

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

USO DE LA ESCORIA DE PIEDRA TRITURADA COMO AGREGADO DEL
CONCRETO

T E S I S

Presentada a la Junta Directiva de la
Facultad de Ingeniería

por

URIAS FREDI FUENTES VELASQUEZ

Al conferírsele el título de

INGENIERO CIVIL

Guatemala, mayo de 1996

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

08
TC3714)
C.4

FACULTAD DE INGENIERIA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la
Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su
consideración mi trabajo de tesis titulado:

USO DE LA ESCORIA DE PIEDRA TRITURADA COMO AGREGADO DEL
CONCRETO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la
Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 17 de junio de 1993.



URIAS FREDY FUENTES VELASQUEZ

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO
Vocal 1o.
Vocal 2o.
Vocal 3o.
Vocal 4o.
Vocal 5o.
SECRETARIO

Ing. Julio Ismael González Podszueck
Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra
Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez
Br. Fernando Waldemar de León Contreras
Br. Pedro Ignacio Escalante Pastor
Ing. Francisco Javier González López

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL
EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO
EXAMINADOR
EXAMINADOR
EXAMINADOR
SECRETARIO

Ing. Jorge Mario Morales González
Ing. Raúl Alberto Marroquín Marroquín
Ing. Julio Guillermo García Ovalle
Ing. Erick Rosales Torres
Ing. Edgar José Aurelio Bravati Castro



Guatemala, 12 de Marzo de 1996

Ingeniero
Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
Coordinador del Area de Materiales
Facultad de Ingenieria
Presente.

Ing. Quiñones:

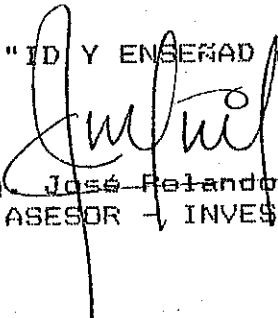
Por medio de la presente le informo a usted que he revisado el trabajo de tesis titulado **USO DE LA ESCORIA DE PIEDRA TRITURADA COMO AGREGADO DEL CONCRETO**, el cual fue realizado por el estudiante **URIAS FREDI FUENTES VELASQUEZ**.

El estudio presenta resultados reales de los actuales procesos de fabricación y hace una evaluación de las características mecánicas con diferentes porcentajes de escoria de piedra en las mezclas de concreto. Considerandolo de gran importancia para la ingeniería de nuestro medio; por lo que me permito recomendar su aprobación.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. José Felando Barrios M.
ASESOR - INVESTIGADOR



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

Guatemala, 21 de marzo de 1,996

Ingeniero Jack Douglas Ibarra,
Director de la Escuela
de Ingeniería Civil,
Facultad de Ingeniería.

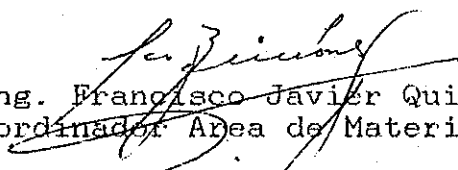
Señor Director,

Informo a usted que he revisado el trabajo de tesis titulado
USO DE LA ESCORIA DE PIEDRA TRITURADA COMO AGREGADO DEL CONCRETO,
realizado por el estudiante universitario **Urias Fredi Fuentes
Velásquez,** quien contó con la asesoría del Ing. José Rolando
Barrios Morataya.

El trabajo fue desarrollado experimentalmente, cumple con
los objetivos para los cuales fué planteado y aporta valiosa
información para la ingeniería nacional, por lo que recomiendo su
aprobación.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Francisco Javier Quiñonez
Coordinador Area de Materiales

FJQ/jma




FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. José Rolando Barrios M. y del Coordinador del Area de Materiales Ing. Francisco Javier Quiñón de la Cruz, sobre el trabajo de tesis del estudiante Urias Fredi Fuentes Velásquez, titulado USO DE LA ESCORIA DE PIEDRA TRITURADA COMO AGREGADO DEL CONCRETO, da por este medio su aprobación a dicha tesis.


Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano



Guatemala, abril de 1,996.

JDIS/bbdeb.



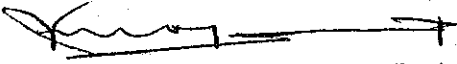
FACULTAD DE INGENIERIA

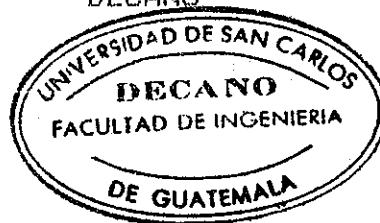
Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano, al trabajo de tesis USO DE LA ESCORIA DE PIEDRA TRITURADA COMO AGREGADO DEL CONCRETO, del estudiante Urias Fredi Fuentes Velásquez, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:


Ing. Julio Ismael González Podszueck
DECANO



Guatemala, abril de 1,996

/bbdeb.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Al Ing. José Rolando Barrios, por la asesoría y colaboración en la realización del presente estudio.

Al Ing. Erick Rosales Torres y personal del Laboratorio de Concretos, del Centro de Investigaciones de Ingeniería por su colaboración.

A la Ing. Telma Cano y personal del Laboratorio de Química Industrial del Centro de Investigaciones de Ingeniería, por su ayuda.

Al Ing. Julio Roberto Luna e Ing. Carlos Pérez, del Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas, de la Facultad de Ingeniería, por sus colaboración.

Al Ing. Juan Miguel Rubio y personal del Laboratorio de Metales, del Centro de Investigaciones de Ingeniería, por su ayuda en la realización de pruebas.

Al personal y Gerente de la Empresa Adoblock, por su ayuda y colaboración en la elaboración de bloques y adoquines.

Al personal y Gerente de la Fábrica de tubos Los Canarios, por su ayuda y disponibilidad en la elaboración de muestras de tubos de cemento.

A todas aquellas personas que ayudaron en la realización de la presente tesis.

DEDICATORIA

A: MIS PADRES
Carmen María Velásquez
Marselino Fuentes

MI ESPOSA
Lesvia de Fuentes

MI HIJA
Joseline Andrea

I N D I C E

	Página
GLOSARIO	01
INTRODUCCION	03
OBJETIVOS	04
ANTECEDENTES	05
CAPITULO 1	
COMPOSICION QUIMICA DE LA ESCORIA	06
1.1 REACCIONES QUIMICAS DE LOS AGREGADOS	06
1.2 NORMAS APLICABLES	08
1.3 PROCEDIMIENTO DE ANALISIS	08
1.4 PRUEBA DE BARRA DE MORTERO	08
CAPITULO 2	
ANALISIS PETROGRAFICO DE LA ESCORIA	09
2.1 IMPORTANCIA Y USOS	09
2.2 PROCEDIMIENTO	09
CAPITULO 3	
REQUISITOS FISICOS DE LA ESCORIA	11
3.1 FORMA Y TEXTURA DE LAS PARTICULAS	11
3.2 ADHERENCIA DEL AGREGADO	11
3.3 TENACIDAD	12
3.4 ABRASION	12
3.5 PORCENTAJES DE ARENA Y PIEDRIN	12
3.6 ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA ESCORIA	12
3.7 PESO VOLUMETRICO	13
3.8 TAMIZ 200	14
3.9 PESO ESPECIFICO	14
3.10 PORCENTAJE DE ABSORCION	14
3.11 CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA	15
3.12 PORCENTAJE DE VACIOS	15
3.13 MODULO DE FINURA	15
CAPITULO 4	
ELABORACION DE MEZCLAS	16
4.1 PROPORCIONES UTILIZADAS EN LA ELABORACION DE BLOQUES	17
4.2 PROPORCIONES UTILIZADAS EN LA ELABORACION DE ADOQUINES	19
4.3 PROPORCIONES UTILIZADAS EN LA ELABORACION DE TUBOS DE CEMENTO DE DIAMETRO 10"	20
CAPITULO 5	
ANALISIS DE RESULTADOS	22
5.1 COMPOSICION QUIMICA DE LA ESCORIA	22
5.2 ANALISIS PETROGRAFICO DE LA ESCORIA	22
5.3 REQUISITOS FISICOS DE LA ESCORIA	23
5.4 ANALISIS DE RESULTADOS DE LAS MEZCLAS	25

CAPITULO 6	
APLICACIONES	35
6.1 BLOQUES	35
6.2 ADOQUINES	38
6.3 TUBOS DE CEMENTO SIN REFUERZO DE 10"	40
6.4 COSTOS DE LAS PRUEBAS	42
CAPITULO 7	
7.1 ANALISIS DE RESULTADOS DE PRUEBAS EN APLICACIONES	43
7.1.1 BLOQUES	43
7.1.2 ADOQUINES	46
7.1.3 TUBOS DE CEMENTO SIN REFUERZO DE 10"	49
7.2 ANALISIS DE COSTOS	52
7.2.1 ANALISIS DE COSTOS EN BLOQUES	52
7.2.2 ANALISIS DE COSTOS EN ADOQUINES	53
7.2.3 ANALISIS DE COSTOS EN TUBOS DE CEMENTO	54
CONCLUSIONES	59
RECOMENDACIONES	60
REFERENCIAS	61
BIBLIOGRAFIA	62
APENDICES	63
APENDICE A: PROCESO DE ELABORACION DE ESCORIA	
APENDICE B: RESULTADOS DE LABORATORIO DE LA ESCORIA DE PIEDRA TRITURADA	
APENDICE C: RESULTADOS DE PRUEBAS DE MEZCLAS (CILINDROS)	
APENDICE D: RESULTADOS DE PRUEBA DE LABORATORIO EN APLICACIONES	
APENDICE E: RESISTENCIA ADOQUINES DE CONCRETO CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA	

GLOSARIO

1. **AGREGADOS**
Son materiales pétreos inertes resultantes de la desintegración de las rocas o de la trituración de las mismas.
2. **CALIZAS**
Rocas naturales con contenido de carbonato de calcio, se llama caliza dolomítica a la que además contiene carbonato de magnesio.
3. **CEMENTO PORTLAND**
Es un cemento hidráulico producido por la pulverización del clinker, consistente esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos; usualmente contiene una o más formas de sulfato de calcio agregado durante la molienda del clinker, cumple con las especificaciones de la norma COGUANOR NGO 41005.
4. **CONCRETO U HORMIGON**
Material compuesto, que consiste esencialmente de un medio aglomerante dentro del cual están embebidas partículas o fragmentos de agregado; en el hormigón de cemento hidráulico el aglomerante está formado por una mezcla de cemento hidráulico y agua.
5. **CURADO**
Control de humedad, temperatura y en algunos casos de presión, durante un período de tiempo determinado a partir del inicio del fraguado para que el concreto adquiera su resistencia requerida.
6. **ESCORIA TRITURADA**
Material que resulta de la trituración artificial de las rocas calizas, en el cual substancialmente todos los fragmentos tienen caras originadas por la acción de la trituración.
7. **EXUDACION**
Flujo natural de una parte del agua utilizada en la mezcla de concreto o mortero fresco, debido al asentamiento de los materiales sólidos dentro de la masa, también llamada ganancia de agua.
8. **METEORIZACION**
Conjunto de procesos externos que provocan la alteración de rocas superficiales; puede ser química, mecánica, física y biológica.

9. **NORMAS**
Disposiciones que regulan las pruebas de los materiales, son de conocimiento general.
10. **PETROGRAFIA**
Parte de la Geología que pone énfasis en la descripción de las rocas, desde el punto de vista de la textura, mineralogía y composición química.
11. **RELACION AGUA-CEMENTO**
Relación que existe entre la masa de agua y la masa de cemento en una mezcla de hormigón o mortero; este valor preferiblemente se establece como una fracción decimal.
12. **SECCIONES DELGADAS**
Láminas de roca delgadas; es decir, se adelgazan hasta hacerlas traslúcidas.
13. **TAMIZ**
Malla metálica de aberturas de tamaño uniforme. Sirve para clasificar los agregados o suelos, haciendo que éstos pasen por dichas mallas.
14. **TENACIDAD**
Propiedad mecánica definida como la resistencia que opone un material a la rotura.
15. **TEXTURA**
Apariencia que se observa en la superficie pulida de una roca homogénea o arreglo mineral que se debe al grado de cristalización, tamaño y forma de los cristales.
16. **TRABAJABILIDAD O MANEJABILIDAD**
Conjunto de propiedades del concreto que determinan la facilidad y homogeneidad del mezclado, colocado, compactación y acabado.

INTRODUCCION

El presente estudio proviene de una inquietud debida al crecimiento de la actividad constructiva en nuestro medio, y a la necesidad de investigar las características en general de la escoria de piedra triturada, como agregado nuevo dentro de los componentes de las mezclas, las cuales son utilizadas en la elaboración de bloques de arena pómez, adoquines y tubos de cemento.

Este material es ya utilizado en algunas fábricas de la Ciudad Capital; pero en otras no saben de la existencia de la escoria, es por ello que se investigan las propiedades de este material, así como las ventajas y desventajas que se tienen al utilizarlo en las mezclas.

El objetivo esencial consiste en comparar los resultados con otros materiales y en cantidades distintas, utilizando en este caso la escoria de piedra triturada como material de estudio.

Este trabajo se divide en capítulos donde se describen las características de este material que procede de la trituración de rocas.

En el capítulo inicial se describe el procedimiento del análisis químico de la escoria, sus componentes y características principales; luego se realiza una descripción del análisis petrográfico, como también se describen las propiedades físicas de la escoria, descrita como material fino.

Posterior a ello se procede a enunciar el método utilizado en la elaboración de mezclas, como también de la elaboración de especímenes cilíndricos de dichas mezclas.

Se efectúa el análisis de resultados de los ensayos químico, petrográfico y físico.

Se describe el procedimiento en la elaboración y la cantidad de muestras de bloques, adoquines y tubos de cemento. Por último se analizan los resultados de las pruebas en las aplicaciones, donde también se detallan los costos de cada mezcla.

Lo anterior se realiza para determinar la conveniencia o no de utilizar la escoria; así como determinar la mezcla adecuada en la elaboración de bloques, adoquines y tubos de cemento.

OBJETIVOS

GENERAL

Determinar la calidad de la escoria de piedra triturada como agregado del concreto.

ESPECIFICOS

1. Establecer las ventajas y desventajas de la escoria de piedra triturada, utilizada en diferentes proporciones dentro de las mezclas.
2. Analizar las proporciones a usar de este material, a fin de determinar la más adecuada, dependiendo del uso de tales mezclas.

ANTECEDENTES

La selección, evaluación y proporcionamiento de los agregados es muy importante, ya que constituyen aproximadamente 3/4 partes del volumen total de las mezclas.

Es importante que al necesitar un concreto con características específicas, se pueda contar con datos de varias mezclas para un determinado uso.

El agregado dentro de la mezcla, constituye un llenador de bajo costo y contribuye a la economía de la misma; además provee una masa de partículas resistentes a cargas, abrasión, impermeabilización y al paso de la edad. De igual forma reducen los cambios volumétricos debidos a la contracción por fraguado y secado de la pasta agua-cemento.

Se han elaborado varios estudios relacionados con la fabricación de bloques, adoquines y tubos de cemento, por separado; pero en el presente estudio se analizan en conjunto los tres elementos de construcción, para que el fabricante tenga una amplia gama de mezclas con características específicas.

CAPITULO 1

COMPOSICION QUIMICA DE LA ESCORIA

En el contenido de este capítulo se pretende analizar los porcentajes de óxido de calcio (CaO) y de óxido de magnesio (MgO), así como las impurezas presentes en la escoria. Se tiene como propósito determinar si este material es químicamente adecuado o no para utilizarlo como agregado del concreto.

La muestra de aproximadamente 300 gramos de material a analizar, se obtuvo del material adquirido para tal efecto, en la empresa productora, la cual se llevó al laboratorio de Química Industrial del Centro de Investigaciones de Ingeniería, para efectuar el análisis correspondiente.

1.1 REACCIONES QUIMICAS DE LOS AGREGADOS

En estructuras de concreto, se ha observado que se encuentran daños por cambio de volumen, agrietaduras, y a veces hasta explosiones internas, las cuales provocan deterioro; lo cual se debe al desconocimiento de los componentes de los agregados que ocasionan reacciones químicas en combinación con la pasta de cemento portland, temperaturas altas o bajas, etc. (1)

1.1.1 REACCION ALCALI-AGREGADO

En el concreto se han observado algunas reacciones químicas nocivas entre el agregado y la pasta de cemento circundante. La más común ocurre entre los componentes reactivos de la sílice del agregado y los álcalis del cemento. La reacción empieza con el ataque sobre los minerales silíceos del agregado procedentes de los hidróxidos alcalinos, derivados de los álcalis del cemento. En consecuencia, se forma un gel de álcalis y silicatos, y se produce una alteración de los límites del agregado. (1)

Otros factores que influyen en el desarrollo de la reacción entre el álcalis y el agregado, son la existencia de agua no evaporable en la pasta y la permeabilidad de ésta. La humedad es necesaria y la reacción se acelera en condiciones de humedad y secados sucesivos.

La temperatura acelera la reacción, por lo menos dentro de la gama de 10 a 30 grados centígrados. Por lo tanto, puede verse que el problema de reacción entre el álcalis y agregados se vuelve complejo, debido a la intervención de factores químicos y físicos. (2)

1.1.2 REACCION ALCALI-SILICE

La reacción de los álcali (Na_2O y K_2O) procedentes del cemento o de otras fuentes, con el hidróxido de potasio, sodio y calcio, con los componentes silíceos de los agregados, provocan decrementos de volumen y concentración del concreto por desecación.

Las sustancias reactivas presentes en las rocas, minerales y sustancias que pueden causar reacciones dañinas en el concreto son: opalo, calcedonia, algunas formas de cuarzo, cristobalita, tridimita; cristales riolíticos, dacíticos, latíticos, andesíticos o productos cripto cristalinos de la descristalización; y cristales silíceos sintéticos. (1)

Para cualquier fuente que se pretenda extraer material, con el fin de utilizarlo como agregado del concreto, se recomienda practicarle las siguientes pruebas: examen petrográfico, prueba química y de barra de mortero, para determinar la reactividad potencial. (1)

1.1.3 REACCION EXPANSIONAL ALCALI-CARBONATO

Algunas rocas carbonatadas reaccionan con los álcali provocando expansión y agrietamiento perjudiciales. Las reacciones que afectan al concreto, generalmente se asocian con calizas dolomíticas arcillosas. En este caso, sucede un proceso de dolomitización que lleva a la formación de brucita y a la regeneración del álcali; ésto es, que el álcali existente es consumido durante la reacción. La presencia de minerales arcillosos puede ser significativa y su aumento de volumen cuando quedan expuestos a la humedad durante el proceso de dedolomitización es la base de una de las posibles explicaciones de la reacción. (1)

El concreto afectado por la reacción expansiva álcali-carbonato, se caracteriza por un patrón de agrietamiento, generalmente, más desarrollado en las partes de la estructura en la que el concreto tiene una constante de renovación de humedad. (1)

Entre los procedimientos recomendados para disminuir la reactividad álcali-carbonato están: evitar el empleo de rocas reactivas por medio de una extracción selectiva, dilución con agregados no reactivos o el uso de un tamaño mínimo, aplicación de un concreto de bajo contenido álcali (posiblemente un 0.4% de álcali combinado o menos). (1)

1.1.4 OTRAS REACCIONES

Dentro de otras reacciones químicas, se encuentra la de oxidación de hidratación de ciertos óxidos minerales inestables, sulfatos y sulfitos (óxido de magnesio anhidro,

óxido de calcio, sulfato de calcio y oxidación de pirita); impurezas de los agregados tal como el hierro metálico y materia orgánica. (1)

1.2 NORMAS APLICABLES

Las normas que se aplican al análisis químico de la escoria son: COGUANOR NGO 41019, COGUANOR 7001, COGUANOR 41018 y COGUANOR 41021; ASTM C 227 y ASTM 589.

1.3 PROCEDIMIENTO DE ANALISIS

Para el proceso de análisis, se toma como referencia la norma COGUANOR 41019 hl. El método consiste en disolver la muestra en ácido clorhídrico, para separar el residuo insoluble y el óxido de sílice (SiO_2), por filtración y calcinación.

Se filtra la muestra para determinar el óxido de calcio por precipitación con oxalato de amonio, $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ y posterior valoración con solución valorada de permangnato de potasio (KMnO_4).

El óxido de magnesio se determina por precipitación con fosfato ácido de sodio y amonio, $\text{Na}(\text{NH}_4)\text{HPO}_4$, y calcinación de dicho precipitado.

1.4 PRUEBA DE BARRA DE MORTERO

Determina la reactividad física del agregado. El procedimiento de análisis se encuentra en la norma ASTM C 227.

El agregado se considera peligroso si se expande más del 0.05% después de 3 meses, o más de 0.1% después de 6 meses. Como se anotó la prueba química a menudo resulta inconcluyente. (2)

No se ha elaborado ninguna prueba simple para detectar las reacciones expansivas en el concreto; en caso de duda, puede ser útil una investigación de textura, de la expansión de la roca colocada en hidróxido de sodio (norma ASTM C 589) o de vigas experimentales hechas con cemento de alto contenido alcalino. Puede observarse que las puzolanas no son efectivas para controlar la expansión causada por reacciones álcali y carbonatos. (2)

CAPITULO 2

ANALISIS PETROGRAFICO DE LA ESCORIA

2.1 IMPORTANCIA Y USOS

Por medio de este análisis se identifica los tipos y variedades de rocas presentes en los agregados; se debe establecer si contienen componentes químicos o volumétricamente inestables y determinar el porcentaje respecto de la muestra; determinar el grado de meteorización o alteración, la forma de las partículas, cuantificar los componentes reactivos potenciales álcali-sílice y álcali-carbonato y recomendar ensayos que confirmen o no la reacción. (1)

2.2 PROCEDIMIENTO

El análisis completo petrográfico en macroscopía de la escoria se realizó en el Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala; se necesita una muestra de 250 gramos, para analizarlos a través de láminas delgadas. A continuación, se presentan los lineamientos para realizar el análisis petrográfico de los agregados del concreto, basado en la norma ASTM C-295.

2.2.1 MUESTREO

Para el muestreo se debe considerar la localización, geología y otros datos pertinentes del sitio de donde se sustrajo la muestra.

Las muestras se tamizan en seco, para obtener muestras de cada tamaño de tamiz; en caso de material fino, se toma una proporción adicional a ensayarse con lavado de agua para que sea tamizado y removido por secado, para proporcionar un muestreo de material que pasa el tamiz de 74 micrones (No. 200). (1)

Cada proporción será examinada, iniciando con el tamaño mayor para facilitar su identificación; puede necesitarse el uso del estereomicroscopio, para facilitar la identificación de pequeñas partículas o el uso de un microscopio petrográfico. Las rocas de grano fino que no puedan ser identificadas macroscópicamente o que consisten o pueden contener componentes dañinos al concreto, serán confirmados mediante el examen estereomicroscópico o por microscopía petrográfica. (1)

Se debe describir cada tipo de roca, durante el examen; con sus características más importantes, como forma de las partículas, superficie, textura, tamaño del grano; estructura interna, porosidad, empaquetamiento y cementación de los

granos; color, composición mineralógica, heterogeneidad significativa; condición física general del tipo de roca de la muestra; revestimiento o incrustaciones y presencia de compuestos conocidos por causar reacciones químicas dañinas en el concreto. (1)

El examen de la escoria, se realiza con un procedimiento similar al de la roca natural, con particular énfasis sobre la cantidad y extensión de fracturación y la cantidad y naturaleza del polvo de roca desarrollado por la operación de trituración. Si una muestra de la roca de la cual la escoria fue producida, está disponible, el examen de ésta, proveerá información de mucha utilidad.

2.2.2 CALCULOS E INFORMES

a) Calcular la composición de cada fracción retenida en los tamices de una muestra heterogénea y la composición en promedio ponderado de toda la muestra.

b) Obtener el porcentaje de peso de la fracción retenida en cada tamiz de la muestra completa (porcentajes retenidos individuales sobre los tamices consecutivos), de la granulometría de la muestra. Al sumar los porcentajes en peso de cada componente de cada fracción tamizada, se obtiene el porcentaje en peso de cada componente de la muestra completa.

Los informes petrográficos proporcionan los datos esenciales para identificar la muestra, fuente, proporción de usos e incluye una descripción de los datos principales sobre composición y propiedades de los materiales revelados por los exámenes; además, registran las pruebas y procedimientos para ello. El informe petrográfico incluirá recomendaciones respecto a investigaciones adicionales como químicos, físicos, geológicos, difracción de rayos X, método de diferencial térmico y otros procedimientos que son dirigidos a la identificación y descripción de los componentes de los agregados. (1)

Este examen indica solamente los elementos que pueden ser dañinos o no para el concreto; pero no proporcionan una evaluación de los daños que puede provocar, es por ello que se recomienda complementarlos con ensayos químicos y realizar la prueba de barra, para obtener una buena evaluación. (2)

CAPITULO 3

REQUISITOS FISICOS DE LA ESCORIA

En este capítulo se pretende especificar las características y requisitos que debe tener la escoria de piedra triturada como agregado del concreto.

El material utilizado para el análisis, se obtuvo en la planta productora de la escoria y se trasladó al laboratorio de Concretos del Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Los agregados manufacturados, son más uniformes en composición mineralógica y tienen menos riesgo de contaminación, hay mejor posibilidad de lograr uniformidad, en las condiciones actuales de producción. (3)

El uso de la escoria triturada de roca de cantera o de grava de canto rodado, ha sido muy limitada en nuestro medio; la escoria es el sobrante de la trituración de la roca de cantera fabricado como agregado grueso.

Los tamaños de los agregados utilizados en el concreto van desde algunos milímetros hasta partículas pequeñísimas de décimas de milímetro de sección transversal. Se procede a describir las características físicas de la escoria.

3.1 FORMA Y TEXTURA DE LAS PARTICULAS

3.1.1 REDONDEZ. Es la medida del filo o angularidad relativa de las bases o esquinas de las partículas. La redondez está controlada principalmente por la resistencia a compresión y abrasión de la roca original, así como del tipo de trituración y su relación de reducción, es decir, la relación que existe entre el tamaño del material que se introduce y el tamaño del producto terminado. La escoria de caliza se clasifica como angular y presenta evidencia de desgaste. (2)

3.1.2 ESFERICIDAD. Función de la relación del área superficial de la partícula respecto a su volumen, también recibe la influencia de la trituración. Las partículas con alta relación área superficial/volumen, disminuyen la trabajabilidad de la mezcla.

3.2 ADHERENCIA DEL AGREGADO

La adherencia entre el agregado y la pasta de cemento es importante para la resistencia del concreto, en especial la resistencia a flexión. Se debe en parte a que el agregado y la pasta se enlazan debido a la aspereza de la superficie del agregado. Una superficie más áspera como la de las partículas trituradas, da como resultado una mejor adherencia. (2)

3.3 TENACIDAD

Se define como la resistencia del agregado a la falla por impacto. Se determina preparando muestras cilíndricas de roca, en las que la altura mínima a la cual se deja caer un peso estándar puede causar falla del espécimen, representa la tenacidad de la muestra. (2)

3.4 ABRASION

Se sujeta al desgaste con arena de cuarzo un espécimen cilíndrico, similar al que se usa en la prueba de resistencia a la trituración. Esta arena se frota contra el espécimen por medio de un disco de metal giratorio. El valor se expresa como 20 menos una tercera parte de la pérdida de peso del cilindro en gramos. Las piedras de buena calidad tienen un valor de abrasión mayor de 17; las piedras cuyo valor sea menor de 14 se consideran pobres. Se aplican las normas ASTM C 418 y ASTM C 779. (2)

3.5 PORCENTAJES DE ARENA Y PIEDRIN

De acuerdo al concepto de agregado fino, de la norma COGUANOR NGO 41006, la cual dice que consiste en aquella porción de un agregado que pasa por el tamiz número 4 (4.75 mm) y que es retenida sobre el tamiz número 200 (75 micrones); al efectuar el análisis de la muestra se determina este porcentaje, se establece también que el complemento del total lo constituye el piedrín fino.

3.6 ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA ESCORIA

Se da ese nombre a la operación de separar una muestra de agregado en fracciones, cada una de las cuales contiene partículas del mismo tamaño. Los tamices son aberturas cuadradas y sus propiedades son descritas en la norma británica BS 410.

Antes de efectuar el análisis granulométrico es preciso secar la muestra con aire, a fin de evitar que los terrones de partículas finas se clasifiquen como si fueran partículas gruesas, así como para que no se tapen los tamices finos. (2)

En nuestro medio se aplican a los agregados las especificaciones: ASTM C33, ASTM C144; AASHTO T84, AASHTO M80 y COGUANOR NGO 41007. En las cuales se establece lo siguiente: las cantidades de agregado fino que pasan los tamices No. 50 y 100 afectan la manejabilidad, facilitan mejores acabados, la textura superficial y la exudación del concreto. En las especificaciones se permite que el tamiz No. 50 deje pasar del 10 al 30%. Un agregado cuyas características son óptimas en su totalidad dará un buen concreto.

El agregado fino no debe tener más del 45% retenido entre dos tamices estándar consecutivos. (3)

Otro requisito para que la mezcla sea trabajable es que debe contener suficiente material cuyo tamaño sea menor de un tamiz de 300 micrones (No. 50 ASTM).

Los agregados de granulometrías discontinuas son aquellos en los cuales faltan algunos tamaños de partículas. La falta de dos o más tamaños sucesivos puede producir problemas de segregación. (3)

Los límites granulométricos para agregado fino, como es analizado en el laboratorio de Concretos, se basan en la norma ASTM C-33, que son descritos a continuación:

mallas	% de materiales que pasa
3/8" (9.5 mm)	100
No. 4 (4.75 mm)	95 a 100
No. 8 (2.36 mm)	80 a 100
No. 16 (1.18 mm)	50 a 85
No. 30 (600 micrones)	25 a 60
No. 50 (300 micrones)	10 a 30
No. 100 (150 micrones)	2 a 10

Los resultados de análisis granulométricos se pueden entender mejor si se presentan gráficamente, por ello se utilizan las curvas granulométricas. Al utilizarlas es posible ver simultáneamente si la granulometría de una muestra se ajusta a las especificaciones; si es demasiado gruesa o fina, o bien deficiente en un tamaño en particular. (2)

Se debe decir que no existe curva granulométrica ideal, pero hay que tratar de lograrla. Además de los requisitos físicos, no se debe olvidar el aspecto económico; el concreto debe ser fabricado con materiales que se puedan producir a bajo costo, de manera que no se pongan límites a los agregados. (2)

La granulometría es de vital importancia en el proporcionamiento de mezclas, aunque su función exacta, en términos matemáticos, todavía no se conoce completamente.

3.7 PESO VOLUMETRICO.

En nuestro medio se manejan los agregados por volumen, por lo cual, se requiere conocer el peso de agregado que llenaría un recipiente de volumen unitario, el cual se conoce como peso volumétrico.

Los métodos para determinar las masas unitarias volumétricas de los agregados se describen en la norma ASTM C29. La masa unitaria volumétrica de los agregados para usarse en varios tipos de concreto son: para concreto aislante liviano, de 100 a 1100; para concreto estructural liviano de 500 a 1100; para concreto de masa normal de 1200 a 1750; y para concreto de gran masa de 1750 kg/m³ en adelante.
(3)

3.8 TAMIZ 200

El porcentaje que pasa el tamiz 200, según la descripción que se obtiene al consultar la norma COGUANOR NGO 41006, representa aquel material muy fino, que ya no se incluye en la definición de agregado fino; por lo tanto implica tener presente cierta cantidad de polvillo, resultante de la trituración de la roca.

La presencia de un porcentaje muy elevado de material que pasa este tamiz, representa contar con un material que en lugar de mejorar las características de la mezcla, implica mayor relación agua-cemento, con la consiguiente disminución de sus propiedades.

3.9 PESO ESPECIFICO

El peso específico se define como la relación entre el peso de un volumen dado de material y el peso de un volumen igual de agua destilada a 20 grados centígrados. El peso específico debe estar entre 2.45 y 2.75. (4)

3.10 PORCENTAJE DE ABSORCION

La absorción, según la norma COGUANOR NGO 41006, se define como: el proceso por el cual un líquido es arrastrado dentro de un cuerpo sólido poroso y tiende a llenar los poros permeables del mismo. En el caso del concreto y agregados, el líquido es el agua y el incremento de masa se expresa como porcentaje, referido a la masa seca del cuerpo, el cual se considera seco cuando ha sido tratado por un medio apropiado, para remover el agua no combinada, tal como el secado hasta masa constante a una temperatura entre 100 y 110 grados centígrados.

La porosidad de los agregados, su impermeabilidad y absorción influyen en propiedades como la adherencia entre el agregado y la pasta de cemento, así como en la resistencia de la mezcla. La caliza tiene una porosidad en porcentaje entre 0 y 37.6. (4)

La absorción y la humedad superficial se determinan al seguir los lineamientos descritos en las normas ASTM C70, C127 y C128; con el objeto de controlar la proporción de agua en la mezcla.

La arena aumenta de volumen cuando se encuentra húmeda y se patea o se mueve de alguna otra forma, por esta razón no se recomienda la dosificación por volumen. (3)

3.11 CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA

La materia orgánica que se encuentra en el agregado suele proceder de la descomposición de materia vegetal y se manifiesta como humus o marga orgánica.(2)

Es una sustancia perjudicial, que debe conocerse su contenido, ya que afecta en: el fraguado, endurecimiento, produce deterioro, la hidratación del cemento y si está en alto grado puede reducir la resistencia. El análisis se basa en las normas ASTM C 40 y ASTM C 87. (3,4)

3.12 PORCENTAJE DE VACIOS

El porcentaje de vacíos está asociado con el porcentaje de absorción, si existen vacíos en un material, tendrá mayor capacidad de absorber agua.

El porcentaje de vacíos normal debe estar comprendido entre 36 y 38.

3.13 MODULO DE FINURA

El módulo de finura se obtiene de la suma de los porcentajes acumulados de los agregados retenidos en los tamices estándar, dividida por 100.

Es un indicador de la finura de los granos de un agregado. Es útil para estimar las proporciones de los agregados finos y gruesos en las mezclas.

El módulo de finura debe estar comprendida entre 2.3 y 3.1, no debe variar más de 0.20 del valor supuesto al elegir las proporciones de agregados. (3)

CAPITULO 4

ELABORACION DE MEZCLAS

El concreto es un material compuesto cuyas propiedades dependen de una óptima selección y combinación de sus componentes. Una calidad deficiente en los agregados del concreto, implica un riesgo, absorbido usualmente por el propietario de la obra; por el contrario una calidad excesiva en la proporción de materiales, constituye un desperdicio y corre también por cuenta del propietario. (4)

Lo importante consiste en seleccionar los componentes del concreto, para posteriormente diseñar adecuadamente la mezcla a utilizar.

El objeto de hacer las pruebas, en la elaboración de mezclas es para juzgar y corregir lo siguiente:

- 1 calidad de los componentes,
- 2 procedimiento de dosificación y mezclado,
- 3 características del concreto recién elaborado,
- 4 medios y procedimientos de transporte, colocación, compactación y curación del concreto,
- 5 resistencia del concreto endurecido, por medio de pruebas cilíndricas.

El cemento utilizado en las mezclas, debe cumplir con lo especificado en las normas COGUANOR 41003, 41004, 41005 y 41014; ASTM C 150; ICAITI 41005; AASHTO M85. El agua utilizada debe estar libre de impurezas perjudiciales al concreto.

Los agregados finos y gruesos deben cumplir con las normas COGUANOR NGO 41006 y 41066; ASTM C 33; ASTM C 144 y ASTM C 125, que indican lo siguiente: debe haber control de limpieza de los materiales, en cuanto a limo, arcilla y materia orgánica; verificar su composición granulométrica; controlar las propiedades de los mismos, en cuanto a sanidad, peso específico y forma de las partículas, en caso de que las mismas procedan de la trituración de rocas, como es la escoria. Se debe controlar la segregación y contaminación de los agregados ya clasificados, y por último se debe controlar que el lugar de almacenamiento de los materiales posea un buen drenaje de agua de lavado o de lluvia, en especial con los agregados finos.

En cuanto a la dosificación y mezclado de los materiales o componentes del concreto se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones: corrección del proporcionamiento, de acuerdo con los cambios de humedad y granulometría; verificar el funcionamiento y precisión del equipo de dosificación, por medio de calibraciones y revisiones rutinarias y comprobar la mezcla de materiales en cada

terciado.

En las mezclas se deben tomar en cuenta las normas siguientes:

- 1 Proporciones usadas: se recomienda utilizar el método descrito en la norma COGUANOR NGO 41017 h13.
- 2 Trabajabilidad: expresada en términos de consistencia, la cual se mide por asentamiento de la masa de concreto fresco, de acuerdo a la norma COGUANOR NGO 41017 h4.

Además de las normas COGUANOR, se pueden indicar las normas británicas, de las cuales se aplican así: para el cemento las BS 12, BS 146 y BS 4027; para los agregados finos y gruesos las normas BS 882 y la BS 1047, respectivamente.
(5)

4.1 PROPORCIONES UTILIZADAS EN LA ELABORACION DE BLOQUES

Al diseñar las mezclas para bloques, se tomó como referencia la que actualmente se está empleando en la fábrica, donde se elaboraron los cilindros; el procedimiento de diseño es el siguiente:

Se elaboraron 8 clases de mezclas, en las cuales varía el contenido de escoria de piedra triturada desde una mezcla base, con un contenido de cemento y arena blanca, en ausencia de escoria; pasando por la mezcla utilizada en la fábrica, donde se realizaron los especímenes, hasta una mezcla con un contenido de escoria de 65.40% del total de la mezcla. Cada una de las mezclas con sus respectivos porcentajes de escoria, se presentan a continuación:

Tabla 01: Mezclas para elaborar bloques.

No. de mezcla	Proporción C:A:PP	Porcentaje de escoria	Observaciones
1	1:17.5:0.0	0.00	mezcla base utilizada
2	1:15.6:1.9	10.27	
3	1:13.9:3.6	19.46	
4	1:12.2:5.3	28.65	
5	1:10.5:7.0	37.84	
6	1: 8.8:8.7	47.03	
7	1:7.1:10.4	56.22	
8	1:5.4:12.1	65.40	

En la cual: C= cemento portland, A= arena blanca,
PP= escoria de piedra triturada.
Fuente: proporciones elaboradas.

El proceso de elaboración de muestras de cada una de las mezclas a analizar empezó desde el acarreo de los materiales por medio de carretillas especiales, con medidas establecidas, por lo que el proporcionamiento se hizo por volúmenes. Se procede luego a mezclar los materiales en una mezcladora eléctrica, donde se logra homogeneidad.

En la máquina de fabricación de bloques se colocaron los cilindros metálicos que sirven como moldes de las muestras, se procedió al llenado y vibrado de la siguiente forma: se llenó de mezcla cada cilindro y se procedió a vibrarlos durante 10 segundos, con el vibrador utilizado en la elaboración de bloques, que funciona con un motor eléctrico de 3 caballos de fuerza; se llenó el espacio vacío que dejó al vibrar la mezcla y se vibró 10 segundos. Por último se procedió a llenar y vibrar la mezcla 10 segundos. Luego del proceso de vibración de los cilindros, se alineó la parte superior del molde con material más fino, para poder numerar las muestras.

Al día siguiente de la elaboración de los cilindros, se procedió al desencofrado de los mismos, los cuales tienen 4 tornillos de fijación para lograr que la mezcla no salga del molde. Es importante antes de llenar los cilindros metálicos aplicarles una capa aislante, que en nuestro medio el más utilizado por su bajo costo y efectividad es el aceite quemado, el cual hace que el concreto no se adhiera al molde.

El tipo de curado de las muestras, se realizó de la siguiente manera: se utilizaron dos tipos; el primero consistió en depositar los cilindros de mezclas en un ambiente bajo la sombra por un espacio de tres días, en los cuales los especímenes son rociados con agua, tres veces al día, siguiendo el mismo tipo curado que se hace con los bloques; el segundo tipo de curado se llevó a cabo al introducir los cilindros de mezclas en toneles llenos de agua, por un espacio de 28 días.

Este procedimiento se siguió para todas las mezclas, se cuenta con 4 moldes metálicos, proporcionados por la sección de Morteros, de la Facultad de Ingeniería.

Luego de transcurrido el tiempo de curado, los cilindros que contienen las mezclas se trasladaron al Centro de Investigaciones de Ingeniería, para realizar las pruebas de laboratorio.

Para las mezclas 1, 2, 4, 6, 7 y 8 se obtuvo dos cilindros de cada una; mientras que para las mezclas 3 y 5, 4 cilindros de cada una. De los 20 cilindros elaborados, la mitad se curaron sumergidos en agua por 28 días y la otra mitad el tipo de curado fue a la intemperie de la misma forma en que se curan los bloques.

4.2 PROPORCIONES UTILIZADAS EN LA ELABORACION DE ADOQUINES.

La fábrica donde se elaboraron las mezclas para adoquines, es la misma en la que se trabajó las mezclas para bloques.

Se realizaron 8 mezclas o proporciones, con el objeto de tener una amplia variedad de mezclas a fin de determinar, si la escoria de piedra triturada mejora o no las propiedades de las mezclas utilizadas en la fabricación de adoquines. El contenido de la escoria varía desde el 0% que es la mezcla base, pasando por la mezcla que contiene el 11.11% de escoria, que es la utilizada en la fábrica donde se elaboraron los cilindros; se incrementó la escoria hasta llegar a tener una mezcla que contiene el 19.19% de escoria del total de la proporción.

El procedimiento de elaboración de cada una de las mezclas es el mismo utilizado para las mezclas de bloques, el mismo tiempo y tipo de curado.

Se elaboraron 20 cilindros de concreto, dos cilindros para las mezclas 1, 2, 3, 6, 7 y 8; y cuatro para las mezclas 4 y 5; de los cuales, el 50% el tipo de curado fue sumergidos en agua durante 28 días y el otro 50% el tipo de curado fue a la intemperie, rociados con agua los primeros tres días.

A continuación se muestran las distintas mezclas utilizadas en la elaboración de cilindros, con sus respectivos porcentajes de escoria.

Tabla 02: Mezclas para elaborar adoquines.

No. de mezcla	Proporción C:A:PP:P	Porcentaje de escoria	Observaciones
1	1:7.0:0.0:1.9	0.00	mezcla base (2 cil)
2	1:6.8:0.3:1.8	3.03	(2 cil)
3	1:6.6:0.6:1.7	6.06	(2 cil)
4	1:6.4:0.8:1.7	8.08	(4 cil)
5	1:6.2:1.1:1.6	11.11	uso fábrica (4 cil)
6	1:6.0:1.4:1.5	14.14	(2 cil)
7	1:5.8:1.6:1.5	16.16	(2 cil)
8	1:5.6:1.9:1.4	19.19	(2 cil)

donde: C= cemento gris, A= arena de río, PP= escoria de piedra triturada, P= piedrín diámetro 3/8"

Fuente: proporciones elaboradas.

4.3 MEZCLAS UTILIZADAS EN LA ELABORACION DE TUBOS DE CEMENTO

Para la elaboración de mezclas utilizadas en tubos de cemento se procedió de la manera siguiente:

a) Se tomó como referencia la mezcla utilizada en la fábrica donde se realizaron los cilindros de concreto.

b) Se analizaron cuatro distintas clases de mezclas con diferentes porcentajes de escoria de piedra triturada; desde la mezcla base, sin contenido de escoria, analizando los porcentajes 4.35, 8.70, que es el porcentaje utilizado en la fábrica donde se elaboraron las mezclas, y por último la mezcla con el 13.04% de escoria del total de la mezcla.

c) La etapa de mezclado de los materiales, se realizó en una mezcladora eléctrica, donde los materiales son incluidos por volúmenes, utilizando carretillas especiales con medidas definidas; de igual forma se agregó el agua, a fin de obtener una mezcla homogénea. El tiempo de mezclado fué en promedio de 2 minutos.

d) El material mezclado se transportó en la misma carretilla al lugar donde se elaboraron los cilindros, teniendo cuidado de que no transcurra mucho tiempo entre el mezclado y el llenado de moldes a fin de evitar que se pierda humedad y por ende la relación agua-cemento sea la misma.

e) Los moldes de los cilindros, son metálicos, proporcionados por la fábrica donde se realizaron las mezclas; los cuales están provistos de tornillos laterales, usados para desencofrar los cilindros y dos inferiores de fijación situados en la plancha de la mesa, donde está colocado el equipo de vibración, provisto de un motor de 3 caballos. Los moldes a utilizar previo a la fijación se les aplicó aceite quemado en su interior, a fin de evitar la adherencia de la mezcla a los moldes metálicos, que tienen un diámetro interno de 15.4 centímetros y una altura de 30.48 centímetros.

f) En el proceso de elaboración de cilindros, se introdujo la mezcla con herramienta adecuada, hasta llenarlos, luego se vibró durante 10 segundos; se vuelven a llenar los moldes de mezcla y se procedió a vibrar por 10 segundos; por último se vuelven a llenar los moldes y se vibró 10 segundos. Luego se afinó la parte superior del cilindro y se numeró.

g) Los cilindros se dejaron en la máquina por un período de 24 horas, luego se procedió a desencofrar los mismos por medio de tornillos laterales e inferiores. Después de lo cual se procedió a limpiar los moldes y aplicarles aceite quemado para poder utilizarlos de nuevo.

h) El proceso de curado se realizó de la siguiente forma: de las mezclas 1, 2 y 4 se introdujo un cilindro en agua durante 28 días; otro cilindro fué curado a la intemperie; es decir, tres días son rociados con agua, luego de ello son curados a la temperatura ambiente.

En lo que respecta al curado de la mezcla 3, se introdujeron dos cilindros en agua por 28 días y otros dos fueron curados a la intemperie.

La cantidad de agua utilizada en la mezcla usada en la fábrica es de 3 galones y medio; para las demás mezclas no varía considerablemente.

A continuación se muestran las mezclas y porcentajes de escoria a analizar, así como el número de cilindros de cada una de las ellas, con respecto al total de la mezcla.

Tabla 03: Mezclas para elaborar tubos de cemento de 10"

No. de mezcla	Proporción C:A:PP:P	Porcentaje de escoria	No. de cil.	Observaciones
1	1:6.6:0.0:3.9	0.00	2	mezcla base
2	1:6.3:0.5:3.7	4.35	2	
3	1:6.0:1.0:3.5	8.70	4	mezcla usada
4	1:5.7:1.5:3.3	13.04	2	

donde: C= cemento portland, A= arena de río, PP= escoria de piedra triturada, P= piedrín diámetro 3/8".
Fuente: proporciones elaboradas.

Las mezclas analizadas fueron únicamente de tubos de diámetro interno de 10", debido a que en el momento de hacer las muestras, la producción en fábrica es de ese diámetro.

Los cilindros después del tiempo de curado, fueron trasladados al Centro de Investigaciones de Ingeniería, donde se analizaron posteriormente.

Todos los materiales utilizados en la elaboración de mezclas; así como la herramienta y el equipo necesario para su elaboración, fue proporcionado por el encargado de la fábrica, con la aprobación del Gerente de la misma.

CAPITULO 5

ANALISIS DE RESULTADOS

5.1 COMPOSICION QUIMICA DE LA ESCORIA

Los resultados del análisis químico de la escoria de caliza, se presentan en el informe de laboratorio de Química Industrial, del Centro de Investigaciones de Ingeniería, el cual se encuentra en el apéndice B. A continuación se hace un análisis de los principales factores dentro del informe.

Contenido de óxido de calcio; de acuerdo a los resultados, se tiene que en este material es de un 66.13%, el cual alcanza cerca de las 2/3 partes de su contenido total.

Escoria de caliza; contiene según el informe un 2.98% de óxido de magnesio, el cual es muy pequeño para influir en las características químicas de la escoria. El bajo contenido de este óxido, indica que la escoria de piedra triturada es una caliza rica en calcio y por ello se le llama calcita.

El contenido total de impurezas dentro de la caliza es de 30.89%, dentro de sus componentes principales se encuentra el óxido de sílice (SiO_2), o sea sílice, con un contenido en porcentaje de un 22.25 del total de la muestra, lo cual indica que la caliza no es completamente pura.

De acuerdo al informe, la caliza tiene una solubilidad en el agua del 16.31%, este resultado indica el porcentaje de material que se solubiliza en agua; el procedimiento de análisis es el siguiente: se toman 5 gramos de material, los cuales se disuelven en agua para filtrarlo posteriormente y se pesa la muestra. La diferencia de masas equivale a la solubilidad.

Este porcentaje indica que el material contiene arena que proviene del proceso de trituración.

5.2 ANALISIS PETROGRAFICO DE LA ESCORIA

Por medio de una entrevista al Ingeniero Julio Roberto Luna, Asesor, Investigador del Centro de estudios Superiores de Energía y Minas, se realiza la descripción y el análisis de resultados de la prueba petrográfica a la escoria. El informe técnico del análisis petroográfico en macroscopía de la muestra se incluye en el Apéndice B.

El color presentado en la caliza es una propiedad física que se detecta a simple vista; la ausencia de materia orgánica, le da a la caliza un color gris claro.

La caliza analizada reacciona con ácido clorhídrico diluido, tal reacción lo hacen las rocas carbonatadas, en las cuales se muestra una efervescencia y se desprende anhídrido carbónico; el compuesto es diluido al 10% en agua destilada.

La muestra aportada no presenta capas o estratos, se trata de una roca sedimentaria que al verla al microscópio puede tener capas.

El nombre de caliza micrítica se debe a su origen y composición; la micrita o lodo cristalino, de tamaño de 1 a 4 micras se forma por precipitación química y rápida, el cual puede ser el único constituyente de algunas calizas. Esta caliza se forma por la acumulación y cementación de lodos de material carbonático en un ambiente de bajo régimen energético, que puede ser bajo el suelo.

La caliza analizada está constituida principalmente de óxido de calcio (CaO), contiene también y en menor proporción óxido de magnesio (MgO). Esta composición de la caliza se ratifica al realizar el análisis químico, descrito en el capítulo 1, cuyos resultados se analizan en el numeral 5.1 de este capítulo.

Se estima una caliza de densidad media, debido a su relación peso a volumen ocupado y además es de grano fino.

5.3 REQUISITOS FISICOS DE LA ESCORIA

5.3.1 PORCENTAJES DE ARENA Y PIEDRIN. En el informe del análisis de la escoria en el laboratorio de Concretos, se indica que la escoria está compuesta por un 84.00% de arena, o material fino, representa el material que pasa el tamiz número 4, ello resulta importante en la elaboración de bloques, adoquines y tubos de cemento, ya que contribuye al acabado tanto del interior como del exterior; el alto contenido de arena influye también en lograr una mayor impermeabilidad.

El contenido de piedrín que es el complemento de la escoria, representa un 16.00%, representa el material retenido en el tamiz número 4; contribuye a lograr una mayor resistencia a compresión, mayor peso volumétrico en los especímenes, así como mayor rendimiento en la producción.

Sus partículas de piedrín, que resultan de la trituración, compuesta por partículas pequeñas, da como resultado una mezcla que unida al cemento, agregados finos y gruesos, con características específicas.

5.3.2 ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA ESCORIA. El resultado del análisis granulométrico de la escoria se muestra en el apéndice B, según el Informe Técnico número 00234 s.c. en el cual se observa que la escoria en estudio se encuentra fuera de los límites máximo y mínimo, según la norma ASTM C33, para agregados finos; se debe principalmente a que la escoria está formada no sólo de arena, sino también de piedrín fino. Lo anterior describe a la escoria como un agregado que no es grueso por el tamaño de partículas que contiene; pero que tampoco es fino completamente. El análisis de mezclas cobra importancia para poder determinar prácticamente la dosificación óptima, y lograr así el mejor uso de este material. La escoria se puede clasificar como una arena gruesa.

5.3.3 PESO VOLUMETRICO. El resultado del análisis de la escoria indica un peso unitario de 1727 kg/m³, representa un material con buena densidad; clasificado para concreto de masa normal. Con una buena dosificación se puede proporcionar una mezcla con buenas características.

5.3.4 TAMIZ 200. El porcentaje que pasa el tamiz 200, según el resultado del análisis es de 8.08%, el cual es muy bajo, para influir sobre las características físicas de la escoria. El utilizar este material implica una mayor relación agua-cemento; pero que en este caso, resulta poco influyente en la mezcla.

5.3.5 PESO ESPECIFICO. El resultado del análisis de la escoria, según el informe es de 2.71, el cual se encuentra cerca del límite superior, debido al tipo de materiales que forman parte de la escoria. Este resultado indica que el peso del volumen analizado de la muestra es 2.71 veces mayor que el peso del mismo volumen de agua destilada a 20 grados centígrados.

Este material está constituido por partículas duras y compactas, apropiadas para el concreto, porque es mejor cuando tiene un peso específico mayor dentro de los límites.

5.3.6 PORCENTAJE DE ABSORCION. Según el resultado del análisis de la escoria, muestra un porcentaje de absorción de 0.54%, el cual es bastante bajo; ello implica ventajas para la elaboración de mezclas, puesto que este material es bastante impermeable. Este requisito es importante en la elaboración de materiales de construcción.

5.3.7 CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA. El contenido de materia orgánica, en la muestra analizada es cero; esto indica que la escoria no contiene sustancias perjudiciales incluidas en la definición de materia orgánica, lo que contribuye a mejorar las características de las mezclas.

5.3.8 PORCENTAJE DE VACIOS. El resultado del análisis a la escoria indica un porcentaje de 36.27, el cual se encuentra entre los límites; por lo cual, al utilizar la escoria como agregado del concreto, beneficia la impermeabilidad del mismo.

5.3.9 MODULO DE FINURA. El valor obtenido, según el informe del Laboratorio de Concretos, respecto al módulo de finura es de 3.97; el cual se encuentra por encima del límite máximo fijado para un agregado fino. Se debe al contenido de piedrín dentro de la escoria.

5.4 ANALISIS DE RESULTADOS DE LAS MEZCLAS

El método para determinar la resistencia a compresión de especímenes cilíndricos, se establece en la norma COGUANOR NGO 41017 h1.

El procedimiento de prueba consiste en lo siguiente:

a) Los extremos de los cilindros de concreto, que contienen las mezclas a analizar, después del tiempo de curado, cuyos extremos no sean planos dentro de 0.05 mm, son recubiertos según el procedimiento indicado en la norma COGUANOR NGO 41064, para evitar puntos de concentración de esfuerzos. Antes de cubrir los cilindros, se miden y pesan.

b) El espécimen de prueba se coloca en la máquina de ensayos donde se aplica una carga en el área normal al eje longitudinal del cilindro, en la cual se produce una acción de compresión.

c) Se aplica la carga hasta que el espécimen falle, la carga máxima soportada durante la prueba debe anotarse, como también el tipo de falla y la apariencia del hormigón.

d) La expresión de resultados se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado y se calcula por medio de la fórmula siguiente:

$$S=F/A$$

donde: S= esfuerzo a compresión, en kg/cm²

F= carga necesaria para que falle el espécimen, en kg

A= área de la sección transversal del espécimen, en cm².

A continuación se analizan los resultados obtenidos en las pruebas en especímenes de mezclas utilizadas en la elaboración de bloques, adoquines y tubos de cemento de 10" de diámetro; los informes de resultados se encuentran en el apéndice C.

5.4.1 RESULTADOS DE LAS MEZCLAS PARA BLOQUES

El promedio aritmético de los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio de cada una de las mezclas utilizadas en la elaboración de bloques, sin importar el tipo de curado de los especímenes, se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 04. Promedio aritmético de resultados, mezclas para bloques.

No. de mezcla	% de escoria	Peso (kg)	Medidas (cm)		Resis. a Compresión	
			Diámetro	Altura	kg/cm ²	MPa
1	0.00	4.9	15.05	30.48	18.55	1.80
2	10.27	5.7	15.10	30.48	21.55	2.10
3	19.46	6.0	15.10	30.48	28.58	2.78
4	28.65	6.6	15.20	30.48	35.70	3.50
5	37.84	8.5	15.10	30.48	80.58	7.93
6	47.03	7.6	15.10	30.48	44.30	4.35
7	56.22	7.4	15.20	30.48	26.50	2.55
8	65.40	7.4	15.20	30.48	42.55	4.15

Fuente: Tabla No.01 y Tabla 13 (apéndice C): Resultados de pruebas a cilindros, mezclas "Bloques".
 proporciones: 1) 1:17.5:0.0; 2) 1:15.6:1.9;
 3) 1:13.9:3.6; 4) 1:12.2:5.3; 5) 1:10.5:7.0;
 6) 1:8.8:8.7; 7) 1:7.1:10.4 y 8) 1:5.4:12.2.

5.4.1.1 PESO. La mezcla que en promedio presenta el menor peso, representada en los cilindros, según la tabla anterior, es la que corresponde a la número 1, la cual se le denomina mezcla base, es decir, que no contiene escoria, con un peso promedio de 4.9 kg. La mezcla cuyos especímenes en promedio presentan el mayor peso, es la número 5, que tiene un contenido de escoria en porcentaje de 37.84 del total de la mezcla, es la que se utiliza en la fábrica, donde se elaboraron los cilindros, con un peso promedio de 8.5 kg.

El incremento de peso, en promedio al aumentar la cantidad de escoria a la mezcla, se debe a que el peso unitario de la escoria es mayor en un porcentaje aproximado de 23, con relación al peso unitario de la arena blanca o de poma, que se utiliza en la elaboración de bloques. (5)

5.4.1.2 MEDIDAS. Los especímenes de mezclas para bloques, en cuanto a la variación de sus medidas se puede decir lo siguiente: el diámetro de los cilindros varía entre 15.0 y 15.3 cm, lo que no presenta mucha variación; la altura de los

cilindros se mantiene constante con un valor de 30.48 cm. La poca variación se debe únicamente porque los componentes de las mezclas en porcentajes son distintos y al tipo de curado; ya que los moldes utilizados en la elaboración de los cilindros son los mismos.

5.4.1.3 RESISTENCIA A LA COMPRESION. Este parámetro es el de mayor importancia dentro de los resultados de las mezclas, pues establece la capacidad de soportar carga de los cilindros que contienen cada una de las mezclas analizadas.

El tipo de curado de los especímenes influye considerablemente en los resultados obtenidos, según los cuales al curar los cilindros sumergidos en agua por un período de 28 días, se tiene un incremento en cuanto a la resistencia a compresión, que en promedio resulta ser de un 13%, con relación a los cilindros curados de igual forma que los bloques; es decir, rociados por tres días con agua y luego curados a la intemperie. (tabla 13, apéndice C)

Los resultados obtenidos, establecen que la mezcla 5, cuyo contenido de escoria es de 37.84% del total de la mezcla, representada en los cilindros, tiene la mayor resistencia a compresión de las 8 analizadas, con un promedio en resistencia de 80.58 kg/cm² (7.93 MPa); esta mezcla es la utilizada en la producción de bloques en la fábrica donde se efectuó la elaboración de mezclas. (gráfica 1)

La mezcla 5 presenta una resistencia a compresión mayor a la mezcla 6 en un 45%; y a la mezcla 8 en un 48%, tales mezclas que le siguen en orden descendente. La mezcla con menor resistencia a compresión es la número 1, representa en promedio un 23% de la resistencia de la mezcla 5. De lo anterior, se puede decir que la mezcla más adecuada para la elaboración de bloques es la número 5.

5.4.2 RESULTADOS DE LAS MEZCLAS PARA ADOQUINES

Los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio, en promedio aritmético, de las ocho mezclas utilizadas en la elaboración de adoquines, se presentan en la siguiente tabla, sin importar el tipo de curado de los cilindros.

Tabla 05. Promedio aritmético de resultados, mezclas para adoquines.

No. de mezcla	% de escoria	Peso (kg)	Medidas (cm)		Resis.a Compresión	
			Diámetro	Altura	kg/cm2	MPa
1	0.00	11.8	15.15	30.48	99.10	9.70
2	3.03	11.0	15.10	30.48	120.60	11.80
3	6.06	14.1	15.05	30.48	144.40	14.15
4	8.08	11.4	15.15	30.48	181.05	17.73
5	11.11	11.5	15.00	30.48	179.55	17.60
6	14.14	14.2	15.10	30.48	182.45	17.85
7	16.16	14.1	15.10	30.48	156.05	15.30
8	19.19	10.7	15.20	30.48	93.30	9.15

Fuente: Tabla No. 14 Resultados de pruebas de mezclas cilindros "Adoquines" (apéndice C).

Proporciones: 1) 1:7.0:0.0:1.9; 2) 1:6.8:0.3:1.8;
 3) 1:6.6:0.6:1.7; 4) 1:6.4:0.8:1.7; 5) 1:6.2:1.1:1.6;
 6) 1:6.0:1.4:1.5; 7) 1:5.8:1.6:1.5; y 8) 1:5.6:1.9:1.4.

5.4.2.1 PESO. De acuerdo con la tabla anterior, los cilindros de concreto, que presentan en promedio el menor peso, son los que se obtienen de la mezcla número 8, que tiene un contenido de escoria en porcentaje de 19.19, con un peso promedio de 10.7 kg.

De la mezcla número 6 se obtienen cilindros con mayor peso, cuyo contenido de escoria en porcentaje es de 14.14, con un peso promedio de 14.2 kg; le siguen en orden descendente las mezclas 3 y 7, con un peso promedio de 14.1 kg.

Al utilizar la proporción empleada en la fábrica, la número 5, se tiene un peso promedio de 11.5 kg. Los pesos en estas mezclas, como se puede observar no presentan ninguna relación por incremento en el porcentaje de escoria en cada una de ellas.

5.4.2.2 MEDIDAS PRINCIPALES. El diámetro de los cilindros de concreto varía entre 15.0 y 15.2 cm; esta medida en los especímenes de cada mezcla no presenta una amplia variación, se debe a que los mismos moldes fueron utilizados en cada mezcla. La altura se mantiene uniforme para todos los cilindros, con un valor de 30.48 cm.

5.4.2.3 RESISTENCIA A COMPRESION. Los adoquines, como componentes de un pavimento rígido, están expuestos a cargas de compresión y tracción; los esfuerzos de compresión son asimilados por los adoquines, quienes los transmiten a las capas inferiores, es por ello que resulta importante los resultados de pruebas de compresión de las mezclas utilizadas en la fabricación de adoquines.

El tipo de curado de los cilindros de concreto influye en los resultados de resistencia a compresión, al curar los cilindros sumergidos en agua por un tiempo de 28 días, se tiene un incremento de resistencia de un 12.61%, con relación a los cilindros curados de igual forma que los adoquines; es decir, rociados con agua por tres días, posterior a ello se les coloca en la intemperie. Este porcentaje se obtuvo de la tabla 14 del apéndice C.

El promedio de los resultados obtenidos, establece que la mezcla número 6, cuyo contenido de escoria en porcentaje es de 14.14, muestra la mayor resistencia a compresión de las ocho mezclas analizadas, con un valor en promedio de 182.45 kg/cm² (17.85 MPa).

A la mezcla 6, según la resistencia a compresión de los cilindros; le siguen en orden descendente las mezclas 4, con un valor promedio de 181.05 kg/cm² (17.73 MPa) y la mezcla 5, que es la utilizada en la fábrica donde se elaboraron los cilindros, con un contenido de escoria en porcentaje de 11.11, con un valor promedio de resistencia de 179.55 kg/cm² (17.60 MPa). Esto indica que si se reduce o incrementa en un 3.03% de escoria en la proporción utilizada, se logra una mayor resistencia a compresión de la mezcla. (gráfica 2)

La mezcla 8, que contiene un porcentaje de escoria de 19.19 del total, presenta en promedio una resistencia a compresión inferior a las ocho mezclas; con un valor en promedio de 93.30 kg/cm² (9.15 MPa), indica que la escoria mejora la resistencia de los adoquines, dentro de un rango determinado.

La diferencia entre las mezclas 4, 5 y 6 no es muy amplia, cualquiera de las tres mezclas es adecuada para la fabricación de adoquines.

5.4.3 RESULTADOS DE LAS MEZCLAS PARA TUBOS DE CEMENTO

Para el análisis de la proporción adecuada en la fabricación de tubos de cemento de 10" sin refuerzo, se tienen 4 mezclas; el promedio aritmético de los resultados de cada una de las mezclas, se encuentran en la siguiente tabla sin importar el tipo de curado.

Tabla 06. Promedio aritmético de resultados, mezclas para tubos de cemento diámetro 10".

No. de mezcla	% de escoria	Peso (kg)	Medidas (cm)		Resis. a Compresión	
			Diámetro	Altura	kg/cm2	MPa
1	0.00	15.10	15.50	30.48	160.15	15.70
2	4.35	15.50	15.50	30.48	177.60	17.40
3	8.70	12.55	15.60	30.48	218.62	21.42
4	13.04	15.50	15.60	30.48	198.75	19.50

Fuente: Tabla No. 15 Resultados de pruebas mezclas "Tubos de Cemento", cilindros, apéndice C.
 Proporciones: 1) 1:6.6:0.0:3.9; 2) 1:6.3:0.5:3.7;
 3) 1:6.0:1.0:3.5 y 4) 1:5.7:1.5:3.3.

5.4.3.1 PESO. Según los resultados en la tabla anterior, los cilindros de concreto, que presentan en promedio el menor peso, son los representativos de la mezcla número 3, que es la mezcla utilizada en la fábrica donde se obtuvieron las muestras, con un peso promedio de 12.55 kg.

De las mezclas 2 y 4 se obtienen cilindros de mayor peso, las cuales contienen 4.35 y 13.04 por ciento de escoria respectivamente. Tales mezclas presentan un peso promedio de 15.50 kg.

Al analizar los resultados se puede observar que los pesos en cilindros no muestran variación correlativa con el contenido de escoria. Tal diferencia en peso, se debe posiblemente a la mala vibración de los cilindros, o a la poca experiencia al elaborarlos.

5.4.3.2 MEDIDAS. El diámetro de los cilindros analizados en cada mezcla no presentan mucha variación. Tal diferencia se encuentra comprendida entre 15.4 y 15.8 centímetros; pero no tienen un comportamiento normal para cada mezcla. La altura se mantiene uniforme en todos los cilindros.

5.4.3.3 RESISTENCIA A COMPRESION. Este resultado es importante en el análisis, ya que los tubos al ser utilizados están expuestos de una u otra forma a esfuerzos de compresión.

El tipo de curado influye en los resultados obtenidos; de acuerdo a los informes de laboratorio, al efectuar un curado de los cilindros introduciéndolos en recipientes con agua durante 28 días, se tiene un incremento de resistencia a

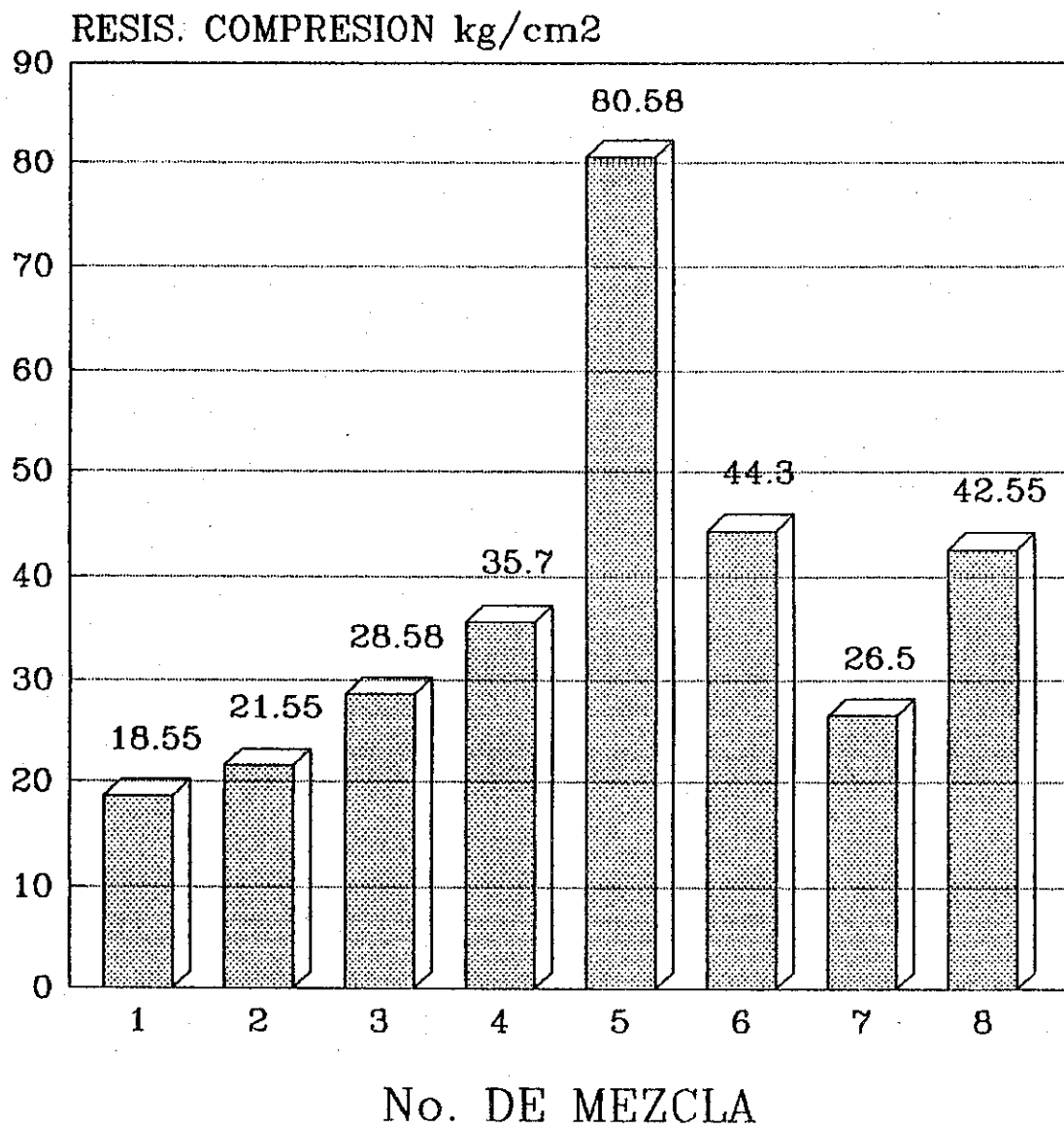
compresión en promedio de todas las mezclas especificadas de 11.20%; en relación a cilindros con las mismas mezclas, pero curados de igual forma que los tubos de cemento; es decir, rociados con agua por tres días y luego dejados a la intemperie. (tabla 15, apéndice C)

El promedio de resultados obtenidos, establece que la mezcla número 3, cuyo contenido de escoria en porcentaje es de 8.70, en cilindros ensayados, ofrece una mayor resistencia a compresión de las cuatro mezclas analizadas, con un valor promedio de 218.62 kg/cm² (21.42 MPa); la cual es utilizada en la fábrica donde se elaboraron las muestras; por lo que se puede decir que esta mezcla es la más adecuada para la fabricación de tubos de cemento de 10" sin refuerzo. Los datos son presentados en la tabla 06 y gráfica 03.

La mezcla, en la cual se obtienen los resultados más bajos, en cuanto a resistencia a compresión, es la número 1, mezcla base, la que en promedio representa un 73% de la resistencia de la mezcla 3.

GRAFICA No. 01

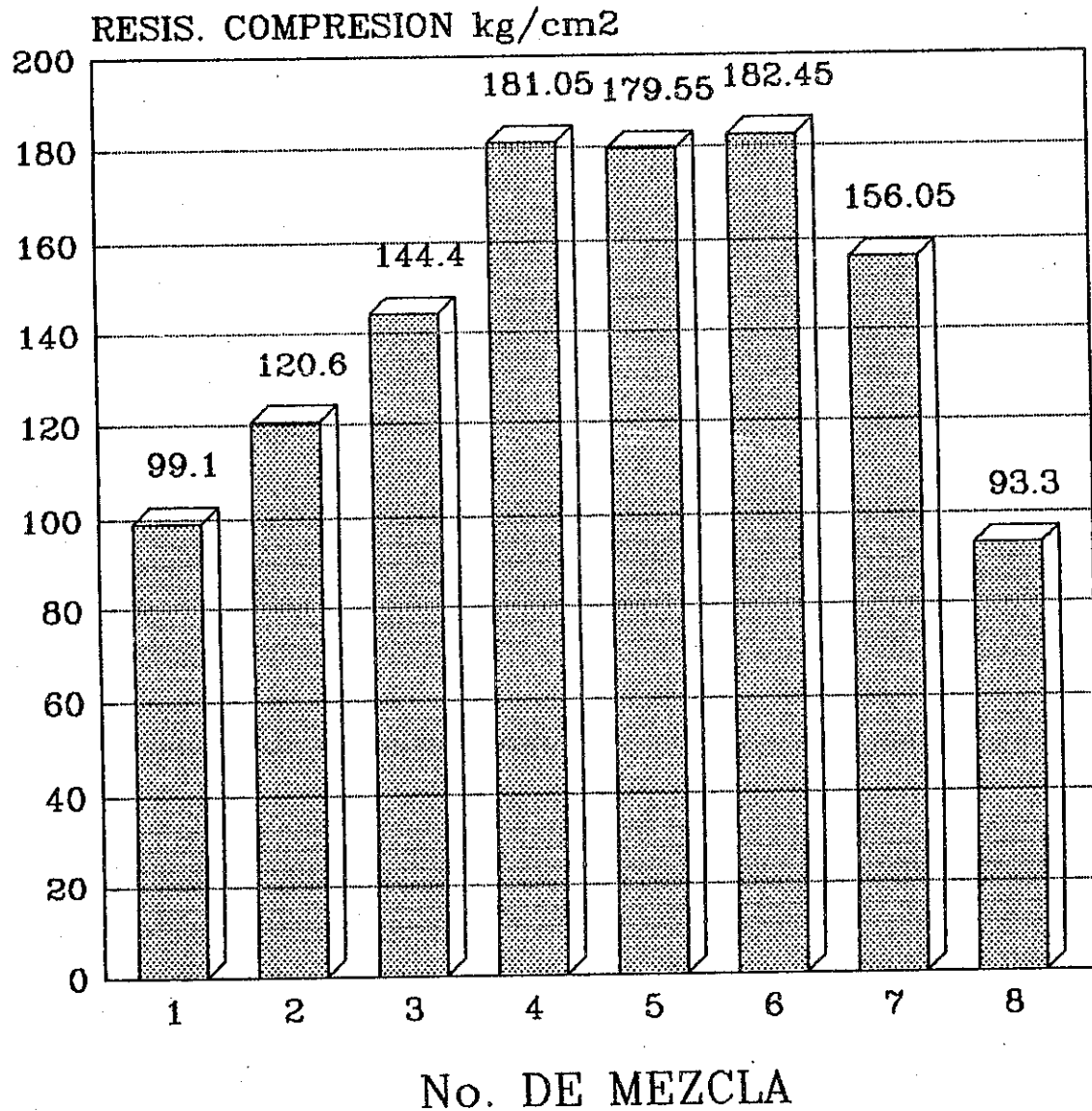
PROMEDIO ARITMETICO, RESISTENCIA A COMPRESION. MEZCLAS PARA BLOQUES



FUENTE: TABLA 04

GRAFICA No. 02

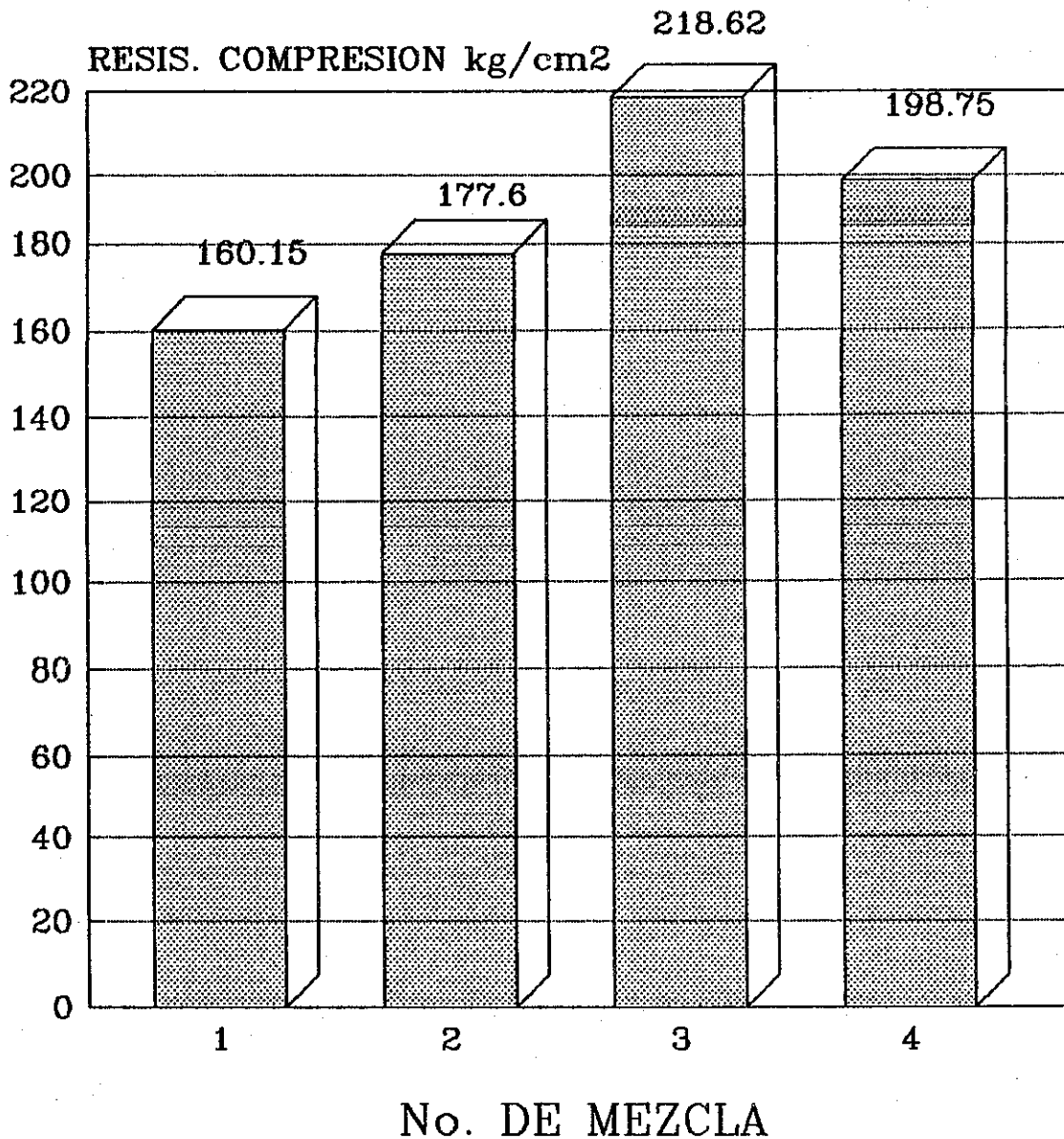
PROMEDIO ARITMETICO, RESISTENCIA A COMPRESION. MEZCLAS PARA ADOQUINES



FUENTE: TABLA 05

GRAFICA No. 03

PROM. ARIT. RESIS. A COMPRESION. MEZCLA
PARA TUBOS DE CEMENTO SIN REF. DE 10".



FUENTE: TABLA 06

CAPITULO 6

APLICACIONES

El campo de aplicación de la escoria de piedra triturada como agregado del concreto, es tan amplio, como el uso del concreto dentro de la industria de la Construcción. Por extensión, únicamente se analizará el empleo de este material como agregado del concreto en la fabricación de bloques, adoquines y tubos de cemento.

6.1 BLOQUES

A continuación se detallan las especificaciones principales que deben cumplir los bloques, posteriormente se hace un detalle del proceso de elaboración.

6.1.1 REQUISITOS EN LA FABRICACION DE BLOQUES

Salvo se indique lo contrario, las especificaciones descritas, se refieren a la norma COGUANOR NGO 41054, denominada Bloques huecos de hormigón para paredes o muros, y tabiques.

6.1.1.1 CLASIFICACION Y DESIGNACION

A CLASIFICACION EN TIPOS. Se clasifica de acuerdo a la masa del hormigón del bloque, de la siguiente manera: a) tipo pesado: son bloques que completamente secos a la estufa, poseen una masa mínima de 2000 kg/m³; b) tipo medio: son bloques que, completamente secos a la estufa, poseen una masa igual o mayor de 1680 kg/m³, pero menor de 2000 kg/m³; y c) tipo liviano: bloques que, completamente secos a la estufa poseen una masa menor de 1680 kg/m³.

B CLASIFICACION EN CLASES. Se clasifica de acuerdo a la capacidad de los bloques a soportar carga, se clasifica en dos clases: a) Clase A: bloques huecos capaces de soportar carga, y b) Clase B: bloques huecos para no soportar carga.

C CLASIFICACION EN GRADOS. Según la aptitud de los bloques para su empleo, se clasifica en dos grados: a) Grado 1: bloques huecos destinados para usos generales, tales como paredes exteriores por debajo o sobre el nivel del suelo, expuestos o no a la penetración de la humedad y en general a las condiciones del tiempo. Se pueden emplear en paredes interiores y muros de retención; b) Grado 2: bloques huecos destinados para usos limitados, tales como paredes exteriores revestidos de una cubierta protectora contra las inclemencias del tiempo, así como también para paredes interiores no expuestas a dichas condiciones; en ambos casos su uso está limitado a paredes construidas sobre el nivel del suelo.

6.1.1.2 ESPECIFICACIONES

CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS

A RESISTENCIA A COMPRESION. Previo al análisis en el laboratorio de la resistencia a compresión, se nivelan los apoyos superior e inferior, del bloque, a fin de evitar la concentración de esfuerzos.

Los bloques huecos de hormigón en el momento de ser despachados hacia la obra, deberán cumplir con el requisito de resistencia mínima a compresión que se indica en el cuadro siguiente:

Clase y grado de los bloques	Resistencia mín. a compresión calculada sobre la superficie bruta del bloque					
	Prom. 5 bloques			De un bloque		
	MPa	kg/cm ²	(psi)	MPa	kg/cm ²	psi
Clase A. Para soportar carga						
Grado 1. Para usos generales	6.9	70.29	1000	5.5	56.24	800
Grado 2. Para usos limitados	4.8	49.21	700	4.1	42.18	600
Clase B. P/ no soportar carga						
Grado 2. Para usos limitados	2.5	25.31	360	2.1	21.09	300

B MAXIMA ABSORCION DE AGUA. La muestra para este ensayo se obtiene después de realizar la prueba de resistencia a la compresión; el ensayo consiste en obtener el porcentaje de agua absorbida por la muestra sumergida 24 horas. En la tabla siguiente se muestra los valores máximos.

G r a d o	Máxima absorción de agua, en kilogramos de agua absorbida hasta saturación, para cada metro cúbico de bloques de hormigón seco, promedio de 5 bloques			
	Bloques de menos de 1360 kg/m ³	tipo liviano menos de 1680 kg/m ³	Bloques de tipo medio de 1680 a 2000 kg/m ³	Bloques de tipo pesado de 2000 kg/m ³ o más
Grado 1, para uso general	---	288	240	208
Grado 2, usos limitados	320	---	---	---

C HUMEDAD. El contenido de humedad es obtenido de los pesos natural y seco, expresado en porcentaje. Según la norma COGUANOR NGO 41054, al momento de entregar los bloques, no contendrán más del 40% de la cantidad de agua fijada como absorción máxima.

D DIMENSIONES. Las principales medidas del bloque consisten en ancho, largo y alto, en las cuales se admitirá una variación máxima no mayor de 3 mm adicionales respecto a las medidas reales especificadas.

6.1.1.3 ACABADOS

Los bloques deben estar libres de astilladuras, grietas y rajaduras. Pequeñas grietas o muy pequeñas astilladuras, no mayor de 25 mm, que resulten como consecuencia del manejo y manipuleo durante su almacenamiento, carga, transporte o descarga, no deben ser causa de rechazo, a no ser que tales imperfecciones estén presentes en más del 5% de los bloques del lote.

6.1.2 PROCESO DE FABRICACION DE BLOQUES

El material y equipo utilizado en la elaboración de bloques fué proporcionado con autorización del propietario de la fábrica donde se hicieron las muestras, el proceso de fabricación se detalla a continuación.

A ACARREO DE MATERIALES, desde el lugar de almacenamiento hasta donde se encuentra la mezcladora; se hace por medio de carretillas especiales, las cuales tienen marcada la unidad principal de medida, que en volumen es equivalente a un saco de cemento portland. Toda la dosificación se realiza por volúmenes, sin importar la humedad y el peso específico de cada uno de los agregados.

B MEZCLADO, se realiza en una mezcladora eléctrica, a la cual se le agregan todos los materiales, iniciando con la arena y escoria y por último el cemento, a fin de evitar que los materiales se adhieran a la mezcladora. Al mismo tiempo de mezclar los materiales, se les va agregando la cantidad de agua fijada, que en promedio es de 4 galones por mezcla, al aumentar la cantidad de escoria, aumenta la cantidad de agua necesaria para obtener la misma trabajabilidad.

C FABRICACION, teniendo mezclados los materiales, éstos descienden por medio de una compuerta metálica de la mezcladora al depósito o tolva de materiales de la máquina que se utiliza para la elaboración de bloques. Se coloca la tabla que sirve de base o sostén; se procede a llenar el molde metálico, con el vibrador conectado. Se coloca la tapadera del molde, es decir, la araña metálica, con la cual

se procede a la compactación, que consiste en presionar la araña sobre la base, al mismo tiempo de tener conectado el compactador. Se procede inmediatamente al llenado completo del molde.

D CURADO, después de concluir con el proceso de fabricación de bloques, se levanta el molde, para poder sacar la tabla con los bloques elaborados, se procede a trasladar los bloques al patio de curado, con dos personas y con cuidado especial de no provocar astilladuras en los mismos. Este curado primario se realiza en la sombra por un espacio de 24 horas, luego se procede a trasladar al patio donde son almacenados y donde se efectúa la curación total por medio de rociado con agua durante tres días consecutivos, luego de lo cual se procede a curarlos en la intemperie por un período mayor de 28 días. Después de este proceso se despachan los bloques a donde corresponda.

Cada vez que se cambie la mezcla o se termina la producción del día, se limpia y revisa la máquina, se limpia y aceita la mezcladora, para iniciar una nueva mezcla o producción del siguiente día.

6.2 ADOQUINES

El procedimiento de elaboración de adoquines, coincide con el proceso de producción de bloques, descrito en el numeral 6.1.2 de este capítulo; lo único que cambia es el tipo de molde a utilizar en la máquina; por lo cual se describe únicamente los requisitos en la producción.

6.2.1 ESPECIFICACIONES EN LA ELABORACION DE ADOQUINES

Los adoquines se pueden definir como bloques de concreto fabricados por medio de moldes en máquinas vibroprensadoras. En cuanto a la forma, no se establece ninguna restricción; pero se debe asegurar que pueda ser levantado con una mano y que, cuando es colocado, se ajuste perfectamente uno con otro. La más utilizada en nuestro medio es la llamada "huella de cruz".

A MUESTREO. Una muestra normal consiste en 10 adoquines enteros por cada 15000 adoquines o fracción, seleccionados al azar, de preferencia en planta, para poder ensayarlos antes de transportar el adoquín. (6)

B DIMENSIONES. La dimensión más importante en la elaboración y diseño de adoquín es el espesor. Para un espesor de 10 centímetros, que es el analizado, se clasifica de Tránsito Mediano, recomendado para autopista de tránsito moderado, calles con tránsito de vehículos usuales y de carga liviana, camiones vecinales con tránsito pesado escaso. (6)

La tolerancia permisible, en las medidas principales del adoquín, en cuanto al ancho y el largo es de +/- 3 mm; el espesor variará entre 5 a 20 cm +/- 5 mm.

C COLOR. El color del adoquín puede ser cualquiera, siempre que el aditivo colorante no altere las propiedades del concreto; de preferencia, el color debe ser neutro, es decir de color gris oscuro. (7)

D TEXTURA. La textura del adoquín debe ser fina para que sea impermeable. El agregado fino debe contener algo de material retenido en la malla número 4. Generalmente las arenas con algo de granza son las más adecuadas. (7)

E PORCENTAJE DE ABSORCION. El procedimiento de análisis es el siguiente: una parte del adoquín ensayado a flexión, se coloca en el horno a una temperatura entre 100 y 110 grados centígrados, durante 24 horas; luego se procede a pesar la muestra para obtener la masa seca. Se sumerge la misma en agua a una temperatura entre 7 y 15 grados centígrados, durante 24 horas, luego del cual se drena por un minuto, con un paño ligeramente humedo se quita el agua superficial y se pesa, para obtener la masa saturada. El porcentaje se obtiene de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de absorción máxima de agua} = (msat - mseco / mseco) * 100$$

donde msat= masa saturada

mseco= masa seca de la muestra. (6)

F RESISTENCIA A COMPRESION. Una vez entregados y aprobados de acuerdo al método descrito en las especificaciones, la resistencia mínima a compresión, para tránsito liviano, es de 20.59 MPa equivalente a 210 kg/cm². (6)

Para obtener la resistencia en adoquines de concreto, se utiliza el módulo de ruptura, obtenido del ensayo a flexión, empleado en el Centro de Investigaciones de Ingeniería. Al ensayar los adoquines se obtiene el esfuerzo a flexión, por medio de la gráfica Compresión-flexión, se determina el esfuerzo a compresión; tal método se encuentra en el apéndice E.

Además de los ensayos anteriores, existen otros aplicables a los adoquines, cuando son requeridos por el comprador. Las normas alemanas que se pueden utilizar para cada caso en particular son: para pruebas de compresión, se toma como referencia la norma DIN 52105; y para la resistencia al desgaste, la DIN 52108. Estas normas son utilizadas por el Centro de Investigaciones de Ingeniería.

6.3 TUBOS DE CEMENTO SIN REFUERZO

La fabricación de tubos utilizados en el transporte de aguas negras, pluvial y desperdicios industriales, se rige por medio de las normas AASHTO M-86 y ASTM C-14.

Se describen únicamente los requisitos de tubos de cemento no reforzados de 10" de diámetro, ya que sólo se tienen muestras de este diámetro.

6.3.1 REQUISITOS DE LOS TUBOS DE CEMENTO SIN REFUERZO

En la fabricación de tubos de cemento sin refuerzo, se tienen identificadas tres clases, dependiendo de las especificaciones que cumplen; las cuales son: Clase 1, Clase 2 y Clase 3.

A NUMERO DE MUESTRAS

El fabricante proporcionará para la prueba de absorción y compresión, una cantidad mayor del 0.5% del número de tubos de cada pedido, los cuales no deberán ser menos de dos tubos. Para la prueba de permeabilidad el 2% y para la prueba hidrostática el número de tubos proporcionados será mayor o igual a dos. (5)

B REQUISITOS PARA LA PRUEBA DE CARGA EXTERNA

La prueba será realizada de acuerdo a la norma AASHTO T 33 que especifica los requisitos siguientes para tubería de cemento no reforzado de 10". (5)

Clase	Método de tres aristas, Resistencia mínima		
	(lb/pie)	(kg-N/mm)	(kg/ml)
Clase 1	1600	23.3	2380.77
Clase 2	2000	29.2	2975.96
Clase 3	2400	35.0	3571.16

C PRUEBA DE ABSORCION

La prueba de absorción en tubos de cemento no reforzados, se realiza de acuerdo con la norma AASHTO T 33, la prueba de absorción no deberá sobrepasar el 9%. La muestra para esta prueba puede ser tomada después de realizar la prueba de compresión, marcadas o numeradas de acuerdo al tubo donde se tomó la muestra. El área de la muestra deberá ser de 12 a 20 pulgadas cuadradas (77 a 129 centímetros cuadrados).

D PERMEABILIDAD

Según AASHTO T 33, no menos del 80% de la superficie exterior del tubo, no mostrará humedad o sitios ligeramente húmedos, al final de la prueba, debido al agua que pasa por las paredes del tubo. En este ensayo se llena el interior del tubo a analizar con agua y se efectúa una inspección visual para hacer una determinación de la prueba.

E DIMENSIONES

Los espesores mínimos para las distintas clases de tubería se presenta a continuación, para tubos de 10" (250 mm).

Clase	Espesor mínimo de pared -AASHTO-	
	mm	pulgadas
Clase 1	22.2	7/8
Clase 2	25.4	1
Clase 3	31.8	1 1/4

Las variaciones permitidas en las dimensiones, están delimitadas por lo siguiente:

DIAMETRO INTERNO. El diámetro interno del tubo variará no más que el $\pm 1\% + 1/8"$ (3.2 mm) a el más cercano a $1/8"$ (3.2 mm) del diseño del diámetro designado.

ESPESOR DE PARED. No variará más que -1.5% o $1/8"$ (3.2 mm), el más pequeño de los dos.

LONGITUD. El largo del tubo variará no más que $-1/2"$ (12.7 mm) de la longitud especificada o de diseño.

LONGITUD DE LADOS OPUESTOS. La longitud de los lados opuestos, de cada sección del tubo, no variará más que $1/4"$ (6.4 mm) o 2% de cualquier longitud.

ALINEACION. El tubo debe ser recto, no variará en alineación más que uno por ciento (0.01 mm/mm) de longitud.

El tubo debe estar libre de fracturas y libre de porosidad en la parte interior. (5)

6.3.2 PROCESO DE FABRICACION DE TUBOS

Consiste esencialmente de las actividades siguientes:

A MEZCLADO. Consiste en el proporcionamiento adecuado de materiales en la mezcladora; agregando el agua en forma adecuada, para obtener una mezcla óptima.

B TRANSPORTE. Consiste en transportar la mezcla al lugar donde se encuentra la máquina encargada de la fabricación de tubos. Se hace por medio de tolvas con descarga inferior de donde se toma la mezcla para introducirla en los moldes con herramienta adecuada.

C MOLDEADO. Se utiliza el proceso de vibrocompresión, que ha sido el más eficiente; consiste en vibrar la mezcla al mismo tiempo que se llena el molde, produce una compactación uniforme. Al terminar el llenado, se coloca una boquilla de metal en la parte superior del tubo.

D DESENCOFRADO. Esta actividad consiste en eliminar el molde del tubo inmediatamente después de producirlo. Luego del desencofrado, el tubo es transportado en una carretilla especial a un espacio protegido de las inclemencias del tiempo.

E CURADO. El método que se utiliza con mayor frecuencia en nuestro medio, consiste en rociar el tubo varias veces al día, dependiendo del clima y la humedad, durante los primeros días de fraguado; luego de ello se deja el tubo a la intemperie para que concluya esta etapa, a fin de obtener una resistencia establecida a los 28 días.

6.4 COSTO DE PRUEBAS.

A menos que se indique lo contrario al momento de hacer el contrato o pedido de materiales, las pruebas de laboratorio de los especímenes, en cuanto a su costo los pagará:

- a) El vendedor, cuando los resultados muestren que los especímenes no cumplen con las especificaciones preestablecidas.
- b) El comprador, cuando los resultados indiquen que los especímenes ensayados cumplen con las normas indicadas. (8)

CAPITULO 7

7.1 ANALISIS DE RESULTADOS DE PRUEBAS EN APLICACIONES

La aplicación de la escoria de piedra triturada se lleva a cabo en tres importantes elementos para la construcción, como lo son: bloques de arena pómez, adoquines y tubos de cemento. El análisis de los resultados de laboratorio, tiene importancia, ya que por medio de éste, se determina en que porcentaje cumplen o no, con las especificaciones las aplicaciones que fueron elaboradas para tal fin. Nos es útil el análisis de especímenes, para determinar la mezcla que cumpla con todos o con la mayoría de requisitos especificados.

Para el análisis de aplicaciones se procede, primero con los resultados de pruebas de bloques, luego con los resultados de adoquines, y por último con los resultados de tubos de cemento de 10" de diámetro.

7.1.1 BLOQUES

A continuación se presenta una tabla donde indica el promedio aritmético de los resultados.

Tabla 07. Promedio aritmético de resultados, prueba de laboratorio Bloques.

No. de mezcla	% de escoria	Medidas (cm)			Peso (kg)	% de absorción	Resistencia a compresión (kg/cm ²)
		Largo	Ancho	Alto			
1	0.00	39.10	14.06	18.79	7.347	18.34	11.27
2	10.27	40.11	14.93	20.03	8.298	24.25	14.14
3	19.46	39.02	13.97	19.63	7.056	24.20	18.02
4	28.65	40.11	14.97	20.09	11.023	16.62	27.19
5	37.84	39.01	14.04	19.34	10.087	21.68	34.18
6	47.03	39.04	14.00	19.85	8.187	28.55	32.09
7	56.22	38.94	14.05	19.57	9.562	21.61	17.13
8	65.40	39.00	14.00	19.39	10.663	22.36	26.58

Donde: cm= centímetros, kg= kilogramos, kg/cm²= kilogramos por centímetro cuadrado.
mezcla 1= 1:17.5:0.00, mezcla base,
mezcla 5= 1:10.5:7.00, mezcla usada por el fabricante.
Fuente: tabla 16, apéndice D.

7.1.1.1 CLASIFICACION. Los bloques analizados, de acuerdo a la masa, se clasifican en su totalidad como bloques de tipo liviano, porque poseen una masa inferior a 1680 kg/m³. El bajo peso de los bloques, se debe a que se utilizó en las mezclas arena blanca o de pómez, la cual tiene un peso específico bajo.

7.1.1.2 PESO. Se incrementa de acuerdo al contenido de escoria de piedra; de las mezclas 1 a la 5 el peso se incrementa; pero en las mezclas 6 y 7 se observa un descenso; que posiblemente se debe a una mala vibración y/o compactación de la mezcla, como también a la poca experiencia para la elaboración de bloques. Otro factor que puede influir es que al incrementar la cantidad de escoria, disminuye la cantidad de arena y cemento.

De acuerdo a lo anterior, para el análisis de bloques, si se toma para efectos de comparación los datos obtenidos en la referencia (9), en la cual se detallan las principales características de 10 fábricas, productoras de block de arena pómez; pero, sin embargo, en la fábrica número 4, se utiliza dentro de sus agregados el polvo de piedra, que es el nombre comercial de la escoria de piedra triturada, material analizado en el presente trabajo.

7.1.1.3 MEDIDAS. Para obtener los bloques que se utilizaron en las pruebas, se utilizaron dos tipos distintos de moldes, en cuanto a su medida, por lo que las medidas principales reales difieren entre las mezclas así: las mezclas 1, 3, 5, 6, 7 y 8 tienen 39, 14 y 19 cm de largo, ancho y alto respectivamente; mientras que las mezclas 2 y 4 tienen 40, 15 y 20 cm, tienen de largo, ancho y alto, respectivamente lo que justifica la variación en sus medidas.

Los resultados muestran, que los bloques analizados cumplen con el requisito de medida de los mismos.

7.1.1.4 RESISTENCIA A COMPRESION. La resistencia a compresión, es uno de los principales parámetros de comparación; ya que se determina la mezcla con la cual se obtiene mejor resistencia, puesto que los bloques son utilizados en muros para soportar cargas.

De acuerdo con la norma COGUANOR NGO 41054, el 62.50% de la muestra no cumple ni con el mínimo valor propuesto, tomando el valor mínimo de 21.09 kg/cm² recomendado cuando se analiza un sólo bloque. El 37.50% restante se clasifica de acuerdo con la norma como clase B, grado 2.

De los datos de la tabla 07, se tiene que de la mezcla 5, se obtienen los bloques de mayor resistencia a compresión, la cual tiene un contenido de escoria en porcentaje de 37.84, que es la utilizada por el fabricante, donde se realizaron los bloques de prueba, con una resistencia de 34.18 kg/cm².

Le siguen en forma descendente la mezcla 6, que contiene un 47.03% de escoria, con una resistencia de 32.09 kg/cm² y la mezcla 4 con un contenido de escoria en porcentaje de 28.65, con una resistencia promedio de 27.19 kg/cm². La mezcla de menor resistencia a compresión, de las analizadas, es la mezcla 1, que respresenta a la mezcla base, la cual no

contiene escoria, con una resistencia de 11.27 kg/cm², tales datos se aprecian mejor en la gráfica 04.

Según la tendencia que se observa, la resistencia aumenta a medida que se va incrementando el contenido de escoria dentro de la mezcla, hasta llegar a la mezcla 5; lo que implica que la presencia de la escoria dentro de la mezcla, resulta de beneficio; pero dentro de un porcentaje adecuado, luego de lo cual empieza a perder resistencia.

El análisis de resultados, se realiza de acuerdo a un estudio efectuado por el Centro de Investigaciones de Ingeniería, para bloques en general. El cual se basa en los estudios siguientes: "Evaluación de las normas Coguanor sobre bloques huecos de hormigón (concreto) en relación a su aplicación local y propuesta de revisión de las mismas", de los Ingenieros Erick Josué Jacobs Mazariegos y Jorge Mario Morales y por otro lado la tesis de Ingeniería Civil "Evaluación de las normas Coguanor sobre ladrillos de barro cocido en relación a su aplicación local y propuesta de revisión de las mismas", de Miguel Angel Juárez Sandoval. Tal clasificación se hace de la siguiente manera, de acuerdo con la resistencia mínima a compresión: bloques tipo "D" 18 kg/cm², bloques de tipo "C" 25 kg/cm², bloques tipo "B" 35 kg/cm² y bloques de tipo "A" 50 kg/cm². Por medio de esta clasificación se designan los bloques analizados en la tabla 16, apéndice D.

Según los resultados, de las mezclas 1, 2, 3 y 7, las muestras obtenidas corresponden a bloques de relleno tipo "D"; de la mezcla 8, un 67% son de tipo "D" y el 33% de tipo "C"; de la mezcla 6, pertenece a tipo "C" y de la mezcla 5, el 66% son de tipo "C" y el 33% corresponden al tipo "B".

De acuerdo a los datos de la tabla 2 de la referencia (9), los bloques de mayor resistencia a compresión son los obtenidos de la fábrica 4, que utiliza polvo de piedra entre los componentes de la mezcla, que en promedio tienen una resistencia de 34.73 kg/cm², el cual es similar al obtenido en los bloques de la mezcla 5 del presente estudio, que tiene un valor de 34.18 kg/cm², que también representa la mayor de las ocho mezclas.

7.1.1.5 PORCENTAJE DE ABSORCION. Según lo especificado, el porcentaje de absorción debe estar comprendido entre 2 y 30%. El factor más importante resulta ser el máximo permisible, ya que al poseer un mayor porcentaje, implica que los bloques son capaces de absorber mayor cantidad de agua, con la consiguiente desventaja que al momento de colocarlos en muros, disminuye la capacidad de impermeabilización de los mismos.

Los resultados obtenidos muestran que en promedio los bloques de la mezcla 4, con un 28.65% de escoria, tienen un 16.62% de absorción, que es el menor porcentaje. La mezcla 5, que es la utilizada en la fábrica, cuyo contenido de escoria en porcentaje es de 37.84, en promedio tiene un 21.68% de absorción, lo cual es adecuado y se encuentra dentro de los límites especificados.

La mezcla que muestra el mayor porcentaje de absorción es la número 6, cuyo contenido de escoria es de 47.03%, con un 28.55% de absorción, en el cual uno de los bloques analizados sobrepasa el límite especificado como máximo. Por lo tanto, se puede decir que en promedio la totalidad de las mezclas analizadas cumplen con el requisito especificado.

En la referencia (9) se tiene que todas las mezclas analizadas en las fábricas muestreadas no cumplen con lo estipulado en las especificaciones, en cuanto al porcentaje de absorción, puesto que en todas sobrepasa el límite máximo. En el presente estudio en promedio las mezclas analizadas por medio de las aplicaciones en bloques, cumplen con esta especificación.

7.1.1.6 APARIENCIA. La apariencia de los bloques, se debe a los materiales que componen las mezclas; es decir, que los bloques obtenidos de la mezcla base, presentan una apariencia porosa, con esquinas astilladas, debido a que contienen como agregado únicamente la arena blanca; al incrementar el contenido de la escoria, los bloques tienen mejor apariencia y sus esquinas son más resistentes a las desbocaduras.

7.1.2 ADOQUINES

Se tienen 27 muestras de adoquin, para someterlas a ensayos en el Centro de Investigaciones de Ingeniería; distribuidos en 8 tipos distintos de mezclas de concreto así: de la mezcla 1, denominada mezcla base, 3 muestras; de la mezcla 2, con un 3.03% de escoria, 4 muestras; de la mezcla 3, con un porcentaje de escoria de 6.06, 3 muestras; de la mezcla 4, con un 8.08% de escoria, 3 muestras; de la mezcla 5, utilizada por el fabricante, con un 11.11% de escoria, 3 muestras; de la mezcla 6, que contiene 14.14% de escoria, 4 muestras; de la mezcla 7, con un 16.16% de escoria, 3 muestras y finalmente de la mezcla 8, con un 19.19% de escoria, 4 muestras. A continuación se presenta una tabla donde se indica el promedio de resultados de pruebas de laboratorio en adoquines.

Tabla 08. Promedio de resultados, prueba de laboratorio Adoquines.

No. de mezcla	% de escoria	Medidas (cm)						Espesor (cm)	Peso (kg)	% de Absorción	Módulo de Ruptura kg/cm ²
		Largo			Ancho						
		x1	x2	x3	y1	y2	y3				
1	0.00	6.8	10.5	2.1	3.3	15.4	3.2	10.0	8.591	13.89	41.13
2	3.03	6.8	10.3	2.2	3.3	15.4	3.2	10.5	10.314	10.57	50.10
3	6.06	6.6	10.3	2.2	3.2	15.2	3.3	9.4	8.997	11.46	55.30
4	8.08	6.7	10.2	2.2	3.1	15.3	3.2	10.3	10.019	14.70	68.57
5	11.11	6.8	10.4	2.1	3.5	15.6	3.3	10.2	10.502	12.35	57.36
6	14.14	6.7	10.3	2.0	3.1	15.4	3.3	10.4	10.330	10.15	66.96
7	16.16	6.8	10.3	2.3	3.1	15.5	3.2	9.6	9.636	17.78	67.56
8	19.19	6.8	10.2	2.1	3.3	15.4	3.3	10.5	10.529	9.80	52.03

Fuente: tabla 17, apéndice D.

7.1.2.1 DIMENSIONES. Según los resultados obtenidos, el promedio de medidas en cuanto al largo de adoquines, en promedio es de 23.8 cm, lo cual se obtiene al sumar dos veces el valor x1 y el valor de x2; del total de las muestras obtenidas el 75% cumple con la especificación de tolerancia que es de +/- 3 mm.

Este mismo porcentaje cumple con el requisito de la dimensión de ancho del adoquín; el promedio del ancho entre las muestras es de 21.9 cm; en la cual la tolerancia máxima permisible es también de +/- 3 mm.

En cuanto al espesor de los adoquines, el nominal o de diseño es de 10 cm. En las muestras analizadas en promedio los adoquines tienen un espesor de 10.11 cm; pero el valor máximo de espesor corresponde a 10.7 cm, en uno de los adoquines de la mezcla 8 y el de menor espesor es de 9.1 cm correspondiente a la mezcla 7. En resumen del total de las muestras se tiene que el 77.77% de las muestras cumplen con el requisito en la cual es espesor de los adoquines puede tener una variación máxima de 0.5 cm.

7.1.2.2 COLOR. Los adoquines analizados, no presentan color alguno agregado; por lo tanto tienen un color gris oscuro, que le proporcionan el cemento y los agregados utilizados.

7.1.2.3 TEXTURA. La textura que muestran los adoquines se ve mejorada de acuerdo al incremento de la escoria, puesto que este material contiene arena fina, que lo hace ser más impermeable; de igual forma, por la cantidad de pedrín mejora la resistencia al desgaste del pavimento.

7.1.2.4 PORCENTAJE DE ABSORCION. Según los resultados mostrados en la anterior tabla, la mezcla que tiene menor porcentaje de absorción es la número 8, cuyos adoquines en promedio presentan un porcentaje de 9.80, tal mezcla contiene 19.19% de escoria, es la que contiene el mayor porcentaje de este material. La mezcla 7, con un porcentaje de escoria de 16.16, presenta un 17.78% de absorción; que es la mayor, se debe a que uno de los adoquines de esta mezcla tiene un porcentaje de absorción de 33.20.

La mezcla utilizada en la fábrica donde se elaboraron los adoquines, que corresponde a la número 5, tiene un promedio de 12.35% de absorción, la cual muestra un adecuado porcentaje, comparado con las demás mezclas. Si se incrementa el porcentaje de escoria utilizando un 14.14%, que corresponde a la mezcla 6, se logra disminuir a un 10.15 el porcentaje de absorción.

Al analizar los resultados en la referencia (6), con el objeto de hacer una comparación, se tienen 230 muestras analizadas, las cuales presentan un rango de porcentaje de absorción entre el 10 y el 26%, con un promedio de 12.29%; en el presente estudio el rango se reduce, de 9.80 a 17.78%, con un promedio de 11.32%. Los resultados indicados en la tabla anterior se encuentran dentro de los límites de la referencia.

Se puede concluir, que la escoria de piedra triturada, ayuda en gran parte a disminuir el porcentaje de absorción de los adoquines, que resulta en beneficio del pavimento, ya que se logra una mayor impermeabilización.

7.1.2.5 RESISTENCIA A LA COMPRESION. La resistencia a compresión está asociada directamente al Módulo de Ruptura, de la siguiente manera, el módulo de ruptura de 45.00 kg/cm², equivale a un esfuerzo de compresión de 210 kg/cm² (20.59 Mpa), que corresponde al mínimo valor para los adoquines de tipo liviano. (apéndice E)

De los resultados obtenidos, la mezcla 1, que representa la mezcla base, en promedio muestra un módulo de ruptura de 41.13 kg/cm², de los cuales todos los adoquines muestreados no pasan el mínimo que es de 45 kg/cm².

Las mezclas que tienen un mayor módulo de ruptura de las analizadas son en orden descendente: la mezcla 4, que contiene un 8.08% de escoria, con un promedio de 68.57 kg/cm², que es el mayor alcanzado; le sigue la mezcla 7, que contiene un 16.16% de escoria, que en promedio tiene una resistencia de 67.56 kg/cm², tales datos se presentan en la gráfica 05.

A pesar de que los adoquines pertenecen a tránsito liviano, con la incorporación de la escoria al concreto, las mezclas 3, 4, 5, 6, 7 y 8 sobrepasan los 51 kg/cm² de esfuerzo a flexión, que corresponde a un esfuerzo a compresión de 280 kg/cm², clasificado como adoquines de tránsito pesado. (6)

La mezcla 5, que es la utilizada por el fabricante muestra un promedio de 57.36 kg/cm², de las cuales la totalidad de la muestra sobrepasa el mínimo modulo de ruptura; si se utiliza la mezcla 4, 7 o 6 se pueden lograr mejores resultados en cuanto al valor de resistencia a compresión.

En la referencia (6) se indica que el 70.87% de la muestra no cumple con el requisito de resistencia mínima a compresión; en cambio, de las ocho mezclas analizadas, la mezcla base es la única que no cumple con este requisito.

7.1.3 TUBOS DE CEMENTO

El promedio aritmético de los resultados de pruebas en tubos de cemento de diámetro 10", se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 09. Resultado de pruebas, Tubos de cemento.

No. de mezcla	% de escoria	Diám. int. (cm)	Grosor (cm)	Largo (cm)	Peso (kg)	% de absorción	Resis. a compresión (kg/ml)
1	0.00	25.03	4.48	100.70	85.13	7.08	2960.00
2	4.35	25.08	4.45	101.38	85.27	9.30	3432.81
3	8.70	25.00	4.46	101.00	87.54	7.91	4059.48
4	13.04	24.98	4.40	101.23	85.39	8.52	3615.60

Fuente: tabla 18, apéndice D.

7.1.3.1 DIMENSIONES. El análisis de las dimensiones se hace comparando los resultados de pruebas de laboratorio con los parámetros indicados por las normas utilizadas en el Centro de Investigaciones de Ingeniería, que por supuesto son las utilizadas en nuestro medio.

7.1.3.1.1 ESPESOR DE PARED (grosor). De acuerdo a las especificaciones de la norma AASHTO M-86, para tubería sin refuerzo con un diámetro interno de 10", de clase 3, que es la más rigurosa en cuanto a especificaciones, dice que esta tubería debe tener como mínimo un espesor de 3.18 cm; de acuerdo a los datos de la tabla anterior, la tubería analizada en su totalidad cumple con este requisito.

7.1.3.1.2 DIAMETRO INTERNO. El diámetro designado para tubos de 10" de diámetro es de 25.00 cm; según los resultados obtenidos, el diámetro que presenta mayor diferencia con respecto al de diseño es de 1 mm; por lo tanto, se puede decir que el total de la muestra cumple con la especificación de este parámetro.

7.1.3.1.3 LONGITUD. Las normas ASTM C-14 y AASHTO M-86, indican que el tubo no deberá variar en la longitud en más de -1/2" (1.27 cm), de la longitud especificada, que en este caso es de 100.00 cm.

Según los resultados obtenidos, todos los tubos tienen una longitud superior a 100.00 cm, por lo tanto toda la tubería cumple con este requisito, la norma no especifica un límite superior.

En cuanto a la longitud de los lados opuestos, se verificó que los tubos analizados cumplen con lo especificado, pues no varían en más de 6.4 mm de ambos lados.

Por inspección visual se determina que los tubos tengan una buena apariencia y no presenten grietas en su interior; se observa que de acuerdo a la cantidad de escoria, su textura tiende a ser más áspera.

La parte interior de los tubos, muestra una superficie fina, que es importante en la conducción de aguas de desecho.

7.1.3.2 RESISTENCIA A COMPRESION. Las normas AASHTO M-86 y ASTM C-14, indican que existen tres clases de tubos de 10" de diámetro sin refuerzo; las cuales se caracterizan por la capacidad de resistir carga.

Los resultados obtenidos, indican que en la mezcla 1, que es la base, el 50% está dentro de clase 1 y el 50% dentro de la clase 2; en la mezcla 2, el 100% de la muestra corresponde a la clase 2; en la mezcla 3, que es la utilizada por el fabricante, muestra una resistencia mayor a las analizadas, el 100% corresponde a clase 3. Y por último, en la mezcla 4, el 50 % muestra que corresponde a clase 2 y el otro 50% corresponde a clase 3. Tales resultados se aprecian mejor en la tabla 06.

La mezcla base, indica una menor resistencia a compresión; por lo que se puede asumir que la escoria mejora las características de los tubos, pero es necesario realizar mayor cantidad de ensayos.

Al comparar los resultados obtenidos con los de la referencia (5), se tiene que en ésta se indica que para tubos de 10" de diámetro, tiene una resistencia a compresión en promedio de 3023.40 kg/ml, corresponde a clase 2; este valor únicamente supera al valor obtenido en la mezcla base. En

los datos registrados por el Centro de Investigaciones de Ingeniería entre el año de 1975 y primeros meses de 1993, se tiene un promedio de 2778.19 kg/ml, corresponde a clase 1, este valor es superado por todas las mezclas analizadas.

7.1.3.3 PORCENTAJE DE ABSORCION. Las normas AASHTO M-86 y ASTM C-14, indican que el porcentaje máximo de absorción para tubos de 10" de diámetro es del 9%.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la mezcla 1, que es la base, cumple con este requisito. la mezcla 2, que en promedio muestra un porcentaje de absorción de 9.30%, no cumple con este requisito, pero la diferencia es pequeña, ya que el tubo que presenta mayor porcentaje es de 9.50. Las mezclas 3 y 4 cumplen con este requisito; pero los tubos donde se obtienen el menor porcentaje son los que corresponden a la mezcla 1.

Según la referencia (5) para tubos de 10" de diámetro, el promedio obtenido en porcentaje de absorción es de 10.69, que sobrepasa el límite máximo. En los datos registrados por el Centro de Investigaciones de Ingeniería entre el año de 1975 y primeros meses de 1993, se tiene que en promedio este porcentaje es de 13.42, se indica también que únicamente el 9% de los tubos ensayados pasó la prueba. De acuerdo a los datos del presente estudio, únicamente un tubo superó el porcentaje máximo; por lo tanto, se puede decir que la escoria ayuda a disminuir este porcentaje.

7.1.3.4 PERMEABILIDAD. Al realizar el ensayo de permeabilidad, llenando los tubos con agua, colocados en forma vertical, después de 15 minutos, se pudo observar que en la parte exterior de los tubos, no se muestra humedad o puntos donde se escapa agua al exterior, únicamente aparecieron ligeras manchas húmedas, la impermeabilidad se comprueba porque el nivel del agua no baja.

Por lo tanto, se puede decir que todas las mezclas empleadas en la fabricación de tubos, cumplen con el requisito de impermeabilidad, que es de mucha importancia, ya que todos los tubos se utilizan para el transporte de líquidos, usualmente de desecho.

7.1.3.5 PESO. Los tubos, con dimensiones parecidas, difieren en cuanto al peso de los obtenidos en cada mezcla. Los de menor peso corresponden a los obtenidos de la mezcla 1, con un peso promedio de 85.13 kg; los de mayor peso de la mezcla 3, con un peso promedio de 87.54 kg, que es la utilizada por el fabricante. Se debe a que la escoria tiene un mayor peso unitario que la arena.

7.2

ANALISIS DE COSTOS

Para el análisis de costos en la producción de bloques, adoquines y tubos de cemento sin refuerzo de 10", se toman los fundamentos siguientes:

A El costo de los materiales para las mezclas analizadas, en promedio de las empresas encargadas de la venta de los mismos, válidos al mes de septiembre de 1995; los cuales incluyen el costo de transporte a las fábricas, ubicadas dentro del perímetro de la ciudad capital es:

Cemento portland	Q23.00/saco	Q23.00/bote
Arena de río	Q55.00/m3	Q1.42/bote
Escoria de piedra triturada	Q49.30/m3	Q1.27/bote
Arena blanca o de pómez	Q55.00/m3	Q1.42/bote
Piedrín de 3/8" de diámetro	Q80.32/m3	Q2.08/bote

La unidad de medida es el "bote", que corresponde a la capacidad en volumen de un recipiente plástico con capacidad de 5 galones, con un volumen interno de 0.02185 m³. De un metro cúbico de material se obtienen 38.69 botes, asumiendo un desperdicio en los agregados del 15%. La bolsa de cemento portland de producción nacional de 42.5 kg contiene un bote en volumen.

B El costo por mano de obra, es el mismo al utilizar cada una de las mezclas; ya que a los trabajadores se les paga por día, con incremento sobre metas alcanzadas, en el cual no importa el mayor o menor contenido de escoria dentro de la mezcla.

C Los gastos generales dentro de la fábrica por producción y administración se mantienen también constantes sin importar el tipo de mezcla utilizada en la producción.

De lo anterior se puede decir, que lo único que varía en la producción es el costo de los materiales para cada mezcla.

7.2.1 ANALISIS DE COSTOS BLOQUES

El volumen total de los componentes de cada una de las mezclas utilizadas en la elaboración de bloques es de 18.5 botes; lo que varía es la cantidad o el porcentaje de cada material dentro de la mezcla, puesto que al aumentar la escoria disminuyen los demás componentes.

El rendimiento de cada mezcla es de 40 bloques, e igual para cada una de las 8 mezclas; con los datos anteriores sobre costo de materiales y asumiendo que la utilidad es la misma para los distintos tipos de mezclas, en la siguiente tabla se muestra el costo en materiales para cada mezcla, así

como el porcentaje de ahorro al utilizar la escoria, en relación a la mezcla base.

Tabla 10. Costo por materiales en mezclas Bloques.

No. de mezcla	Proporción C:A:PP	% de escoria	Costo por materiales		% de ahorro al usar escoria
			mezcla	100 bloques	
1	1:17.5:0.0	0.00	Q47.85	Q119.63	0.00
2	1:15.6:1.9	10.27	Q47.56	Q118.90	0.60
3	1:13.9:3.6	19.46	Q47.31	Q118.27	1.13
4	1:12.2:5.3	28.65	Q47.05	Q117.63	1.66
5	1:10.5:7.0	37.48	Q46.80	Q117.00	2.19
6	1: 8.8:8.7	47.03	Q46.55	Q116.38	2.73
7	1:7.1:10.4	56.22	Q46.29	Q115.73	3.26
8	1:5.4:12.1	65.40	Q46.03	Q115.08	3.79

Fuente: Datos obtenidos al integrar los componentes de cada material en cada una de las mezclas, con sus respectivos costos unitarios.

Según los datos obtenidos, se puede observar el porcentaje de ahorro al utilizar la escoria dentro de la mezcla. El cual, aparentemente es pequeño; pero al realizar una producción diaria o de grandes pedidos, se puede apreciar mejor este ahorro por cada mezcla. Además se logra mejorar las características de los elementos.

Al incrementar el contenido de escoria dentro de la mezcla, disminuye el costo de la misma; por lo tanto entre más cantidad de escoria se utilice, menor será el costo por concepto de materiales. Se restringe únicamente la decisión de utilizar una mezcla, a los resultados obtenidos en las pruebas, de la mezclas y de los especímenes en las aplicaciones.

7.2.2 ANALISIS DE COSTOS ADOQUINES

Para la elaboración de adoquines, se consideró no variar el volumen total de las mezclas, el cual es de 9.9 botes, con lo cual el rendimiento es de 30 adoquines por mezcla.

A continuación se presenta el costo por concepto de materiales de cada una de las mezclas utilizadas en la elaboración de adoquines, así como el porcentaje de ahorro de cada mezcla, en relación al costo de utilizar una mezcla base.

Tabla 11. Costo por materiales, mezclas Adoquines.

No. de mezcla	Proporción C:A:PP:P	Porcentaje de escoria	Costo por materiales		% de ahorro al usar la escoria
			mezcla	100 adq.	
1	1:7.0:0.0:1.9	0.00	Q 36.89	Q 122.97	0.00
2	1:6.8:0.3:1.8	3.03	Q 36.78	Q 122.60	0.30
3	1:6.6:0.6:1.7	6.06	Q 36.67	Q 122.23	0.60
4	1:6.4:0.8:1.7	8.08	Q 36.64	Q 122.13	0.68
5	1:6.2:1.1:1.6	11.11	Q 36.53	Q 121.77	0.98
6	1:6.0:1.4:1.5	14.14	Q 36.41	Q 121.37	1.30
7	1:5.8:1.6:1.5	16.16	Q 36.39	Q 121.30	1.36
8	1:5.6:1.9:1.4	19.19	Q 36.28	Q 120.93	1.65

Fuente: datos obtenidos al integrar los costos unitarios de cada componente de las mezclas.

Se puede observar que el porcentaje de ahorro al utilizar la escoria en las mezclas, se incrementa, al aumentar este material; pero éste es muy pequeño, lo que se logra es darle una mayor resistencia a compresión dentro del rango ya especificado.

Por lo tanto, la mezcla a utilizar, dependerá únicamente de los resultados del análisis de mezclas y de los adoquines.

7.2.3 ANALISIS DE COSTOS EN TUBOS DE CEMENTO

En el diseño de mezclas utilizadas en la elaboración de tubos de cemento de 10" de diámetro, el volumen total de cada mezcla no sufre variación, el cual es de 11.5 botes, con lo cual se obtiene un rendimiento de 3 tubos y medio por mezcla; es decir, para obtener 7 tubos, se necesitan 2 mezclas.

En la siguiente tabla se muestra el costo por concepto de materiales de cada una de las mezclas utilizadas, así como el porcentaje de ahorro de cada mezcla, en relación al costo de utilizar la mezcla base.

Tabla 12. Costo por materiales, mezclas Tubos de cemento diámetro 10".

No. de mezcla	Proporción C:A:PP:P	% de escoria	Costo por materiales		% de ahorro al usar escoria
			mezcla	100 tubos	
1	1:6.6:0.3:3.9	0.00	Q40.48	Q1156.57	0.00
2	1:6.3:0.5:3.7	4.35	Q40.28	Q1150.86	0.50
3	1:6.0:1.0:3.5	8.70	Q40.07	Q1144.86	1.01
4	1:5.7:1.5:3.3	3.04	Q39.86	Q1138.57	1.53

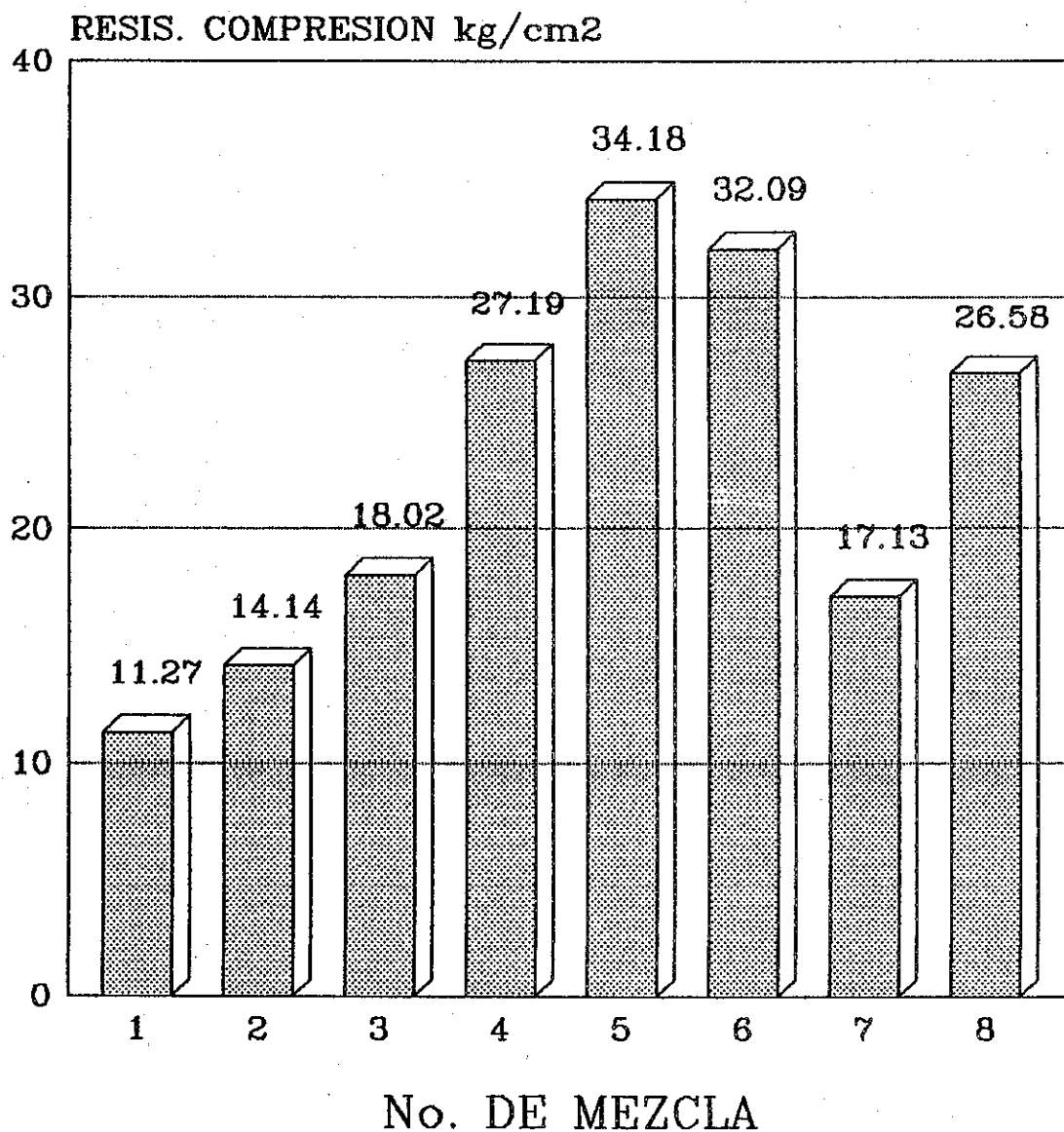
Fuente: datos obtenidos al integrar los costos unitarios de materiales presentes en cada mezcla.

De los resultados obtenidos, se puede decir que al incrementar el contenido de escoria en la mezcla, el costo por concepto de materiales disminuye; pero este porcentaje es pequeño. Lo que se logra es mejorar las características de los tubos, dentro del rango especificado.

La desición de utilizar cualquiera de las mezclas analizadas dependerá de los análisis de laboratorio, tomando en cuanto que al utilizar el mayor porcentaje de escoria, más grande es el porcentaje de ahorro.

GRAFICA No. 04

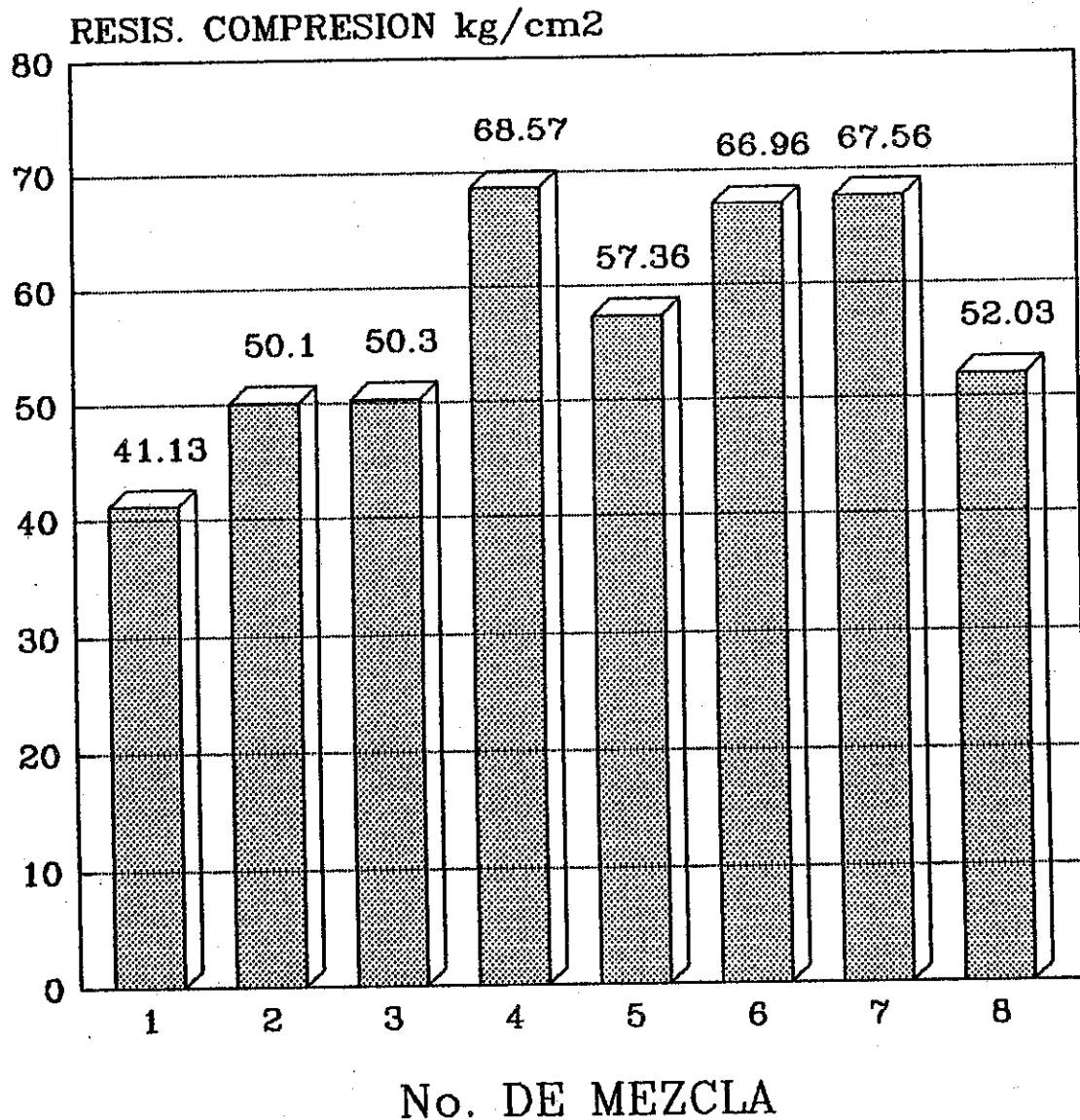
PROMEDIO ARITMETICO, RESISTENCIA A COMPRESION PARA BLOQUES



FUENTE: TABLA 07

GRAFICA No. 05

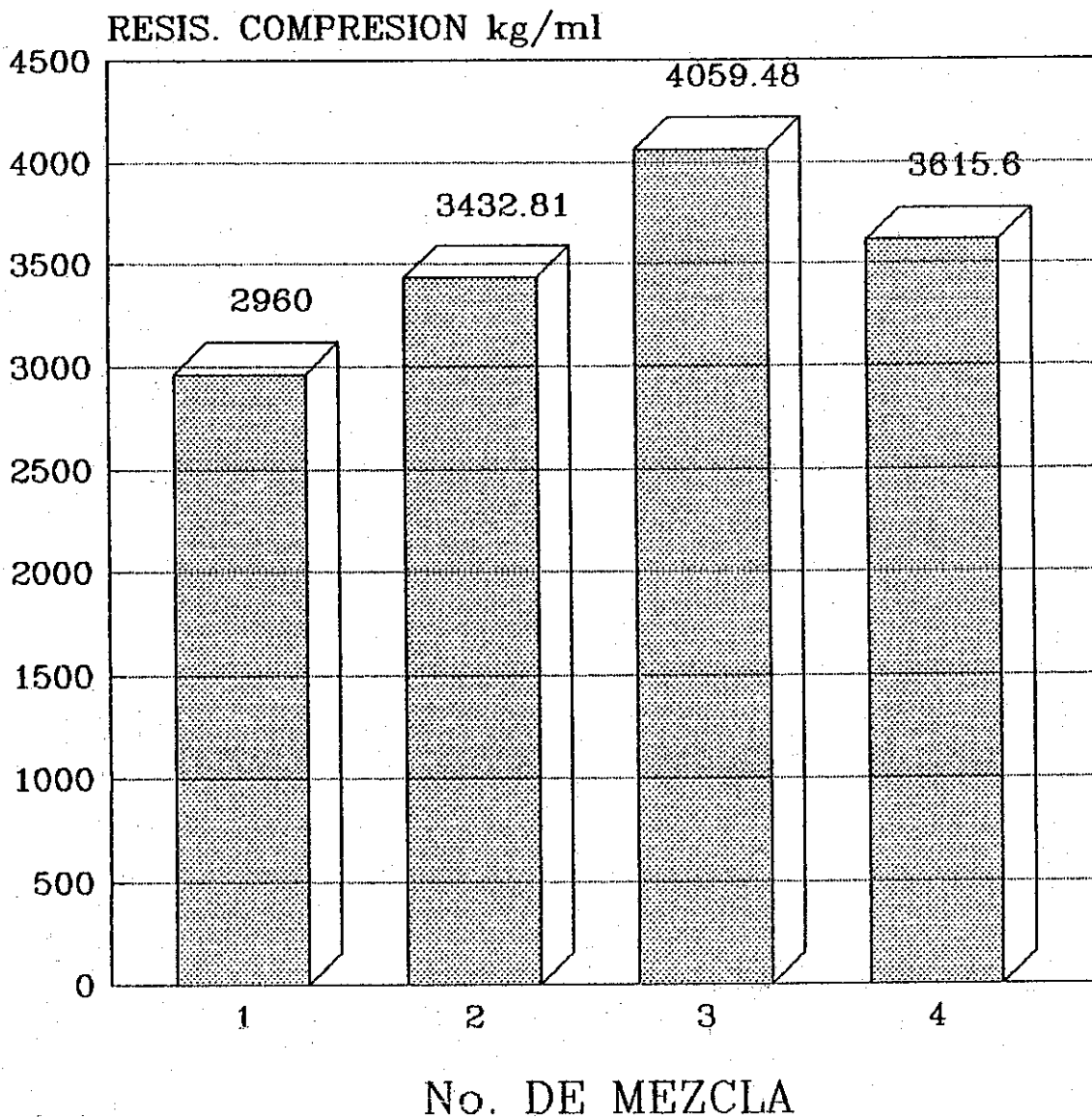
PROMEDIO ARITMETICO, RESISTENCIA A COMPRESION PARA ADOQUINES



FUENTE: TABLA 08

GRAFICA No. 06

PROMEDIO ARITMETICO, RESISTENCIA A COMPRESION TUBOS DE CEMENTO 10"



FUENTE: TABLA 09

CONCLUSIONES

En el transcurso de la elaboración del presente trabajo de investigación, se ha podido comprender la importancia de cada componente dentro de las mezclas, en especial de la escoria de piedra triturada, que contribuye al resultado final de los bloques, adoquines y tubos de cemento, de lo cual se pueden anotar las conclusiones siguientes:

1. Los agregados de las mezclas en las fábricas analizadas, son proporcionados en volúmenes, con la consiguiente desventaja que al estar húmedos, implica un aumento en su volumen, disminuyendo la cantidad total del agregado. Lo anterior se puede controlar al proporcionar los materiales por peso; pero se necesita una balanza adecuada y además, el tiempo de acarreo de los materiales se incrementa.
2. El uso de la escoria de piedra triturada como agregado de las mezclas, mejora las características en los especímenes cilíndricos elaborados con las mismas mezclas.
3. Se logra mejorar las características físicas y mecánicas en los bloques, adoquines y tubos de cemento, al utilizar la escoria como agregado en las mezclas; siendo las proporciones más adecuadas las siguientes: para bloques, la mezcla 5, con la proporción 1:10.5:7.0 (cemento:arena blanca:escoria). Para la elaboración de adoquines, la mezcla 6, cuya proporción es 1:6.0:1.4:1.5 (cemento:arena de río:escoria:piedrín diámetro 3/8"). Y para tubos de cemento de 10" de diámetro, la más adecuada es la mezcla 3, con una proporción de 1:6.0:1.0:3.5.(cemento:arena de río:escoria:piedrín diámetro 3/8").
4. El costo por mezcla disminuye al incrementar la cantidad de escoria dentro de la misma; según lo descrito, al incrementar la cantidad de escoria, disminuye la cantidad de cemento y agregados. Aunque el costo disminuye al incrementar la escoria dentro de la mezcla, dicha disminución no es significativa, siendo si importante el aumento en la calidad de los elementos.

RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, se pueden efectuar las recomendaciones siguientes:

1. En cuanto al uso de la escoria de piedra triturada, se recomienda utilizarlo dentro de las siguientes proporciones, las cuales demostraron cumplir con los requisitos especificados:

Para bloques, la mezcla 5, cuya proporción es 1:10.5:7.0 (cemento:arena pómez: escoria).

Para adoquines, la más adecuada es la mezcla 4, con una proporción de 1:6.4:0.8:1.7 (cemento: arena de río:escoria:pedrín diámetro 3/8").

Y para tubos de cemento con diámetro interno de 10" se recomienda utilizar la mezcla 3, con un contenido de escoria de 8.7%, con una proporción de 1:6.0:1.0:3.5 (arena de río:escoria:pedrín diámetro 3/8").

2. Efectuar el proporcionamiento de materiales por peso, ya que con esto se logra una producción más homogénea.
3. Impulsar el uso de la escoria de piedra triturada como agregado del concreto, para ser utilizado en la elaboración de otros productos para la construcción, por ejemplo en los elementos prefabricados.
4. Continuar con los estudios del uso de la escoria de piedra triturada.

REFERENCIAS

1. Villegas Cancinos, Dionisio. Normas para la descripción y exámen petrográfico de los componentes minerales de los agregados para el concreto. Tesis de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1992.
2. Neville, A. M. Tecnología de concreto, tomo I. Instituto mexicano del cemento y concreto (IMCYC), segunda reimpresión, México 1989.
3. Herrera Rodas, Plinio Estuardo. Evaluación preliminar de la arena manufacturada de caliza como agregado del concreto. Tesis de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1994.
4. Martínez, René Alfredo. Aprovechamiento del piedrín diámetro 1/4" como alternativa en la fabricación de bloques de concreto. Tesis de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1991.
5. García Calderón, Carlos Roberto José; Dávila Solares, Oscar Eduardo. Evaluación de los procesos de fabricación y características de la tubería de cemento en la ciudad de Guatemala. Tesis de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1993.
6. Pinto A., Ricardo. Estudio de adoquines de concreto fabricados en Guatemala y propuesta de norma. Tesis de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1984.
7. Moncavo V., Jesús. Manual de pavimentos, asfalto, adoquín, empedrado y concreto. Universidad de Guadalajara, México 1987.
8. Lilley, A. A.; Walke, B. J. Adoquines de concreto. Instituto mexicano del cemento y concreto, a.c. (IMCYC), México 1989.
9. Alquiñay S., Ofier René. Características en la fabricación de block de arena pómez en Guatemala. Tesis de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1989.

BIBLIOGRAFIA

-Bayly, Brian. Introducción a la Petrología. Instituto Politécnico Rensselaer, segunda edición. España, 1982.

-Comisión Permanente del Hormigón. Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa. España: Centro de publicaciones, Secretaría General Técnica Ministerio de Obras y Transportes, EH-91 artículo 7o. 1993.

-Hernández Corado, César Arnoldo. Contribución al estudio de pavimentos con adoquín. Tesis de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1988.

-López R., Luis Roberto. Evaluación del diseño de un horno mejorado para cal. Tesis de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1985.

-Martín del Rio, Pedro José Expósito. Diseño de un control de calidad aplicado a la fabricación de tubería de concreto no reforzado. Tesis de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1988.

-Mena Ferrer, Manuel. Uso racional y control de calidad del concreto. Instituto mexicano del cemento y concreto a. c., México 1982.

-National Stone Association. The aggregate handbook. National Stone Association (NSA), United States of American 1991.

-Palacios Salinas, Heriberto. Manual para el estudio de rocas sedimentarias. Instituto Politécnico Nacional, México 1992.

APENDICE A

TRITURACION DE AGREGADOS, LA PEDRERA

La escoria de piedra triturada de caliza se obtiene del proceso en la planta de trituración de agregados, marca Boliden-Allis, la cual es una de las trituradoras con que cuenta la empresa Horcalsa, La Pedrera, ubicada en la zona 6, de la ciudad capital.

La planta está constituida por tres trituradoras, con las características siguientes:

	tipo	capacidad	tamaño alimentación
Primaria	Quijadas 32"X43"	250 T.mt/hr	80 centímetros
Secundaria	Hidrocono 12-45"	250 T.mt/hr	10 pulgadas
Terciaria	Hidrocono 6-45"	150 T.mt/hr	5 pulgadas

Se cuenta con dos sistemas de zarandas vibratorias clasificatorias, una zaranda sobre el hidrocono 12-45" y una de limpieza en la sección primaria.

El equipo descrito, permite reducir agregado de diferentes medidas, según las mallas que se coloquen en las zarandas.

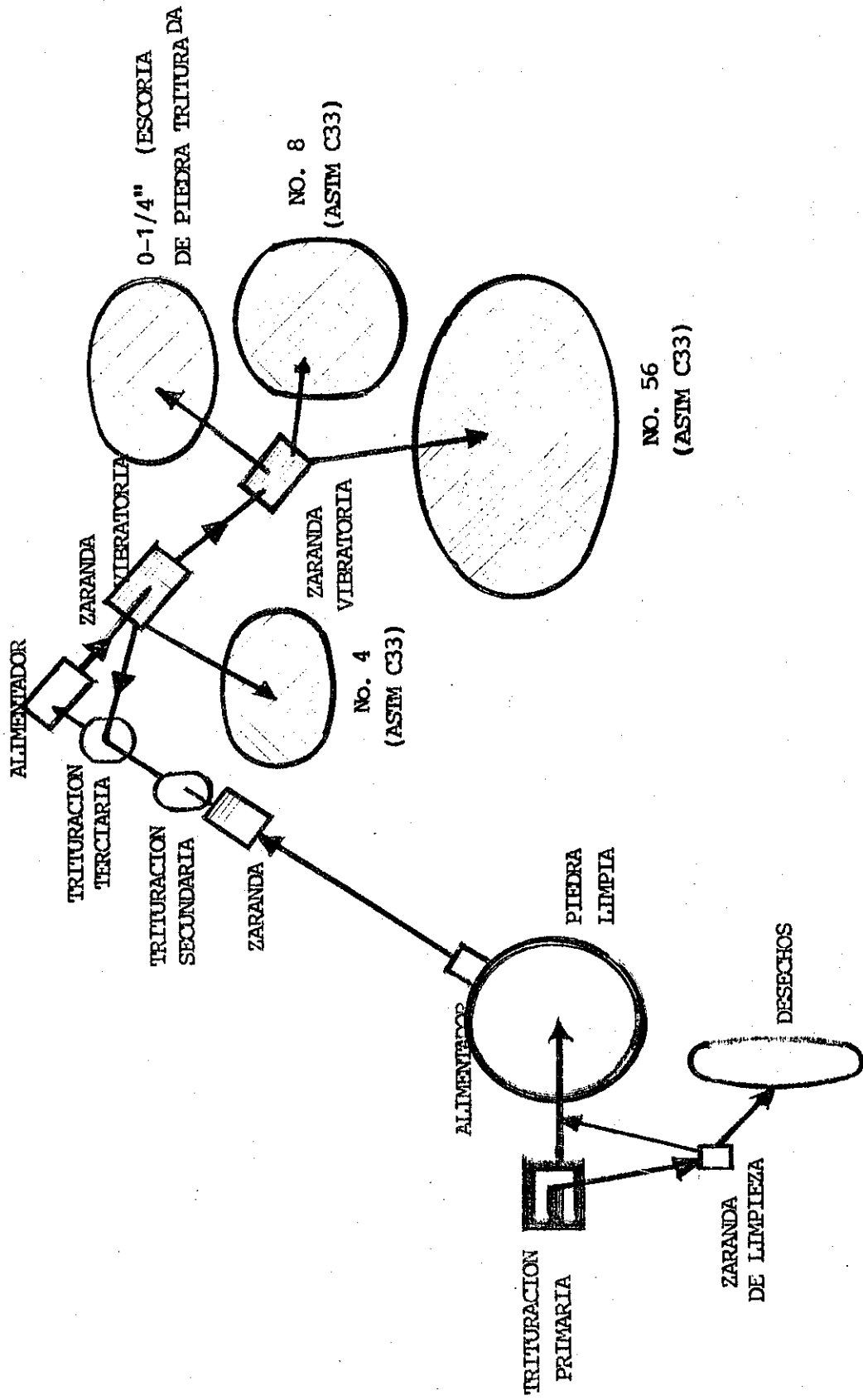
Los agregados producidos en esta planta son:

- a) No. 56 norma ASTM C33 (desde 1 1/2" hasta tamiz No.4)
- b) No. 4 norma ASTM C33 (desde 2" hasta 3/8")
- c) No. 8 norma ASTM C33 (desde 1/2" hasta tamiz No. 16)
- d) Porción de 1/4" hasta 0 (escoria de piedra triturada)

En el siguiente esquema se presenta una descripción general de la planta de trituración de agregados, La Pedrera, zona 6. (3)

ESQUEMA 01

PLANTA DE TRITURACION DE AGREGADOS
(LA PEDRERA, ZONA 6)



APENDICE B

RESULTADOS DE LABORATORIO DE LA ESCORIA DE PIEDRA TRITURADA



Orden de Trabajo No. 004031
Informe de Laboratorio No. 0019

INTERESADO: Ing. Rolando Barrios
MUESTRA: 1 bolsa de escoria de caliza
FECHA: 30 de julio de 1993

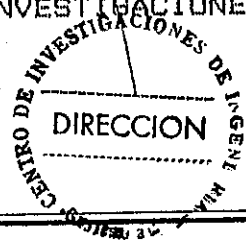
ANALISIS COMPLETO DE ESCORIA DE CALIZA

PARAMETRO (%)	MUESTRA
SOLUBILIDAD EN H2O	16.31
CaO	66.13
MgO	2.98
SiO2	22.25
CALCINACION	43.13

muestra proporcionada por el interesado

Ing. Q. Terma Maricela Cano M.
JEFATURA
LABORATORIO QUIMICA INDUSTRIAL/CII

Ing. Q. Cesar Alfonso Garcia G.
DIRECTOR
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
TC/ta. trip



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA

Ciudad Universitaria, Zona 12
Teléfonos Directos: 763992/3 • Planta: 760790/4 Ext. 372. • Fax 005022 - 763993
Guatemala, Centro América.



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Técnica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

CESEM-235-93
Guatemala,
2. julio. 1993

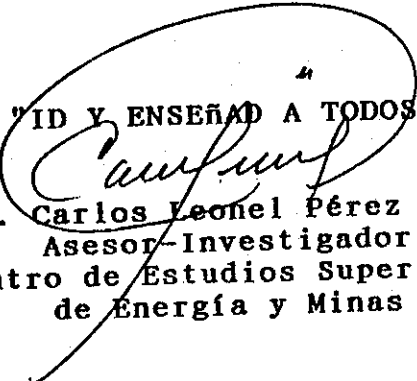
INFORME TECNICO

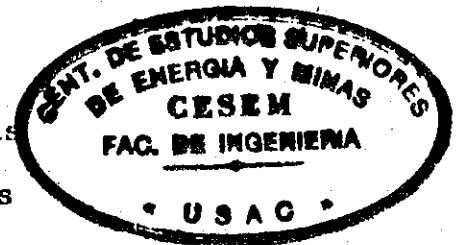
Fecha: 2 de julio de 1,993
Interesado: Ing. Rolando Barrios
Asunto: Análisis petrográfico en macroscopía
de muestra de roca.

Color: gris
Reacción: reacciona al ácido clorhídrico diluido
Textura: Roca masiva, de densidad media
y grano muy fino.
Nombre: Caliza micrítica
Origen: Caliza formada por la acumulación y
cementación de lodos de material
carbonático en un ambiente de bajo
régimen energético.
Composición: Principalmente CaO, y puede contener
también MgO.

Atentamente,

"DID Y ENSEÑAR A TODOS"


Ing. Carlos Leonel Pérez Arias
Asesor-Investigador
Centro de Estudios Superiores
de Energía y Minas



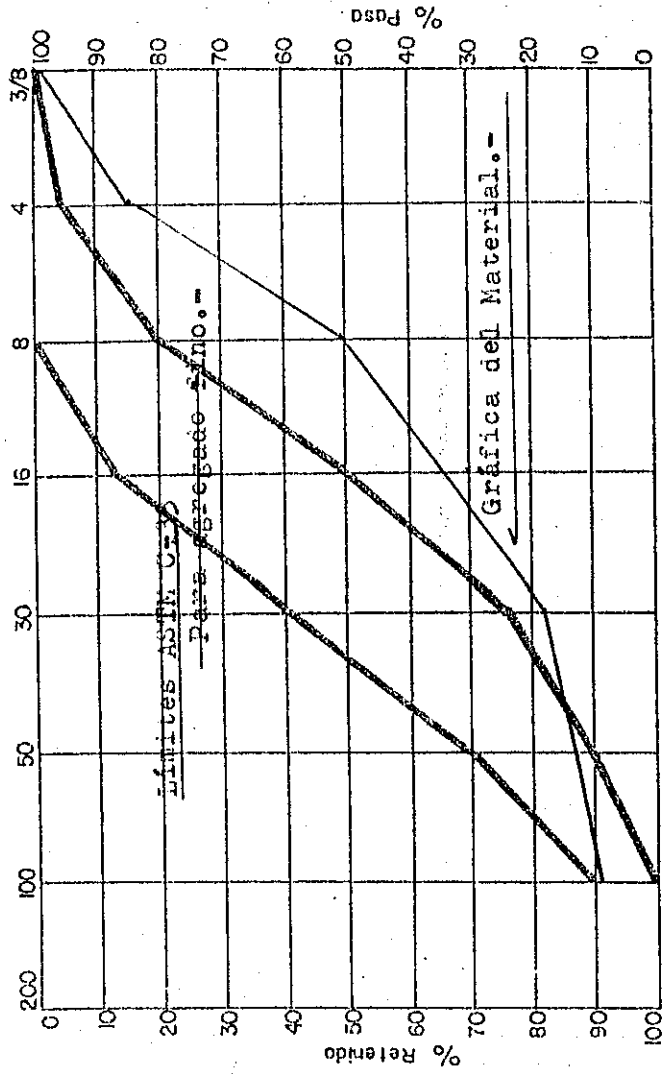
cc: archivo
CLPA:hh

AGREGADO FINO PARA CONCRETO

INTERESADO:	INFORME No. 00234.S.C.-	PROYECTO: TESIS.-
ING. ROSENDO BARRIOS. (TESIS FUENTES).-	Muestra: ESCORIA CALIZA.-	O.T. No. 004032.-
	Fecha: 7-7-93	Lab. CONCRETOS.-

CARACTERISTICAS FISICAS:

Peso Especifico	2.71
Peso Unitario (Kg/m ³)	1727
Porcentaje de Vacíos	36.27
Porcentaje de Absorción	0.54
Contenido de Materia Orgánica	0
% de Retenido en Tamiz 6.35 mm	4.25
Porcentaje que Pasa Tamiz 200	8.08
Porcentaje de Material Liviano	-----
Porcentaje de Desgaste por Sulfato de Sodio	-----
% de Material Friable	-----



Observaciones: Módulo de finura = 3.97.-

[Firma]
 Jefe de Laboratorio

Tamaño en Milímetros

Tamiz No.	4.76	2.38	1.19	0.59	0.29	0.15	-----
% Que Pasa	84	50	30	18	12	9	-----

Vo. Bo. *[Firma]*
 DIRECTOR CII



APENDICE C

RESULTADOS DE PRUEBAS DE MEZCLAS (CILINDROS)

TABLA 13

RESULTADOS DE PRUEBAS A CILINDROS, MEZCLAS "BLOQUES"

No.	REF. DE LAB.	FECHA DE ELAB.	EDAD PRUEBA (días)	PROPORCIÓN C:A:PP	% DE PP	TIPO DE CURADO	PESO (kg)	MEDIDAS (cm)		RESISTENCIA A COMPRESIÓN	
								DIAM.	ALT.	kg/cm ²	MPa
1	11-41	16/10	27	1:17.5:0.0	0.00	INTEM.	4.8	15.1	30.48	15.2	1.5
2	11-42	16/10	27	1:17.5:0.0	0.00	AGUA	5.0	15.0	30.48	21.9	2.1
3	11-37	15/10	28	1:15.6:1.9	10.27	INTEM.	5.8	15.1	30.48	20.3	2.0
4	11-38	15/10	28	1:15.6:1.9	10.27	AGUA	5.6	15.1	30.48	22.8	2.2
5	9-85	16/08	35	1:13.9:3.6	19.46	AGUA	6.6	15.1	30.48	33.0	3.2
6	9-86	16/08	35	1:13.9:3.6	19.46	AGUA	5.4	15.1	30.48	27.9	2.7
7	9-87	16/08	35	1:13.9:3.6	19.46	INTEM.	5.8	15.1	30.48	26.7	2.6
8	9-88	16/08	35	1:13.9:3.6	19.46	INTEM.	6.0	15.1	30.48	26.7	2.6
9	11-33	14/10	29	1:12.2:5.3	28.65	INTEM.	6.6	15.2	30.48	32.6	3.2
10	11-34	14/10	29	1:12.2:5.3	28.65	AGUA	6.6	15.2	30.48	38.8	3.8
11	9-73	05/08	46	1:10.5:7.0	37.84	AGUA	8.4	15.1	30.48	87.6	8.6
12	9-74	05/08	46	1:10.5:7.0	37.84	AGUA	8.0	15.1	30.48	81.2	8.0
13	9-75	05/08	46	1:10.5:7.0	37.84	INTEM.	8.8	15.1	30.48	72.3	7.1
14	9-76	05/08	46	1:10.5:7.0	37.84	INTEM.	8.8	15.1	30.48	81.2	8.0
15	11-35	14/10	28	1: 8.8:8.7	47.03	AGUA	7.8	15.0	30.48	46.3	4.5
16	11-36	14/10	28	1: 8.8:8.7	47.03	INTEM.	7.4	15.2	30.48	42.6	4.2
17	11-39	15/10	28	1:7.1:10.4	56.22	INTEM.	7.0	15.2	30.48	25.0	2.5
18	11-40	15/10	28	1:7.1:10.4	56.22	AGUA	6.8	15.2	30.48	28.0	2.6
19	11-43	16/10	27	1:5.4:12.1	65.40	INTEM.	7.8	15.1	30.48	38.1	3.7
20	11-44	16/10	27	1:5.4:12.1	65.40	AGUA	7.0	15.3	30.48	47.0	4.6

Fuente: Informes de Laboratorio números 00439 s.c., 00440 s.c., 00538 s.c. y 00554 s.c.

RESISTENCIA DE CILINDROS DE CONCRETO

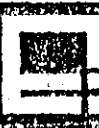
Interesado: ING. ROLANDO BARRIOS.-

Guatemala, 5 de Octubre.- de 19 93.- Informe No. 00439.SC.-
 Proyecto TESIS.-

Nº. Cilindro Ctra	Nº. Cilindro Laboratorio	Fecha Hechura	Edad en días	Asentamiento en cm.	Proporción Mezcla Peso Vol.	Relación Agua-cemento	Cilindros Representati- vos de la función	Edad en días	Medidas en cm	Resistencia en Kg./cm ²	Aditivo	Observaciones
1	9-73	5-8-93	46				"BLOCK 11POTUM" 0.14x1.19x0.39	8.4	15.1x30.48	87.6		8.6 MPa.-
2	9-74	5-8-93	46				" "	8.0	15.1x30.48	81.2		8.0 MPa.-
3	9-75	5-8-93	46				" "	8.8	15.1x30.48	72.3		7.1 MPa.-
4	9-76	5-8-93	46				" "	8.8	15.1x30.48	81.2		8.0 MPa.-
5	9-77	9-8-93	42				ADQUIN 0.235x0. 238x0.05	11.2	15.1x30.48	170.3		16.7 MPa.-
6	9-78	9-8-93	42				" "	11.4	15.0x30.48	186.5		18.3 MPa.-
7	9-79	9-8-93	42				" "	11.8	15.0x30.48	191.6		18.8 MPa.-
8	9-80	9-8-93	42				" "	11.6	15.0x30.48	169.8		16.6 MPa.-
9	9-81	12-8-93	39				ADQUIN 0.235x0.238x 0.10-	11.6	15.2x30.48	156.6		15.3 MPa.-
10	9-82	12-8-93	39				" "	11.2	15.1x30.48	210.7		20.6 MPa.-
11	9-83	12-8-93	39				" "	11.4	15.2x30.48	174.1		17.1 MPa.-
12	9-84	12-8-93	35				BLOCK 0.14x0.19x0.39	11.4	15.1x30.48	182.8		17.9 MPa.-
13	9-85	16-8-93	35				" "	6.6	15.1x30.48	33.0		3.2 MPa.-
14	9-86	16-8-93	35				" "	5.4	15.1x30.48	27.9		2.7 MPa.-
15	9-87	16-8-93	35				" "	5.8	15.1x30.48	26.7		2.6 MPa.-

Ing. Cesar A. Garcia Guerra,
 Director
 DIRECCION
 Ing. Erik Rosales
 Jefe Sección Operativa

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS-FACULTAD DE INGENIERIA
 CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 GUATEMALA, CA



RESISTENCIA DE CILINDROS DE CONCRETO

Interesado: **ING. ROLANDO BARRIOS.-**

Guatemala, 5 de Octubre.- de 19 93.- Informe No. 00440.SC.-

Proyecto TESIS.-

Nº Cilindro	Nº Laboratorio	Fecha	Edad en días	Asentamiento en cm.	Proporción Mezcla	Relación Agua-cemento	Cilindros Representativos de la fricción	Peso en Kg.	Medidas en Cm.	Resistencia en Kg./cm ²	Medio	Observaciones
16	9-88	16-8-93	35	.			Block 0.14x0.19x0.39	6.0	15.1x30.48	26.7		2.6 MPa.-
							-----Ultima Línea-----					
							MPa - Sistema de Medida Internacional.-					
							MPa x 10.197 = kg/cm ² .-					
							MPa x 145.004 = lb/Pulg. ² .-					

Vo.Bo.

INGENIERIA DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
DIRECCION
Guatemala.
Ing. César A. García Guerra.
Director III

[Signature]
Ing. Rolando Barrios
Jefe Sección Concreto



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS-FACULTAD DE INGENIERIA
CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 GUATEMALA, C.A.

RESISTENCIA DE CILINDROS DE CONCRETO

Interesado: Ing. Rolando Barrios.-

Guatemala, 29 de Noviembre.- de 19 93.- Informe No. 0000538.SC.-

Proyecto Resis.-

No. Cilindro Obra	No. Cilindro Laboratorio	Fecha Fabrica	Edad en días	Asentamiento en cm.	Proporción Mezcla Peso Vol.	Relación Agua-cemento	Cilindros Representativos de la fundición	Edad en días	Medida en cm	Resistencia en Kg./cm ²	Aditivo	Observaciones
1B	11-33	14-10-93	28				Bloques 1:12.2:5.3	6.6	15.2x30.48	32.6		3.2 MPa.-
2B	11-34	" "	28				" "	6.6	15.2x30.48	38.8		3.8 MPa.-
3B	11-35	" "	28				1:8.8:8.7	7.8	15.0x30.48	46.3		4.5 MPa.-
4B	11-36	" "	28				" "	7.4	15.2x30.48	42.6		4.2 MPa.-
5E	11-37	15-10-93	28				1:15.6:1.9	5.8	15.1x30.48	20.3		2.0 MPa.-
6B	11-38	" "	28				" "	5.6	15.1x30.48	22.8		2.2 MPa.-
7B	11-39	" "	28				1:7.1:10.4	7.0	15.2x30.48	25.0		2.5 MPa.-
8B	11-40	" "	28				" "	6.8	15.2x30.48	28.8		2.8 MPa.-
9B	11-41	16-10-93	27				1:17.5:0.0	4.8	15.1x30.48	15.2		1.5 MPa.-
10B	11-42	" "	27				" "	5.0	15.0x30.48	21.9		2.1 MPa.-
11B	11-43	" "	27				1:5.4:12.1	7.8	15.1x30.48	38.1		3.7 MPa.-
12B	11-44	" "	27				" "	7.0	15.3x30.48	47.0		4.6 MPa.-
							Ultima Línea					
							MPa - Sistema de Medida Internacional.					
							MPa x 10.197 = Kg/cm ² .					
							MPa x 145.004 = lb/din ² .					

Ing. Cesar A. García Quezada, Director CCI

Ing. Erik Resales, Jefe Sección Concrete

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS-FACULTAD DE INGENIERIA
 CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 GUATEMALA, C.A.



TABLA 14

RESULTADOS DE PRUEBAS A CILINDROS MEZCIAS "ADOQUINES"

NO. LAB.	REF. DE LAB.	FECHA DE ELAB. PRUEBA	EDAD DE PRUEBA	PROPORCION C:A:PP:P	% DE PP	TIPO DE CURADO	PESO (kg)	MEDIDAS		RESISTENCIA COMP.	
								diám.	alt.	kg/cm ²	MPa
1	11-21	08/10	28	1:7.0:0.0:1.9	0.00	INTEM.	11.6	15.2	30.48	85.2	8.3
2	11-22	08/10	28	1:7.0:0.0:1.9	0.00	AGUA	12.0	15.1	30.48	113.0	11.1
3	11-29	12/10	28	1:6.8:0.3:1.8	3.03	AGUA	11.2	15.1	30.48	129.5	12.7
4	11-30	12/10	28	1:6.8:0.3:1.8	3.03	INTEM.	10.8	15.1	30.48	111.7	10.9
5	11-25	09/10	27	1:6.6:0.6:1.7	6.06	AGUA	14.0	15.0	30.48	147.9	14.5
6	11-26	09/10	27	1:6.6:0.6:1.7	6.06	INTEM.	14.2	15.1	30.48	140.9	13.8
7	9-81	12/08	39	1:6.4:0.8:1.7	8.08	INTEM.	11.6	15.2	30.48	156.6	15.3
8	9-82	12/08	39	1:6.4:0.8:1.7	8.08	INTEM.	11.2	15.1	30.48	210.7	20.6
9	9-83	12/08	39	1:6.4:0.8:1.7	8.08	AGUA	11.4	15.2	30.48	174.1	17.1
10	9-84	12/08	39	1:6.4:0.8:1.7	8.08	AGUA	11.4	15.1	30.48	182.8	17.9
11	9-77	09/08	42	1:6.2:1.1:1.6	11.11	INTEM.	11.2	15.1	30.48	170.3	16.7
12	9-78	09/08	42	1:6.2:1.1:1.6	11.11	INTEM.	11.4	15.0	30.48	186.5	18.3
13	9-79	09/08	42	1:6.2:1.1:1.6	11.11	AGUA	11.8	15.0	30.48	191.6	18.8
14	9-80	09/08	42	1:6.2:1.1:1.6	11.11	AGUA	11.6	15.0	30.48	169.8	16.6
15	11-23	08/10	28	1:6.0:1.4:1.5	14.14	INTEM.	14.2	15.2	30.48	161.7	15.8
16	11-24	08/10	28	1:6.0:1.4:1.5	14.14	AGUA	14.2	15.0	30.48	203.2	19.9
17	11-27	09/10	27	1:5.8:1.6:1.5	16.16	AGUA	14.2	15.2	30.48	160.3	15.7
18	11-28	09/10	27	1:5.8:1.6:1.5	16.16	INTEM.	14.0	15.0	30.48	151.8	14.9
19	11-31	12/10	28	1:5.6:1.9:1.4	19.19	AGUA	10.8	15.2	30.48	93.9	9.2
20	11-32	12/10	28	1:5.6:1.9:1.4	19.19	INTEM.	10.6	15.2	30.48	92.7	9.1

FUENTE: Informes de Laboratorio del Centro de Investigaciones de Ingeniería, de órdenes de trabajo números 4415 y 4603, informes: 440 y 553 s.c., respectivamente.

RESISTENCIA DE CILINDROS DE CONCRETO

Interesado: **ING. ROLANDO BARRIOS.-**

Guatemala, 3 de Diciembre.- de 1993.- Informe No. 00553.SC.-
 Proyecto: **TESIS.-**

Nº. Cilindro Caja	Nº. Cilindro Laboratorio	Fecha Hechura	Edad en días	Acentamiento en cm.	Proporción Mazala Peso Vol.	Relación Agua-cemento	Cilindros Representati- vos de la fundición	Diámetro mm	Medidas mm	Resistencia en Kg./cm ²	Aditivo	Observaciones
1T	11-15	29-9-93	35				Tubo Agua c.Ø10"	15.4	15.5x30.48	212.0		0.T.No.004603.-
2T	11-16	" "	35				" "	15.6	15.7x30.48	185.5		
3T	11-17	30-9-93	34				1:6.3:0.5:3.7	15.4	15.5x30.48	166.2		16.3 MPa.-
4T	11-18	" "	34				" "	15.6	15.7x30.48	189.0		18.5 MPa.-
5T	11-19	1-10-93	33				1:6.6:0.0:3.9	14.8	15.4x30.48	159.8		15.7 MPa.-
6T	11-20	1-10-93	33				" "	15.4	15.6x30.48	160.5		15.7 MPa.-
1A	11-21	8-10-93	28				Adoquines 1:7.0:0.0:1.25	11.6	15.2x30.48	85.2		8.3 MPa.-
2A	11-22	" "	28				" "	12.0	15.1x30.48	113.0		11.1 MPa.-
3A	11-23	" "	28				1:6.1.4:1.5	14.2	15.2x30.48	161.7		15.8 MPa.-
4A	11-24	" "	28				" "	14.2	15.0x30.48	203.2		19.9 MPa.-
5A	11-25	9-10-93	27				1:6.6:1.4:1.5	14.0	15.0x30.48	147.9		14.5 MPa.-
6A	11-26	" "	27				1:6.6:1.4:1.5	14.2	15.1x30.48	140.9		13.8 MPa.-
7A	11-27	" "	27				1:5.8:1.6:1.5	14.2	15.2x30.48	160.3		15.7 MPa.-
8A	11-28	" "	27				1:5.8:1.6:1.5	14.0	15.0x30.48	151.8		14.9 MPa.-
9A	11-29	12-10-93	28				1:6.8:0.3:1.8	11.2	15.1x30.48	129.5		12.7 MPa.-

Ing. César A. García
 Director DTI

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS- FACULTAD DE INGENIERIA
 CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 GUATEMALA, CA



.....continua/

RESISTENCIA DE CILINDROS DE CONCRETO

Guatemala, 3 de Diciembre de 1993. Informe No. 00554.SC.-

Interesado: Ing. Rolando Barrios.-

Proyecto

Tesis.-

No. Cilindro	No. Laboratorio	Fecha	Edad en días	Asentamiento en cm.	Proporción Mezcla	Relación Agua-cemento	Cilindros Representativos de la fundición	Peso en Kg.	Medidas en G.	Resistencia en Kg./cm ²	Activo	Observaciones
10A	11-30	12-10-93	28				1:6.8:0.3:1.8	10.8	15.1x30.48	111.7		0.1 No. 004603.-
11A	11-31	"	28				1:5.6:1.9:1.4	10.8	15.2x30.48	93.9		10.9 MPa.-
12A	11-32	"	28				1:5.6:1.9:1.4	10.6	15.2x30.48	92.7		9.2 MPa.-
1B	11-33	14-10-93	28				1:5.6:1.9:1.4	6.6	15.2x30.48	32.6		9.1 MPa.-
2B	11-34	"	28				Bloques 1:12.2:5.3	6.6		38.8		3.2 MPa.-
3B	11-35	"	28				1:8.8:8.7	7.8		46.3		3.8 MPa.-
4B	11-36	"	28				" "	7.4		42.6		4.5 MPa.-
5B	11-37	15-10-93	28				1:13.9:3.6	5.8		20.3		4.2 MPa.-
6B	11-38	"	28				" "	5.6		22.8		2.0 MPa.-
7B	11-39	"	28				1:7.1:10.4	7.0		25.0		2.2 MPa.-
8B	11-40	"	28				" "	6.8		28.8		2.2 MPa.-
9B	11-41	16-10-93	27				1:15.6:1.9	4.8		15.2		2.5 MPa.-
10B	11-42	"	27				" "	5.0		21.9		1.5 MPa.-
11B	11-43	"	27				1:5.4:12.1	7.8		38.1		2.1 MPa.-
12B	11-44	"	27				" "	7.0		47.0		3.7 MPa.-
No. Bo.												4.6 MPa.-



Ing. César A. García Guzmán
Director CII

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS-FACULTAD DE INGENIERIA
CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 GUATEMALA, C.A.

...Continu

TABLA 15

RESULTADOS DE PRUEBAS A CILINDROS,

MEZCLAS TUBOS DE CEMENTO DE 10"

No.	REF. DE LAB.	FECHA DE ELAB.	EDAD PRUEBA (días)	PROPORCION C:A:PP:P	% DE PP	TIPO DE CURADO	PESO (kg)	MEDIDAS (cm)		RESISTENCIA A COMPRESION	
								Diám.	Altura	kg/cm ²	MPa
1	11-19	01/10	33	1:6.6:0.0:3.9	0.00	INTEM.	14.8	15.4	30.48	159.8	15.7
2	11-20	01/10	33	1:6.6:0.0:3.9	0.00	AGUA	15.4	15.6	30.48	160.5	15.7
3	11-17	30/09	34	1:6.3:0.5:3.7	4.35	INTEM.	15.4	15.5	30.48	166.2	16.3
4	11-18	30/09	34	1:6.3:0.5:3.7	4.35	AGUA	15.6	15.7	30.48	189.0	18.5
5	9-46	16/07	59	1:6.0:1.0:3.5	8.70	AGUA	12.8	15.7	30.48	239.5	23.5
6	9-47	16/07	59	1:6.0:1.0:3.5	8.70	AGUA	12.8	15.5	30.48	237.3	23.3
7	9-48	16/07	59	1:6.0:1.0:3.5	8.70	INTEM.	12.0	15.4	30.48	189.1	18.5
8	9-49	16/07	59	1:6.0:1.0:3.5	8.70	INTEM.	12.6	15.8	30.48	208.6	20.4
9	11-15	29/09	35	1:5.7:1.5:3.3	13.04	AGUA	15.4	15.5	30.48	212.0	20.8
10	11-16	29/09	35	1:5.7:1.5:3.3	13.04	INTEM.	15.6	15.7	30.48	185.5	18.2

FUENTE: Informes de Laboratorio números 00402 s.c. y 00553 s.c., órdenes de trabajo números 004336 y 004603 respectivamente; del Centro de Investigaciones de Ingeniería.


Proporción: C:A:PP:P=cemento:arena de río:escoria triturada:pedrín de 3/8".

RESISTENCIA DE CILINDROS DE CONCRETO

Interesado: ING. ROLANDO BARRIOS.-

Guatemala, 22 de Septiembre, de 19 93.- Informe No. 00402.5C.-
 Proyecto TESIS.-

Nº. Cilindro Obra	Nº. Cilindro Laboratorio	Fecha Fractura	Edad en días	Asentamiento en cm.	Proporción Mezcla Peso Vol.	Relación Agua-cemento	Cilindros Representativos de la fracción	Diámetro	Medida en cm.	Resistencia en Kg./cm ²	Aditivo	Observaciones
1	9-42	13-7-93	62				huberia cemento Ø6"	13.2	15.7x30.48	199.6		19.6 MPa.-
2	9-43	13-7-93	62				" "	13.2	15.6x30.48	211.7		20.7 MPa.-
3	9-44	13-7-93	62				" "	13.4	15.6x30.48	272.3		26.7 MPa.-
4	9-45	13-7-93	62				" "	13.0	15.4x30.48	272.1		26.7 MPa.-
5	9-46	16-7-93	59				huberia cem. Ø10"	12.8	15.7x30.48	239.5		23.5 MPa.-
6	9-47	16-7-93	59				" "	12.8	15.5x30.48	237.3		23.3 MPa.-
7	9-48	16-7-93	59				" "	12.0	15.4x30.48	189.1		18.5 MPa.-
8	9-49	16-7-93	59				" "	12.6	15.8x30.48	208.6		20.4 MPa.-
							Ultima Línea-----					
							MPa - Sistema de Medida Internacional.-					
							MPa x 10.197 = Kg/cm2.-					
							MPa x 145.004 = lb/pulg. ² .-					

Vo. Bo. 
 Ing. Oscar A. García Guerrero
 Director DTI

INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS-FACULTAD DE INGENIERIA
 CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 GUATEMALA, C.A.



APENDICE D

RESULTADOS DE PRUEBA DE LABORATORIO EN APLICACIONES

TABLA 16

RESULTADOS DE PRUEBA DE LABORATORIO "BLOQUES"

No.	REF. INF. DE LAB.	FECHA DE ELAB.	EDAD DE PRUEBA (días)	PROPORCION C:A:PP	% DE PP	M E D I D A S (cms)			PESO (kg)	% DE ABSORCION	RESISTENCIA A LA COMPRESION		TIPO
						LARGO	ANCHO	ALTO			kg/cm ²	MINIMO	
1	3723-M	14/10	52	1:17.5:0.0	0.00	39.13	14.00	18.83	7.470	14.84	12.42	18.00	D
2	3724-M	14/10	52	1:17.5:0.0	0.00	39.16	14.26	18.70	7.350	25.22	11.37	18.00	D
3	3725-M	14/10	52	1:17.5:0.0	0.00	39.00	13.93	18.83	7.220	14.97	10.01	18.00	D
4	3551-M	16/08	43	1:15.6:1.9	10.27	40.06	15.03	20.00	8.320	27.40	13.56	18.00	D
5	3552-M	16/08	43	1:15.6:1.9	10.27	40.06	14.87	20.10	8.485	23.64	15.23	18.00	D
6	3553-M	16/08	43	1:15.6:1.9	10.27	40.20	14.90	20.00	8.090	24.70	13.63	18.00	D
7	3731-M	16/10	54	1:13.9:3.6	19.46	39.06	14.00	19.83	6.660	26.82	19.07	18.00	D
8	3740-M	16/10	54	1:13.9:3.6	19.46	39.00	13.96	19.56	6.940	25.79	19.99	18.00	D
9	3741-M	16/10	54	1:13.9:3.6	19.46	39.00	13.96	19.50	7.567	20.00	14.99	18.00	D
10	3548-M	05/08	53	1:12.2:5.3	28.65	40.00	15.00	20.23	11.332	15.89	31.75	25.00	C
11	3549-M	05/08	53	1:12.2:5.3	28.65	40.16	15.00	19.90	11.684	16.58	30.87	25.00	C
12	3550-M	05/08	53	1:12.2:5.3	28.65	40.17	14.90	20.13	10.053	17.38	18.95	18.00	D
13	3742-M	15/10	55	1:10.5:7.0	37.84	38.90	14.00	19.53	10.100	22.02	33.31	25.00	C
14	3743-M	15/10	55	1:10.5:7.0	37.84	39.00	13.93	19.20	10.140	20.00	29.22	25.00	C
15	3745-M	15/10	55	1:10.5:7.0	37.84	39.13	14.20	19.30	10.020	23.02	40.00	35.00	B
16	3729-M	15/10	50	1: 8.8:8.7	47.03	39.06	14.00	19.76	8.280	23.18	31.52	25.00	C
17	3730-M	15/10	50	1: 8.8:8.7	47.03	39.03	14.00	19.86	8.210	26.00	33.20	25.00	C
18	3744-M	15/10	50	1: 8.8:8.7	47.03	39.03	14.00	19.93	8.070	36.48	31.54	25.00	C
19	3726-M	14/10	52	1:7.1:10.4	56.22	39.00	14.03	19.53	9.640	20.87	19.06	18.00	D
20	3727-M	14/10	52	1:7.1:10.4	56.22	38.96	14.13	19.43	9.495	24.24	15.65	18.00	D
21	3728-M	14/10	52	1:7.1:10.4	56.22	38.86	14.00	19.76	9.550	19.72	16.67	18.00	D
22	3732-M	16/10	51	1:5.4:12.1	65.40	39.00	14.00	19.50	10.160	22.08	34.06	25.00	C
23	3746-M	16/10	51	1:5.4:12.1	65.40	39.00	14.00	19.30	10.110	21.22	24.92	18.00	D
24	3747-M	16/10	51	1:5.4:12.1	65.40	39.00	14.00	19.36	9.920	23.78	20.76	18.00	D

FUENTE: Informes indicados, según órdenes de trabajo números 004602 y 004416, del Centro de Investigaciones de Ingeniería.



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 Ciudad Universitaria, Zona 12
 Tels. directos: 763992/3 Planta: 760790/4 Ext. 372 Fax: 005022-763993
 Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

BLOQUES:

INFORME No. 3723-M	INTERESADO: <u>ING. ROLANDO BARRIOS</u>	Sección Productos Manufacturados
O. T. No. 004602	PROYECTO: <u>TESIS FREDY FUENTES</u>	
Fecha: 0/1293	FABRICA: -----	Laboratoristas:
	No. Muestras: 01	Tomadas por: INTERESADO

APARIENCIA: <u>BUENA</u>	DEFECTOS: -----
--------------------------	-----------------

MEDIDAS	DISEÑO	REAL PROMEDIO	MAXIMA	MINIMA	DESVIACION (+) & (-)	
					REAL	PERMISIBLE
LARGO (cm)	-----	39.13	39.20	39.10	+0.07 -0.03	+ 0.35 -
ANCHO (cm)	-----	14.00	14.00	14.00	+0.00 -0.00	+ 0.35 -
ALTO (cm)	-----	18.83	19.00	18.50	+0.17 -0.33	+ 0.35 -
ESPESOR PAREDES	-----	-----	-----	-----	-----	-----

VALORES	PESO (kg)		ABSORCION %	Contenido Humedad % abs. total	Contracción Lineal %	Resistencia. Compresión kg/cm ²
	NATURAL	SECO				
REALES	7.4/0	-----	14.84	-----	-----	12.42
PERMISIBLES	-----	-----	Máxima 30.00	-----	-----	Mínima 18.00

NORMAS: BLOCKS PARA MUROS DE RELLENO TIPO "D" CLASIFICACION: -----

OBSERVACIONES: IDENTIFICACION # 1.

Atentamente,

Vo.Bo. Director
 ING. CESAR A. GARCIA

DIRECCION

Jefe de Sección
 ING. JUAN MIGUEL RUBIO R.



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 Ciudad Universitaria, Zona 12
 Tels. director: 763992/3 Planta: 760790/4 Ext. 372 Fax: 005022-763993
 Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

BLOQUES:

INFORME No. 3724-M	INTERESADO: ING. ROLANDO BARRIOS	Sección Productos Manufacturados
O. T. No. 004602	PROYECTO: TESIS FREDY FUENTES	
Fecha: 071293	FABRICA: -----	Laboratoristas:
	No. Muestras: 01	Tomadas por: INTERESADO

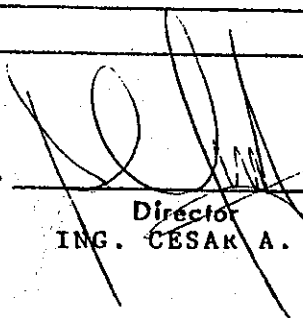
APARIENCIA: BUENA	DEFECTOS:
-------------------	-----------

MEDIDAS	DISEÑO	REAL PROMEDIO	MAXIMA	MINIMA	DESVIACION (+) ó (-)	
					REAL	PERMISIBLE
LARGO (cm)	-----	39.16	39.20	39.10	+0.04 -0.06	+ 0.35
ANCHO (cm)	-----	14.26	14.30	14.20	+0.04 -0.06	+ 0.35
ALTO (cm)	-----	18.70	19.00	18.40	+0.30 -0.30	+ 0.35
ESPESOR PAREDES	-----	-----	-----	-----	-----	-----

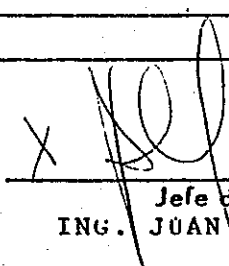
VALORES	PESO (kg)		ABSORCION %	Contenido Humedad % abs. total	Contracción Lineal %	Resistencia. Compresión kg/cm ²
	NATURAL	SECO				
REALES	7.350	-----	25.22	-----	-----	11.37
PERMISIBLES	-----	-----	Máxima 30.00	-----	-----	Mínima 18.00

NORMAS: BLOKS PARA MUROS DE RELLENO TIPO "D" CLASIFICACION: _____

OBSERVACIONES: IDENTIFICACION # 2

Vo.Bo.  **Director**
 ING. CESAR A. GARCIA

Atentamente,

 **Jefe de Sección**
 ING. JUAN MIGUEL RUBIO R.

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 DIRECCION
 GUATEMALA, C. A. - VINTICINCO



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 Ciudad Universitaria, Zona 12
 Tels. director: 763992/3 Planta: 760790/4 Ext. 372 Fax: 005022-763993
 Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

BLOQUES:

INFORME No. 3725-M	INTERESADO: ING. ROLANDO BARRIOS	Sección Productos Manufacturados
O. T. No. 004602	PROYECTO: TESIS FREDY FUENTES	
Fecha: 06 12 93	FABRICA: -----	Laboratoristas:
	No. Muestras: 01	Tomadas por: INTERESADO

APARIENCIA: BUENA	DEFECTOS:
-------------------	-----------

MEDIDAS	DISEÑO	REAL PROMEDIO	MAXIMA	MINIMA	DESVIACION (+) ó (-)	
					REAL	PERMISIBLE
LARGO (cm)	-----	39.00	39.00	39.00	+ 0.00 - 0.00	+ - 0.35
ANCHO (cm)	-----	13.93	14.00	13.90	+ 0.07 - 0.03	+ - 0.35
ALTO (cm)	-----	18.83	18.90	18.70	+ 0.07 - 0.13	+ - 0.35
ESPESOR PAREDES	-----	-----	-----	-----	-----	-----

VALORES	PESO (kg)		ABSORCION %	Contenido Humedad % abs. total	Contracción Lineal %	Resistencia Compresión kg/cm ²
	NATURAL	SECO				
REALES	7.220	-----	14.97	-----	-----	10.01
PERMISIBLES	-----	-----	Máxima 30.00	-----	-----	Mínima 10.00

NORMAS: BLOKS PARA MUROS DE RELLENO TIPO "D" CLASIFICACION: _____

OBSERVACIONES: IDENTIFICACION # 3

Vo.Bo.
 Director
 ING. CESAR A. GARCIA



Atentamente,

Jefe de Sección
 ING. JOAN MIGUEL RUBIO R.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

BLOQUES:

INFORME No. 3551-M	INTERESADO: ING. ROLANDO BARRIOS		Sección Productos Manufacturados
	PROYECTO: TESIS FREDY FUENTES		
O. T. No. 004416	FABRICA: -----		Laboratoristas:
Fecha: 29-9-93	No. Muestras: 01	Tomadas por: INTERESADO	

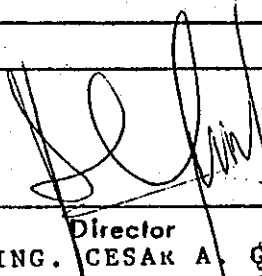
APARIENCIA: BUENA	DEFECTOS: -----
-------------------	-----------------

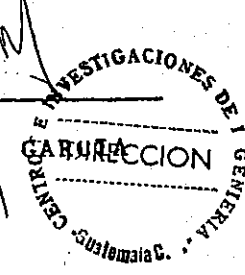
MEDIDAS	DISEÑO	REAL PROMEDIO	MAXIMA	MINIMA	DESVIACION (+) ó (-)	
					REAL	PERMISIBLE
LARGO (cm)	-----	40.06	40.10	40.00	+ 0.04 - 0.06	+ - 0.35
ANCHO (cm)	-----	15.03	15.10	15.00	+ 0.03 - 0.03	+ - 0.35
ALTO (cm)	-----	20.00	20.00	20.00	+ 0.00 - 0.00	+ - 0.35
ESPESOR PAREDES	-----	-----	-----	-----	-----	-----

VALORES	PESO (kg)		ABSORCION %	Contenido Humedad % abs. total	Contracción Lineal %	Resistencia- Compresión kg/cm ²
	NATURAL	SECO.				
REALES	8.320	-----	27.40	-----	-----	13.56
PERMISIBLES	-----	-----	máxima 30.00	-----	-----	Mínima 18.00

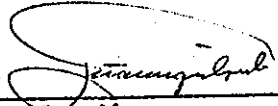
NORMAS: BLOCKS PARA MUROS DE RELLENO TIPO "D" CLASIFICACION: _____

OBSERVACIONES: IDENTIFICADO: #12

Vo.Bo. _____
 Director
 ING. CESAR A. 
 /cbr



Atentamente,

 Jefe de Sección
 ING. JOAN MIGUEL RUBIO R. 



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 Ciudad Universitaria, Zona 12
 Tels. director: 763992/3 Planta: 760780/4 Ext. 372 Fax: 005022-763993
 Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

BLOQUES:

INFORME No. 3552-M	INTERESADO: ING. ROLANDO BARRIOS	Sección Productos Manufacturados	
	PROYECTO: TESIS FREDY FUENTES		
O. T. No. 004416	FABRICA: -----	Laboratoristas:	
Fecha: 29-9-93	No. Muestras: 01	Tomadas por: INTERESADO	

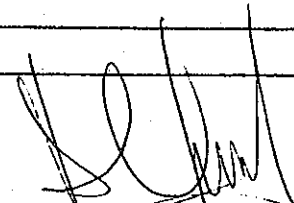
APARIENCIA: BUENA	DEFECTOS: -----
-------------------	-----------------

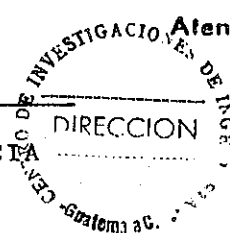
MEDIDAS	DISEÑO	REAL PROMEDIO	MAXIMA	MINIMA	DESVIACION (+) ó (-)	
					REAL	PERMISIBLE
LARGO (cm)	-----	40.06	40.10	40.00	+ 0.04 - 0.06	+ 0.35
ANCHO (cm)	-----	14.87	14.90	14.80	+ 0.03 - 0.07	+ 0.35
ALTO (cm)	-----	20.10	20.10	20.10	+ 0.00 - 0.00	+ 0.35
ESPEJOR PAREDES	-----	-----	-----	-----	-----	-----

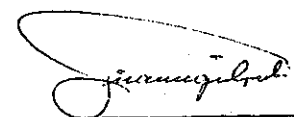
VALORES	PESO (kg)		ABSORCION %	Contenido Humedad % abs. total	Contracción Lineal %	Resistencia. Compresión kg/cm ²
	NATURAL	SECO.				
REALES	8.485	-----	23.64	-----	-----	15.23
PERMISIBLES	-----	-----	Máxima 30.00	-----	-----	Mínima 18.00

NORMAS: BLOCKS PARA MUROS DE RELLENO TIPO "D" CLASIFICACION: _____

OBSERVACIONES: IDENTIFICADO: #11

Vo.Bo.  **Atentamente,**
 Director DIRECCION
 ING. CESAR A. GARCIA




 Jefe de Sección
 ING. JUAN MIGUEL RUBIO R.

/cbr



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 Ciudad Universitaria, Zona 12
 Tels. directos: 763982/3 Planta: 760790/4 Ext. 372 Fax: 005022-763993
 Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

BLOQUES:

INFORME No. 3553-M	INTERESADO: ING. ROLANDO BARRIOS	Sección Productos Manufacturados
O. T. No. 004416	PROYECTO: TESIS FREDY FUENTES	
Fecha: 29-9-93	FABRICA: -----	Laboratoristas:
	No. Muestras: 01	Tomadas por: INTERESADO

APARIENCIA: BUENA	DEFECTOS: -----
-------------------	-----------------

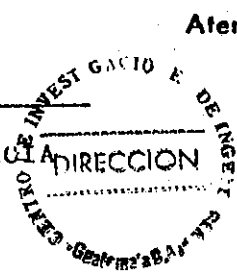
MEDIDAS	DISEÑO	REAL PROMEDIO	MAXIMA	MINIMA	DESVIACION (+) ó (-)	
					REAL	PERMISIBLE
LARGO (cm)	-----	40.20	40.20	40.20	+0.00 -0.00	+ - 0.35
ANCHO (cm)	-----	14.90	14.90	14.90	+0.00 -0.00	+ - 0.35
ALTO (cm)	-----	20.00	20.00	20.00	+0.00 -0.00	+ - 0.35
ESPESOR PAREDES	-----	-----	-----	-----	-----	-----

VALORES	PESO (kg)		ABSORCION %	Contenido Humedad % abs. total	Contracción Lineal %	Resistencia, Compresión kg/cm ²
	NATURAL	SECO				
REALES	8.090	-----	24.70	-----	-----	13.63
PERMISIBLES	-----	-----	Máxima 30.00	-----	-----	Mínima 18.00

NORMAS: BLOCKS PARA MUROS DE RELLENO TIPO "D" CLASIFICACION: _____

OBSERVACIONES: IDENTIFICADO: #10

Vo.Bo.
 Director
 ING. CESAR A. GARCIA



Atentamente,

Jefe de Sección
 ING. JUAN MIGUEL RUBIO R.

/cbr



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 Ciudad Universitaria, Zona 12
 Tels. director: 763992/3 Planta: 760790/4 Ext. 372 Fax: 005022-763993
 Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

BLOQUES:

INFORME No. 3731-M	INTERESADO: ING. ROLANDO BARRIOS	Sección Productos Manufacturados
O. T. No. 004602	PROYECTO: TESIS FREDY FUENTES	
Fecha: 7-12-93	FABRICA: -----	Laboratoristas:
No. Muestras: 01	Tomadas por: INTERESADO	

APARIENCIA: BUENA	DEFECTOS: -----
-------------------	-----------------

MEDIDAS	DISEÑO	REAL PROMEDIO	MAXIMA	MINIMA	DESVIACION (+) ó (-)	
					REAL	PERMISIBLE
LARGO (cm)	-----	39.06	39.20	29.00	+0.14 -0.06	+ 0.35 -
ANCHO (cm)	-----	14.00	14.00	14.00	+0.00 -0.00	+ 0.35 -
ALTO (cm)	-----	19.83	19.90	19.80	+0.07 -0.03	+ 0.35 -
ESPESOR PAREDES	-----	-----	-----	-----	-----	-----

VALORES	PESO (kg)		ABSORCION %	Contenido Humedad % abs. total	Constricción Lineal %	Resistencia Compresión kg/cm ²
	NATURAL	SECO				
REALES	6.660	-----	26.82	-----	-----	19.07
PERMISIBLES	-----	-----	máxima 30.00	-----	-----	Mínima 18.00

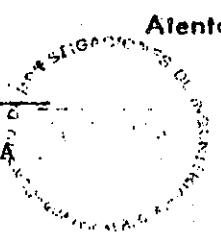
NORMAS: BLOCKS PARA MUROS DE RELLENO TIPO "D" CLASIFICACION: _____

OBSERVACIONES: IDENTIFICADO: #15

Vo.Bo. Director
 ING. CESAR A. GARCIA

/cbr

Atentamente,



X Jefe de Sección
 ING. JOAN MIGUEL RUBIO R.



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 Ciudad Universitaria, Zona 12
 Tels. director: 763992/3 Planta: 760790/4 Ext. 372 Fax: 005022-763993
 Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

BLOQUES:

INFORME No. 3740-M	INTERESADO: ING. ROLANDO BARRIOS	Sección Productos Manufacturados
	PROYECTO: TESIS FREDY FUENTES	
O. T. No.004602	FABRICA: -----	Laboratoristas:
Fecha: 10-12-93	No. Muestras: 01	Tomadas por: INTERESADO

APARIENCIA: BUENA	DEFECTOS: -----
-------------------	-----------------

MEDIDAS	DISEÑO	REAL PROMEDIO	MAXIMA	MINIMA	DESVIACION (+) ó (-)	
					REAL	PERMISIBLE
LARGO (cm)	-----	39.00	39.00	39.00	+ 0.00 - 0.00	+ - 0.35
ANCHO (cm)	-----	13.96	14.00	13.90	+ 0.04 - 0.06	+ - 0.35
ALTO (cm)	-----	19.56	19.60	19.50	+ 0.04 - 0.06	+ - 0.35
ESPESOR PAREDES	-----	-----	-----	-----	-----	-----

VALORES	PESO (kg)		ABSORCION %	Contenido Humedad % abs. total	Contracción Lineal %	Resistencia Compresión kg/cm ²
	NATURAL	SECO				
REALES	6.940	-----	25.79	-----	-----	19.99
PERMISIBLES	-----	-----	máxima 30.00	-----	-----	Mínima 18.00

NORMAS: BLOCKS PARA MUROS DE RELLENO TIPO "D" CLASIFICACION: _____

OBSERVACIONES: IDENT. #13

Atentamente,

Vo.Bo. _____
 Director
 ING. CESAR A. GARCIA
 /cbr

DIRECCION

Jefe de Sección
 ING. JOAN MIGUEL RUBIO R.



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 Ciudad Universitaria, Zona 12
 Tels. director: 783992/3 Planta: 760780/4 Ext. 372 Fax: 005022-763993
 Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

BLOQUES:

INFORME No. 3741-M	INTERESADO: ING. ROLANDO BARRIOS	Sección Productos Manufacturados
O. T. No. 004602	PROYECTO: TESIS FREDY FUENTES	
Fecha: 10-12-93	FABRICA: -----	Laboratoristas:
No. Muestras: 01	Tomadas por: INTERESADO	

APARIENCIA: BUENA	DEFECTOS: -----
-------------------	-----------------

MEDIDAS	DISEÑO	REAL PROMEDIO	MAXIMA	MINIMA	DESVIACION (+) ó (-)	
					REAL	PERMISIBLE
LARGO (cm)	-----	39.00	39.00	39.00	+0.00 -0.00	+ 0.35 -
ANCHO (cm)	-----	13.96	14.00	13.90	+0.04 -0.06	+ 0.35 -
ALTO (cm)	-----	19.50	19.50	19.50	+0.00 -0.00	+ 0.35 -
ESPESOR PAREDES	-----	-----	-----	-----	-----	-----

VALORES	PESO (kg)		ABSORCION %	Contenido Humedad % abs. total	Contracción Lineal %	Resistencia- Compresión kg/cm ²
	NATURAL	SECO				
REALES	7.567	-----	20.00	-----	-----	14.99
PERMISIBLES	-----	-----	Máxima 30.00	-----	-----	Mínima 18.00

NORMAS: BLOCKS PARA MUROS DE RELLENO TIPO "D" CLASIFICACION: _____

OBSERVACIONES: IDENT. #14

Vo.Bo.
 Director
 ING. CESAR A. GARCIA



Atentamente,

Jefe de Sección
 ING. JUAN MIGUEL RUBIO R.

/cbr



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 Ciudad Universitaria, Zona 12
 Tels. directos. 763892/3 Planta: 760780/4 Ext. 372 Fax: 005022-763993
 Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

BLOQUES:

INFORME No. 3548-M	INTERESADO: ING. ROLANDO BARRIOS	Sección Productos Manufacturados:
O. T. No. 004416	PROYECTO: TESIS FREDY FUENTES	
Fecha: 28-9-93	FABRICA: -----	Laboratoristas:
	No. Muestras: 01	Tomadas por: INTERESADO

APARIENCIA: BUENA	DEFECTOS: -----
-------------------	-----------------

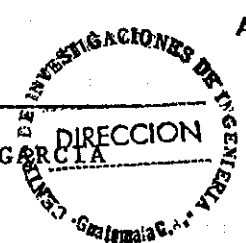
MEDIDAS	DISEÑO	REAL PROMEDIO	MAXIMA	MINIMA	DESVIACION (+) ó (-)	
					REAL	PERMISIBLE
LARGO (cm)	-----	40.00	40.00	40.00	+ 0.00 - 0.00	+ 0.35 - 0.35
ANCHO (cm)	-----	15.00	15.00	15.00	+ 0.00 - 0.00	+ 0.35 - 0.35
ALTO (cm)	-----	20.23	20.30	20.20	+ 0.13 - 0.03	+ 0.35 - 0.35
ESPESOR PAREDES	-----	-----	-----	-----	-----	-----

VALORES	PESO (kg)		ABSORCION %	Contenido Humedad % abs. total	Contracción Lineal %	Resistencia Compresión kg/cm ²
	NATURAL	SECO				
REALES	11.332	-----	15.89	-----	-----	31.75
PERMISIBLES	-----	-----	máxima 30.00	-----	-----	Mínima 25.00

NORMAS: BLOCKS PARA MUROS DE RELLENO TIPO "C" CLASIFICACION: _____

OBSERVACIONES: IDENT. #1

Vo.Bo.
 Director
 ING. CESAR A. GARCIA
 /cbr



Atentamente,

Jefe de Sección
 ING. JOAN MIGUEL RUBIO R.



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 Ciudad Universitaria, Zona 12
 Tels. directos: 763992/3 Manta: 760790/4 Ext. 372 Fax: 005022-763993
 Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

BLOQUES:

INFORME No. 3549-M	INTERESADO: ING. ROLANDO BARRIOS		Sección Productos Manufacturados
	PROYECTO: TESIS FREDY FUENTES		
O. T. No. 004416	FABRICA: -----		Laboratoristas:
Fecha: 28-9-93	No. Muestras: 01	Tomadas por: INTERESADO	

APARIENCIA: BUENA	DEFECTOS: -----
-------------------	-----------------

MEDIDAS	DISEÑO	REAL PROMEDIO	MAXIMA	MINIMA	DESVIACION (+) ó (-)	
					REAL	PERMISIBLE
LARGO (cm)	-----	40.16	40.30	40.10	+ 0.14 - 0.06	+ 0.35 - 0.35
ANCHO (cm)	-----	15.00	15.00	15.00	+ 0.00 - 0.00	+ 0.35 - 0.35
ALTO (cm)	-----	19.90	20.00	19.80	+ 0.10 - 0.10	+ 0.35 - 0.35
ESPESOR PAREDES	-----	-----	-----	-----	-----	-----

VALORES	PESO (kg)		ABSORCION %	Contenido Humedad % abs. total	Contracción Lineal %	Resistencia- Compresión kg/cm ²
	NATURAL	SECO				
REALES	11.684	-----	16.58	-----	-----	30.87
PERMISIBLES	-----	-----	máxima 30.00	-----	-----	Mínima 25.00

NORMAS: BLOCKS PARA MUROS DE CARGA TIPO "C" CLASIFICACION: _____

OBSERVACIONES: IDENT. #2

Atentamente,

Vo.Bo.

Director
ING. CESAR A. GARCIA



Juan Miguel Rubio R.

Jefe de Sección
ING. JUAN MIGUEL RUBIO R.

/cbr



BLOQUES:

INFORME No. 3550-M	INTERESADO: ING. ROLANDO BARRIOS		Sección Productos Manufacturados
O. T. No. 004416	PROYECTO: TESIS FREDY FUENTES		
Fecha: 28-9-93	FABRICA: -----	No. Muestras: 01	Laboratoristas:
		Tomadas por: INTERESADO	

APARIENCIA: BUENA	DEFECTOS: -----
-------------------	-----------------

MEDIDAS	DISEÑO	REAL PROMEDIO	MAXIMA	MINIMA	DESVIACION (+) ó (-)	
					REAL	PERMISIBLE
LARGO (cm)	-----	40.17	40.30	40.00	+ 0.13 - 0.17	+ 0.35 - 0.35
ANCHO (cm)	-----	14.90	14.90	14.90	+ 0.00 - 0.00	+ 0.35 - 0.35
ALTO (cm)	-----	20.13	20.20	20.10	+ 0.07 - 0.03	+ 0.35 - 0.35
ESPESOR PAREDES	-----	-----	-----	-----	-----	-----

VALORES	PESO (kg)		ABSORCION %	Contenido Humedad % abs. total	Contracción Lineal %	Resistencia. Compresión kg/cm ²
	NATURAL	SECO				
REALES	10.053	-----	17.38	-----	-----	18.95
PERMISIBLES	-----	-----	máxima 30.00	-----	-----	Mínima 18.00

NORMAS: BLOCKS PARA MUROS DE RELLENO TIPO "D" CLASIFICACION: _____
 IDENT. #3

OBSERVACIONES: _____

Va.Bo.
 Director
 ING. CESAR A. GARCIA



Atentamente,

Jefe de Sección
 ING. JUAN MIGUEL RUBIO R.

/cbr



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 Ciudad Universitaria, Zona 12
 Tels. director: 763992/3 Planta: 760790/4 Ext. 372 Fax: 005022-763993
 Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

BLOQUES:

INFORME No. 3742-M	INTERESADO: ING. ROLANDO BARRIOS	Sección Productos Manufacturados
O. T. No. 004602	PROYECTO: TESIS FREDY FUENTES	
Fecha: 10-12-93	FABRICA: -----	Laboratoristas:
	No. Muestras: 01	Tomadas por: INTERESADO

APARIENCIA: BUENA	DEFECTOS: -----
-------------------	-----------------

MEDIDAS	DISEÑO	REAL PROMEDIO	MAXIMA	MINIMA	DESVIACION (+) ó (-)	
					REAL	PERMISIBLE
LARGO (cm)	-----	38.90	39.00	38.80	+0.10 -0.10	+ 0.35 -
ANCHO (cm)	-----	14.00	14.00	14.00	+0.00 -0.00	+ 0.35 -
ALTO (cm)	-----	19.53	19.60	19.50	+0.07 -0.03	+ 0.35 -
ESPESOR PAREDES	-----	-----	-----	-----	-----	-----

VALORES	PESO (kg)		ABSORCION %	Contenido Humedad % abs. total	Contracción Lineal %	Resistencia Compresión kg/cm ²
	NATURAL	SECO				
REALES	10.100	-----	22.02	-----	-----	33.31
PERMISIBLES	-----	-----	máxima 30.00	-----	-----	Mínima 25.00

NORMAS: BLOCKS PARA MUROS DE RELLENO TIPO "C" CLASIFICACION: _____

OBSERVACIONES: IDENT. #11

Vo.Bo. _____
 Director
 ING. CESAR A. GARCIA



Atentamente,

 Jefe de Sección
 ING. JUAN MIGUEL RUBIO R.

/cbr



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 Ciudad Universitaria, Zona 12
 Tels. director: 763892/3 Planta: 760780/4 Ext. 372 Fax: 005022-763993
 Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

BLOQUES:

INFORME No. 3743-M	INTERESADO: ING. ROLANDO BARRIOS	Sección Productos Manufacturados
O. T. No. 004602	PROYECTO: TESIS FREDY FUENTES	
Fecha: 10-12-93	FABRICA: -----	Laboratoristas:
	No. Muestras: 01	Tomadas por: INTERESADO

APARIENCIA: BUENA	DEFECTOS: -----
-------------------	-----------------

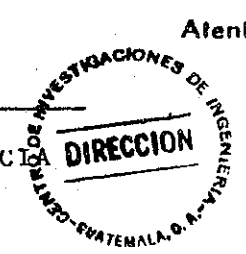
MEDIDAS	DISEÑO	REAL PROMEDIO	MAXIMA	MINIMA	DESVIACION (+) ó (-)	
					REAL	PERMISIBLE
LARGO (cm)	-----	39.00	39.00	39.00	+ 0.00 - 0.00	+ 0.35 - 0.35
ANCHO (cm)	-----	13.93	14.00	13.90	+ 0.07 - 0.03	+ 0.35 - 0.35
ALTO (cm)	-----	19.20	19.40	19.00	+ 0.20 - 0.20	+ 0.35 - 0.35
ESPEJOR PAREDES	-----	-----	-----	-----	-----	-----

VALORES	PESO (kg)		ABSORCION %	Contenido Humedad % abs. total	Contracción Lineal %	Resistencia. Compresión kg/cm ²
	NATURAL	SECO.				
REALES	10.140	-----	20.00	-----	-----	29.22
PERMISIBLES	-----	-----	Máxima 30.00	-----	-----	Mínima 25.00

NORMAS: BLOCKS PARA MUROS DE RELLENO TIPO "C" CLASIFICACION: _____

OBSERVACIONES: IDENT. # 12

Vo.Bo.
 Director
 ING. CESAR A. GARCIA



Atentamente,

Jefe de Sección
 ING. JUAN MIGUEL RUBIO R.

/cbr



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 Ciudad Universitaria, Zona 12
 Tels. directos: 763992/3 Planta: 760790/4 Ext. 372 Fax: 005022-763993
 Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

BLOQUES:

INFORME No. 3745-M	INTERESADO: ING. ROLANDO BARRIOS	Sección Productos Manufacturados
O. T. No. 004602	PROYECTO: TESIS FREDY FUENTES	
Fecha: 10-12-93	FABRICA: -----	Laboratoristas:
	No. Muestras: 01	Tomadas por: INTERESADO

APARIENCIA: BUENA	DEFECTOS: -----
-------------------	-----------------

MEDIDAS	DISEÑO	REAL PROMEDIO	MAXIMA	MINIMA	DESVIACION (+) ó (-)	
					REAL	PERMISIBLE
LARGO (cm)	-----	39.13	39.20	39.10	+0.00 -0.00	+ 0.35 -
ANCHO (cm)	-----	14.20	14.20	14.20	+0.00 -0.00	+ 0.35 -
ALTO (cm)	-----	19.30	19.30	19.30	+0.00 -0.00	+ 0.35 -
ESPESOR PAREDES	-----	-----	-----	-----	-----	-----

VALORES	PESO (kg)		ABSORCION %	Contenido Humedad % abs. total	Contracción Lineal %	Resistencia- Compresión kg/cm ²
	NATURAL	SECO				
REALES	10.020	-----	23.02	-----	-----	40.00
PERMISIBLES	-----	-----	Máxima 30.00	-----	-----	Mínima 35.00

NORMAS: BLOCKS PARA MUROS DE CARGA TIPO "B" CLASIFICACION: _____

OBSERVACIONES: IDENT. #10

Vo.Bo.
 Director
 ING. CESAR A. GARCIA



Atentamente,

 Jefe de Sección
 ING. JOAN MIGUEL RUBIO R.



BLOQUES:

INFORME No. 3729-M	INTERESADO: ING. ROLANDO BARRIOS	Sección Productos Manufacturados
O. T. No. 004602	PROYECTO: TESIS FREDY FUENTES	
Fecha: 06/29/93	FABRICA: _____	Laboratoristas:
	No. Muestras: 01	Tomadas por: INTERESADO

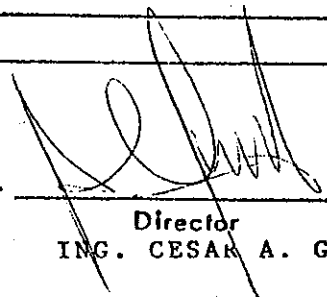

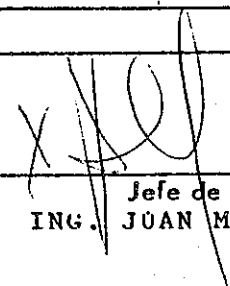
APARIENCIA: BUENA.	DEFECTOS:
--------------------	-----------

MEDIDAS	DISEÑO	REAL PROMEDIO	MAXIMA	MINIMA	DESVIACION (+) ó (-)	
					REAL	PERMISIBLE
LARGO (cm)	-----	39.06	39.20	39.00	+ 0.14 - 0.06	+ 0.35 -
ANCHO (cm)	-----	14.00	14.00	14.00	+ 0.00 - 0.00	+ 0.35 -
ALTO (cm)	-----	19.76	19.80	19.70	+ 0.04 - 0.06	+ 0.35 -
ESPEJOR PAREDES	-----	-----	-----	-----	-----	-----

VALORES	PESO (kg)		ABSORCION %	Contenido Humedad % abs. total	Contracción Lineal %	Resistencia Compresión kg/cm ²
	NATURAL	SECO				
REALES	8.280	-----	23.18	-----	-----	31.52
PERMISIBLES	-----	-----	Máxima 30.00	-----	-----	Mínima 25.00

NORMAS: BLOKS PARA MUROS DE RELLENO TIPO "C" CLASIFICACION: _____

OBSERVACIONES: IDENTIFICACION #7

Vo.Bo.   
 Director
 ING. CESAR A. GARCIA
 Jefe de Sección
 ING. JUAN MIGUEL RUBIO R.



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 Ciudad Universitaria, Zona 12
 Tels. director: 763992/3 Planta: 760790/4 Ext. 372 Fax: 005022-763993
 Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

BLOQUES:

INFORME No. 3730-M	INTERESADO: ING. ROLANDO BARRIOS		Sección Productos Manufacturados
O. T. No. 004602	PROYECTO: TESIS FREDY FUENTES		
Fecha: 061293	FABRICA: -----		
	No. Muestras: 01	Tomadas por: INTERESADO	Laboratoristas:

APARIENCIA: BUENA	DEFECTOS:
-------------------	-----------

MEDIDAS	DISEÑO	REAL PROMEDIO	MAXIMA	MINIMA	DESVIACION (+) ó (-)	
					REAL	PERMISIBLE
LARGO (cm)	-----	39.03	39.10	39.00	+ 0.07 - 0.03	+ 0.35 - 0.35
ANCHO (cm)	-----	14.00	14.00	14.00	+ 0.00 - 0.03	+ 0.35 - 0.35
ALTO (cm)	-----	19.86	19.90	19.80	+ 0.04 - 0.06	+ 0.35 - 0.35
ESPEJOR PAREDES	-----	-----	-----	-----	-----	-----

VALORES	PESO (kg)		ABSORCION %	Contenido Humedad % abs. total	Contracción Lineal %	Resistencia Compresión kg/cm ²
	NATURAL	SECO				
REALES	8.210	-----	26.00	-----	-----	33.20
PERMISIBLES	-----	-----	Máxima 30.00	-----	-----	Mínima 25.00

NORMAS: BLOKS PARA MUROS DE RELLENO TIPO "C" CLASIFICACION: _____

OBSERVACIONES: IDENTIFICACION #8

Atentamente,

Vo.Bo. Director
 ING. CESAR A. GARCIA

Jefe de Sección
 ING. JUAN MIGUEL RUBIO R.



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 Ciudad Universitaria, Zona 12
 Tels. director: 783992/3 Planta: 760780/4 Ext. 372 Fax: 005022-763993
 Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

BLOQUES:

INFORME No. 3744-M	INTERESADO: ING. ROLANDO BARRIOS	Sección Productos Manufacturados Laboratoristas:
O. T. No. 004602	PROYECTO: TESIS FREDY FUENTES	
Fecha: 10-12-93	FABRICA: ----- No. Muestras: 01 Tomadas por: INTERESADO	

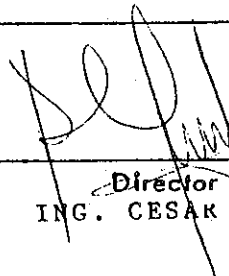
APARIENCIA: BUENA	DEFECTOS: -----
-------------------	-----------------

MEDIDAS	DISEÑO	REAL PROMEDIO	MAXIMA	MINIMA	DESVIACION (+) ó (-)	
					REAL	PERMISIBLE
LARGO (cm)	-----	39.03	39.10	39.00	+0.07 -0.03	+ 0.35 -
ANCHO (cm)	-----	14.00	14.00	14.00	+0.00 -0.00	+ 0.35 -
ALTO (cm)	-----	19.93	20.00	19.80	+0.07 -0.13	+ 0.35 -
ESPESOR PAREDES	-----	-----	-----	-----	-----	-----

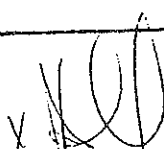
VALORES	PESO (kg)		ABSORCION %	Contenido Humedad % abs. total	Contracción Lineal %	Resistencia. Compresión kg/cm ²
	NATURAL	SECO.				
REALES	8.070	-----	36.48	-----	-----	31.54
PERMISIBLES	-----	-----	Máxima 30.00	-----	-----	Mínima 25.00

NORMAS: BLOCKS PARA MUROS DE RELLENO TIPO "C" CLASIFICACION: _____

OBSERVACIONES: IDENT. #9

Vo.Bo. 
 Director
 ING. CESAR A. GARCÍA




 Jefe de Sección
 ING. JUAN MIGUEL RUBIO R.

/cbr



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 Ciudad Universitaria, Zona 12
 Tels. directos: 763992/3 Manta: 760790/4 Ext. 372 Fax: 005022-763983
 Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

BLOQUES:

INFORME No. 3726-m	INTERESADO: ING. ROLANDO BARRIOS	Sección Productos Manufacturados
O. T. No. 004602	PROYECTO: TESIS FREDY FUENTES	
Fecha: 06 12 93	FABRICA: -----	Laboratoristas:
	No. Muestras: 01	Tomadas por: INTERESADO

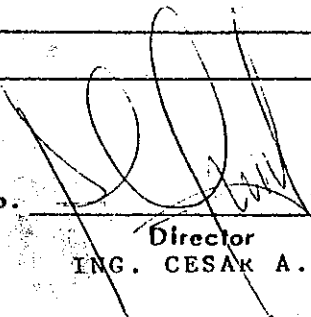
APARIENCIA: BUENA	DEFECTOS:
-------------------	-----------

MEDIDAS	DISEÑO	REAL PROMEDIO	MAXIMA	MINIMA	DESVIACION (+) ó (-)	
					REAL	PERMISIBLE
LARGO (cm)	-----	39.00	39.00	39.00	+0.00 -0.00	+ 0.35 -
ANCHO (cm)	-----	14.03	14.10	14.00	+0.07 -0.03	+ 0.35 -
ALTO (cm)	-----	19.53	19.80	19.30	+0.27 -0.23	+ 0.35 -
ESPESOR PAREDES	-----	-----	-----	-----	-----	-----

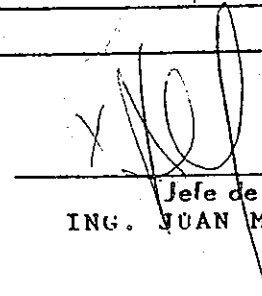
VALORES	PESO (kg)		ABSORCION %	Contenido Humedad % abs. total	Contracción Lineal %	Resistencia. Compresión kg/cm ²
	NATURAL	SECO				
REALES	9.640	-----	20.87	-----	-----	19.06
PERMISIBLES	-----	-----	Máxima 30.00	-----	-----	Mínima 25.00

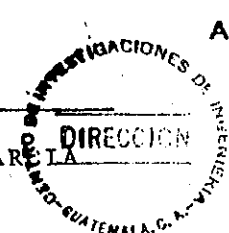
NORMAS: BLOKS PARA MUROS DE RELLENO TIPO "C" CLASIFICACION: _____

OBSERVACIONES: IDENTIFICACION #4

Vo.Bo.  **Director**
 ING. CESAR A. GARCÍA

Atentamente,

 **Jefe de Sección**
 ING. JOAN MIGUEL RUBIO R.





CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 Ciudad Universitaria, Zona 12
 Tels. director: 763992/3 Planta: 760700/4 Ext. 372 Fax: 005022-763993
 Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

BLOQUES:

INFORME No. 3727-M	INTERESADO: ING. ROLANDO BARRIOS		Sección Productos Manufacturados
	PROYECTO: TESIS FREDY FUENTES		
O. T. No. U04602	FABRICA: -----		
Fecha: 06 12 93	No. Muestras: 01	Tomadas por: INTERESADO	

APARIENCIA: BUENA	DEFECTOS:
-------------------	-----------

MEDIDAS	DISEÑO	REAL PROMEDIO	MAXIMA	MINIMA	DESVIACION (+) ó (-)	
					REAL	PERMISIBLE
LARGO (cm)	-----	38.96	39.00	38.90	+0.04 -0.06	+ - 0.35
ANCHO (cm)	-----	14.13	14.20	14.00	+0.07 -0.13	+ - 0.35
ALTO (cm)	-----	19.43	19.80	19.00	+0.37 -0.43	+ - 0.35
ESPEJOR PAREDES	-----	-----	-----	-----	-----	-----

VALORES	PESO (kg)		ABSORCION %	Contenido Humedad % abs. total	Contracción Lineal %	Resistencia Compresión kg/cm ²
	NATURAL	SECO.				
REALES	9.495	-----	24.24	-----	-----	15.65
PERMISIBLES	-----	-----	Máxima 30.00	-----	-----	Mínima 18.00

NORMAS: BLOKS PARA MUROS DE RELLENO TIPO "D" CLASIFICACION: _____

OBSERVACIONES: IDENTIFICACION #5

Vo.Bo. _____ **Atentamente,** _____
 Director **ING. CESAR A. GARCIA** Jefe de Sección **ING. JOAN MIGUEL RUBIO R.**
 DIRECCION



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 Ciudad Universitaria, Zona 12
 Tels. director: 763992/3 Planta: 760790/4 Ext. 372 Fax: 005022-763993
 Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

BLOQUES:

INFORME No. 3728-M	INTERESADO: ING. ROLANDO BARRIOS		Sección Productos Manufacturados
O. T. No. 004602	PROYECTO: TESIS FREDY FUENTES		
Fecha: 06/12/93	No. Muestras: 01	Tomadas por: INTERESADO	Laboratoristas:

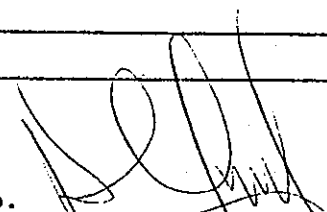
APARIENCIA: BUENA	DEFECTOS:
-------------------	-----------

MEDIDAS	DISEÑO	REAL PROMEDIO	MAXIMA	MINIMA	DESVIACION (+) ó (-)	
					REAL	PERMISIBLE
LARGO (cm)	-----	38.86	38.90	38.80	+ 0.04 - 0.06	+ 0.35 - 0.35
ANCHO (cm)	-----	14.00	14.00	14.00	+ 0.00 - 0.00	+ 0.35 - 0.35
ALTO (cm)	-----	19.76	19.80	19.70	+ 0.04 - 0.06	+ 0.35 - 0.35
ESPESOR PAREDES	-----	-----	-----	-----	-----	-----

VALORES	PESO (kg)		ABSORCION %	Contenido Humedad % abs. total	Contracción Lineal %	Resistencia Compresión kg/cm ²
	NATURAL	SECO				
REALES	9.550	-----	19.72	-----	-----	16.67
PERMISIBLES	-----	-----	Máxima 30.00	-----	-----	Mínima 18.00

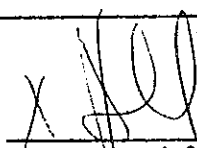
NORMAS: BLOKS PARA MUROS DE RELLENO TIPO "D" CLASIFICACION: _____

OBSERVACIONES: IDENTIFICACION # 6

Vo.Bo. 
 Director
 ING. CESAR A. GARCIA



Atentamente,


 Jefe de Sección
 ING. JUAN MIGUEL RUBIO R.



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 Ciudad Universitaria, Zona 12
 Tels. directos: 763992/3 Manta: 760780/4 Ext. 372 Fax: 005022-763993
 Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

BLOQUES:

INFORME No. 3732-M	INTERESADO: ING. ROLANDO BARRIOS	Sección Productos Manufacturados Laboratoristas:
O. T. No. 004602	PROYECTO: TESIS FREDY FUENTES	
Fecha: 10-12-93	No. Muestras: 01 Tomadas por: INTERESADO	

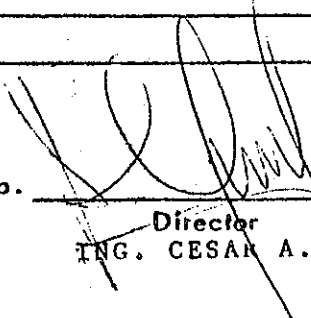
APARIENCIA: BUENA	DEFECTOS: -----
-------------------	-----------------

MEDIDAS	DISEÑO	REAL PROMEDIO	MAXIMA	MINIMA	DESVIACION (+) ó (-)	
					REAL	PERMISIBLE
LARGO (cm)	-----	39.00	39.00	39.00	+ 0.00 - 0.00	+ 0.35 -
ANCHO (cm)	-----	14.00	14.00	14.00	+ 0.00 - 0.00	+ 0.35 -
ALTO (cm)	-----	19.50	19.50	19.50	+ 0.00 - 0.00	+ 0.35 -
ESPESOR PAREDES	-----	-----	-----	-----	-----	-----

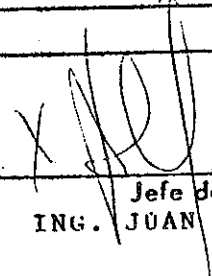
VALORES	PESO (kg)		ABSORCION %	Contenido Humedad % abs. total	Contracción Lineal %	Resistencia Compresión kg/cm ²
	NATURAL	SECO				
REALES	10.160	-----	22.08	-----	-----	34.06
PERMISIBLES	-----	-----	máxima 30.00	-----	-----	Mínima 25.00

NORMAS: BLOCKS PARA MUROS DE RELLENO TIPO "C" CLASIFICACION: _____

OBSERVACIONES: IDENT. #16

Vo.Bo. 
 Director
 ING. CESAR A. GARCIA



Atentamente,

 Jefe de Sección
 ING. JOAN MIGUEL RUBIO R.

/cbr



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 Ciudad Universitaria, Zona 12
 Tels. director: 763992/3 Planta: 760790/4 Ext. 372 Fax: 005022-763993
 Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

BLOQUES:

INFORME No. 3746-M	INTERESADO: ING. ROLANDO BARRIOS	Sección Productos Manufacturados
O. T. No. 004602	PROYECTO: TESIS FREDY FUENTES	
Fecha: 10-12-93	FABRICA: -----	Laboratoristas:
	No. Muestras: 01	Tomadas por: INTERESADO

APARIENCIA: BUENA	DEFECTOS: -----
-------------------	-----------------

MEDIDAS	DISEÑO	REAL PROMEDIO	MAXIMA	MINIMA	DESVIACION (+) ó (-)	
					REAL	PERMISIBLE
LARGO (cm)	-----	39.00	39.00	39.00	+0.00 -0.00	+ - 0.35
ANCHO (cm)	-----	14.00	14.00	14.00	+0.00 -0.00	+ - 0.35
ALTO (cm)	-----	19.30	19.40	19.20	+0.10 -0.10	+ - 0.35
ESPESOR PAREDES	-----	-----	-----	-----	-----	-----

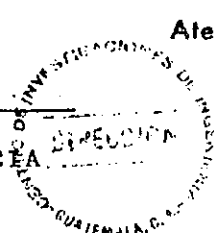
VALORES	PESO (kg)		ABSORCION %	Contenido Humedad % abs. total	Contracción Lineal %	Resistencia. Compresión kg/cm ²
	NATURAL	SECO				
REALES	10.110	-----	21.22	-----	-----	24.92
PERMISIBLES	-----	-----	Máxima 30.00	-----	-----	Mínima 18.00

NORMAS: BLOCKS PARA MUROS DE RELLENO TIPO "D" CLASIFICACION: _____

OBSERVACIONES: IDENT. #17

Vo.Bo.

Director
ING. CESAR A. GARCIA



Atentamente,

Jefe de Sección
ING. JOAN MIGUEL RUBIO R.

/cbr



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 Ciudad Universitaria, Zona 12
 Tels. directos: 763992/3 Maná: 760790/4 Ext. 372 Fax: 005022-763993
 Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

BLOQUES:

INFORME No. 3747-M	INTERESADO: ING. ROLANDO BARRIOS	Sección Productos Manufacturados Laboratoristas:
O. T. No. 004602	PROYECTO: TESIS FREDY FUENTES.	
Fecha: 13-12-93	FABRICA: -----	
No. Muestras: 01	Tomadas por: INTERESADO	

APARIENCIA: BUENA	DEFECTOS: -----
-------------------	-----------------

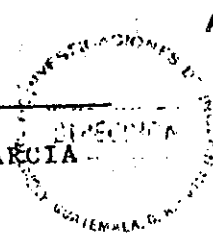
MEDIDAS	DISEÑO	REAL PROMEDIO	MAXIMA	MINIMA	DESVIACION (+) ó (-)	
					REAL	PERMISIBLE
LARGO (cm)	-----	39.00	39.00	39.00	+ 8.88	+ 0.35
ANCHO (cm)	-----	14.00	14.00	14.00	+ 0.00 - 0.00	+ 0.35
ALTO (cm)	-----	19.36	19.40	19.30	+ 0.04 - 0.06	+ 0.35
ESPESOR PAREDES	-----	-----	-----	-----	-----	-----

VALORES	PESO (kg)		ABSORCION %	Contenido Humedad % abs. total	Contracción Lineal %	Resistencia. Compresión kg/cm ²
	NATURAL	SECO				
REALES	9.920	-----	23.78	-----	-----	20.76
PERMISIBLES	-----	-----	Máxima 30.00	-----	-----	Mínima 18.00

NORMAS: BLOCKS PARA MUROS DE RELLENO TIPO "D" CLASIFICACION: _____

OBSERVACIONES: IDENT. #18

Vo.Bo.
 Director
 ING. CESAR A. GARCIA
 /cbr



Atentamente,

Jefe de Sección
 ING. JUAN MIGUEL RUBIO R.

TAHIA 17

RESULTADOS DE PRUEBA DE LABORATORIO "ADOQUINES"

No.	INFORME DE LAB. No.	FECHA DE ELAB.	EDAD PRUEBA (días)	PROPORCION C:A:PP:P	% DE PP	MEDIDAS (cm)			RESP. SCOR	PESO (kg)	% DE ABSORCION	MODULO DE RUPTURA				
						LARGO X ₁	X ₂	X ₃				Y ₁	Y ₂	Y ₃	Kg/cm ²	MIN.
1	3586-M	02/09	33	1:7.0:0.0:1.9	0.00	6.5	10.6	2.1	3.4	15.3	3.2	10.4	8.655	16.40	36.35	45.00
2	3570-M	02/09	33	1:7.0:0.0:1.9	0.00	7.0	10.5	2.0	3.5	15.5	3.2	9.9	8.644	13.82	44.73	45.00
3	3573-M	02/09	33	1:7.0:0.0:1.9	0.00	6.8	10.3	2.1	3.0	15.5	3.2	9.8	8.474	11.45	42.32	45.00
4	3761-M	03/11	41	1:6.8:0.3:1.8	3.03	6.9	10.3	2.1	3.4	15.5	3.3	10.5	10.668	9.84	43.98	45.00
5	3762-M	03/11	41	1:6.8:0.3:1.8	3.03	6.7	10.3	2.3	3.4	15.2	3.3	10.5	10.425	9.32	47.71	45.00
6	3763-M	03/11	41	1:6.8:0.3:1.8	3.03	6.8	10.2	2.2	3.3	15.5	3.2	10.5	9.910	10.80	48.50	45.00
7	3764-M	03/11	41	1:6.8:0.3:1.8	3.03	7.0	10.2	2.1	3.1	15.4	3.2	10.5	10.253	12.30	60.19	45.00
8	3748-M	05/11	39	1:6.6:0.6:1.7	6.06	6.5	10.4	2.3	3.4	15.1	3.3	9.4	8.842	11.85	50.99	45.00
9	3749-M	05/11	39	1:6.6:0.6:1.7	6.06	6.7	10.3	2.3	3.2	15.5	3.3	9.4	9.149	10.08	60.92	45.00
10	3750-M	05/11	39	1:6.6:0.6:1.7	6.06	6.5	10.1	2.1	3.1	15.1	3.2	9.4	8.999	12.44	53.99	45.00
11	3754-M	08/11	36	1:6.4:0.8:1.7	8.08	6.5	10.3	2.1	3.0	15.2	3.1	11.0	10.637	10.82	65.71	45.00
12	3755-M	08/11	36	1:6.4:0.8:1.7	8.08	6.8	10.1	2.2	3.2	15.4	3.3	10.5	10.162	12.24	68.48	45.00
13	3756-M	08/11	36	1:6.4:0.8:1.7	8.08	6.7	10.1	2.2	3.1	15.4	3.2	9.5	9.257	21.04	71.51	45.00
14	3571-M	03/09	33	1:6.2:1.1:1.6	11.11	6.8	10.5	2.1	3.7	15.4	3.4	10.1	10.599	13.37	59.26	45.00
15	3572-M	03/09	33	1:6.2:1.1:1.6	11.11	6.8	10.2	2.1	3.5	15.6	3.2	10.0	10.625	13.39	60.40	45.00
16	3575-M	03/09	33	1:6.2:1.1:1.6	11.11	6.7	10.5	2.1	3.2	15.6	3.2	10.1	10.282	10.29	52.43	45.00
17	3757-M	10/11	34	1:6.0:1.4:1.5	14.14	6.5	10.5	2.0	3.0	15.2	3.4	10.4	10.010	11.54	67.04	45.00
18	3758-M	10/11	34	1:6.0:1.4:1.5	14.14	7.0	10.1	2.1	3.3	15.5	3.3	10.6	10.670	9.88	65.03	45.00
19	3759-M	10/11	34	1:6.0:1.4:1.5	14.14	6.7	10.3	2.0	3.0	15.3	3.2	10.5	10.495	9.66	71.01	45.00
20	3760-M	10/11	34	1:6.0:1.4:1.5	14.14	6.7	10.4	2.0	3.1	15.5	3.2	10.1	10.143	9.50	64.76	45.00
21	3751-M	12/11	32	1:5.8:1.6:1.5	16.16	7.1	10.3	2.1	3.0	15.7	3.4	9.4	9.418	9.33	63.68	45.00
22	3752-M	12/11	32	1:5.8:1.6:1.5	16.16	6.5	10.5	2.3	3.1	15.5	3.2	9.1	9.192	10.83	73.27	45.00
23	3753-M	12/11	32	1:5.8:1.6:1.5	16.16	6.7	10.2	2.3	3.1	15.2	3.1	10.3	10.298	33.20	65.73	45.00
24	3765-M	15/11	29	1:5.6:1.9:1.4	19.19	6.9	10.2	2.0	3.3	15.5	3.5	10.5	10.485	8.88	48.60	45.00
25	3766-M	15/11	29	1:5.6:1.9:1.4	19.19	6.8	10.1	2.0	3.3	15.3	3.4	10.3	10.500	9.36	54.27	45.00
26	3767-M	15/11	29	1:5.6:1.9:1.4	19.19	6.8	10.1	2.2	3.3	15.5	3.2	10.7	10.717	12.25	55.56	45.00
27	3768-M	15/11	29	1:5.6:1.9:1.4	19.19	6.9	10.4	2.0	3.1	15.3	3.2	10.5	10.413	8.69	49.70	45.00

FUENTE: Informes indicados, según órdenes de trabajo números 004417 y 004601, del Centro de Investigaciones de Ingeniería.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS
PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO

INFORME No. 3568-M

O.T. No. 004417

Fecha: 5-10-93

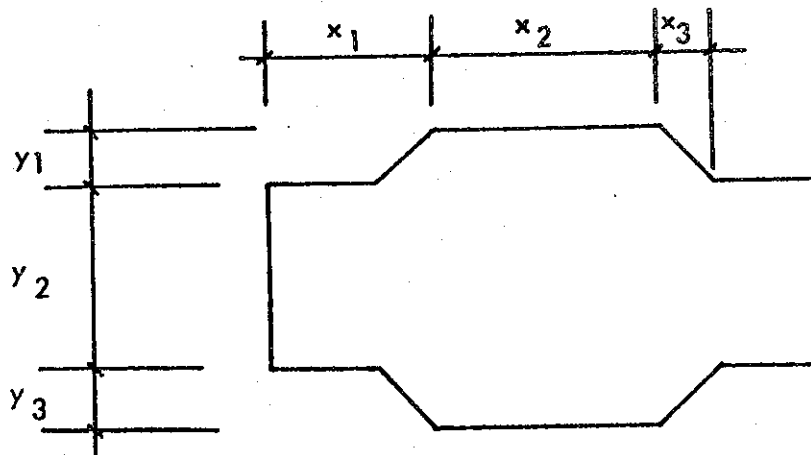
Labs. -----

Interesado: ING. JOSE ROLANDO BARRIOS

Proyecto: TESIS FREDY FUENTES

Dimensiones:

Medidas (cm)	Largo en (cm)			Ancho en (cm)			GROSOR cm	
	x ₁	x ₂	x ₃	y ₁	y ₂	y ₃		
	6.50	10.60	2.10	3.40	15.30	3.20	10.40	13



CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS

Peso (en kg)		% ABSORCION	Módulo de Ruptura (kg/cm ²)	Módulo de Ruptura Mínimo (kg/cm ²)
Natural	Seco			
8.655	----	16.40	36.35	45.00

OBSERVACIONES: El módulo de ruptura mínimo de 45 kg/cm² equivale a un esfuerzo de compresión de 210 kg/cm².

Vo. Bo.

Ing. César A. García Guerra
 Director



Ing. Juan Miguel Rubio
 Jefe Sección

/cbr



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

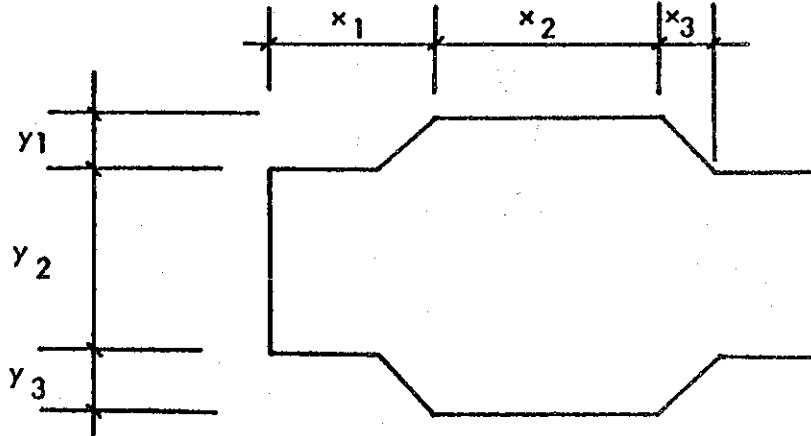
MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS
PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO

INFORME No. 3570-M	O.T. No. 004417
Fecha: 5-10-93	Labs. -----
Interesado: ING. JOSE ROLANDO BARRIOS	
Proyecto: TESIS FREDY FUENTES	

Dimensiones:

Medidas (cm)	Largo en (cm)			Ancho en (cm)			GROSOR cm	
	x1	x2	x3	y1	y2	y3		
	7.00	10.50	2.00	3.50	15.50	3.20	9.90	14



CARACTERÍSTICAS FISICO MECANICAS

Peso (en kg)		% ABSORCION	Módulo de Ruptura (kg/cm ²)	Módulo de Ruptura Mínimo (kg/cm ²)
Natural	Seco			
8.644	----	13.82	44.73	45.00

OBSERVACIONES: El módulo de ruptura mínimo de 45 kg/cm² equivale a un esfuerzo de compresión de 210 kg/cm².

Vo. Bo.   DIRECCION

Ing. Cesar A. García Guerra
Director


Ing. Juan Miguel Rubio
Jefe Sección



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS
PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO

INFORME No. 3573-M

O.T. No. 004417

Fecha: 6-10-93

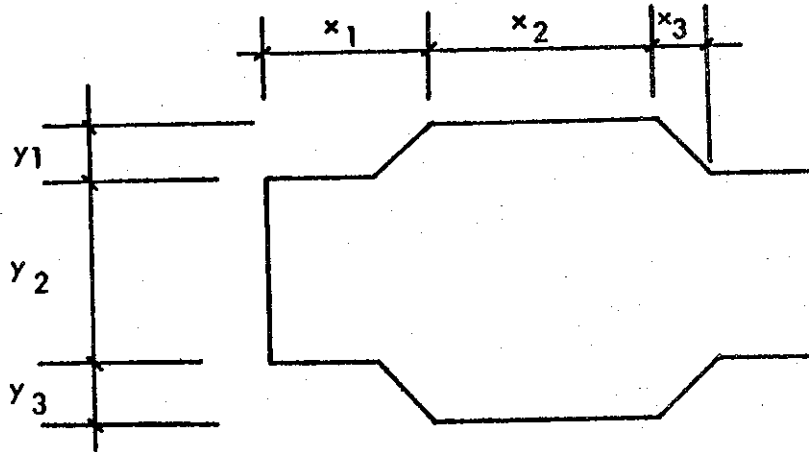
Labs. -----

Interesado: ING. JOSE ROLANDO BARRIOS

Proyecto: TESIS FREDY FUENTES

Dimensiones:

Medidas (cm)	Largo en (cm)			Ancho en (cm)			GROSOR cm	
	x1	x2	x3	y1	y2	y3		
	6.80	10.30	2.10	3.00	15.50	3.20	9.80	6



CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS

Peso (en kg)		% ABSORCION	Módulo de Ruptura (kg/cm ²)	Módulo de Ruptura Mínimo (kg/cm ²)
Natural	Seco			
8.474	----	11.45	42.32	45.00

OBSERVACIONES: El módulo de ruptura mínimo de 45 kg/cm² equivale a un esfuerzo de compresión de 210 kg/cm². Fractura extremo

Vo. Bo.

/cbr

Ing. César A. García Guerra
 Director



Ing. Juan Miguel Rubio
 Jefe Sección



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS
PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO

INFORME No. 3761-M

O.T. No. 004601

Fecha: 14-12-93

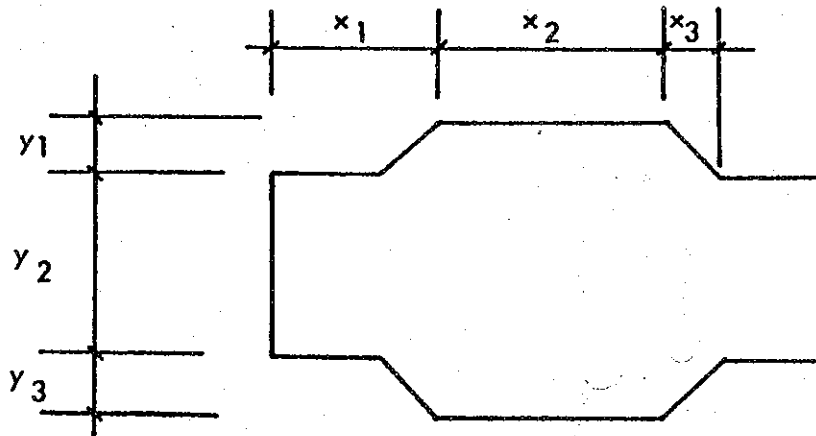
Labs. -----

Interesado: ING. ROLANDO BARRIOS

Proyecto: TESIS FREDY FUENTES

Dimensiones:

Medidas (cm)	Largo en (cm)			Ancho en (cm)			GROSOR cm	
	x1	x2	x3	y1	y2	y3		
	6.90	10.30	2.10	3.40	15.50	3.30	10.50	14



CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS

Peso (en kg)		% ABSORCION	Módulo de Ruptura (kg/cm ²)	Módulo de Ruptura Mínimo (kg/cm ²)
Natural	Seco			
/10.668	----	9.84	43.98	45.00

OBSERVACIONES: El módulo de ruptura mínimo de 45 kg/cm² equivale a un esfuerzo de compresión de 210 kg/cm².

Vo. Bo.

Ing. César A. García Guerra
 Director



Juan Miguel Rubio

Ing. Juan Miguel Rubio
 Jefe Sección

/cbr



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA

Ciudad Universitaria, Zona 12

Tels. directos: 763992/3 Planta: 760790/4 Ext. 372 Fax: 005022-763993

Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO

INFORME No. 3762-M

O.T. No. 004601

Fecha: 14-12-93

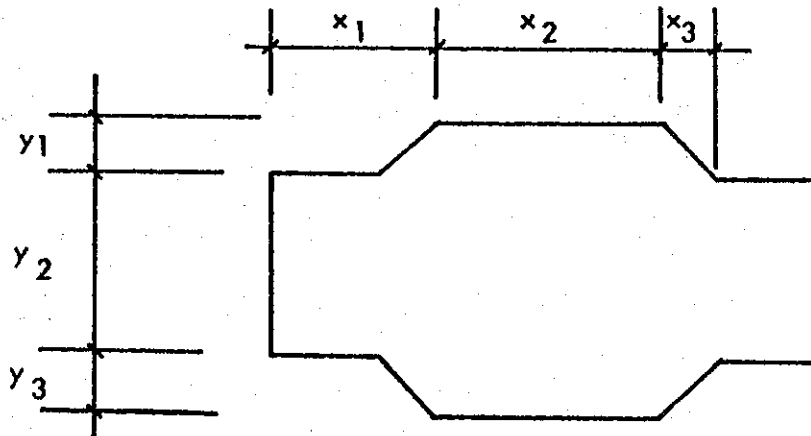
Labs. -----

Interesado: ING. ROLANDO BARRIOS

Proyecto: TESIS FREDY FUENTES

Dimensiones:

Medidas (cm)	Largo en (cm)			Ancho en (cm)			GROSOR cm	
	x1	x2	x3	y1	y2	y3		
	6.70	10.30	2.30	3.40	15.20	3.30	10.50	15



CARACTERÍSTICAS FISICO MECANICAS

Peso (en kg)		% ABSORCION	Módulo de Ruptura (kg/cm ²)	Módulo de Ruptura Mínimo (kg/cm ²)
Natural	Seco			
10.425	----	9.32	47.71	45.00

OBSERVACIONES: El módulo de ruptura mínimo de 45 kg/cm² equivale a un esfuerzo de compresión de 210 kg/cm².

Vo. Bo.

Ing. César A. García Guerra
Director



Ing. Juan Miguel Rubio
Jefe Sección



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 Ciudad Universitaria, Zona 12
 Tels. directos: 763902/3 Planta: 760790/4 Ext. 372 Fax: 005022-763993
 Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS
PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO

INFORME No. 3763-M

O.T. No. 004601

Fecha: 14-12-93

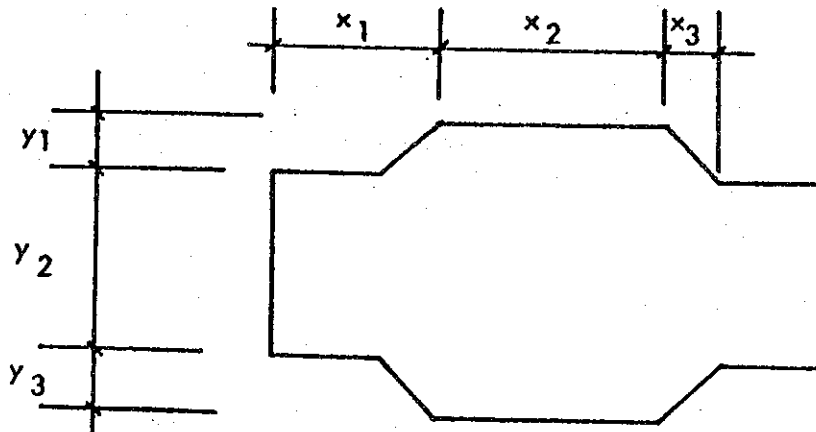
Labs. -----

Interesado: ING. ROLANDO BARRIOS

Proyecto: TESIS FREDY FUENTES

Dimensiones:

Medidas (cm)	Largo en (cm)			Ancho en (cm)			GROSOR cm	
	x1	x2	x3	y1	y2	y3		
	6.80	10.20	2.20	3.30	15.50	3.20	10.50	16



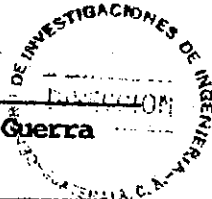
CARACTERÍSTICAS FISICO MECANICAS

Peso (en kg)		% ABSORCION	Módulo de Ruptura (kg/cm ²)	Módulo de Ruptura Mínimo (kg/cm ²)
Natural	Seco			
9.910	-----	10.80	48.50	45.00

OBSERVACIONES: El módulo de ruptura mínimo de 45 kg/cm² equivale a un esfuerzo de compresión de 210 kg/cm².

Vo. Bo.

Ing. César A. García Guerra
 Director



Ing. Juan Miguel Rubio
 Jefe Sección

/cbr



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA

Ciudad Universitaria, Zona 12

Tel. directos: 763992/3 Planta: 760790/4 Ext. 372 Fax: 005022-763993

Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO

INFORME No. 3764-M O.T. No. 004601

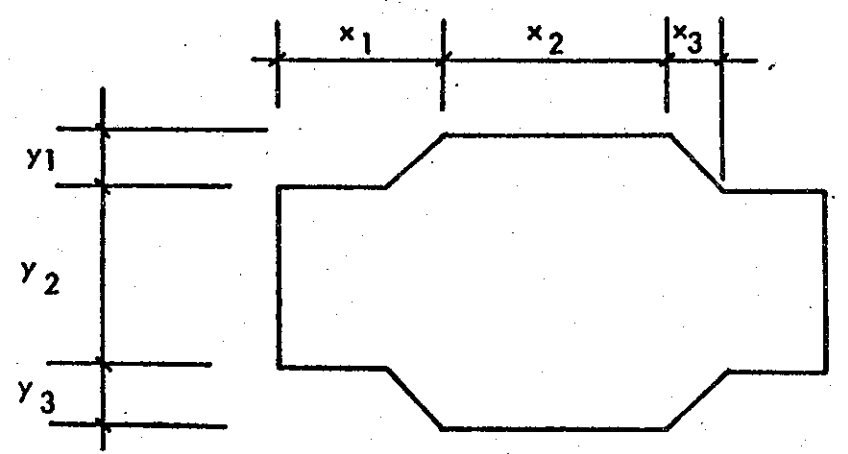
Fecha: 14-12-93 Labs. -----

Interesado: ING. ROLANDO BARRIOS

Proyecto: TESIS FREDY FUENTES

Dimensiones:

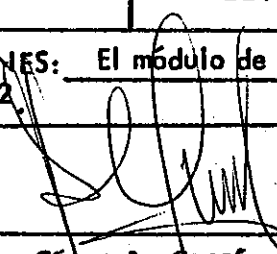
Medidas (cm)	Largo en (cm)			Ancho en (cm)			GROSOR cm	
	x1	x2	x3	y1	y2	y3		
	7.00	10.20	2.10	3.10	15.40	3.20	10.50	17




CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS

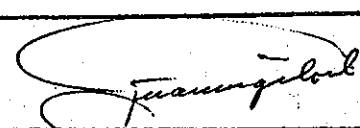
Peso (en kg)		% ABSORCION	Módulo de Ruptura (kg/cm ²)	Módulo de Ruptura Mínimo (kg/cm ²)
Natural	Seco			
10.253	----	12.30	60.19	45.00

OBSERVACIONES: El módulo de ruptura mínimo de 45 kg/cm² equivale a un esfuerzo de compresión de 210 kg/cm².

Vo. Bo. 

/cbr **Ing. César A. García Guerra**
Director





Ing. Juan Miguel Rubio
Jefe Sección



SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS
PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO

INFORME No. 3748-M

O.T. No. 004601

Fecha: 141293

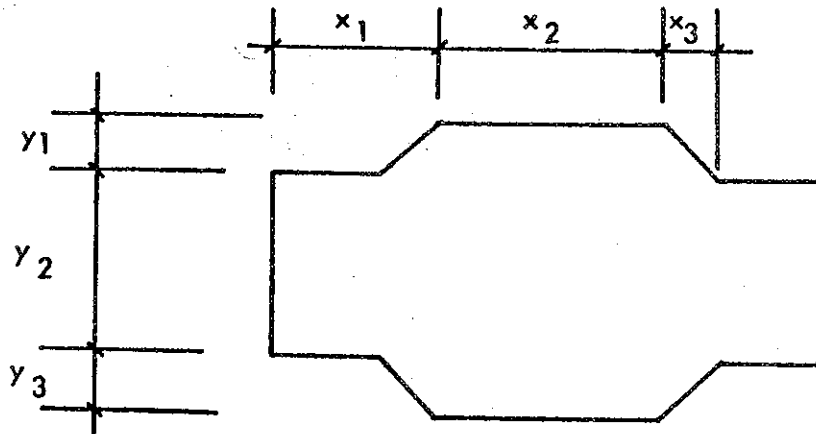
Labs. -----

Interesado: FREDY FUENTES

Proyecto: -----

Dimensiones:

Medidas (cm)	Largo en (cm)			Ancho en (cm)			GROSOR cm	
	x1	x2	x3	y1	y2	y3		
	6.5	10.40	2.30	3.40	15.10	3.30	9.40	1



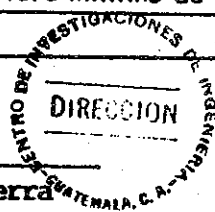
CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS

Peso (en kg)		% ABSORCION	Módulo de Ruptura (kg/cm ²)	Módulo de Ruptura Mínimo (kg/cm ²)
Natural	Seco			
8.842		11.85	50.99	45.00

OBSERVACIONES: El módulo de ruptura mínimo de 45 kg/cm² equivale a un esfuerzo de compresión de 210 kg/cm².

Vo. Bo.

[Signature]
 Ing. César A. García Guerra
 Director



[Signature]
 Ing. Juan Miguel Rubio
 Jefe Sección



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA

Ciudad Universitaria, Zona 12

Tels. directos: 763992/3 Planta: 760790/4 Ext. 372 Fax: 005022-763993

Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO

INFORME No. 3749-M

O.T. No. 004601

Fecha: 141293

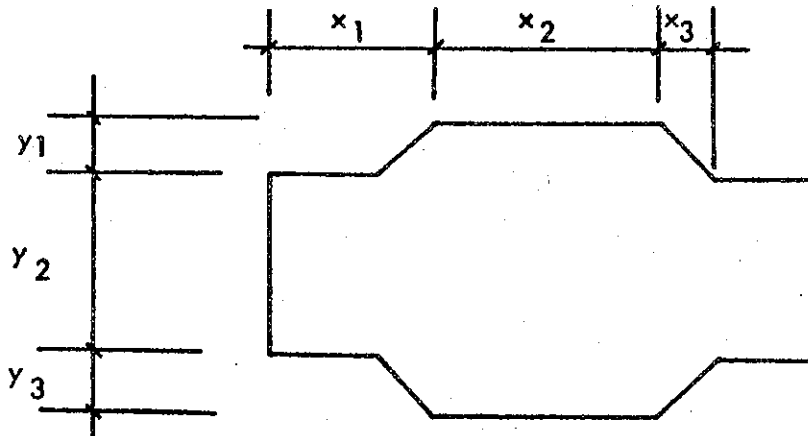
Labs. -----

Interesado: FREDY FUENTES

Proyecto: -----

Dimensiones:

Medidas (cm)	Largo en (cm)			Ancho en (cm)			GROSOR cm	
	x1	x2	x3	y1	y2	y3		
	6.70	10.30	2.30	3.20	15.50	3.30	9.60	2



CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS

Peso (en kg)		% ABSORCION	Módulo de Ruptura (kg/cm ²)	Módulo de Ruptura Mínimo (kg/cm ²)
Natural	Seco			
9.14y		10.08	60.92	45.00

OBSERVACIONES: El módulo de ruptura mínimo de 45 kg/cm² equivale a un esfuerzo de compresión de 210 kg/cm².

Vo. Bo.

Ing. César A. García Guerra
Director



Ing. Juan Miguel Rubio
Jefe Sección

lvgg



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA

Ciudad Universitaria, Zona 12

Tels. directos: 763992/3 Planta: 760790/4 Ext. 372 Fax: 005022-763993

Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO

INFORME No. 3750-M

O.T. No. 004601

Fecha: 14/12/93

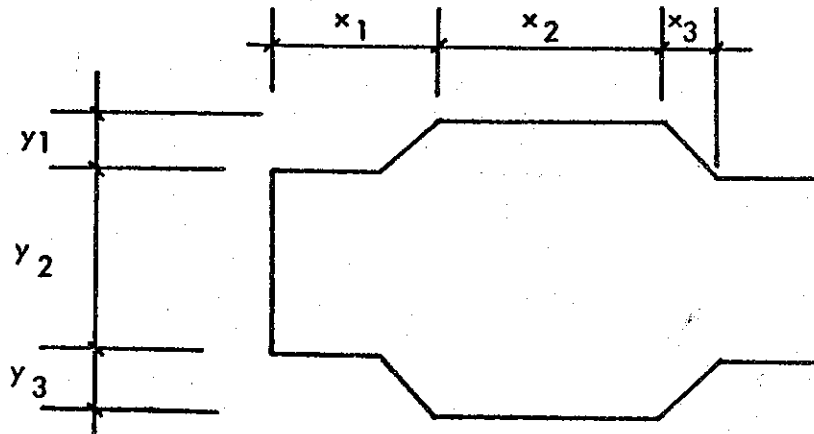
Labs. -----

Interesado: FREDY FUENTES

Proyecto: -----

Dimensiones:

Medidas (cm)	Largo en (cm)			Ancho en (cm)			GROSOR cm
	x1	x2	x3	y1	y2	y3	
	6.50	10.10	2.10	3.10	15.10	3.20	9.40



CARACTERÍSTICAS FISICO MECANICAS

Peso (en kg)		% ABSORCION	Módulo de Ruptura (kg/cm ²)	Módulo de Ruptura Mínimo (kg/cm ²)
Natural	Seco			
8.999	-----	12.44	53.99	45.00

OBSERVACIONES: El módulo de ruptura mínimo de 45 kg/cm² equivale a un esfuerzo de compresión de 210 kg/cm².

Vo. Bo.

Ing. César A. García Guerra
Director



Ing. Juan Miguel Rubio
Jefe Sección

1vgg



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA

Ciudad Universitaria, Zona 12

Tels. directos: 763992/3 Planta: 760790/4 Ext. 372 Fax: 005022-763993

Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO

INFORME No. 3754-M

O.T. No. 004601

Fecha: 14/12/93

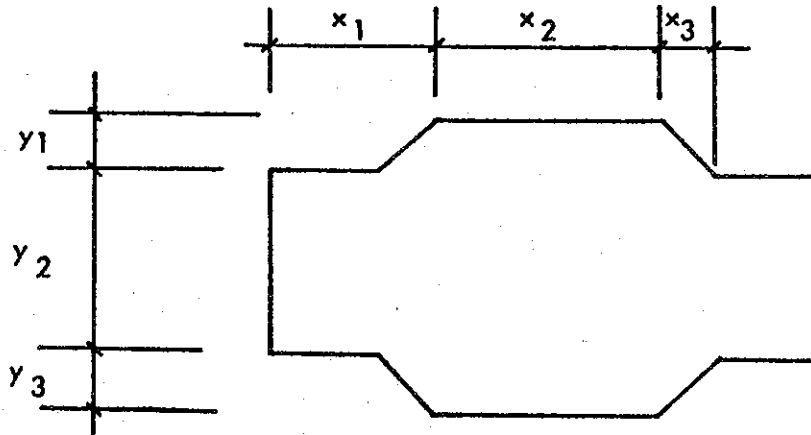
Labs. -----

Interesado: FREDY FUENTES

Proyecto: -----

Dimensiones:

Medidas (cm)	Largo en (cm)			Ancho en (cm)			GROSOR cm	
	x1	x2	x3	y1	y2	y3		
	6.50	10.30	2.10	3.00	15.20	3.10	11.00	7



CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS

Peso (en kg)		% ABSORCION	Módulo de Ruptura (kg/cm ²)	Módulo de Ruptura Mínimo (kg/cm ²)
Natural	Seco			
10.637		10.82	65.71	45.00

OBSERVACIONES: El módulo de ruptura mínimo de 45 kg/cm² equivale a un esfuerzo de compresión de 210 kg/cm².

Vo. Bo.

Ing. César A. García Guerra
Director



Ing. Juan Miguel Rubio
Jefe Sección

lvgg



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 Ciudad Universitaria, Zona 12
 Tels. directos: 763992/3 Planta: 760790/4 Ext. 372 Fax: 005022-763993
 Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

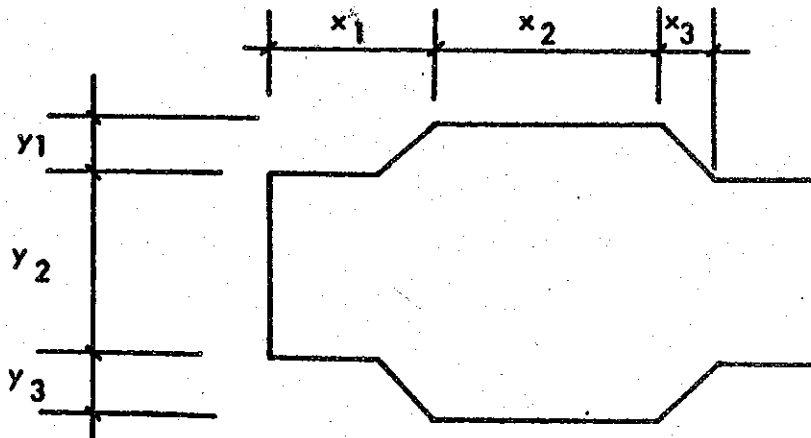
MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS
PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO

INFORME No. 3755-M	O.T. No. 004601
Fecha: 14-12-93	Lobs. -----
Interesado: FREDY FUENTES	
Proyecto: -----	

Dimensiones:

Medidas (cm)	Largo en (cm)			Ancho en (cm)			GROSOR cm	
	x1	x2	x3	y1	y2	y3		
	6.80	10.10	2.20	3.20	15.40	3.30	10.50	8



CARACTERÍSTICAS FISICO MECANICAS

Peso (en kg)		% ABSORCION	Módulo de Ruptura (kg/cm ²)	Módulo de Ruptura Mínimo (kg/cm ²)
Natural	Seco			
10.162	----	12.24	68.48	45.00

OBSERVACIONES: El módulo de ruptura mínimo de 45 kg/cm² equivale a un esfuerzo de compresión de 210 kg/cm².

Vo. Bo.
 Ing. César A. García Guerra
 Director



Ing. Juan Miguel Rubio
 Jefe Sección



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA

Ciudad Universitaria, Zona 12

Tels. directos: 760992/3 Planta: 760790/4 Ext. 372 Fax: 005022-760993

Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO

INFORME No. 3756-M

O.T. No. 004601

Fecha: 14-12-93

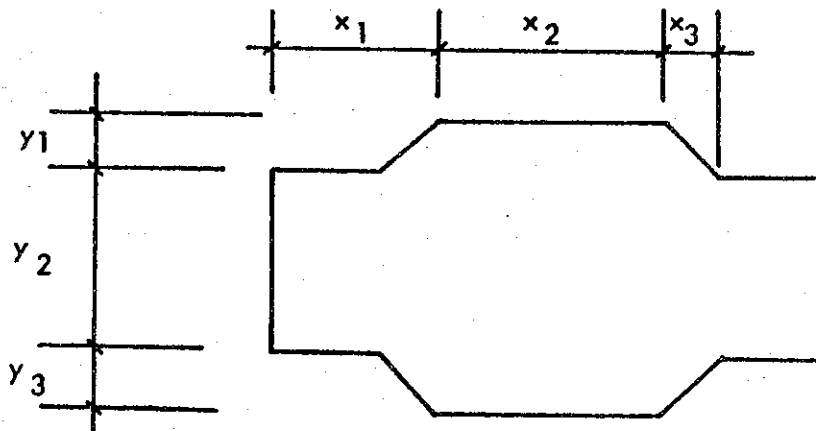
Labs. -----

Interesado: ING. ROLANDO BARRIOS

Proyecto: TESIS FREDY FUENTES

Dimensiones:

Medidas (cm)	Largo en (cm)			Ancho en (cm)			GROSOR cm	
	x1	x2	x3	y1	y2	y3		
	6.70	10.10	2.20	3.10	15.40	3.20	9.50	9



CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS

Peso (en kg)		% ABSORCION	Módulo de Ruptura (kg/cm ²)	Módulo de Ruptura Mínimo (kg/cm ²)
Natural	Seco			
9.257	-----	21.04	71.51	45.00

OBSERVACIONES: El módulo de ruptura mínimo de 45 kg/cm² equivale a un esfuerzo de compresión de 210 kg/cm².

Vo. Bo.

Ing. César A. García Guerra
Director

/cbr



Ing. Juan Miguel Rubio
Jefe Sección



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

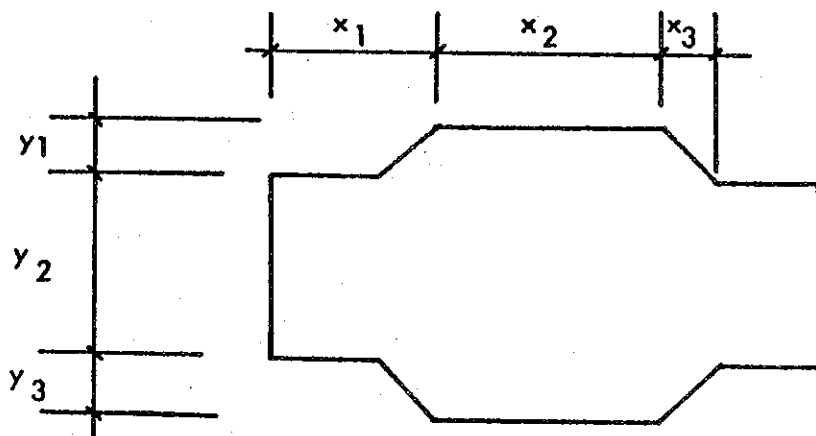
MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS
PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO

INFORME No.	3571-M	O.T. No.	004417
Fecha:	6-10-93	Labs.	-----
Interesado:	ING. JOSE ROLANDO BARRIOS		
Proyecto:	TESIS FREDY FUENTES		

Dimensiones:

Medidas (cm)	Largo en (cm)			Ancho en (cm)			GROSOR cm	
	x1	x2	x3	y1	y2	y3		
	6.80	10.50	2.10	3.70	15.50	3.40	10.10	4



CARACTERÍSTICAS FISICO MECANICAS

Peso (en kg)		% ABSORCION	Módulo de Ruptura (kg/cm ²)	Módulo de Ruptura Mínimo (kg/cm ²)
Natural	Seco			
10.599	----	13.37	59.26	45.00

OBSERVACIONES: El módulo de ruptura mínimo de 45 kg/cm² equivale a un esfuerzo de compresión de 210 kg/cm². Fractura en un extremo.

Vo. Bo.

[Signature]
 Ing. César A. García Guerra
 Director



[Signature]
 Ing. Juan Miguel Rubio
 Jefe Sección

/cbr



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA

Ciudad Universitaria, Zona 12

Tels. directos: 763992/3 Planta: 760790/4 Ext. 372 Fax: 005022-763993

Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO

INFORME No. 3572-M

O.T. No. 004417

Fecha: 6-10-93

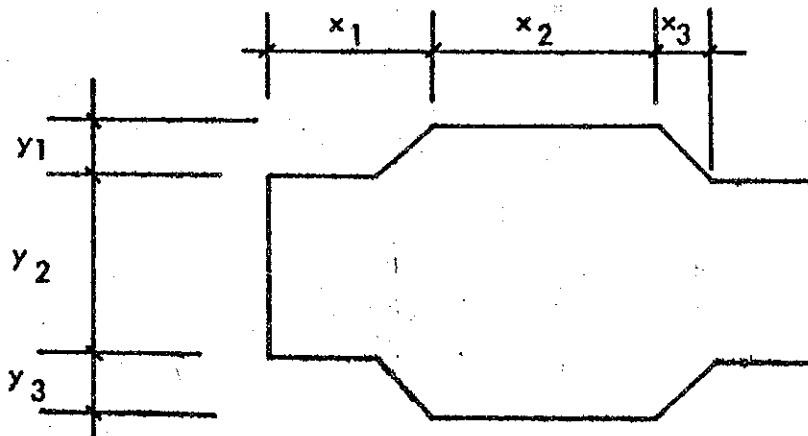
Lobs. -----

Interesado: ING. JOSE ROLANDO BARRIOS

Proyecto: TESIS FREDY FUENTES

Dimensiones:

Medidas (cm)	Largo en (cm)			Ancho en (cm)			GROSOR μ m	
	x1	x2	x3	y1	y2	y3		
	6.80	10.20	2.10	3.50	15.60	3.20	10.00	5



CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS

Peso (en kg)		% ABSORCION	Módulo de Ruptura (kg/cm ²)	Módulo de Ruptura Mínimo (kg/cm ²)
Natural	Seco			
10.625	----	13.39	60.40	45.00

OBSERVACIONES: El módulo de ruptura mínimo de 45 kg/cm² equivale a un esfuerzo de compresión de 210 kg/cm². Fractura extremo

Vo. Bo.

Ing. César A. García Guerra
Director



Ing. Juan Miguel Rubio
Jefe Sección

/cbr

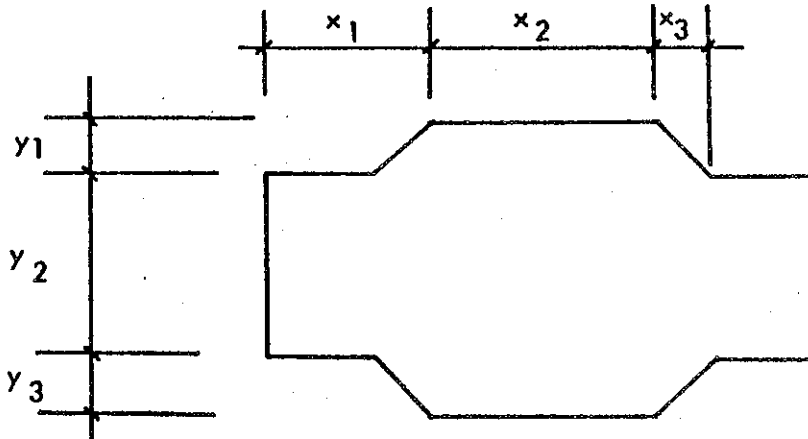


SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS
PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO

INFORME No. 3575-M	O.T. No. 004417
Fecha: 6-10-93	Lobs. -----
Interesado: ING. JOSE ROLANDO BARRIOS	
Proyecto: TESIS FREDY FUENTES	

Dimensiones:

Medidas (cm)	Largo en (cm)			Ancho en (cm)			GROSOR cm
	x1	x2	x3	y1	y2	y3	
	6.70	10.50	2.10	3.20	15.60	3.20	10.10
							8



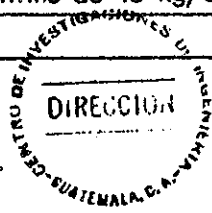
CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS

Peso (en kg)		% ABSORCION	Módulo de Ruptura (kg/cm ²)	Módulo de Ruptura Mínimo (kg/cm ²)
Natural	Seco			
10.282	----	10.29	52.43	45.00

OBSERVACIONES: El módulo de ruptura mínimo de 45 kg/cm² equivale a un esfuerzo de compresión de 210 kg/cm².

Vo. Bo.

Ing. César A. García Guerra
 Director



Ing. Juan Miguel Rubio
 Jefe Sección



SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS
PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO

INFORME No. 3/57-M

O.T. No. 004601

Fecha: 141293

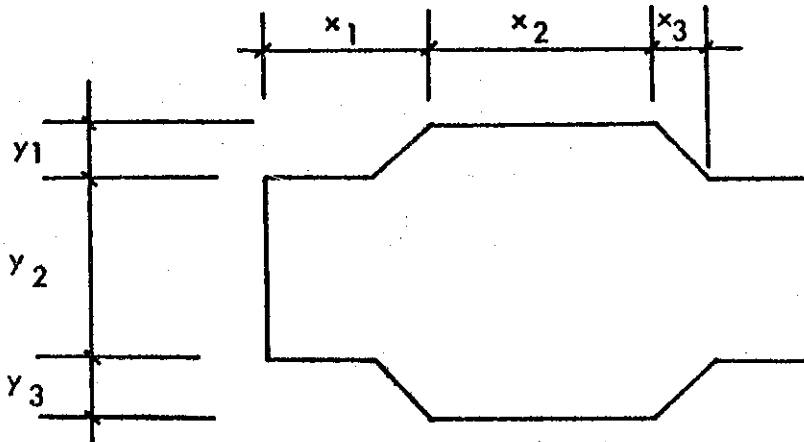
Labs. -----

Interesado: FREDY FUENTES

Proyecto: -----

Dimensiones:

Medidas (cm)	Largo en (cm)			Ancho en (cm)			GROSOR cm	
	x1	x2	x3	y1	y2	y3		
	6.50	10.50	2.00	3.00	15.20	3.40	10.40	10



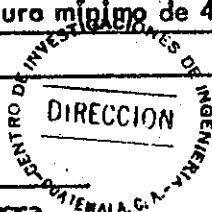
CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS

Peso (en kg)		% ABSORCION	Módulo de Ruptura (kg/cm ²)	Módulo de Ruptura Mínimo (kg/cm ²)
Natural	Seco			
10.010		11.54	67.04	45.00

OBSERVACIONES: El módulo de ruptura mínimo de 45 kg/cm² equivale a un esfuerzo de compresión de 210 kg/cm².

Va. Bo.

Ing. César A. García Guerra
 Director



Ing. Juan Miguel Rubio
 Jefe Sección

lvgg



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS
PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO

INFORME No. 3758-M

O.T. No. 004601

Fecha: 14-12-93

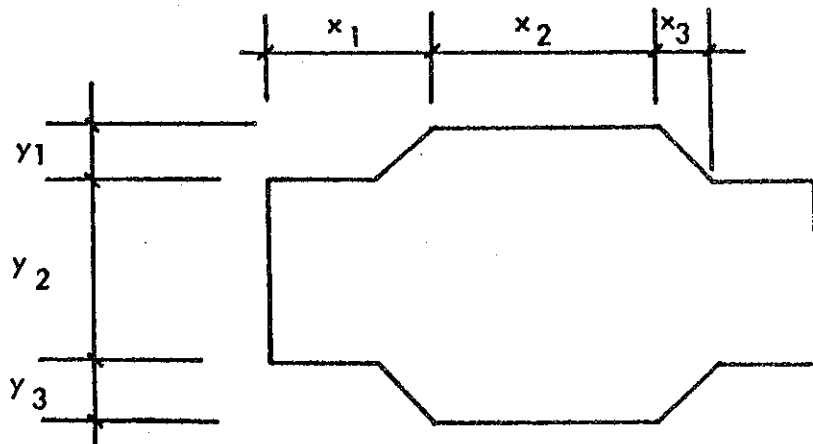
Labs. -----

Interesado: ING. ROLANDO BARRIOS

Proyecto: TESIS FREDY FUENTES

Dimensiones:

Medidas (cm)	Largo en (cm)			Ancho en (cm)			GROSOR cm	
	x1	x2	x3	y1	y2	y3		
	7.00	10.10	2.10	3.30	15.50	3.30	10.60	11



CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS

Peso (en kg)		% ABSORCION	Módulo de Ruptura (kg/cm ²)	Módulo de Ruptura Mínimo (kg/cm ²)
Natural	Seco			
10.670	----	9.88	65.03	45.00

OBSERVACIONES: El módulo de ruptura mínimo de 45 kg/cm² equivale a un esfuerzo de compresión de 210 kg/cm².

Vo. Bo.

Ing. César A. García Guerra
 Director



Ing. Juan Miguel Rubio
 Jefe Sección

/cbr



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS
PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO

INFORME No. 3759-M

O.T. No. 004601

Fecha: 14-12-93

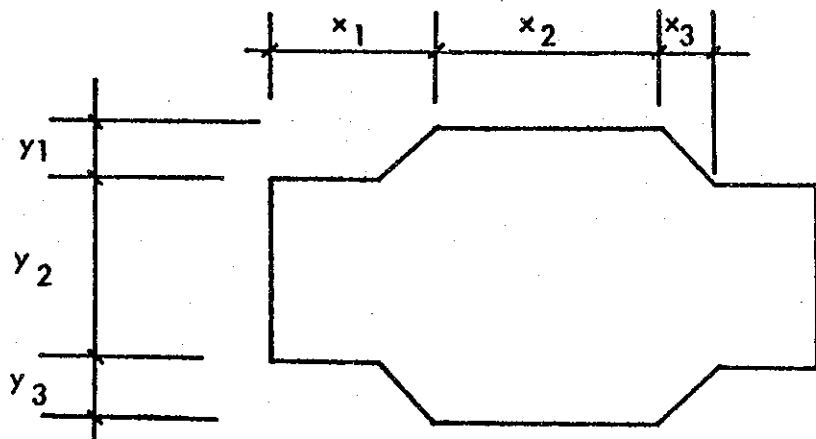
Lobs. -----

Interesado: ING. ROLANDO BARRIOS

Proyecto: TESIS FREDY FUENTES

Dimensiones:

Medidas (cm)	Largo en (cm)			Ancho en (cm)			GROSOR cm	
	x1	x2	x3	y1	y2	y3		
	6.70	10.30	2.00	3.00	15.30	3.20	10.50	12



CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS

Peso (en kg)		% ABSORCION	Módulo de Ruptura (kg/cm ²)	Módulo de Ruptura Mínimo (kg/cm ²)
Natural	Seco			
10.495	-----	9.66	71.01	45.00

OBSERVACIONES: El módulo de ruptura mínimo de 45 kg/cm² equivale a un esfuerzo de compresión de 210 kg/cm².

Vo. Bo.

Ing. César A. García Guerra
 Director



Ing. Juan Miguel Rubio
 Jefe Sección

/cbr



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 Ciudad Universitaria, Zona 12
 Tels. directos: 763992/3 Planta: 760790/4 Ext. 372 Fax: 005022-763993
 Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS
PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO

INFORME No. 3760-M

O.T. No. 004601

Fecha: 14-12-93

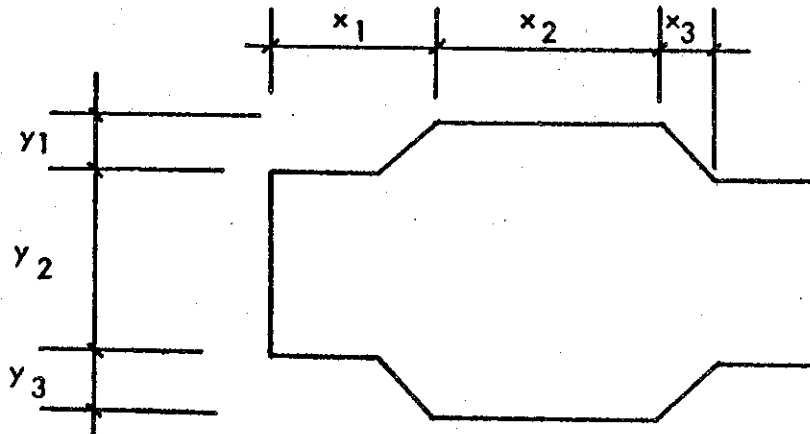
Labs. -----

Interesado: ING. ROLANDO BARRIOS

Proyecto: TESIS FREDY FUENTES

Dimensiones:

Medidas (cm)	Largo en (cm)			Ancho en (cm)			GROSOR cm	
	x1	x2	x3	y1	y2	y3		
	6.70	10.40	2.00	3.10	15.50	3.20	10.10	13



CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS

Peso (en kg)		% ABSORCION	Módulo de Ruptura (kg/cm ²)	Módulo de Ruptura Mínimo (kg/cm ²)
Natural	Seco			
10.143	----	9.50	64.76	45.00

OBSERVACIONES: El módulo de ruptura mínimo de 45 kg/cm² equivale a un esfuerzo de compresión de 210 kg/cm².

Vo. Bo.

Ing. César A. García Guerra
 Director



Ing. Juan Miguel Rubio
 Jefe Sección

/cbr



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS
PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO

INFORME No. 3751

O.T. No. 004601

Fecha: 141293

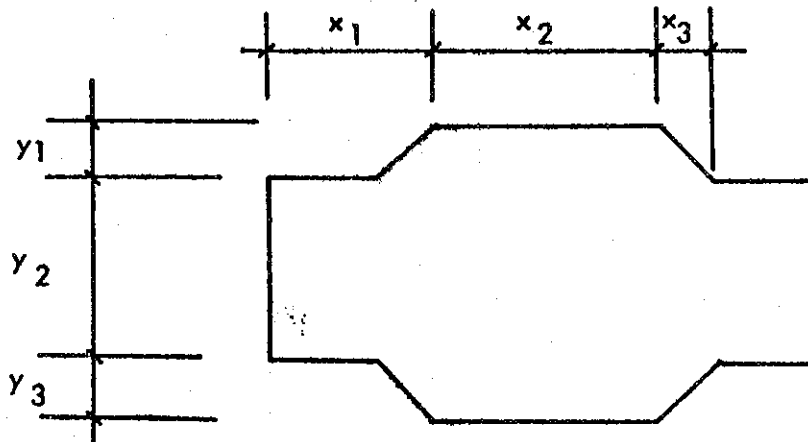
Lobs. -----

Interesado: FREDY FUENTES

Proyecto: -----

Dimensiones:

Medidas (cm)	Largo en (cm)			Ancho en (cm)			GROSOR cm	
	x1	x2	x3	y1	y2	y3		
	7.10	10.30	2.10	3.00	15.70	3.40	9.40	4



CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS

Peso (en kg)		% ABSORCION	Módulo de Ruptura (kg/cm ²)	Módulo de Ruptura Mínimo (kg/cm ²)
Natural	Seco			
9.418		9.33	63.68	45.00

OBSERVACIONES: El módulo de ruptura mínimo de 45 kg/cm² equivale a un esfuerzo de compresión de 210 kg/cm².

Vo. Bo.

Ing. César A. García Guerra
 Director



Ing. Juan Miguel Rubio
 Jefe Sección

lvgg



SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS
PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO

INFORME No. 3/52-M

O.T. No. 004601

Fecha: 141293

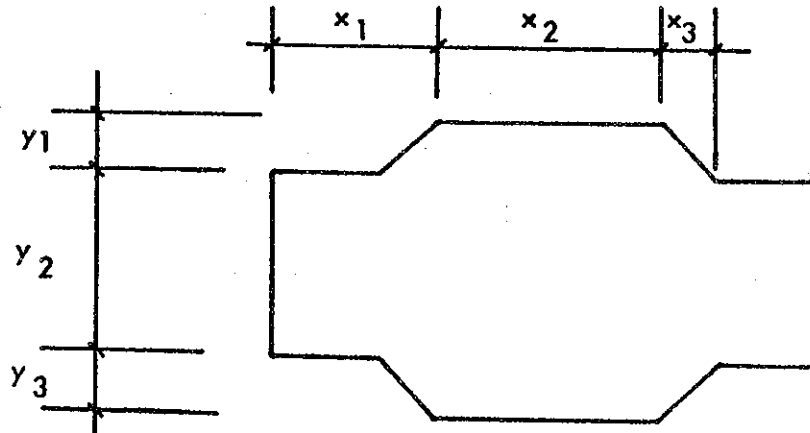
Labs. -----

Interesado: FREDY FUENTES

Proyecto: -----

Dimensiones:

Medidas (cm)	Largo en (cm)			Ancho en (cm)			GROSOR cm	
	x1	x2	x3	y1	y2	y3		
	6.50	10.50	2.30	3.10	15.50	3.20	9.10	5



CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS

Peso (en kg)		% ABSORCION	Módulo de Ruptura (kg/cm ²)	Módulo de Ruptura Mínimo (kg/cm ²)
Natural	Seco			
9.192		10.83	73.27	45.00

OBSERVACIONES: El módulo de ruptura mínimo de 45 kg/cm² equivale a un esfuerzo de compresión de 210 kg/cm².

Vo. Bo.

[Signature]
 Ing. César A. García Guerra
 Director



[Signature]
 Ing. Juan Miguel Rubio
 Jefe Sección



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS
PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO

INFORME No. 3753-m

O.T. No. 004601

Fecha: 14/12/93

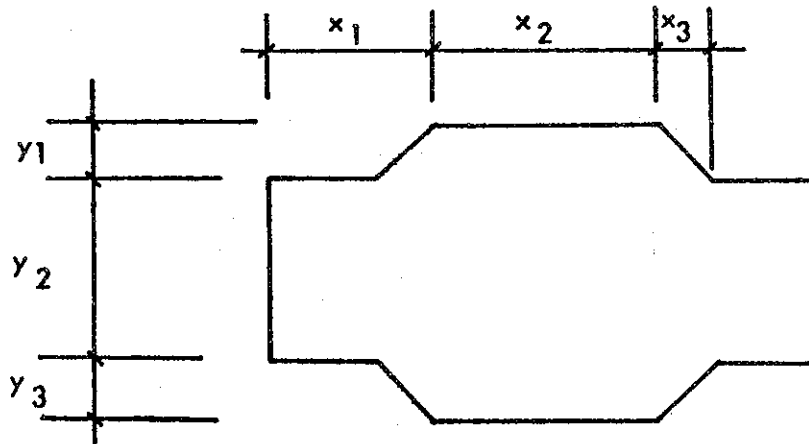
Labs. -----

Interesado: FREDY FUENTES

Proyecto: -----

Dimensiones:

Medidas (cm)	Largo en (cm)			Ancho en (cm)			GROSOR cm	
	x ₁	x ₂	x ₃	y ₁	y ₂	y ₃		
	6.70	10.20	2.30	3.10	15.20	3.10	10.30	6



CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS

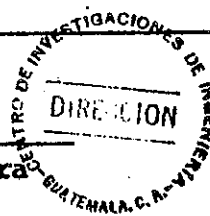
Peso (en kg)		% ABSORCION	Módulo de Ruptura (kg/cm ²)	Módulo de Ruptura Mínimo (kg/cm ²)
Natural	Seco			
10.298		33.20	65.73	45.00

OBSERVACIONES: El módulo de ruptura mínimo de 45 kg/cm² equivale a un esfuerzo de compresión de 210 kg/cm².

Vo. Bo.

Ing. César A. García Guerra
 Director

lvgg



Ing. Juan Miguel Rubio
 Jefe Sección



FACULTAD DE INGENIERIA · USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

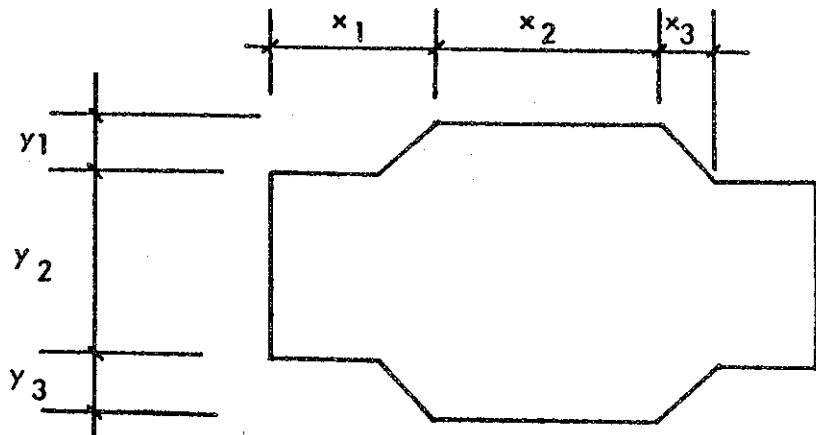
MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS
PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO

INFORME No. 3765-M	O.T. No. 004601
Fecha: 14-12-93	Labs. -----
Interesado: ING. ROLANDO BARRIOS	
Proyecto: TESIS FREDY FUENTES	

Dimensiones:

Medidas (cm)	Largo en (cm)			Ancho en (cm)			GROSOR cm	
	x ₁	x ₂	x ₃	y ₁	y ₂	y ₃		
	6.90	10.20	2.00	3.30	15.50	3.50	10.50	18



CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS

Peso (en kg)		% ABSORCION	Módulo de Ruptura (kg/cm ²)	Módulo de Ruptura Mínimo (kg/cm ²)
Natural	Seco			
10.485	----	8.88	48.60	45.00

OBSERVACIONES: El módulo de ruptura mínimo de 45 kg/cm² equivale a un esfuerzo de compresión de 210 kg/cm².

Vo. Bo.

Ing. César A. García Guerra
 Director

/cbr



Ing. Juan Miguel Rubio
 Jefe Sección



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

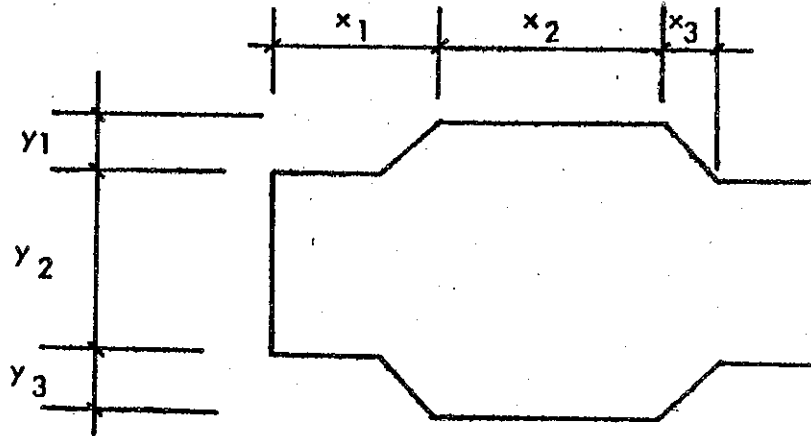
MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS
PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO

INFORME No. 3766-M	O.T. No. 004601
Fecha: 14-12-93	Labs. -----
Interesado: ING. ROLANDO BARRIOS	
Proyecto: TESIS FREDY FUENTES	

Dimensiones:

Medidas (cm)	Largo en (cm)			Ancho en (cm)			GROSOR cm	
	x1	x2	x3	y1	y2	y3		
	6.80	10.10	2.00	3.30	15.30	3.40	10.30	19



CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS

Peso (en kg)		% ABSORCION	Módulo de Ruptura (kg/cm ²)	Módulo de Ruptura Mínimo (kg/cm ²)
Natural	Seco			
10.500	----	9.36	54.27	45.00

OBSERVACIONES: El módulo de ruptura mínimo de 45 kg/cm² equivale a un esfuerzo de compresión de 210 kg/cm².

Vo. Bo.

[Signature]
 Ing. César A. García Guerra
 Director



[Signature]
 Ing. Juan Miguel Rubio
 Jefe Sección

/cbr



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 Ciudad Universitaria, Zona 12
 Tels. directos: 763992/3 Planta: 760790/4 Ext. 372 Fax: 005022-763993
 Guatemala C. A.



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

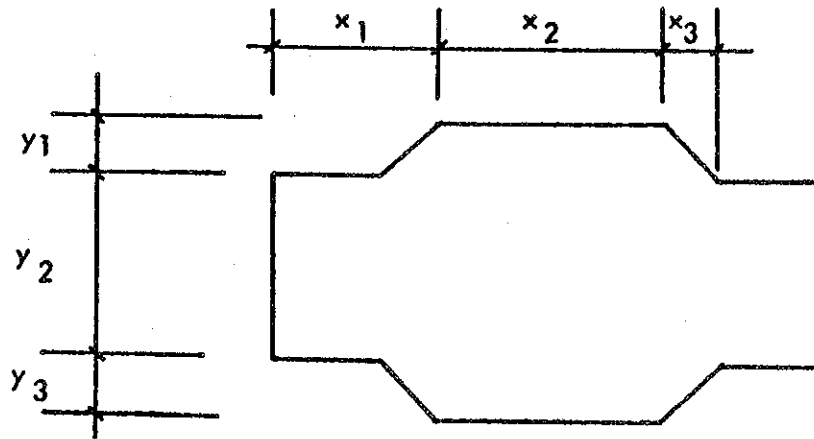
MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS
PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO

INFORME No.	3767-M	O.T. No.	004601
Fecha:	14-12-93	Lobs.	-----
Interesado:	ING. ROLANDO BARRIOS		
Proyecto:	TESIS FREDY FUENTES		

Dimensiones:

Medidas (cm)	Largo en (cm)			Ancho en (cm)			GROSOR cm	
	x1	x2	x3	y1	y2	y3		
	6.80	10.10	2.20	3.30	15.50	3.20	10.70	20



CARACTERÍSTICAS FISICO MECANICAS

Peso (en kg)		% ABSORCION	Módulo de Ruptura (kg/cm ²)	Módulo de Ruptura Mínimo (kg/cm ²)
Natural	Seco			
10.717	-----	12.25	55.56	45.00

OBSERVACIONES: El módulo de ruptura mínimo de 45 kg/cm² equivale a un esfuerzo de compresión de 210 kg/cm².

Vo. Bo.

[Signature]

Ing. César A. García Guerra
 Director

/cbr



[Signature]

Ing. Juan Miguel Rubio
 Jefe Sección



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

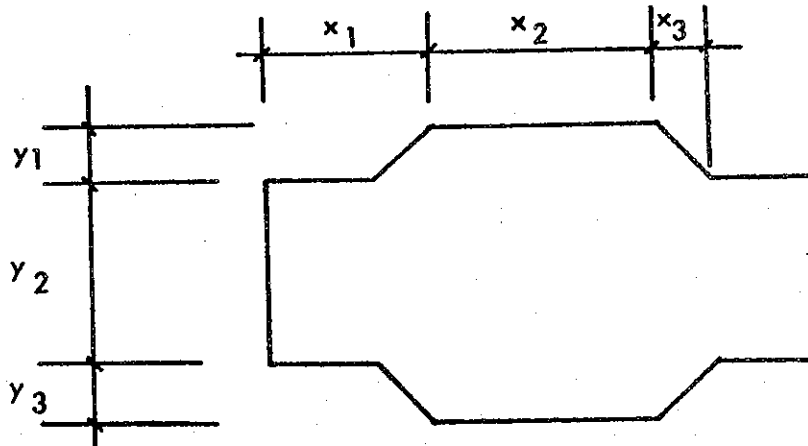
MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

SECCION DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS
PRUEBA DE ADOQUIN DE CONCRETO

INFORME No.	3768-M	O.T. No.	004601
Fecha:	14-12-93	Labs.	-----
Interesado:	ING. ROLANDO BARRIOS		
Proyecto:	TESIS FREDY FUENTES		

Dimensiones:

Medidas (cm)	Largo en (cm)			Ancho en (cm)			GROSOR cm	
	x1	x2	x3	y1	y2	y3		
	6.90	10.40	2.00	3.10	15.30	3.20	10.50	21



CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS

Peso (en kg)		% ABSORCION	Módulo de Ruptura (kg/cm ²)	Módulo de Ruptura Mínimo (kg/cm ²)
Natural	Seco			
10.413	-----	8.69	49.70	45.00

OBSERVACIONES: El módulo de ruptura mínimo de 45 kg/cm² equivale a un esfuerzo de compresión de 210 kg/cm².

Vo. Bo.

Ing. César A. García Guerra
 Director



Ing. Juan Miguel Rubio
 Jefe Sección

TABLA 18

RESULTADOS DE PRUEBA DE LABORATORIO

TUBOS DE CEMENTO DE 10" DE DIAMETRO

No.	INFORME DE LAB. No.	FECHA DE ELAB.	EDAD PRUEBA (días)	PROPORCION C:A:PP:P	% DE PP	M E D I D A S (cms)		LARGO	PESO (kg)	% DE ABSOR-	RESISTEN CIA A COMPRES. (kg/ml)
						DIAMETRO INTERNO	GROSOR				
1		09/09	36	1:6.6:0.0:3.9	0.00	25.00	4.45	100.90	85.05	6.80	2800.00
2		09/09	36	1:6.6:0.0:3.9	0.00	25.05	4.50	100.50	85.20	7.35	3120.00
3	3668-M	11/09	34	1:6.3:0.5:3.7	4.35	25.10	4.50	101.16	85.04	9.50	3519.17
4	3669-M	11/09	34	1:6.3:0.5:3.7	4.35	25.06	4.40	101.60	85.50	9.09	3346.45
5	3670-M	13/09	32	1:6.0:1.0:3.5	8.70	25.00	4.46	100.86	87.09	7.95	3965.89
6	3671-M	13/09	32	1:6.0:1.0:3.5	8.70	25.00	4.46	101.13	87.99	7.87	4153.07
7	3666-M	14/09	31	1:5.7:1.5:3.3	13.04	25.00	4.43	101.46	85.96	8.25	3548.19
8	3667-M	14/09	31	1:5.7:1.5:3.3	13.04	24.96	4.36	101.00	84.82	8.79	3683.00

FUENTE: Informes de laboratorio; según orden de trabajo número 004600, del Centro de Investigaciones de Ingeniería.

NOTA: Los tubos 1 y 2, representan la mezcla base, sin contenido de escoria, no tienen número de Informe de laboratorio, ya que las pruebas se realizaron en el Centro de Investigaciones de Ing con ayuda del Ing. Rolando Barríos, asesor del presente trabajo.

C = cemento portland, A = arena de río, PP = escoria de piedra triturada y P = piedra de diámetro 3/8".

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA

GUATEMALA, C. A.

TUBO DE CEMENTO DE: 10"

<i>Informe No.</i> 3666-M	<i>Interesado:</i> ING. ROLANDO BARRIOS	<i>Sección Productos</i> <i>Manufacturados:</i> <i>Laboraristas:</i>
<i>O. T. No.</i> 004600	<i>Proyecto:</i> TESIS FREDY FUENTES	
<i>Fecha:</i> 15-11-93	<i>Fábrica:</i> ----- <i>Muestra:</i> 01	

<i>Apariencia:</i> BUENA	<i>Defectos:</i> -----
-----------------------------	---------------------------

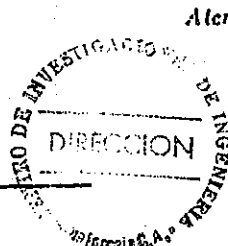
		<i>Diametro</i>	<i>Largo</i>	<i>Grosor</i>	<i>Observaciones</i>
<i>MEDIDAS</i> <i>cm</i>	<i>Diseño</i>	25.00	100.00	2.22	-----
	<i>Promedio Real</i>	25.00	101.46	4.43	-----
	<i>Máxima</i>	25.00	101.50	4.50	-----
	<i>Mínima</i>	25.00	101.40	4.30	-----
<i>Desviación</i> <i>cm</i> (-) ó (-)	<i>Real</i>	+0.00 -0.00	+0.04 -0.06	+0.07 -0.13	-----
	<i>Permisible</i>	+	- 0.476	- 1.27	-----

<i>PESO</i> <i>Natural Kg</i>	<i>% ABSORCION</i>		<i>Permeabilidad</i> <i>15 Minutos</i>	<i>COMPRESION Kg/cm²</i>	
	<i>Muestra</i>	<i>Máximo Permisible</i>		<i>Muestra</i>	<i>Mínimo Permisible</i>
85.96	8.25	9.00	-----	3548.19	2381.10
				-----	-----

NORMAS: AASHTO M-80 ASTM C-14

OBSERVACIONES: IDENTIFICADO #1 PRUEBA #3

Vo. Bu.
ING. CESAR GARCIA
DIRECTOR



Atentamente.

Jefe de Sección

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA

GUATEMALA, C. A.

TUBO DE CEMENTO DE: 10"

Informe No. 3667-M	Interesado: ING. ROLANDO BARRIOS	Sección Productos Manufacturados: Laboratoristas:
O. T. No. 004600	Proyecto: TESTIS FREDY FUENTES	
Fecha: 15-11-73	Fábrica: -----	
	Muestra: 01	

Apariencia: BUENA	Defectos: -----
--------------------------	------------------------

		Diametro	Largo	Grosor	Observaciones
MEDIDAS cm	Diseño	25.00	100.00	2.22	-----
	Promedio Real	24.96	101.00	4.36	-----
	Máxima	25.00	101.20	4.40	-----
	Mínima	24.90	100.80	4.30	-----
Desviación cm (+) ó (-)	Real	+0.04 -0.06	+0.20 -0.70	+0.04 -0.06	-----
	Permisible	+ 0.476	-1.27	-0.159	-----

PESO Natural Kg	% ABSORCION		Permeabilidad 15 Minutos	COMPRESION Kg/cm ²	
	Muestra	Máximo Permisible		Muestra	Mínimo Permisible
84.82	8.79	9.00	-----	3683.00	2381.10
				-----	-----

NORMAS: AASH10 M-86 ASTM C-14

OBSERVACIONES: IDENTIFICACION #2 PRUEBA #6



ING. CESAR GARCIA
DIRECTOR.

Atentamente,

Jefe de Sección

No. Ro.

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA

GUATEMALA, C. A.

TUBO DE CEMENTO DE: 10"

<u>Informe No.</u> 3668-M	<u>Interesado:</u> ING. ROLANDO BARRIOS	<u>Sección Productos</u> <u>Manufacturados:</u> <u>Laboratoristas:</u>
<u>O. T. No.</u> 004600	<u>Proyecto:</u> TESIS FREDY FUENTES	
<u>Fecha:</u> 15-1193	<u>Fábrica:</u> -----	
	<u>Muestra:</u> 01	

<u>Apariencia:</u> BUENA	<u>Defectos:</u> -----
-----------------------------	---------------------------

		Diametro	Largo	Grosor	Observaciones
MEDIDAS cm	<i>Diseño</i>	25.00	100.00	2.22	-----
	<i>Promedio Real</i>	25.10	101.16	4.5	-----
	<i>Máxima</i>	25.20	101.50	4.6	-----
	<i>Mínima</i>	25.00	101.00	4.4	-----
<i>Desviación</i> cm (+) ó (-)	<i>Real</i>	+0.01 -0.01	+0.03 -0.16	+0.01 -0.01	----- -----
	<i>Permisible</i>	±0.476	-1.27	-0.159	-----

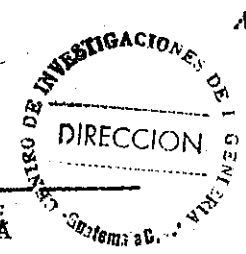
PESO Natural Kg	% ABSORCION		Permeabilidad 15 Minutos	COMPRESION Kg/cm ²	
	Muestra	Máximo Permisible		Muestra	Mínimo Permisible
85.04	9.50	9.00	-----	3519.17	2381.10-

NORMAS: AASHTO M-86 ASTM C-14

OBSERVACIONES: IDENTIFICADO #3 PRUEBA #4

[Handwritten Signature]

Atentamente.



[Handwritten Signature]
Jefe de Sección

Va. No.

ING. CESAR GARCÍA
DIRECTOR

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA

GUATEMALA, C. A.

TUBO DE CEMENTO DE: 10"

<u>Informe No.</u> 3669-M	<u>Interesado:</u> ING. ROLANDO BARRIOS	<u>Sección Productos</u> <u>Manufacturados:</u> <u>Laboraristas:</u>
<u>O. T. No.</u>	<u>Proyecto:</u> TESIS FREDY FUENTES	
<u>Fecha:</u> 15-11-93	<u>Fabrica:</u> -----	
	<u>Muestra:</u> 01	

<u>Apariencia:</u> BUENA	<u>Defectos:</u> -----
-----------------------------	---------------------------

		Diametro	Largo	Grosor	Observaciones
MEDIDAS cm	<u>Diseño</u>	25.00	100.00	2.22	-----
	<u>Promedio Real</u>	25.06	101.60	4.40	-----
	<u>Máxima</u>	25.20	101.80	4.6	-----
	<u>Mínima</u>	25.00	100.50	4.3	-----
<u>Desviación</u> cm (+) ó (-)	<u>Real</u>	+0.01	+0.02	+0.02	-----
		-0.06	-0.01	-0.01	-----
	<u>Permisible</u>	±0.476	-1.27	-0.159	-----

PESO Natural Kg	% ABSORCION		Permeabilidad 15 Minutos	COMPRESION Kg/ml	
	Muestra	Máximo Permisible		Muestra	Mínimo Permisible
85.50	9.09	9.00	-----	3346.45	2381.10

NORMAS: AASHTO M-86 ASTM C-14

OBSERVACIONES: IDENTIFICADO #4 PRUEBA #5

Atentamente.

Juanquibul
Jefe de Sección



Va. Bu. ING. CESAR GARCIA
DIRECTOR

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA

GUATEMALA, C. A.

TUBO DE CEMENTO DE: 10"

<u>Informe No.</u> 3670-M	<u>Interesado:</u> ING. ROLAMDU BARRIUS	<u>Sección Productos</u> <u>Manufacturados:</u> <u>Laboratoristas:</u>
<u>O. T. No.</u> 004600	<u>Proyecto:</u> TESIS FREDY FUENTES	
<u>Fecha:</u> 15-11-93	<u>Fabrica:</u> ----- <u>Muestra:</u> 01	

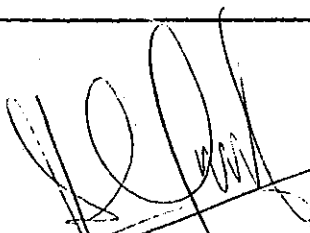

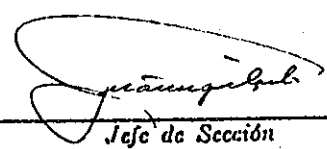
<u>Apariencia:</u> BUENA	<u>Defectos:</u> -----
-----------------------------	---------------------------

		Diametro	Largo	Grosor	Observaciones
MEDIDAS cm	<u>Diseño</u>	25.00	100.00	2.22	-----
	<u>Promedio Real</u>	25.00	100.86	4.46	-----
	<u>Máxima</u>	25.10	101.00	4.40	-----
	<u>Mínima</u>	24.90	100.80	4.40	-----
<u>Desviación</u> cm (-) ó (-)	<u>Real</u>	+0.10 -0.10	+0.14 -0.06	+0.04 -0.06	-----
	<u>Permisible</u>	+0.416	-1.27	-0.159	-----

PESO Natural Kg	% ABSORCION		Permeabilidad 15 Minutos	COMPRESION Kg/cm ²	
	Muestra	Máximo Permisible		Muestra	Mínimo Permisible
87.09	7.95	9.00	-----	3965.89	2381.10

NORMAS: AASIO M-86 ASTM C-14

OBSERVACIONES: IDENTIFICADO #5 PRUEBA 290993



 Atentamente,
 

 Vo. Bo. ING. CESAR GARCIA
 DIRECTOR

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA

GUATEMALA, C. A.

TUBO DE CEMENTO DE: 10"

<u>Informe No.</u> 3071-M	<u>Interesado:</u> ING. ROLANDO BARRIOS	<u>Sección Productos</u> <u>Manufacturados:</u> <u>Laboratoristas:</u>
<u>O. T. No.</u> 004600	<u>Proyecto:</u> TESIS FREDY FUENTES	
<u>Fecha:</u> 15-11-93	<u>Fábrica:</u> -----	
	<u>Muestra:</u> 01	

<u>Apariencia:</u> BUENA	<u>Defectos:</u> -----
-----------------------------	------------------------

		Diametro	Largo	Grosor	Observaciones
MEDIDAS cm	<u>Diseño</u>	25.00	100.00	2.22	-----
	<u>Promedio Real</u>	25.00	101.13	4.46	-----
	<u>Máxima</u>	25.00	101.40	4.50	-----
	<u>Mínima</u>	25.00	101.00	4.40	-----
<u>Desviación</u> cm (+) ó (-)	<u>Real</u>	+0.00	+0.27	+0.04	-----
		-0.00	-0.13	-0.06	-----
	<u>Permisible</u>	±0.476	-1.27	-0.159	-----

PESO Natural Kg	% ABSORCION		Permeabilidad 15 Minutos	COMPRESION Kg/cm ²	
	Muestra	Máximo Permisible		Muestra	Mínimo Permisible
87.99	7.81	9.00	-----	4153.07	2381.10

NORMAS: AASTO M-86 ASTM C-14

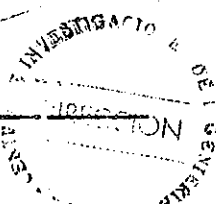
OBSERVACIONES: IDENTIFICADO #5 PRUEBA 290992 1-T010

Atentamente.


Jefe de Sección

Vp. Rv.

ING. CESAR GARCIA
DIRECTOR



APENDICE E

**RESISTENCIA ADOQUINES DE CONCRETO
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA**

NOTAS TECNICAS CII.

**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

ABRIL 1989

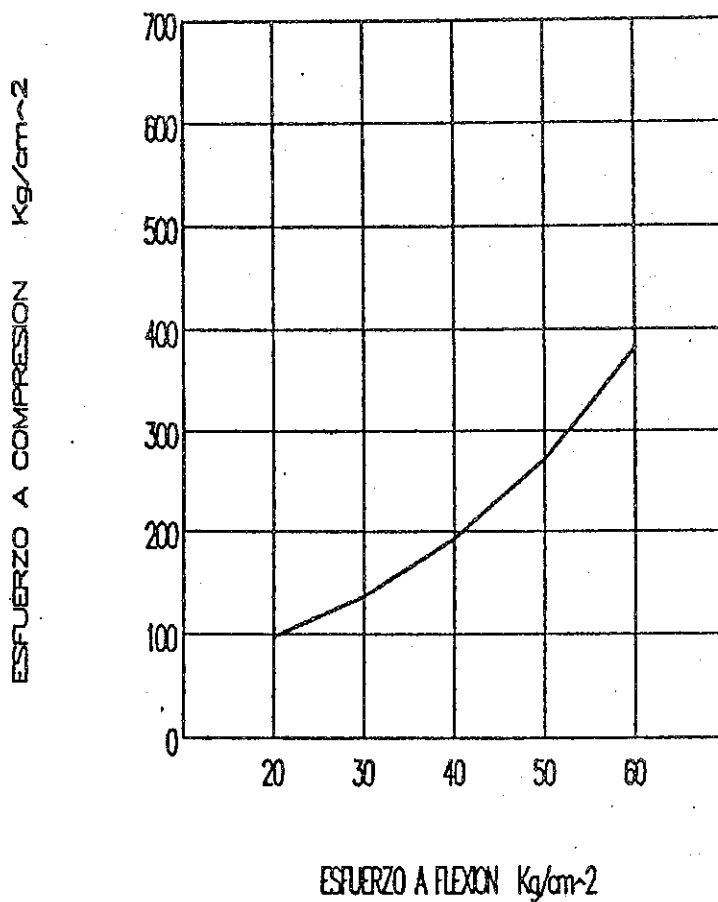
RESISTENCIA DE ADOQUINES DE CONCRETO

RESUMEN

El CII con el afán de ofrecer al interesado un mejor y actualizado servicio en lo relativo a la resistencia de los adoquines de concreto y la utilización racional de su equipo, ha desarrollado un estudio con el fin de establecer la relación entre la resistencia a compresión y el Módulo de Ruptura por flexión en el adoquín. El estudio permite ofrecer los resultados más rápido y una disminución en su costo.

Se establece que en el lenguaje de construcción, el interesado, debe empezar a usar la definición Módulo de Ruptura (F_{mr}) cuando se refiera a la resistencia del adoquín.

RELACION COMPRESION-FLEXION: ADOQUINES



$$\ln c = 3.89486 + 0.03417 (F)$$

DE DONDE

\ln = Logaritmo natural

c = Esfuerzo compresión (Kg/cm²)

f = Módulo ruptura (Kg/cm²)