. Se estima que cada centímetro cúbico de material sedimentado contiene 0,6 gramos de partículas menores de 20 micras.

CALCULOS

El porcentaje de partículas finas se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$P = \frac{H * 0,6}{A} * 100$$

Donde: P: Porcentaje de partículas finas.

H: Volumen de la capa de partículas finas sedimentadas en cc.

A: Masa de la muestra de ensayo en gramos.

7.3 PRUEBAS DE CONTROL

DOSIFICACIÓN DE HORMIGÓN PARA LA EJECUCIÓN DE OBRAS EN EL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL EDIFICIO DE LA CORTE SUPERIOR DE JUSTICIA DE LOJA

ESPECIFICACION DE LOS MATERIALES

Densidad real del cemento	3,150 gr/cc
Densidad real de la arena en estado sss	2,657 gr/cc
Densidad real de la grava en estado sss	2,723 gr/cc
Densidad aparente de la arena en estado suelto	1,714 gr/cc
Densidad aparente de la grava en estado suelto	1,468 gr/cc
Módulo de finura de la arena	4,32
Tamaño máximo del árido grueso	37,5 mm
Resistencia a la compresión a los 28 días f'c	210 Kg/cm2

Para fabricar el hormigón se utilizara Cemento Pórtland tipo I y áridos provenientes de cantos rodados que se han extraído del Río Malacatus, sitio El

Capítulo 7

especificaciones para la construcción y anexos de las pruebas de control

Porvenir, Cantón Loja, Provincia de Loja. El hormigón que se obtendrá será de consistencia plástica y el compactado se hará con vibrador; llevara 2% de aire incorporado y podrá ser utilizado para fundir cualquier estructura de hormigón.

CONCENTRACIÓN DE PASTA: $Z = 2.088$

Considerando que la construcción se realizara en condiciones corrientes se efectúa una mayoración del valor de $f'c$ en 40% para obtener la cantidad de pasta necesaria que permita una buena adherencia de los áridos.

CONSISTENCIA DEL HORMIGÓN: Plástica con asentamiento en el cono de Abrams de 2 a 5 cm.

CANTIDAD DE AGUA: $V_a = 172.50$ litros

Para hormigón de consistencia plástica que se va a preparar con arena y grava natural de tamaño máximo 37,5 mm se requiere 172,5 litros de agua por metro cúbico.

CANTIDAD DE CEMENTO: $C = 360,18$ Kg por metro cúbico

PORCENTAJE DE ÁRIDOS EN EL HORMIGÓN

Tamaño máximo : 37,50 mm y módulo de finura : 4,32

Porcentaje de arena: 60%

Porcentaje de grava: 40%

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO

Volumen de áridos	757.26 dm ³
Volumen de arena	415,25 dm ³
Volumen de grava	302,90 dm ³
Peso de arena	1103,21 Kg
Peso de grava	824,62 Kg

Capítulo 7

especificaciones para la construcción y anexos de las pruebas de control

VOLUMENES REALES

Cemento	114,34 dm3
Agua	172,50 dm3
Arena	415,25 dm3
Grava	302,90 dm3
Aire	20,00 dm3
Total	1024.99 dm3

VOLUMEN APARENTE DE LOS ÁRIDOS POR M3

Arena	0,64
Grava	0,56
Total	1,20

Materiales	Dosificación en Peso Kg/m3	Dosificación Unitaria	Dosificación en Peso Kg/saco	Dosificación en Volumen dm3/saco
Cemento	360,18	1,00	50.00	50,00
Agua	172,50	0,48	24,00	24,00
Arena	1103,21	3,06	153,00	89,26
Grava	824.62	2,29	114,50	78,05

De la dosificación en volumen expresada en decímetros cúbicos por saco de cemento, se determina que se deben mezclar los materiales en una proporción 1 : 3 : 2,5; que corresponde a utilizar un saco de cemento de 50 Kg; 3 parihuelas de arena y 2,5 parihuelas de grava; se utilizara además 24 litros de agua por saco de cemento. Las parihuelas para medir el volumen de arena serán de 31 x31 x 31 cm de arista y para medir el volumen de grava serán de 31 x 31 x 31 cm de arista.

Loja, 30 de mayo del 2000

* La dosificación del hormigón y los ensayos en los agregados fueron realizados por el Laboratorio de Resistencia de Materiales de la UTPL.

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

**UNIDAD DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES**

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE HORMIGON

Institucion: Corte de Justicia de Loja
Obra: Ampliacion del Edificio de la Corte de Justicia de Loja
Contratista: Cuerpo de Ingenieros del Ejercito
Fiscalizador: UNICONSUL Cia. Ltda.

Edad días	Fecha moldeo	Fecha rotura	Carga Kg	Esf. Comp. Kg/cm2	Identificacion de las muestras
11	30/05/2000	10/06/2001	44800	254,16	Dosificacion $f_c=210$ Kg/cm2
11	30/05/2000	10/06/2001	42400	237,88	Dosificacion $f_c=210$ Kg/cm2
11	30/05/2000	10/06/2001	42600	234,24	Dosificacion $f_c=210$ Kg/cm2

Observaciones : El hormigon se dosifico para una resistencia a la compresion $f_c = 210$ kg/cm2 a los 28 dias, con aditivo acelerante de fraguado Plastocrete 161 HE de Sika y materiales del Rio Malacatus, sitio El Porvenir

Elaborado por: Ing. Jose Songor E.

Fecha: 10 de Junio del 2000

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

UNIDAD DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y ABSORCION DE AGUA EN ARIDO FINO

Muestra: Arido Fino Norma: INEN 856
Yacimiento: Río Malacatus Realizado: A.P.
Sector: El Porvenir Fecha: 25-May-00

Ensayo numero	1	2	3
Masa de la muestra de ensayo (sss) en gr.	500,00	500,00	
Masa del matraz más agua en gramos: B	1391,30	1391,30	
Masa del matraz más agua más muestra: C	1703,00	1703,20	
Masa de la muestra seca al horno en gr. A	492,28	491,71	
Densidad real (estado sss) Dsss en gr/cc	2,655	2,658	
Densidad seca (estado seco) Ds en gr/cc	2,614	2,614	
Porcentaje de absorción Pa en %	1,568	1,686	
Valor promedio: Dsss = 2,657 Ds= 2,614 Pa = 1,627			

$D_{sss} = \frac{500}{B + 500 - C}$	$D_s = \frac{A}{B + 500 - C}$	$P_a = \frac{500 - A}{A} \times 100$
-------------------------------------	-------------------------------	--------------------------------------

DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y ABSORCION DE AGUA EN ARIDO GRUESO

Muestra: Arido Grueso Norma: INEN 857
Yacimiento: Río Malacatus Realizado: A.P.
Sector: El Porvenir Fecha: 25-May-00

Ensayo número	1	2	3
Masa de la muestra en el aire estado sss: B	4783,00	5053,00	
Masa de la muestra sumergida en agua: C	3027,00	3196,00	
Masa de la muestra seca al horno en gr. A	4736,00	5004,00	
Densidad real (estado sss) Dsss en gr/cc	2,724	2,721	
Densidad seca (estado seco) Ds en gr/cc	2,697	2,695	
Porcentaje de absorción Pa en %	0,992	0,979	
Valor promedio: Dsss = 2,723 Ds= 2,696 Pa = 0,986			

$D_{sss} = \frac{B}{B - C}$	$D_s = \frac{A}{B - C}$	$P_a = \frac{(B - A) \times 100}{A}$
-----------------------------	-------------------------	--------------------------------------

Observaciones:

DETERMINACION DE LA GRANULOMETRIA EN EL ARIDO GRUESO

Norma: INEN 696
Fecha: 25-May-00

Tamiz en mm	Ensayo número 1				Ensayo número 2				Valor promedio		
	Peso Tamiz	Tamiz + Muestra	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Peso Tamiz	Tamiz + Muestra	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	% Retenido Promedio	% Retenido Acumulado	Porcentaje que pasa
75											
63											
50											100,00
37.5	559,70	753,50	193,80	3,99	559,67	644,30	84,63	1,73	2,86	2,86	97,14
25	549,50	1978,70	1429,20	29,39	549,43	1407,30	857,87	17,49	23,44	26,30	73,70
19	564,33	1765,80	1201,47	24,71	564,25	1762,10	1197,85	24,42	24,57	50,87	49,13
12.5	530,16	1932,70	1402,54	28,84	530,08	2823,30	2293,22	46,75	37,80	88,67	11,33
9.5	522,71	1046,40	523,69	10,77	522,69	861,90	339,21	6,91	8,84	97,51	2,49
4.75	526,63	558,90	32,27	0,66	526,59	572,54	45,95	0,94	0,80	98,31	1,69
Fondo	372,56	452,12	79,56	1,64	372,55	459,55	87,00	1,77	1,71	100,00	0,00
Total			4862,53	100,00			4905,73	100,01	100,01		

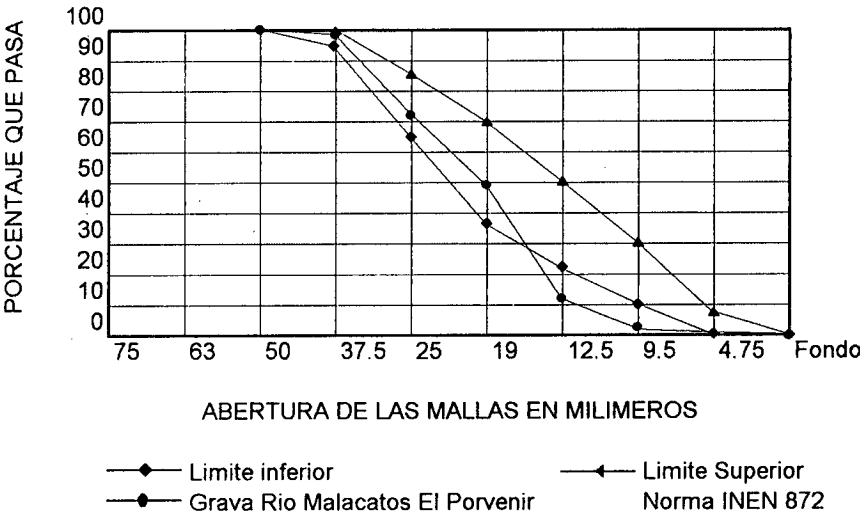
Masa de la muestra para el ensayo 2: 4914,00 gramos

Modulo de finura: $M_f = 7,50$

DATOS PARA LA CURVA GRANULOMETRICA

Tamiz en mm	Requisitos de Gradacion		Grava Porcentaje que pasa
	Limite Inferior	Limite Superior	
75			
63			
50	100	100	100,00
37.5	95	100	97,14
25	65	85	73,71
19	35	70	49,14
12.5	22	50	11,35
9.5	10	30	2,50
4,75	0	5	1,70
Fondo	0	0	0,00

CURVA GRANULOMETRICA
REQUISITO DE GRADACION DEL ARIDO GRUESO



Capítulo 7
Especificaciones para la construcción y anejos de las pruebas de control

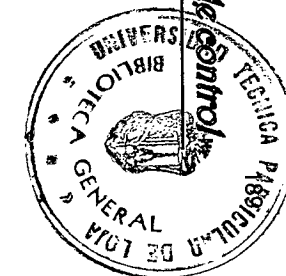
DETERMINACION DE LA GRANULOMETRIA EN EL ARIDO FINO

Norma: INEN 696
Fecha: 25-May-00

Tamiz en mm	Ensayo número 1				Ensayo número 2				Valor promedio		
	Peso Tamiz	Tamiz + Muestra	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Peso Tamiz	Tamiz + Muestra	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	% Retenido Promedio	% Retenido Acumulado	Porcentaje que pasa
12.5	530,11	587,68	57,57	2,48	530,10	552,23	22,13	0,92	1,70	1,70	98,30
9.5	522,68	654,00	131,32	5,66	522,66	728,40	205,74	8,52	7,09	8,79	91,21
4.75	526,64	1005,30	478,66	20,61	526,62	972,80	446,18	18,47	19,54	28,33	71,67
2.36	432,96	1106,10	673,14	28,99	432,99	1135,50	702,51	29,09	29,04	57,37	42,63
1.18	431,60	791,40	359,80	15,50	431,54	807,70	376,16	15,58	15,54	72,91	27,09
0.600	361,93	572,18	210,25	9,05	361,84	582,17	220,33	9,12	9,09	82,00	18,00
0.300	343,34	504,48	161,14	6,94	343,28	513,91	170,63	7,07	7,01	89,01	10,99
0.150	360,89	458,44	97,55	4,20	360,90	474,66	113,76	4,71	4,46	93,47	6,53
0.075	297,30	361,59	64,29	2,77	297,29	356,80	59,51	2,46	2,62	96,09	3,91
Fondo	372,58	460,88	88,30	3,80	372,55	470,71	98,16	4,06	3,93	100,00	0,00
Total			2322,02	100,00			2415,11	100,00	100,00		

Masa de la muestra para el ensayo 2: 2412,40 gramos

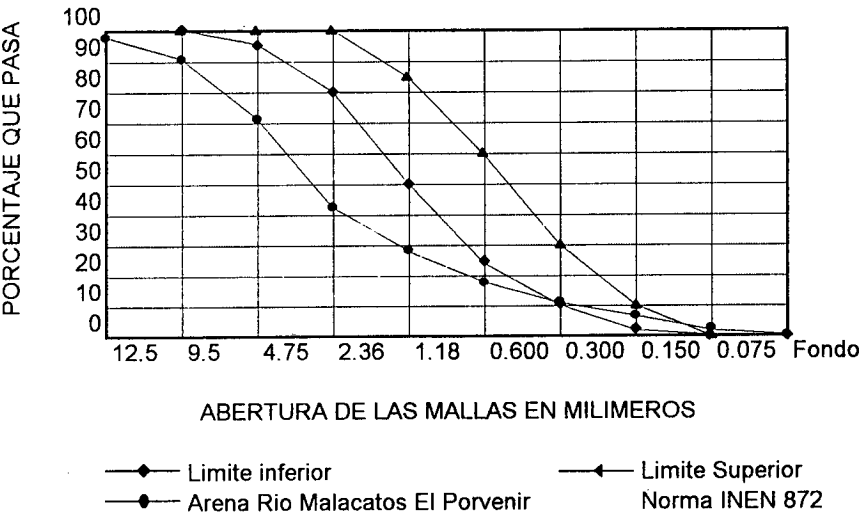
Modulo de finura: $M_f = 4.32$



DATOS PARA LA CURVA GRANULOMETRICA

Tamiz en mm	Requisitos de Gradacion		Arido fino Porcentaje que pasa
	Limite Inferior	Limite Superior	
12.5			98,30
9.5	100	100	91,22
4.75	95	100	71,67
2.36	80	100	42,63
1.18	50	85	27,10
0.600	25	60	18,01
0.300	10	30	11,01
0.150	2	10	6,55
0.075	0	0	3,93
Fondo	0	0	0,00

CURVA GRANULOMETRICA
REQUISITO DE GRADACION DEL ARIDO FINO



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

UNIDAD DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

DETERMINACION DE LA DENSIDAD APARENTE EN EL ARIDO GRUESO

Muestra:	Arido Grueso	Norma:	INEN 858
Yacimiento:	Río Malacatus	Realizado:	A.P.
Sector:	El Porvenir	Fecha:	25-May-00

Peso del recipiente vacío mas placa de vidrio :	5113.00 gramos
Peso del recipiente mas agua mas placa de vidrio :	13706.00 gramos
Temperatura del agua :	18° C
Peso del recipiente vacío :	4546.00 gramos
Densidad del agua :	0.99862
Volumen del recipiente:	8604.87 cc

DENSIDAD APARENTE EN ESTADO SUELTO

Ensayo numero	1	2	3
Volumen del recipiente: V en cc	8604,87	8604,87	
Peso del recipiente mas muestra	17200,00	17140,00	
Masa de la muestra de ensayo: m	12654,00	12594,00	
Densidad aparente: d (gr/cc)	1,471	1,464	
Valor promedio densidad aparente suelta:	1,468 gr/cc		

Densidad aparente en estado suelto : $d = m/v$

DENSIDAD APARENTE EN ESTADO COMPACTADO

Ensayo numero	1	2	3
Volumen del recipiente: V en cc	8604,87	8604,87	
Peso del recipiente mas muestra	18546,00	19082,00	
Masa de la muestra de ensayo: m	14000,00	14536,00	
Densidad aparente: d (gr/cc)	1,627	1,689	
Valor promedio densidad aparente compactada:	1,658 gr/cc		

densidad aparente en estado compactado : $d = m/v$

Observaciones:

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

UNIDAD DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

DETERMINACION DE LA DENSIDAD APARENTE EN EL ARIDO FINO

Muestra: Arido Fino Norma: INEN 858
Yacimiento: Río Malacatus Realizado: A.P.
Sector: El Porvenir Fecha: 25-May-00

Peso del recipiente vacío mas placa de vidrio : 5113.00 gramos
Peso del recipiente mas agua mas placa de vidrio : 13706.00 gramos
Temperatura del agua : 18° C Densidad del agua : 0.99862
Peso del recipiente vacío : 4546.00 gramos Volumen del recipiente: 8604.87 cc

DENSIDAD APARENTE EN ESTADO SUELTO

Ensayo numero	1	2	3
Volumen del recipiente: V en cc	8604,87	8604,87	
Peso del recipiente mas muestra	19320,00	19270,00	
Masa de la muestra de ensayo: m	14774,00	14724,00	
Densidad aparente: d (gr/cc)	1,717	1,711	
Valor promedio densidad aparente suelta:	1,714 gr/cc		

Densidad aparente en estado suelto : $d = m/v$

DENSIDAD APARENTE EN ESTADO COMPACTADO

Ensayo numero	1	2	3
Volumen del recipiente: V en cc	8604,87	8604,87	
Peso del recipiente mas muestra	21543,00	21633,00	
Masa de la muestra de ensayo: m	16997,00	17087,00	
Densidad aparente: d (gr/cc)	1,975	1,986	
Valor promedio densidad aparente compactada:	1,981 gr/cc		

densidad aparente en estado compactado : $d = m/v$

Observaciones:

**DOSIFICACIÓN DE HORMIGÓN PARA LA EJECUCIÓN DE OBRAS EN EL
PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL EDIFICIO DE LA CORTE SUPERIOR DE
JUSTICIA DE LOJA**

ESPECIFICACION DE LOS MATERIALES

Densidad real del cemento	3,150 gr/cc
Densidad real de la arena en estado sss	2,676 gr/cc
Densidad real de la grava en estado sss	2,665 gr/cc
Densidad aparente de la arena en estado suelto	1,774 gr/cc
Densidad aparente de la grava en estado suelto	1,783 gr/cc
Módulo de finura de la arena	4,01
Tamaño máximo del árido grueso	37,5 mm
Resistencia a la compresión a los 28 días f_c	210 Kg/cm ²

Para fabricar el hormigón se utilizara Cemento Pórtland tipo I y áridos provenientes de cantos rodados que se han extraído del Río Malacatus, sitio El Porvenir, Cantón Loja, Provincia de Loja.

El hormigón que se obtendrá será de consistencia blanda y el compactado se hará con vibrador; llevara 2% de aire incorporado y podrá ser utilizado para fundir cualquier estructura de hormigón.

CONCENTRACIÓN DE PASTA: $Z = 1,974$

Considerando que la construcción se realizara en condiciones corrientes se efectúa una mayoración del valor de f_c en 30% para obtener la cantidad de pasta necesaria que permita una buena adherencia de los áridos.

CONSISTENCIA DEL HORMIGON: Blanda con asentamiento en el cono de Abrams de 5 a 11 cm.

CANTIDAD DE AGUA: $V_a = 187.50$ litros

Capítulo 7

especificaciones para la construcción y anexos de las pruebas de control

Para hormigón de consistencia blanda que se va a preparar con arena y grava natural de tamaño máximo 37,5 mm se requiere 187,5 litros de agua por metro cúbico.

CANTIDAD DE CEMENTO: C = 370,13 Kg por metro cúbico

PORCENTAJE DE ÁRIDOS EN EL HORMIGÓN

Tamaño máximo : 37,50 mm y módulo de finura : 4,01

Porcentaje de arena: 55%

Porcentaje de grava: 45%

DOSIFICACIÓN POR METRO CUBICO

Volumen de áridos	742,26 dm ³
Volumen de arena	365,98 dm ³
Volumen de grava	334,02 dm ³
Peso de arena	979,081 Kg
Peso de grava	889,90 Kg

VOLUMENES REALES

Cemento	117,50 dm ³
Agua	187,50 dm ³
Arena	365,98 dm ³
Grava	334,02 dm ³
Aire	20,00 dm ³
Total	1025.00 dm ³

VOLUMEN APARENTE DE LOS ÁRIDOS POR M3

Arena	0,552
Grava	0,543
Total	1,095

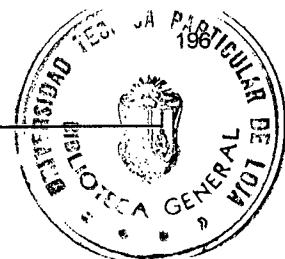
Capítulo 7
especificaciones para la construcción y anexos de las pruebas de control

Materiales	Dosificación en Peso Kg/m3	Dosificación Unitaria	Dosificación en Peso Kg/saco	Dosificación en Volumen dm3/saco
Cemento	370,13	1,00	50.00	50,00
Agua	187,50	0,51	25,50	25,50
Arena	997,08	2,65	132,50	74,69
Grava	889.90	2,40	120,00	73,27

De la dosificación en volumen expresada en decímetros cúbicos por saco de cemento, se determina que se deben mezclar los materiales en una proporción 1 : 2,5 : 2,5; que corresponde a utilizar un saco de cemento de 50 Kg; 2,5 parihuelas de arena y 2,5 parihuelas de grava; se utilizara además 25,50 litros de agua por saco de cemento. Las parihuelas para medir el volumen de arena serán de 31 x31 x 31 cm de arista y para medir el volumen de grava serán de 31 x 31 x 31 cm de arista.

Loja, 04 de enero del 2001

* La dosificación del hormigón y los ensayos en los agregados fueron realizados por el Laboratorio de Resistencia de Materiales de la UTPL.



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

**UNIDAD DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES**

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE HORMIGON

Institucion: Corte de Justicia de Loja
Obra: Ampliacion del Edificio de la Corte de Justicia de Loja
Contratista: Cuerpo de Ingenieros del Ejercito
Fiscalizador: UNICONSUL Cia. Ltda.

Edad días	Fecha moldeo	Fecha rotura	Carga Kg	Esf. Comp. Kg/cm2	Identificacion de las muestras
19	15/12/2000	03/01/2001	38210	215.75	Dosificacion $f_c=210$ Kg/cm2
19	15/12/2000	03/01/2001	35210	199.15	Dosificacion $f_c=210$ Kg/cm2
19	15/12/2000	03/01/2001	37580	212.48	Dosificacion $f_c=210$ Kg/cm2

Elaborado por: Ing. Jose Songor E.

Fecha: 3 de Enero del 2001

Observaciones:

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

UNIDAD DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

DETERMINACION DE LA GRANULOMETRIA EN EL ARIDO GRUESO

Material: Arido Grueso
Procedencia: Río Malacatus

Sitio: El Porvenir
Realizado: A.P.

Norma: INEN 696
Fecha: 27-Nov-00

Tamiz en mm	Ensayo número 1				Ensayo número 2				Valor promedio		
	Peso Tamiz	Tamiz + Muestra	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Peso Tamiz	Tamiz + Muestra	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	% Retenido Promedio	% Retenido Acumulado	Porcentaje que pasa
75											
63											
50											100,00
37.5	544,80	994,40	449,60	7,78	544,80	852,70	307,90	6,05	6,92	6,92	93,08
25	544,10	2917,50	2373,40	41,09	544,10	2503,50	1959,40	38,49	39,79	46,71	53,29
19	515,50	1640,80	1125,30	19,48	515,50	1555,30	1039,80	20,43	19,96	66,67	33,33
12.5	536,60	1731,30	1194,70	20,68	536,60	1770,80	1234,20	24,25	22,47	89,14	10,86
9.5	531,60	834,00	302,40	5,24	531,60	789,80	258,20	5,07	5,16	94,30	5,70
4.75	504,30	704,80	200,50	3,47	504,30	670,50	166,20	3,26	3,37	97,67	2,33
Fondo	370,60	500,90	130,30	2,26	370,60	495,40	124,80	2,45	2,36	100,00	0,00
Total			5776,20	100,00			5090,50	100,00	100,00		

Masa de la muestra para el ensayo 1: 5777,00 gramos

Masa de la muestra para el ensayo 2: 5091,00 gramos

Tamaño efectivo: $T_e = 37,50$ mm

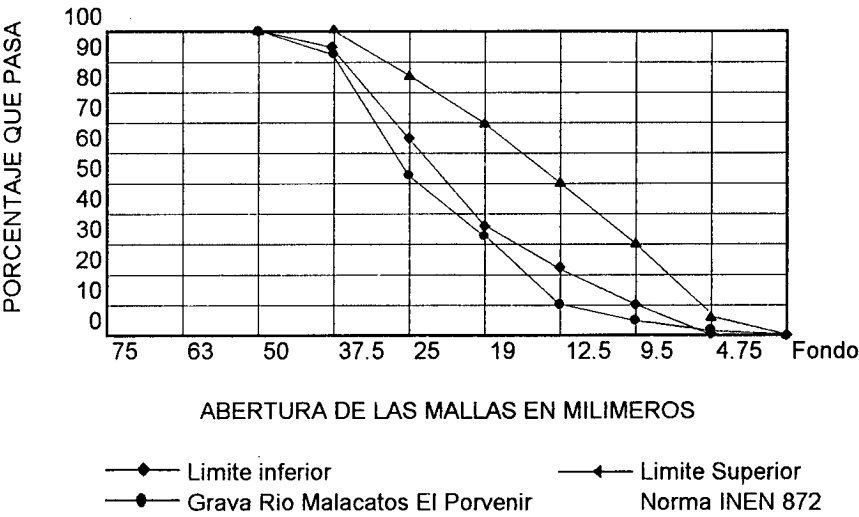
Tamaño máximo: $T_m = 37,50$ mm

Modulo de finura: $M_f = 7,66$

DATOS PARA LA CURVA GRANULOMETRICA

Tamiz en mm	Requisitos de Gradacion		Grava Porcentaje que pasa
	Limite Inferior	Limite Superior	
75			
63			
50	100	100	100.00
37.5	95	100	93.08
25	65	85	53.29
19	35	70	33.34
12.5	22	50	10.88
9.5	10	30	5.72
4,75	0	5	2.35
Fondo	0	0	0.00

CURVA GRANULOMETRICA
REQUISITO DE GRADACION DEL ARIDO GRUESO

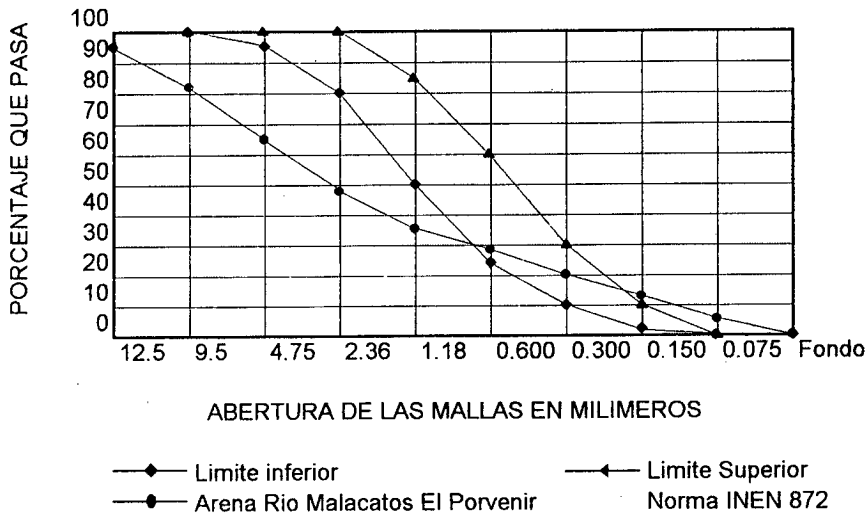


Modulo de finura: $M_f = 4.01$

DATOS PARA LA CURVA GRANULOMETRICA

Tamiz en mm	Requisitos de Gradacion		Arido fino Porcentaje que pasa
	Limite Inferior	Limite Superior	
12.5			95.10
9.5	100	100	83.89
4.75	95	100	65.63
2.36	80	100	49.89
1.18	50	85	36.50
0.600	25	60	28.61
0.300	10	30	20.66
0.150	2	10	13.46
0.075	0	0	5.13
Fondo	0	0	0.00

CURVA GRANULOMETRICA
REQUISITO DE GRADACION DEL ARIDO FINO



Observaciones:

DETERMINACION DE LA DENSIDAD APARENTE EN EL ARIDO FINO

Norma: INEN 858
Realizado: A.P.
Fecha: 27-Nov-00

Peso del recipiente vacio mas placa de vidrio :	5113.00 gramos
Peso del recipiente mas agua mas placa de vidrio :	13706.00 gramos
Temperatura del agua : 18° C	Densidad del agua : 0.99862
Peso del recipiente vacio : 4536.00 gramos	Volumen del recipiente: 8604.87 cc

Ensayo numero	1	2	3
Volumen del recipiente: V en cc	8604,87	8604,87	
Peso del recipiente mas muestra	19668	19933	
Masa de la muestra de ensayo: m	15132	15397	
Densidad aparente: d (gr/cc)	1,759	1,789	
Valor promedio densidad aparente suelta:	1,774 gr/cc		

Densidad aparente en estado suelto : $d = m/v$

Ensayo numero	1	2	3
Volumen del recipiente: V en cc	8604,87	8604,87	
Peso del recipiente mas muestra	22000,00	21994,00	
Masa de la muestra de ensayo: m	17464,00	17458,00	
Densidad aparente: d (gr/cc)	2,030	2,029	
Valor promedio densidad aparente compactada:	2,030 gr/cc		

densidad aparente en estado compactado : $d = m/v$

Observaciones:

RESISTENCIA A LA COMPRESION ESPECIFICADA SEGUN LA EDAD

La tabla siguiente se da a conocer el porcentaje de resistencia a la compresion que debe presentar el hormigon a diferentes edades.

Edad en dias	Porcentaje de resistencia	Resistencia $f_c = 180$ Kg/cm ²	Resistencia $f_c = 210$ Kg/cm ²	Resistencia $f_c = 250$ Kg/cm ²
1	11,11	20,00	23,33	27,78
2	22,22	40,00	46,67	55,56
3	33,33	60,00	70,00	83,33
4	41,67	75,00	87,50	104,17
5	50,00	90,00	105,00	125,00
6	58,33	105,00	122,50	145,83
7	66,67	120,00	140,00	166,67
8	69,86	125,74	146,70	174,64
9	73,05	131,49	153,40	182,62
10	76,24	137,23	160,10	190,60
11	79,43	142,97	166,80	198,57
12	82,62	148,71	173,50	206,55
13	85,81	154,46	180,20	214,52
14	89,00	160,20	186,90	222,50
15	89,86	161,74	188,70	224,64
16	90,71	163,29	190,50	226,79
17	91,57	164,83	192,30	228,93
18	92,43	166,37	194,10	231,07
19	93,29	167,91	195,90	233,21
20	94,14	169,46	197,70	235,36
21	95,00	171,00	199,50	237,50
22	95,71	172,29	201,00	239,29
23	96,43	173,57	202,50	241,07
24	97,14	174,86	204,00	242,86
25	97,86	176,14	205,50	244,64
26	98,57	177,43	207,00	246,43
27	99,29	178,71	208,50	248,21
28	100,00	180,00	210,00	250,00

A continuacion se presenta los ensayos de compresion realizados en laboratorio; para verificacion de la calidad del hormigon.

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

REGISTRO DE LABORATORIO DE HORMIGON

Proyecto: Construcción de la Ampliación del Edificio de la Corte Superior de Justicia de Loja
 Constructor: Cuerpo de Ingenieros del Ejercito
 Fiscalizador: UNICONSUL Cia. Ltda.

Edad días	Fecha moldeo	Fecha rotura	Carga Kg	Esf. Comp. Kg/cm ²	Identificación de las muestras
25*	16/06/2000	11/07/2000	39800	222,25	Zapata 9
25*	16/06/2000	11/07/2000	37900	211,64	Zapata 9
25*	16/06/2000	11/07/2000	37900	211,64	Zapata 9
23*	20/06/2000	13/07/2000	38000	212,20	Viga 9
23*	20/06/2000	13/07/2000	37800	211,08	Viga 9
26*	23/06/2000	19/07/2000	48800	272,50	Zapata 7
26*	23/06/2000	19/07/2000	39000	217,78	Zapata 7
23*	03/07/2000	26/07/2000	36290	202,65	Columna B'7
23*	04/07/2000	27/07/2000	38490	214,93	Columna C9
23	06/07/2000	29/07/2000	38990	217,72	Columna E9
18*	28/07/2000	15/08/2000	36100	201,59	Columna B'8
24*	29/07/2000	22/08/2000	38700	216,10	Columna G8
20*	30/07/2000	19/08/2000	36830	205,66	Columna C8
28*	01/08/2000	29/08/2000	41060	229,28	Columna eje 6
28*	01/08/2000	29/08/2000	42180	235,54	Columna eje 6
21*	14/08/2000	04/09/2000	37840	211,30	Columna eje 5
21*	14/08/2000	04/09/2000	39100	218,34	Columna eje 5
14*	25/08/2000	08/09/2000	35560	198,57	Losa N+0,72
14*	25/08/2000	08/09/2000	35050	195,72	Losa N+0,72
14*	25/08/2000	08/09/2000	36250	202,42	Losa N+0,72

* Pruebas de cilindros elaborados con la dosificación del 30 de mayo del 2000. Para todos los elementos la resistencia especificada $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
UNIDAD DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE HORMIGON

Institucion: Corte de Justicia de Loja
Obra: Ampliacion del Edificio de la Corte de Justicia de Loja
Contratista: Cuerpo de Ingenieros del Ejercito
Fiscalizador: UNICONSUL Cia. Ltda.

Edad días	Fecha moldeo	Fecha rotura	Carga Kg	Esf. Comp. Kg/cm2	Identificacion de las muestras
63*	03/08/2000	05/10/2001	61800	332,66	Bloq. Adm. Losa N+4,32
63*	03/08/2000	05/10/2001	56400	317,28	Bloq. Adm. Losa N+4,32
63*	03/08/2000	05/10/2001	64600	346,36	Bloq. Adm. Losa N+4,32
63*	03/08/2000	05/10/2001	42200	233,83	Bloq. Adm. Losa N+4,32

Elaborado por: Ing. Jose Songor E.

Fecha: 11 de Octubre del 2000

* Pruebas de cilindros elaborados con la dosificacion del 30 de mayo del 2000. Para todos los elementos la resistencia especificada $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 dias

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

UNIDAD DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE HORMIGON

Informe: RM-INF-021-UTTIC
 Institucion: Corte de Justicia de Loja
 Obra: Ampliacion del Edificio de la Corte de Justicia de Loja
 Contratista: Cuerpo de Ingenieros del Ejercito
 Fiscalizador: UNICONSUL Cia. Ltda.

Edad días	Fecha moldeo	Fecha rotura	Carga Kg	Esf. Comp. Kg/cm2	Identificacion de las muestras
50*	14/11/2000	03/01/2001	41620	225.60	Bloq. Adm. Losa N+11.52 B2
50*	14/11/2000	03/01/2001	52450	283.45	Bloq. Adm. Losa N+11.52 B2
50*	14/11/2000	03/01/2001	37370	208.60	Bloq. Adm. Losa N+11.52 B2
50*	14/11/2000	03/01/2001	48610	266.39	Bloq. Adm. Losa N+11.52 B2
43*	21/11/2000	03/01/2001	41130	221.69	Muro EB AC

Elaborado por: Ing. Jose Songor E.

Fecha: 4 de Enero del 2001

* Pruebas de cilindros elaborados con la dosificacion del 30 de mayo del 2000. Para todos los elementos la resistencia esepificada $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 dias

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

UNIDAD DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE HORMIGON

Informe: RM-INF-096-UTTIC
 Institucion: Corte de Justicia de Loja
 Obra: Ampliacion del Edificio de la Corte de Justicia de Loja
 Contratista: Cuerpo de Ingenieros del Ejercito
 Fiscalizador: UNICONSUL Cia. Ltda.

Edad días	Fecha moldeo	Fecha rotura	Carga Kg	Esf. Comp. Kg/cm ²	Identificacion de las muestras
36**	04/02/2001	12/03/2001	35450	190.07	Edif. Audit. Col. C'7 N+1.44 N+5.52
34**	06/02/2001	12/03/2001	36880	199.71	Edif. Audit. Col. D7 N+1.44 N+5.52
32**	08/02/2001	12/03/2001	38380	205.91	Edif. Audit. Col. B'7 N+1.44 N+5.52
30**	10/02/2001	12/03/2001	26940	144.68	Edif. Adm. Losa N+7.92 B1
30**	10/02/2001	12/03/2001	37180	203.96	Edif. Adm. Losa N+7.92 B1
30**	10/02/2001	12/03/2001	35310	195.00	Edif. Adm. Losa N+7.92 B1
30**	10/02/2001	12/03/2001	33490	185.26	Edif. Adm. Losa N+7.92 B1
24**	16/12/2001	12/03/2001	28540	157.98	Edif. Adm. Ej D N+7.92-N+11.52 B1
19**	21/02/2001	12/03/2001	20750	114.78	Edif. Adm. Col C3 N+7.92-N+11 B1

Elaborado por: Ing. Jose Songor E.

Fecha: 12 de Marzo del 2001

** Pruebas de cilindros elaborados con la dosificacion del 04 de enero del 2001. Para todos los elementos la resistencia especificada $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

UNIDAD DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE HORMIGON

Informe: RM-INF-104-UTTIC
 Institucion: Corte de Justicia de Loja
 Obra: Ampliacion del Edificio de la Corte de Justicia de Loja
 Contratista: Cuerpo de Ingenieros del Ejercito
 Fiscalizador: UNICONSUL Cia. Ltda.

Edad días	Fecha moldeo	Fecha rotura	Carga Kg	Esf. Comp. Kg/cm2	Identificacion de las muestras
18**	24/02/2001	14/03/2001	32647	174.46	Edif. Adm. Losa N+18.62 B1
18**	24/02/2001	14/03/2001	33121	181.15	Edif. Adm. Losa N+18.62 B1
18**	24/02/2001	14/03/2001	32826	175.74	Edif. Adm. Losa N+18.62 B1
13**	01/03/2001	14/03/2001	30105	161.63	Ed. Adm. Col.eje A (B1) N+7.92 a N+11.52

Pruebas realizadas de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE 1573

Equipo utilizado: Máquina de Compresión de la Serie Digital ACCU-TEK 500

NOTA: Las pruebas se realizaron con la presencia del fiscalizador de la obra.

Elaborado por: Ing. Jose Songor E.

Fecha: 14 de Marzo del 2001

** Pruebas de cilindros elaborados con la dosificacion del 04 de enero del 2001. Para todos los elementos la resistencia especificada $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 dias

7.4 PAGO DE PLANILLAS

El pago de las planillas de avance de obra y la legalización de las mismas se hará en base a lo estipulado en los siguientes artículos (Copia textual de los párrafos del contrato):

Del contrato de Construcción de la Ampliación del Edificio de la Corte Superior de Justicia de Loja

SEPTIMA.- Forma de Pago.-

7.1.- DOS.- El valor restante de la obra, esto es el 60% (40% es el anticipo), **se pagara contra presentación de planillas mensuales, debidamente aprobadas por la fiscalización.** De cada planilla se descontara la amortización del anticipo y cualquier otro cargo al contratista, que sea en legal aplicación del contrato y de la ley.

7.2.- **El contratista preparara mensualmente planillas, las cuales las pondrá a consideración de la fiscalización para su aprobación** en los cinco primeros días laborables de cada mes. Entregada la planilla por el contratista, conforme a la ley y al contrato, la fiscalización procederá como se indica en las condiciones generales de ejecución del contrato. Si la fiscalización no aprueba o no expresa las razones fundadas de sus objeciones, transcurrido el plazo de cinco días laborables, se entenderá que la planilla se halla aprobada y debe ser pagada por el contratante.

7.3.- El contratante tendrá un plazo de quince días para realizar **el pago de las planillas, posteriores a la presentación y aprobación por parte del fiscalizador.**

7.4.- **Todos los pagos que se hagan al contratista** por cuenta de este contrato **se efectuarán con sujeción a los precios unitarios de los diferentes rubros y por las cantidades reales de trabajo realizado**, a satisfacción del contratante, constante **en la aprobación de la fiscalización**.

Del contrato de Fiscalización de la Ampliación del Edificio de la Corte Superior de Justicia de Loja

CINCO PUNTO DOS.- Alcance de los trabajos de fiscalización. El fiscalizador se compromete a prestar al Consejo Nacional de la Judicatura (C.N.J.) los servicios de Consultoría que sean necesarios de acuerdo con el objeto del contrato, y en general los que a continuación se indican, para asegurar que el ejecutor de la obra cumpla a cabalidad y en todas sus partes el contrato de construcción de la Ampliación del Edificio del Palacio de Justicia de Loja, según los documentos contractuales y términos de referencia, por lo tanto **el fiscalizador asume el control de calidad, la verificación de las cantidades de las obras ejecutadas para su medición y pago**, sujetándose a los diseños y estudios realizados, especificaciones, normas técnicas, disposiciones contractuales, recomendaciones dadas por el INEN, ASTM, AASHTO, que sean aplicables para este caso, así como las dadas por el Código Ecuatoriano de la Construcción y las del ACI, además como alcance de los trabajos de fiscalización, se deberá tomar en cuenta todas las actividades contempladas en el Artículo Doce del Reglamento de Determinación de Etapas del Proceso de Ejecución de Obras y Prestación de Servicios Públicos.

CINCO PUNTO DOS PUNTO DOS.- El fiscalizador será quien realice la aplicación de la fórmula de reajuste de precios del contrato de ejecución de obras, además de ello dentro de sus obligaciones están **elaborar, verificar y certificar conjuntamente con el constructor las planillas de pago; incluir las de reajuste elaboradas por el fiscalizador, e informar a la Dirección Nacional de Planificación de la Función Judicial para su aprobación y pago**, adjuntando anexos de volúmenes de obra, el informe sobre evaluación del cumplimiento de los programas, el libro de obra y la aplicación de las estipulaciones contractuales correspondientes.

Capítulo 7

especificaciones para la construcción y anexos de las pruebas de control

SEIS PUNTO DOS PUNTO SEIS.- Conforme la artículo trescientos treinta (330) de la Ley Orgánica de Administración Financiera y Control, **el fiscalizador es el único responsable de los datos constantes en los anexos de cada una de las planillas, descuentos de los valores a pagarse al contratista de la construcción, que son presentados al C.N.J. para lo cual solicitará al C.N.J. el pago de la respectiva planilla de trabajo y de reajuste de precios en el que diga que revisa y aprueba dichas planillas** motivo por el cual la Dirección Nacional de Planificación de la Función Judicial no revisará dichos documentos, en caso de que la solicitud de pago, puntualmente no diga que revisa y aprueba dichas planillas el C.N.J. no le dará trámite.

Además del pago de las **planillas de avance de obra** se realizara el pago de las **planillas de Costo más Porcentaje**; este pago se hará basado en lo indicado en el numeral 13.2 del contrato de Construcción de la Ampliación del Edificio de la Corte Superior de Justicia de Loja, que dice: De ser necesario que se efectúen cambios menores, el contratante podrá disponer la realización de nuevos rubros, mediante ordenes de trabajo, hasta el cinco por ciento del valor reajustado del contrato, empleando la modalidad de costo mas porcentaje. Para la aplicación de esta facultad se deberá observar las disposiciones de los artículos 106 de la Ley de Contratación Publica y 120 de su Reglamento (edición actualizada a octubre del 2000)

Art. 106.- [Limite del 10% para realización de rubros nuevos].- La entidad contratante podrá disponer, durante la ejecución de la obra, hasta del 10% del valor actualizado del contrato principal, para la realización de rubros nuevos, mediante ordenes de trabajo, sin los informes previos y empleando la modalidad de costo mas porcentaje.

Art. 120.- Realización de obras a costo mas porcentaje.- Para la ejecución de trabajos según la modalidad de costo más porcentaje, prevista en el artículo 106 de la Ley, se aplicaran las siguientes reglas generales:

Capítulo 7

especificaciones para la construcción y anexos de las pruebas de control

1. La cantidad y calidad del equipo, mano de obra y materiales a ser empleados, deberán contar con la aprobación previa del fiscalizador;
2. Se pagará al contratista el costo total de la mano de obra efectivamente empleada, que se calculara en base a los salarios que constan en el contrato, reajustados a la fecha de ejecución.
3. Se pagará al contratista el costo comprobado de todos los materiales suministrados por el y utilizados en estos trabajos, incluyendo su transporte al sitio de las obras, de haberlo;
4. Se pagará el uso del equipo que el fiscalizador considere necesario para la ejecución de estos trabajos, en base a los costos horarios constantes en el contrato, reajustados a la fecha de ejecución. De no existir salarios o costos horarios en el contrato, se acordaran de mutuo acuerdo entre las partes;
5. Se añadirá a los costos antes señalados el porcentaje que por indirectos se haya establecido en los precios unitarios del contrato principal. Este porcentaje constituirá toda la compensación adicional que recibirá el contratista por estos trabajos;
6. El uso de las herramientas menores no será pagado, pues se considera incluido en los costos de mano de obra;
7. Los pagos por estos trabajos serán cancelados dentro del termino de quince (15) días contados desde su aprobación; y,
8. El contratista y el fiscalizador deberán mantener registros completos de todos los costos relacionados con los trabajos realizados por esta modalidad.

7.5 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

Fiscalización de la Ampliación del Edificio de la Corte Superior de
Justicia de Loja

Análisis de Precios Unitarios

Fecha de ejecución: Mar/01-Ag/01

Rubro: Acero de refuerzo 4200 Kg/cm2

Unidad: Kg

A. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
Acero de refuerzo	Kg	1,05	0,44	0,46
Alambre galvanizado # 18	Kg	0,01	0,73	0,01
Subtotal				0,47

B. Mano de Obra

Descripción	Unidad	Rendim.	Costo Horario	Costo Total
Fierrero	hor	0,04	0,98	0,04
Ayudante	hor	0,06	0,97	0,06
Subtotal				0,10

C. Equipo y Maquinaria

C. Equipo y maquinaria				
Descripción	Unidad	Rendim.	Costo horario	Costo Total
Herramienta menor 5% M.O.	hor	0,02	0,85	0,01
Cizalla				0,02
Subtotal				0,03

COSTO DIRECTO : A + B + C	\$	0,60
COSTO INDIRECTO : (30%)	\$	0,18
COSTO UNITARIO TOTAL:	\$	0,78

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

Fiscalización de la Ampliación del Edificio de la Corte Superior de
Justicia de Loja

Análisis de Precios Unitarios
Rubro: Bloque alivianado de 20x20x40 (colocado)

Fecha de ejecución: Mar/01-Ag/01
Unidad: u

A. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
Bloque alivianado de 20x20x40	u	1,02	0,70	0,71
Subtotal				0,71

B. Mano de Obra

Descripción	Unidad	Rendim.	Costo Horario	Costo Total
Peón	hor	0,10	0,96	0,10
Subtotal				0,10

C. Equipo y Maquinaria

Descripción	Unidad	Rendim.	Costo horario	Costo Total
Herramienta menor 5% M.O.				0,01
Subtotal				0,01

COSTO DIRECTO : A + B + C	\$	0,82
COSTO INDIRECTO : (30%)	\$	0,25
COSTO UNITARIO TOTAL:	\$	1,07

Capítulo 7
especificaciones para la construcción y anexos de las pruebas de control

216

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

**Fiscalización de la Ampliación del Edificio de la Corte Superior de
 Justicia de Loja**

Análisis de Precios Unitarios

Rubro: Alivianamientos de madera 40x20x25

Fecha de ejecución: Mar/01-Ag/01

Unidad: u

A. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
Alivianamientos de madera 40x20x25	u	1,00	2,00	2,00
Subtotal				2,00

B. Mano de Obra

Descripción	Unidad	Rendim.	Costo Horario	Costo Total
Peón	hor	0,12	0,96	0,12
Subtotal				0,12

C. Equipo y Maquinaria

Descripción	Unidad	Rendim.	Costo horario	Costo Total
Herramienta menor 5% M.O.				0,01
Subtotal				0,01

COSTO DIRECTO : A + B + C	\$	2,13
COSTO INDIRECTO : (30%)	\$	0,64
COSTO UNITARIO TOTAL:	\$	2,77

Capítulo 7
especificaciones para la construcción y anexos de las pruebas de control

217

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

**Fiscalización de la Ampliación del Edificio de la Corte Superior de
Justicia de Loja**

Análisis de Precios Unitarios

Rubro: H.S. 210 Kg/cm2 en columnas

Fecha de ejecución: Mar/01-Ag/01

Unidad: m3

A. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
Hormigón premezclado 210Kg/cm2	m3	1,00	77,79	77,79
Encofrado columnas	m3	0,50	36,57	18,29
Subtotal				96,08

B. Mano de Obra

Descripción	Unidad	Rendim.	Costo Horario	Costo Total
Peón	hor	6,00	0,96	5,76
Albañil	hor	5,00	0,98	4,90
Maestro mayor	hor	1,00	1,00	1,00
Carpintero	hor	5,00	0,98	4,90
Ayudante	hor	2,50	0,97	2,43
Subtotal				18,99

C. Equipo y Maquinaria

Descripción	Unidad	Rendim.	Costo horario	Costo Total
Herramienta menor 5% M.O.				0,95
Vibrador	hor	1,00	5,60	5,60
Subtotal				6,55

COSTO DIRECTO : A + B + C	\$	121,62
COSTO INDIRECTO : (30%)	\$	36,49
COSTO UNITARIO TOTAL:	\$	158,11

Capítulo 7

218

Especificaciones para la construcción y anexos de las pruebas de control

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

Fiscalización de la Ampliación del Edificio de la Corte Superior de Justicia de Loja

Análisis de Precios Unitarios
Rubro: Dinteles de hormigon armado

Fecha de ejecución: Mar/01-Ag/01
Unidad: ml

A. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
Hormigón 210Kg/cm2	m3	0,023	52,45	1,21
Tabla de encofrado de 0,20 m	u	0,700	0,92	0,64
Clavos de 1 1/2" a 2"	kg	0,050	0,67	0,03
Tiras eucalipto 25x25x250	u	1,000	0,32	0,32
Pingos eucalipto d=10cm	ml	1,000	0,72	0,72
Subtotal				2,92

B. Mano de Obra

Descripción	Unidad	Rendim.	Costo Horario	Costo Total
Peón	hor	0,60	0,96	0,58
Albañil	hor	0,60	0,98	0,59
Maestro mayor	hor	0,10	1,00	0,10
Subtotal				1,27

C. Equipo y Maquinaria

Descripción	Unidad	Rendim.	Costo horario	Costo Total
Herramienta menor 5% M.O.	hor	0,07	7,50	0,06
Concretera				0,53
Subtotal				0,59

COSTO DIRECTO : A + B + C	\$	4,78
COSTO INDIRECTO : (30%)	\$	1,43
COSTO UNITARIO TOTAL:	\$	6,21

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

Fiscalización de la Ampliación del Edificio de la Corte Superior de
Justicia de Loja

Análisis de Precios Unitarios
Rubro: Escalera de hormigon simple

Fecha de ejecución: Mar/01-Ag/01
Unidad: m3

A. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
Hormigón premezclado 210Kg/cm2	m3	1,00	77,79	77,79
Encofrado escaleras	m3	0,5	88,63	44,32
Subtotal				122,11

B. Mano de Obra

Descripción	Unidad	Rendim.	Costo Horario	Costo Total
Peón	hor	6,00	0,96	5,76
Albañil	hor	5,00	0,98	4,90
Maestro mayor	hor	1,00	1,00	1,00
Carpintero	hor	7,00	0,98	6,86
Ayudante	hor	3,00	0,97	2,91
Subtotal				21,43

C. Equipo y Maquinaria

Descripción	Unidad	Rendim.	Costo horario	Costo Total
Herramienta menor 5% M.O.	hor	1,00	5,60	1,07
Vibrador				5,60
Subtotal				6,67

COSTO DIRECTO : A + B + C	\$	150,21
COSTO INDIRECTO : (30%)	\$	45,06
COSTO UNITARIO TOTAL:	\$	195,27

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

Fiscalización de la Ampliación del Edificio de la Corte Superior de
Justicia de Loja

Análisis de Precios Unitarios
Rubro: H.S. 210 Kg/cm2 en losa e= 25 cm

Fecha de ejecución: Mar/01-Ag/01
Unidad: m3

A. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
Hormigón premezclado 210Kg/cm2	m3	1,00	77,79	77,79
Encofrado en losas	m2	4,2	11,43	48,01
Subtotal				125,80

B. Mano de Obra

Descripción	Unidad	Rendim.	Costo Horario	Costo Total
Peón	hor	6,00	0,96	5,76
Albañil	hor	5,00	0,98	4,90
Maestro mayor	hor	1,00	1,00	1,00
Carpintero	hor	5,00	0,98	4,90
Ayudante	hor	2,50	0,97	2,43
Subtotal				18,99

C. Equipo y Maquinaria

Descripción	Unidad	Rendim.	Costo horario	Costo Total
Herramienta menor 5% M.O.	hor	2,00	5,60	0,95
Vibrador				11,20
Subtotal				12,15

COSTO DIRECTO : A + B + C	\$	156,94
COSTO INDIRECTO : (30%)	\$	47,08
COSTO UNITARIO TOTAL:	\$	204,02

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

Fiscalización de la Ampliación del Edificio de la Corte Superior de
Justicia de Loja

Análisis de Precios Unitarios
Rubro: H.S. 210 Kg/cm2 en losa e= 30 cm

Fecha de ejecución: Mar/01-Ag/01
Unidad: m3

A. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
Hormigón premezclado 210Kg/cm2	m3	1,00	77,79	77,79
Encofrado en losas	m2	3,70	11,43	42,29
Subtotal				120,08

B. Mano de Obra

Descripción	Unidad	Rendim.	Costo Horario	Costo Total
Peón	hor	6,00	0,96	5,76
Albañil	hor	5,00	0,98	4,90
Maestro mayor	hor	1,00	1,00	1,00
Carpintero	hor	5,00	0,98	4,90
Ayudante	hor	2,50	0,97	2,43
Subtotal				18,99

C. Equipo y Maquinaria

Descripción	Unidad	Rendim.	Costo horario	Costo Total
Herramienta menor 5% M.O.	hor	2,00	5,60	0,95
Vibrador				11,20
Subtotal				12,15

COSTO DIRECTO : A + B + C	\$ 151,22
COSTO INDIRECTO : (30%)	\$ 45,37
COSTO UNITARIO TOTAL:	\$ 196,59

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

Fiscalización de la Ampliación del Edificio de la Corte Superior de
Justicia de Loja

Análisis de Precios Unitarios
Rubro: Riostras H. Simple 210 Kg/cm2

Fecha de ejecución: Mar/01-Ag/01
Unidad: m3

A. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
Hormigón premezclado 210Kg/cm2	m3	1,00	77,79	77,79
Encofrado riostras	m3	0,5	35,78	17,89
Subtotal				95,68

B. Mano de Obra

Descripción	Unidad	Rendim.	Costo Horario	Costo Total
Peón	hor	6,00	0,96	5,76
Albañil	hor	5,00	0,98	4,90
Maestro mayor	hor	1,00	1,00	1,00
Carpintero	hor	3,00	0,98	2,94
Ayudante	hor	1,50	0,97	1,46
Subtotal				16,06

C. Equipo y Maquinaria

Descripción	Unidad	Rendim.	Costo horario	Costo Total
Herramienta menor 5% M.O.				0,80
Vibrador	hor	1,00	5,60	5,60
Subtotal				6,40

COSTO DIRECTO : A + B + C	\$	118,14
COSTO INDIRECTO : (30%)	\$	35,44
COSTO UNITARIO TOTAL:	\$	153,58

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

Fiscalización de la Ampliación del Edificio de la Corte Superior de
Justicia de Loja

Análisis de Precios Unitarios
Rubro: Vigas hormigon simple 210 Kg/cm2

Fecha de ejecución: Mar/01-Ag/01
Unidad: m3

A. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
Hormigón premezclado 210Kg/cm2	m3	1,00	77,79	77,79
Encofrado vigas	m3	0,5	67,18	33,59
Subtotal				111,38

B. Mano de Obra

Descripción	Unidad	Rendim.	Costo Horario	Costo Total
Peón	hor	6,00	0,96	5,76
Albañil	hor	5,00	0,98	4,90
Maestro mayor	hor	1,00	1,00	1,00
Carpintero	hor	3,50	0,98	3,43
Ayudante	hor	2,00	0,97	1,94
Subtotal				17,03

C. Equipo y Maquinaria

Descripción	Unidad	Rendim.	Costo horario	Costo Total
Herramienta menor 5% M.O.	hor	1,00	5,60	0,85
Vibrador				5,60
Subtotal				6,45

COSTO DIRECTO : A + B + C	\$	134,86
COSTO INDIRECTO : (30%)	\$	40,46
COSTO UNITARIO TOTAL:	\$	175,32

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

Fiscalización de la Ampliación del Edificio de la Corte Superior de
Justicia de Loja

Análisis de Precios Unitarios
Rubro: Mampostería de ladrillo

Fecha de ejecución: Mar/01-Ag/01
Unidad: m2

A. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
Ladrillo	u	36,00	0,09	3,24
Mortero 1:3	m3	0,025	72,28	1,81
Subtotal				5,05

B. Mano de Obra

Descripción	Unidad	Rendim.	Costo Horario	Costo Total
Peón	hor	0,65	0,96	0,62
Albañil	hor	0,65	0,98	0,64
Maestro mayor	hor	0,15	1,00	0,15
Subtotal				1,41

C. Equipo y Maquinaria

Descripción	Unidad	Rendim.	Costo horario	Costo Total
Herramienta menor 5% M.O.	hor	1,30	0,04	0,07
Andamios				0,05
Subtotal				0,12

COSTO DIRECTO : A + B + C	\$	6,58
COSTO INDIRECTO : (30%)	\$	1,97
COSTO UNITARIO TOTAL:	\$	8,55

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

Fiscalización de la Ampliación del Edificio de la Corte Superior de
Justicia de Loja

Análisis de Precios Unitarios
Rubro: Enlucido paleteado

Fecha de ejecución: Mar/01-Ag/01
Unidad: m2

A. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
Mortero 1:3	m3	0,015	72,28	1,08
Subtotal				1,08

B. Mano de Obra

Descripción	Unidad	Rendim.	Costo Horario	Costo Total
Peón	hor	0,90	0,96	0,86
Albañil	hor	0,90	0,98	0,88
Maestro mayor	hor	0,15	1,00	0,15
Subtotal				1,89

C. Equipo y Maquinaria

Descripción	Unidad	Rendim.	Costo horario	Costo Total
Herramienta menor 5% M.O.	hor	1,30	0,04	0,09
Andamios				0,05
Subtotal				0,14

COSTO DIRECTO : A + B + C	\$	3,11
COSTO INDIRECTO : (30%)	\$	0,93
COSTO UNITARIO TOTAL:	\$	4,04

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

Fiscalización de la Ampliación del Edificio de la Corte Superior de
Justicia de Loja

Análisis de Precios Unitarios
Rubro: Filos

Fecha de ejecución: Mar/01-Ag/01
Unidad: ml

A. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
Mortero 1:3	m3	0,015	72,28	1,08
Subtotal				1,08

B. Mano de Obra

Descripción	Unidad	Rendim.	Costo Horario	Costo Total
Peón	hor	0,20	0,96	0,19
Albañil	hor	0,20	0,98	0,20
Subtotal				0,39

C. Equipo y Maquinaria

Descripción	Unidad	Rendim.	Costo horario	Costo Total
Herramienta menor 5% M.O.	hor	1,30	0,04	0,02
Andamios				0,05
Subtotal				0,07

COSTO DIRECTO : A + B + C	\$	1,54
COSTO INDIRECTO : (30%)	\$	0,46
COSTO UNITARIO TOTAL:	\$	2,00

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

Fiscalización de la Ampliación del Edificio de la Corte Superior de
Justicia de Loja

DESGLOSES

Rubro: Hormigón premezclado 210Kg/cm2

Unidad: m3

A. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
Cemento	saco	7,40	5,83	43,14
Ripio triturado	m3	0,334	12,00	4,01
Arena	m3	0,366	12,00	4,39
Agua	m3	0,188	0,12	0,02
Aditivo plastificante	Kg	0,74	1,2	0,89
Subtotal				52,45

B. Mano de Obra

Descripción	Unidad	Rendim.	Costo Horario	Costo Total
Peón	hor	6,00	0,96	5,76
Albañil	hor	5,00	0,98	4,90
Maestro mayor	hor	1,00	1,00	1,00
Subtotal				11,66

C. Equipo y Maquinaria

Descripción	Unidad	Rendim.	Costo horario	Costo Total
Herramienta menor 5% M.O.				0,58
Concretera	hor	1,00	7,50	7,50
Vibrador	hor	1,00	5,60	5,60
Subtotal				13,68

COSTO : A + B + C	\$ 77,79
-------------------	----------

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

Fiscalización de la Ampliación del Edificio de la Corte Superior de
Justicia de Loja

DESGLOSES

Rubro: Hormigón 210 Kg/cm2

Unidad: m3

A. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
Cemento	saco	7,40	5,83	43,14
Ripio triturado	m3	0,334	12,00	4,01
Arena	m3	0,366	12,00	4,39
Agua	m3	0,188	0,12	0,02
Aditivo plastificante	Kg	0,74	1,2	0,89
Total				\$ 52,45

Rubro: Mortero 1:3

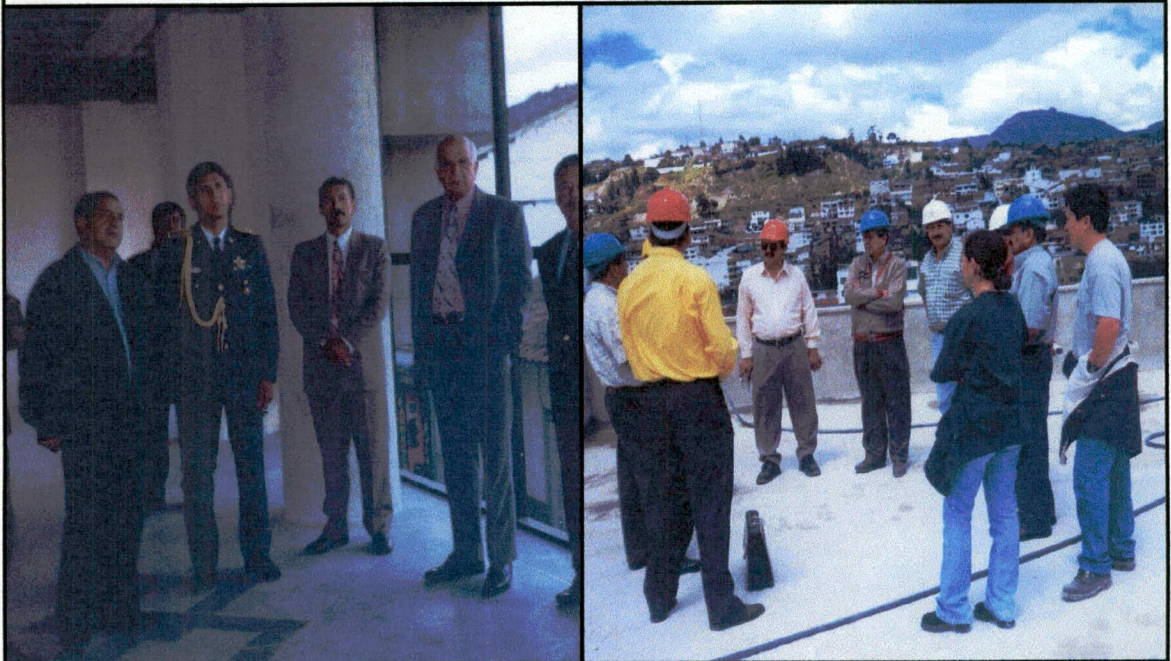
Unidad: m3

A. Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
Cemento	saco	10,25	5,83	59,76
Arena	m3	1,04	12,00	12,48
Agua	m3	0,32	0,12	0,04
Total				\$ 72,28

7.6 HISTORIAL FOTOGRÁFICO

Visitas de inspección a la obra, estas se realizan con la presencia de la fiscalización, los constructores, y de ser el caso con las autoridades de la Corte Suprema de Justicia y Consejo Nacional de la Judicatura



Visita de inspección a la obra efectuada por el Dr. Armando Bermeo Presidente de la Corte Suprema de Justicia

Visitas de coordinación para la ejecución de los trabajos

Capítulo 7
especificaciones para la construcción y anexos de las pruebas de control



Control de cantidades de obra y procesos constructivos



Control de hormigones mediante pruebas de compresión, esclerometrías y extracción de núcleos

Capítulo 7
especificaciones para la construcción y anexos de las pruebas de control



Relleno y compactación



Encofrado y armado de columnas

Capítulo 7
especificaciones para la construcción y anexos de las pruebas de control

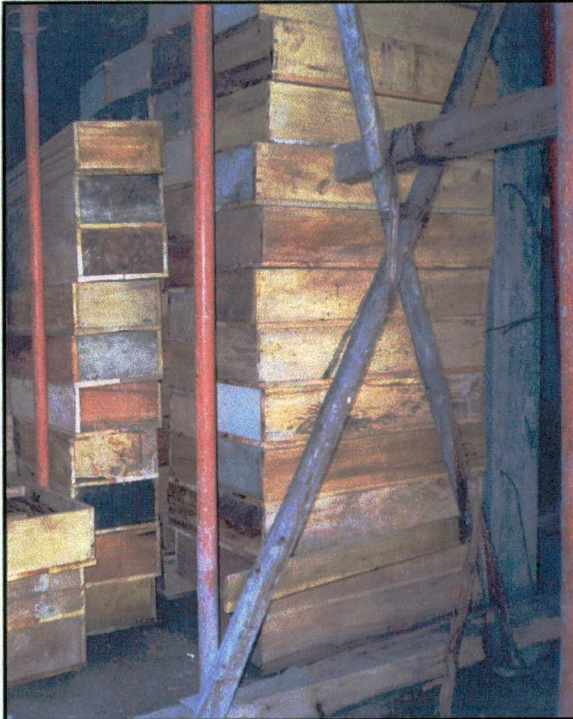


Encofrado y armado de losas de entre piso en edificio administrativo



Encofrado, armado y alivianamientos en losas de entre piso en edificio administrativo

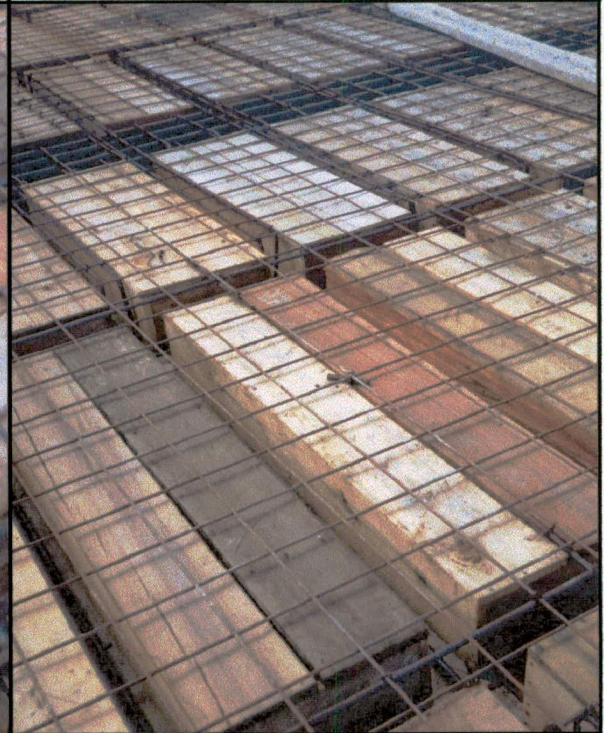
Capítulo 7
especificaciones para la construcción y anexos de las pruebas de control



Alivianamientos de madera



Encofrado, armado de losa de cubierta en edificio auditorio

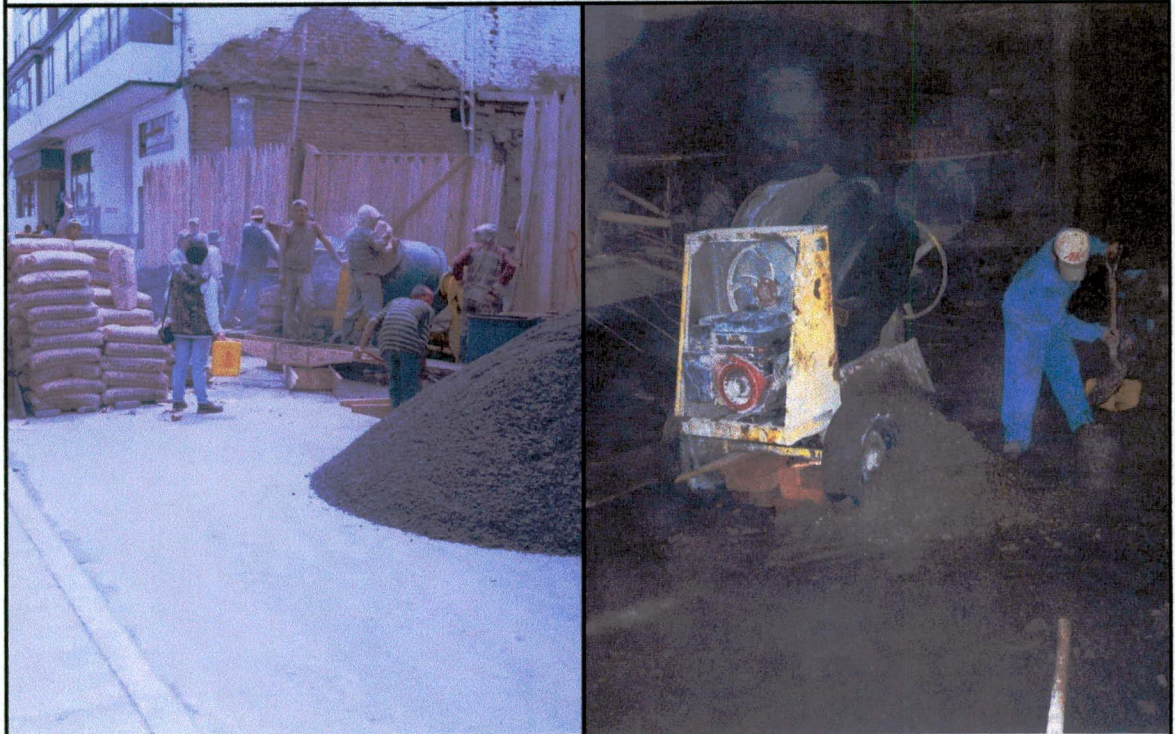


Encofrado, armado y alivianamientos en losa de cubierta piso en edificio auditorio

Capítulo 7
especificaciones para la construcción y anexos de las pruebas de control



Producción y colocación de hormigón en columnas



Producción y manejo del hormigón

Capítulo 7
especificaciones para la construcción y anexos de las pruebas de control



Colocación de hormigón en losas



Colocación de hormigón en losas

Capítulo 7
especificaciones para la construcción y anejos de las pruebas de control



Vibrado y curado del hormigón



Encofrado y hormigonado de dinteles

Capítulo 7***especificaciones para la construcción y anexos de las pruebas de control***

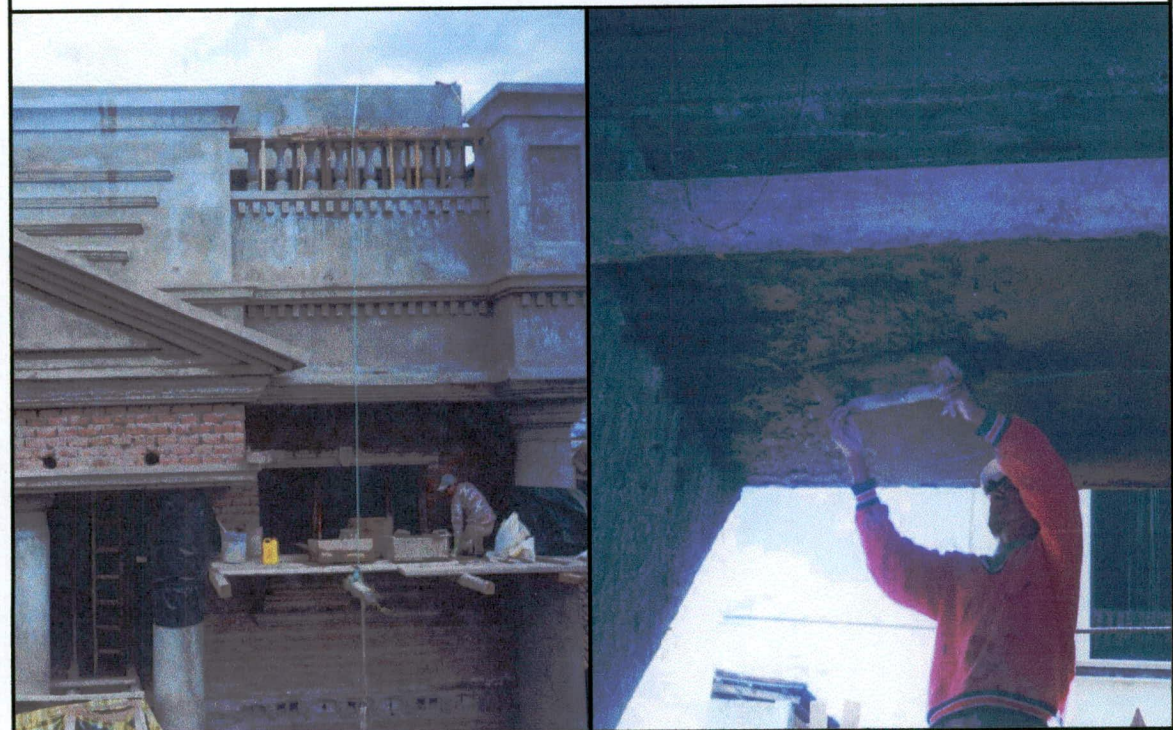
**Mampostería de ladrillo****Mampostería de ladrillo**

Capítulo 7

especificaciones para la construcción y anexos de las pruebas de control



Enlucido con mortero 1:3



Enlucido con mortero 1:3

SEXTA PARTE

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez desarrollado el tema propuesto y en base a la información obtenida durante la ejecución del mismo se puede concluir y recomendar:

- Es de suma importancia que quien ejerza dentro de un proyecto la fiscalización, tenga en cuenta las siguientes consideraciones:
 - ✓ Estudiar a cabalidad planos y especificaciones de la obra; en caso de existir dudas, estas se deben aclarar oportunamente.
 - ✓ Hacer notar y/o solucionar cualquier duda, falla o mala interpretación en los planos y especificaciones, que tenga el contratista antes y durante la ejecución de los trabajos.
 - ✓ Aceptar o rechazar materiales, equipos, personal o métodos de construcción, sin dejar de consultar las especificaciones técnicas del proyecto.
 - ✓ Controlar la calidad de la obra en cuanto a materiales, ejecución y dimensiones; es decir un control estricto de ejecución de acuerdo con los planos.
 - ✓ Controlar las cantidades de obra que se vayan ejecutando y ver que se ajusten a lo programado.
 - ✓ Verificar niveles, alineamientos, ángulos en todo elemento, como: vigas, columnas, mampostería, enlucidos; en el caso de armaduras de elementos estructurales verificar se realice de acuerdo con los planos; esto antes de autorizar el hormigonado de cualquier elemento.

- ✓ Controlar en forma estricta el hormigonado de todos los elementos estructurales; en cada caso verificar:
 - Dosificación
 - Cantidad de agua
 - Proceso de hormigonado
 - Vibrado
 - Curado
 - Toma de muestras para verificación de la resistencia; además, llevar un control estricto de las fechas cuando se debe efectuar las pruebas de compresión.

- ✓ Llevar el libro de obra diariamente, incluir aquí: control de personal, equipo, estado del tiempo, actividades y obras ejecutadas. Registrar las novedades que se presenten.

- ✓ Elaborar informes periódicos del avance de la obra y la calidad de los trabajos.

- ✓ Informar al contratista con la debida anticipación de cualquier cambio o modificación en el proyecto.

- ✓ De existir alguna novedad e incumplimiento de las disposiciones de fiscalización reportarlo inmediatamente a los superiores.

- ✓ En caso de interrupciones de servicios públicos y/o privados, notificar y acordar con los interesados; ver que la molestia sea mínima; que los arreglos se den rápidamente.

- ✓ Velar por que el personal del contratista cumpla con las normas de seguridad contra accidentes y que se coloquen los señalamientos necesarios.

- ✓ Ver que terceros no sean dañados por motivos de los trabajos; atenderlos cuando presenten reclamos por motivos de las obras y tratar de solucionar los problemas que se presenten.
 - ✓ Defender los intereses de la entidad contratante en lo que se refiere a responsabilidades legales que puedan surgir a consecuencia de la ejecución de los trabajos hacia terceros.
 - ✓ Velar por que las relaciones entre el fiscalizador, su personal y el contratista, su personal y terceros sean armoniosas, sin perjuicios de los intereses de la entidad contratante.
-
- El cemento es el componente más susceptible de los que forman al hormigón, razón por la que se lo debe proteger de la humedad, evitar su largo almacenamiento y restringir el uso de este cuando proviene de sacos rotos o se note la presencia de grumos que no se deshacen con facilidad al presionarlo con los dedos.
 - No es necesario realizar pruebas para la determinación de las características del cemento, pues este se obtiene de un proceso de fabricación normado y aunque las características entre uno y otro no difieran considerablemente, estas dependen del fabricante.
 - Se recomienda usar una sola marca de cemento durante el hormigonado de un elemento estructural, de preferencia el usado en el diseño la mezcla de hormigón.
 - Las características físicas de los agregados a utilizarse deben establecerse previo el diseño del hormigón, a partir de estas se determinara las proporciones para la mezcla, y parte de las características del hormigón es estado fresco como en estado endurecido dependen de las propiedades de estos.

- Para la fabricación de los hormigones utilizados en la construcción de la Ampliación del edificio de la Corte Superior de Justicia de Loja se utilizaron agregados del río Malacatos, del sitio El Porvenir, obteniéndose un valor para el módulo de finura de la arena de 4,32 y 4,01 para el primer y segundo diseño respectivamente; y un valor de 37,5 mm para el tamaño máximo del agregado grueso de ambos.
- La producción y manejo del hormigón debe ser un proceso organizado, previo a la realización de este trabajo es importante tener en cuenta las siguientes actividades:
 - ✓ Selección de los componentes del hormigón y determinación de las propiedades de los mismos.
 - ✓ Diseño de la mezcla de hormigón, en base a las propiedades de los materiales seleccionados.
 - ✓ Producción de la mezcla del hormigón (mezclas de prueba).
 - ✓ Verificar de las características del hormigón en estado fresco y endurecido. Las mezclas en todos los casos deben tener concordancia con los requisitos especificados, si no es así, se deberán realizar ajustes a la misma.
- Una vez obtenidas las cantidades de cada material es conveniente realizar una corrección por contenido de humedad, pues si los agregados están saturados de agua se produce un incrementando en la cantidad de agua calculada para la dosificación lo que provocará una disminución de la resistencia; caso contrario si los agregados están muy secos, el agua será absorbida por estos produciendo una disminución del agua de amasado lo que provocaría agrietamientos durante el endurecimiento de la mezcla.

- Es conveniente una vez mezclados todos los materiales se debe tener presente que el asentamiento en el cono de Abrams este dentro de los límites especificados en la dosificación, en caso de que no lo este se deberá realizar una corrección por asentamiento.
- Debe cuidarse que la dosificación de cada material se haga cuidadosamente, esto para dar las propiedades deseadas al hormigón fresco y endurecido según lo especificado en el diseño de la mezcla.
- El hormigonado en vigas, losas, columnas y otros elementos estructurales se debe hacer sin interrupción; razón por la que, debe disponerse del personal y material necesarios de forma que cuando se comience a hormigonar no se interrumpa el trabajo hasta la completa terminación del mismo.
- Uno de los factores de mayor importancia para la buena calidad del hormigón es la relación agua /cemento, esta se determina en base al tipo de estructura y tiene gran influencia principalmente en la resistencia del hormigón, pues mientras mayor es la cantidad de agua en una mezcla, esta será menos resistente; y se la considera como de mala calidad.
- La concentración de la pasta o relación agua/cemento para la primera y segunda dosificación fue 2,088 y 1,974
- La calidad del hormigón se basa en su capacidad de satisfacer una necesidad (especificaciones), siempre que al producirlo se cumpla fielmente el diseño (técnica y económicamente).
- El control del hormigón debe ser oportuno y eficaz; de forma que la realización de pruebas y determinación de resultados sean inmediatos o a corto plazo, con el objeto de tomar decisiones en forma rápida.

Capítulo 8

Conclusiones y recomendaciones

- Es recomendable realizar un control interno o autocontrol permanente dentro del proceso de producción del hormigón, esto con el fin de hacer de este trabajo una actividad organizada y responsable, así pues es necesario realizar controles periódicos de las materias primas (cemento, agua, agregados, aditivos); y el control de calidad de la producción de hormigón.
- La resistencia promedio del hormigón obtenida mediante las pruebas de compresión con cilindros siempre debe ser mayor que la especificada, si su valor es menor, no deberá serlo en más de 3,5 MPa (35 Kg/cm²).
- Los ensayos no destructivos son pruebas prácticas para la verificación de la resistencia del hormigón, se caracterizan por que se realizan una vez que el hormigón ha sido puesto en obra y ha endurecido, los instrumentos para la realización de estos ensayos generalmente son de fácil manejo y transportación a los lugares donde se los requiera.
- Si las pruebas de compresión en cilindros no satisfacen el requerimiento de resistencia, pueden efectuarse pruebas de campo mediante ensayos no destructivos con el objeto de verificar la calidad del hormigón, pero estas pruebas de campo nunca deben remplazar a las primeras.
- Cuando los ensayos de resistencia a la compresión en cilindros no son satisfactorias se puede complementar la información realizando pruebas de extracción de núcleos de los elementos de obra que se desee, estas pruebas nos ayudan a evaluar la calidad del hormigón colocado; pero no deben reemplazar a las antes mencionadas.
- Para la construcción de la Ampliación del Edificio de la Corte Superior de Justicia de Loja se obtuvo como dosificación 1:3:2,5 en el primer diseño y 1:2,5:2,5 en el segundo; dando en ambos casos excelentes resultados, pues los hormigones fabricados bajo estas dosificaciones alcanzaron la resistencia especificada para la cual fueron diseñados.

BIBLIOGRAFÍA

- Cassinello Pérez Fernando, *CONSTRUCCIÓN HORMIGONERÍA*, Editorial Rueda, Madrid, España, 1974.
- Sánchez de Guzmán Diego, *TECNOLOGÍA DEL CONCRETO Y DEL MORTERO*, 5ta. Edición, Bhandar Editores Ltda., Santa Fe de Bogota, Colombia, 2001.
- *TÉCNICA Y PRACTICA DEL HORMIGÓN*, 9na. Edición, Ediciones CEAC, Barcelona, España, 1974.
- *TÉCNICA CONSTRUCTIVA*, 4ta. Edición, Ediciones CEAC, Barcelona, España, 1983.
- *MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN*, 4ta. Edición, Ediciones CEAC, Barcelona, España, 1983.
- *TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN*, Vol. I, Edición española traducida del francés, Editores Técnicos Asociados S.A., Barcelona, España, 1979.
- Velasco Carlos & Suárez Ricardo, *MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS*, 1978.
- Asociación Nacional Española de Fabricantes de Hormigón Preparado, *MANUAL DE CONSEJOS PRÁCTICOS SOBRE HORMIGÓN*, 15va. Edición, 1991.
- Moreira Jorge Enrique, *MEMORIAS DEL SEMINARIO TECNOLOGÍA DEL HORMIGÓN*, Universidad Técnica Particular de Loja, Facultad de Ingeniería Civil, 4 al 8 de Mayo de 1998.
- Centro Técnico del Hormigón, *MEMORIAS DEL SEMINARIO TECNOLOGÍA DEL CONCRETO*, Colegio de Arquitectos del Ecuador, núcleo Loja, 8 al 10 de Mayo del 2001.
- INEN, *CODIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCION*, Normas para la construcción, Quito, 1977.

INDICE

Contenido	Página
PRIMERA PARTE : GENERALIDADES SOBRE FISCALIZACIÓN	
Capítulo 1	
FISCALIZACIÓN DE OBRAS	
1.1 Generalidades	2
1.2 Función de la fiscalización	3
1.3 Actividades de la fiscalización	5
1.3.1 Cumplimiento de contratos	5
1.3.2 Control del cumplimiento de la programación	6
1.3.3 Control de los recursos	7
1.3.4 Modificación de planos, diseños o métodos de construcción	8
1.3.5 Control de la calidad, cantidad y económico	11
1.3.6 Control físico y técnico de las obras	12
1.3.7 Informes	13
1.3.8 Control de la seguridad	14
1.4 Actividades adicionales de la fiscalización	14
1.4.1 Coordinación interna de los trabajos	15
1.4.2 Colaboración con las autoridades	15
1.4.3 Actualización de los programas de inversiones	15
1.4.4 Control de la legalidad de los procedimientos	16
1.4.5 Medidas de control de efectos ambientales y de salud	16
1.4.6 Medidas de control en el patrimonio histórico y cultural	16
1.5 Metodología de la fiscalización	17
1.5.1 Inspecciones	17
1.5.2 Mediciones y cálculos de las cantidades a ser pagadas	18
1.5.3 Registros de trabajo y reportes	20
1.5.4 Diarios de obra	21
1.5.5 Cambios	23

SEGUNDA PARTE : NORMATIVAS PARA LA FISCALIZACIÓN DE EDIFICIOS

Capítulo 2

NORMATIVAS PARA LA FISCALIZACIÓN DE EDIFICIOS

2.1 Normas para el acero de refuerzo	25
2.2 Normas para el concreto	26
2.3 Normas para encofrados	30
2.4 Normas para enlucidos	32
2.5 Normas para estructuras de madera	33
2.6 Normas para estructuras metálicas	34
2.7 Normas para excavaciones	35
2.8 Normas para frisados	37
2.9 Normas para juntas en el concreto	38
2.9.1 Normas para juntas de construcción	38
2.9.2 Normas para juntas de expansión	39
2.10 Normas para mampostería	39
2.11 Normas para pinturas	40
2.12 Normas para rellenos	41
2.13 Normas para revestimientos	42
2.14 Normas para tuberías	43

TERCERA PARTE : MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DEL HORMIGÓN

Capítulo 3

EL CEMENTO

3.1 Definición	47
3.2 Propiedades químicas	47
3.2.1 Hidratación del cemento	47
3.2.2 Calor de hidratación	48
3.2.3 Resistencia a los sulfatos	49
3.3 Propiedades físicas y mecánicas	49
3.3.1 Peso específico (densidad)	49

3.3.2 Superficie específica (finura)	50
3.3.3 Consistencia normal	51
3.3.4 Fraguado del cemento	51
3.3.5 Falso fraguado	52
3.3.6 Estabilidad de volumen	53
3.3.7 Resistencia mecánica	53
3.4 Clasificación del cemento	54
3.5 Control de calidad del cemento. Especificaciones	58

Capítulo 4

EL AGUA

4.1 Definición	60
4.2 Agua de mezclado	60
4.3 Agua de curado	61
4.4 Calidad del agua	62
4.5 Cantidad de agua	63
4.6 Control de calidad del agua. Especificaciones	64

Capítulo 5

LOS AGREGADOS

5.1 Definición	66
5.2 Origen de los agregados. Geología y Petrografía	66
5.3 Clasificación de los agregados	68
5.3.1 Clasificación según su tamaño	68
5.3.2 Clasificación según su procedencia	68
5.3.3 Clasificación según su densidad	69
5.4 Propiedades químicas	69
5.4.1 Epitaxia	69
5.4.2 Reacción Agregado-Álcali	69
5.5 Propiedades físicas	70
5.5.1 Granulometría	70
5.5.2 Forma	71

5.5.3 Textura	71
5.5.4 Superficie específica	72
5.5.5 Densidad o peso específico	72
5.5.6 Porosidad y Absorción	74
5.5.7 Peso volumétrico	74
5.5.8 Abultamiento de la arena	75
5.6 Propiedades mecánicas	76
5.6.1 Resistencia de las partículas del agregado	76
5.6.2 Tenacidad	76
5.6.3 Adherencia	77
5.6.4 Dureza	77
5.6.5 Sustancias perjudiciales	77
5.6.6 Sanidad de los agregados	78
5.7 Control de calidad de los agregados. Especificaciones	79

CUARTA PARTE : ESTUDIO DEL HORMIGÓN

Capítulo 6

ESTUDIO DEL HORMIGÓN

6.1 Definición	81
6.2 Composición, características y funciones de sus componentes	81
6.2.1 Cemento	82
6.2.2 Agua	82
6.2.3 Agregados	82
6.2.4 Aire	82
6.2.5 Aditivos	83
6.3 El hormigón fresco. Propiedades	83
6.3.1 Manejabilidad	83
6.3.2 Consistencia	83
6.3.3 Plasticidad	84
6.3.4 Segregación	84
6.3.5 Exudación	84
6.4 El hormigón fraguado y endurecido. Propiedades	85

6.4.1 Resistencia	85
6.4.2 Durabilidad	85
6.4.3 Permeabilidad	86
6.4.4 Deformabilidad	86
6.4.5 Resistencia al desgaste	86
6.4.6 Adherencia	86
6.4.7 Compacidad	87
6.4.8 Peso unitario	87
6.4.9 Cambios volumétricos debidos a cambios térmicos	87
6.5 Diseño de mezclas de hormigón	88
6.6 Producción y manejo del hormigón	106
6.6.1 Proceso de producción del hormigón	107
6.6.2 Proceso de manejo del hormigón	111
6.7 Curado del hormigón	113
6.8 Control de calidad del hormigón	115
6.8.1 Ensayos que se realizan sobre el hormigón fresco	116
6.8.2 Ensayos que se realizan sobre el hormigón endurecido	118
6.8.3 Ensayos no destructivo	124
6.8.4 Ensayos destructivos	129

QUINTA PARTE : ESPECIFICACIONES Y ANEXOS

Capítulo 7

ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN Y ANEXOS DE LAS PRUEBAS DE CONTROL

7.1 Especificaciones para la construcción	138
7.1.1 Descripción general	138
7.1.2 Características constructivas	138
7.1.3 Materiales a utilizarse y especificaciones técnicas	139
7.1.4 Recomendaciones constructivas	140
7.2 Especificaciones para el control de calidad de los materiales	145
7.2.1 Normas y ensayos en el cemento	145

7.2.1.1	Determinación de la densidad absoluta.	
	Norma INEN 156	145
7.2.1.2	Determinación de la densidad aparente del cemento	147
7.2.1.3	Determinación de la consistencia normal del cemento.	
	Método de Vicat. Norma INEN 157	148
7.2.1.4	Determinación del tiempo de fraguado del cemento.	
	Método de Vicat. Norma INEN 158	150
7.2.1.5	Determinación del tiempo de fraguado del cemento.	
	Método de las agujas de Gillmore. Norma INEN 159	152
7.2.1.6	Determinación de la finura del cemento por tamizado seco. Norma INEN 489	153
7.2.2	Ensayos en los agregados	154
7.2.2.1	Requisitos de los áridos para dosificación de hormigones. Norma INEN 872	154
7.2.2.2	Determinación de la densidad y absorción de agua en el árido fino. Norma INEN 856	159
7.2.2.3	Determinación de la densidad y absorción de agua en el árido grueso. Norma INEN 857	162
7.2.2.4	Determinación de la granulometría de áridos. Norma INEN 696	165
7.2.2.5	Determinación del valor de abrasión del árido grueso de partículas menores a 37.5 mm mediante el uso de la máquina de los Ángeles. Norma INEN 860	168
7.2.2.6	Determinación del valor de abrasión del árido grueso de partículas mayores a 19 mm mediante el uso de la máquina de los Ángeles. Norma INEN 861	171
7.2.2.7	Determinación de la masa unitaria o densidad aparente suelta y compactada en áridos. Norma INEN 858	173
7.2.2.8	Determinación de los materiales más finos que 75 micrones. Norma INEN 697	176
7.2.2.9	Determinación del contenido total de humedad en los áridos. Norma INEN 862	177
7.2.2.10	Determinación de impurezas orgánicas en las arenas. Norma INEN 855	179

7.2.2.11 Determinación en el árido fino del porcentaje de partículas en suspensión después de una hora de sedimentación.	
Norma INEN 864	181
7.3 Pruebas de control	182
7.4 Pago de planillas	210
7.5 Análisis de precios unitarios	213
7.6 Historial Fotográfico	229

SEXTA PARTE : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Capitulo 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	240
---------------------------------------	-----

BIBLIOGRAFÍA	246
---------------------	-----

INDICE	247
---------------	-----