

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Carrera de Arquitectura

Utilización de la puzolana en la elaboración de bloque

Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Arquitecto

Autores:

Teodoro Victoriano Auquilla Gonzales

Luis Anibal Berrezueta Castillo

Wilson Jacinto Cantos Ormaza

Director:

Rodrigo Montero Calle

Asesores:

Marcelo Carpio

Patricio Ruiz

Cesar Piedra

Cuenca, Ecuador

1991

UNIVERSIDAD ESTATAL DE CUENCA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

"UTILIZACION DE LA PUZOLANA
EN LA ELABORACION DE BLOQUES"

TESIS PREVIA A LA OBTENCION DE
TITULO DE ARQUITECTO.

DIRECTOR: ARQ. RODRIGO MONTERO C.

ASESORES: ING. MARCELO CARPIO
ING. PATRICIO RUIZ
ARQ. CESAR PIEDRA

AUTORES: TEODORO AUQUILLA G.
ANIBAL BERREZUETA C.
W. JACINTO CANTOS O.

CUENCA - ECUADOR

1991

C O N T E N I D O

CAPITULO 1

Pág. 1

1. Estudios Bibliográficos
- 1.1 Localización geográfica del material
- 1.2 Usos que se ha dado al material en nuestro medio
- 1.3 Estudio de los materiales usados en las mezclas
- 1.4 Estudio de mezclas:
Cemento + Puzolana + Agregados + Agua

CAPITULO 2

Pág. 39

2. Ensayos de laboratorio
- 2.1 Estudio de las Puzolanas.
Ensayos de la Puzolana como aglomerante
- 2.2 Elaboración de mezclas:
Estudios: - Puzolana de Javier Loyola
- Puzolana de Llacao
- Puzolana de Solano
- Agregados rio Tabacay
Ensayos: - Diseño de mezclas
- Resistencia a compresión
en probetas cúbicas

CAPITULO 3

Pág. 161

- Elaboración de bloques:
- 3.1 Características y propiedades de los bloques
- 3.2 Teoría sobre la fabricación de bloques
- 3.3 Dimensionamiento de bloques
- 3.4 Usos y requisitos de los bloques de hormigón
- 3.5 Análisis de la Puzolana de Solano como mortero
Pruebas: - Bloques huecos
- Bloques macizos
Síntesis de resultados
Peso volumétrico de los bloques
Análisis de costos de los bloques producidos

CONCLUSIONES Pág. 372

ANEXOS Pág. 386

BIBLIOGRAFIA Pág. 387

DEDICATORIA

A Nuestros padres, que sobre
todo obstáculo buscaron siempre
nuestra superación.

Los autores

AGRADECIMIENTO

A la facultad de Arquitectura,
al personal que opera en el
laboratorio de la Fábrica de
Cementos Guapán S.A., y de una
manera especial al Arq. Rodrigo
Montero C. director del presente
trabajo.

INTRODUCCION

En la actualidad, es ampliamente reconocido que es necesario buscar nuevas técnicas, procedimientos, materiales, y elementos constructivos para enfrentar el profundo problema que se genera en torno a la crisis de la vivienda en nuestro país, debido a la amplia demanda de la misma; una de las causas que produce el alto costo de la vivienda es el desproporcionado incremento de los costos de materiales empleados en la construcción, tales como: ladrillos, bloques y partes o elementos de construcción.

La puzolana es un material de naturaleza silíceo (silicosa o silicosa-aluminosa) que aunque no son aglomerantes por si mismos, contienen componentes que pueden combinarse con la cal, y en presencia de agua a temperatura ordinaria formar compuestos que poseen propiedades aglomerantes; a este material también se lo ha utilizado como un agregado en morteros y en hormigones.

En base a lo anteriormente expuesto, hemos escogido como tema de tesis de grado, la utilización de la puzolana en la elaboración de bloques huecos y macizos, pretendiendo con ésto utilizar un material de nuestro medio, que existe en gran cantidad y puede sustituir a otros actualmente utilizados en la construcción y que permitan un abaratamiento y mejoramiento de la calidad.

El objetivo de este trabajo es experimentar con la puzolana, tratando de aportar algo más a los estudios ya existentes dentro del campo tecnológico; éste se lo realizó mediante técnicas específicas (ensayos) los mismos que se ejecutaron en el laboratorio de la fábrica de cementos Guapán. Por lo tanto lo que se persigue es elaborar un elemento que pueda utilizarse en la construcción

y que tenga iguales o mejores características que bloques y ladrillos que se expenden en el mercado.

Deseamos que el presente estudio despierte interés en futuras investigaciones, y se dé una mayor utilidad a este material.

CAPITULO I

1.- ESTUDIOS BIBLIOGRAFICOS.

1.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL MATERIAL.-

Presencia de las puzolanas.- La existencia de las Puzolanas en nuestro continente tiene relación con la formación geológica, para lo cual debemos hacer referencia al volcanismo y al famoso "Círculo de Fuego del Pacífico", que parte desde Alaska en América del Norte, hasta Filipinas, Japón y Siberia, llegando nuevamente hasta Alaska.

LAS PUZOLANAS EN EL ECUADOR. En nuestro país se diferencian dos zonas volcánicas: volcanismo antiguo, que abarca la parte Austral del país y comprende las provincias de Azuay, Cañar y Loja; y el volcanismo moderno que comprende las provincias de Chimborazo, Tungurahua, Cotopaxi, Pichincha e Imbabura. La Puzolana en la zona central y norte del país se encuentra en las siguientes localidades: La Unión en Baños de Ambato, en las estribaciones del volcán Altar y en Riobamba en las cercanías de la Fábrica de Cementos Chimborazo; en tanto que en la zona austral la manifestación más importante de la presencia de este material se encuentra en las zonas de Llacao, Solano, y Déleg en los límites provinciales de Cañar y Azuay.

Las Puzolanas en la Unión.- La existencia de las Puzolanas en esta zona, es producto de las erupciones que tuvo el volcán Tungurahua a través de los años. La última erupción fue en 1950. La presencia del material en esta zona se halla en estratos claramente diferenciados: una primera capa de piraclásticos, luego viene una capa de puzolana y finalmente una capa de lavas horizontales y columnares.

Las características físicas que presenta el material son:

Densidad real 2.762 gr/c3

Color Griss obscuro (casi negro)

Al microscopio:

90% de ferromagnetos para los tamices #10, 30 y 50.

30% de cuarzo y minerales claros en el material retenido
en los tamices #100 y 200.

La forma de los granos es alargada e irregular.

Puzolana de Altar.- Es el producto de las erupciones del
volcán del mismo nombre, está acumulado superficialmente y
se encuentra mezclado con piraclásticos y cascotes.

Las características físicas que presenta son:

Densidad real 2.71 gr/c3

Color Café rojiso

Al microscopio:

70% de ferromagnetos para los tamices 10, 30 y 50.

Puzolana de Riobamba.- Al igual que las anteriores proviene
de erupciones que realizó el Chimborazo. Aquí la puzolana
se encuentra libre de piroclásticos y cascotes, es decir que
tenemos una puzolana homogenea.

Presenta las siguientes características físicas:

Densidad real 2.35 - 2.45 gr/cc

Densidad aparente 0.8 - 0.9 gr/cc

Color Amarillo rojiso

Al microscopio:

Dominan los materiales claros en un 80%

70-80% de cuarso en los tamices 100 y 200

Granos de forma redondeada y alargada

En lo referente al análisis químico de esta puzolana
tenemos:

SiO2 70.540%

Fe2O3	3.755%
SiO2	0.144%
Al2O3	12.900%
CaO	1.950%
MgO	0.253%
P.F.	3.58%

Puzolanas del Austro.- Respecto a la existencia de este material en nuestra región debemos afirmar que existen recursos en cantidad, y que no están siendo explotados, ya que éste material es conocido dentro de la construcción únicamente por pocas personas.

Dentro de las provincias del Azuay y Cañar, existen varias zonas en donde se encuentra este material, por tanto es indispensable indicar los lugares de donde extraeremos las muestras para realizar el estudio propuesto, conociendo que la puzolana en nuestro medio es producto de la actividad volcánica que terminó hace miles de años. Los materiales eruptivos fueron arrastrados por los glaciares.

La manifestación más importante de material volcánico se encuentra en la zona de Llacao, Solano y Deleg. Forman una sucesión de picados y planicies que se desprenden de la cordillera Occidental en las inmediaciones de Deleg; siguen con rumbo Norte-Sur hasta frente a la población de Sidcay, pasando por Solano y Llacao, de donde se dobla bruscamente hacia el Este, hasta las inmediaciones del Descanso. Toda esta zona presenta una gran faja exenta de vegetación y cultivos agrícolas.

Para nuestro estudio se ha seleccionado tres centros de

investigación y se lo ha hecho en base a la información bibliográfica con que contamos, y debido a la accesibilidad hacia dichos lugares:

Llacao: Parroquia rural perteneciente al cantón Cuenca, provincia del Azuay.

Javier Loyola, Solano: Parroquias rurales pertenecientes al cantón Azogues, provincia del Cañar.

Queremos además indicar que existen ciertos estudios sobre la puzolana de Llacao, los mismos que nos servirán de guía para realizar un nuevo estudio en esta zona y en las otras dos parroquias. Ver mapas de ubicación de las minas en los anexos.

1.2. USOS QUE SE HA DADO AL MATERIAL EN NUESTRO MEDIO. En nuestro país se ha utilizado las puzolanas para la fabricación del Cemento Puzolánico, el cual estuvo a cargo de la Fábrica de Cementos Chimborazo, pero debido a razones no explicadas se dejó de producir este tipo de cemento.

Actualmente la norma INEN # 1548 establece los requisitos y la existencia de un Cemento Portland Especial, el cual es producto de la molturación del clinker portland y otros materiales potencialmente activos (puzolana) que no constituyen más de un 20% en masa del Cemento Portland Especial.

En nuestro medio la puzolana no ha tenido un uso visible, ya que como indicamos anteriormente es muy poco conocido, dándose uso más bien a la puzolana que proviene de Chimborazo y la del Altar para la elaboración de ciertos prefabricados.

Teniendo presente que este estudio nos permitirá recopilar una considerable cantidad de información sobre el uso que se ha dado a las puzolanas en nuestra zona, creímos oportuno



VISTA PANORAMICA DE LA MINA DE LLACAO (HUANGARCUCHO)



VISTA PANORAMICA DE LA MINA DE JAVIER LOYOLA (ZUMBAHUAICO).



VISTA PANORAMICA DE LA MINA DE SOLANO (DONAY).

realizar una ficha de encuesta, la misma que nos ayudó a conocer los distintos usos que ha tenido el material.

La encuesta se realizó tanto a profesionales que conocen de este material, así como a personas que habitan en lugares cercanos a las canteras (mina), y en base a los datos obtenidos se pudo conocer los usos que se han dado y se está dando al material.

Enlucidos.- En la consulta realizada se halló dos profesionales que han empleado la puzolana en enlucidos, los mismos que nos indicaron que éstos están en muy buen estado y que los han colocado en viviendas de su propiedad. También en la zona de Llacao (Guangarcucho), Solano (Domay) y Javier Loyola (Zumbahuaico) se utiliza la puzolana para enlucidos (revocados) en paredes; aquí se ha aplicado en una forma empírica, sin ningún conocimiento sobre dosificaciones.

Morteros.- Estos se han utilizado en la parroquia Solano (Domay) para la unión de bloques y ladrillos. El mortero utilizado es el de cemento-puzolana-arena; el uso de la puzolana produce un cambio de color en las juntas de unión.

Bloques.- En una pequeña bloquera en la ciudad de Azogues (San Francisco) se fabrican bloques huecos con la puzolana de Solano, a la cual le convinan con la puzolana de Chimborazo (polvillo), con el objeto de usar menor cantidad de ésta, y obtener mayores ganancias.

CUADRO DE RESULTADOS SEGUN ENCUESTA

<u>USOS</u>	<u>PORCENTAJE</u>
Enlucidos dosificados	16.67
Enlucidos (Revocados)	40.00
Morteros	26.67

Bloques	3.33
Ningún uso o Desconocen	23.33

En base a lo anterior podemos indicar que mayor uso ha tenido el material en la zona rural que en la urbana. Además creemos que es necesario abrir nuevos campos de aplicación en el uso de este material, debido a la cantidad existente en las zonas antes mencionadas y debido también a la cercanía de los yacimientos.

1.3. ESTUDIO DE LOS MATERIALES USADOS EN MEZCLAS.-

Es necesario conocer los materiales que intervienen en las mezclas, para tener una combinación práctica y económica de éstos. Además que se obtengan concretos manejables en estado plástico y que contengan propiedades requeridas cuando endurezca.

1.3.1. AGLOMERANTES.-

EL CEMENTO.

Generalidades.-

En sentido general de la palabra, el cemento puede describirse como un material con propiedades tanto adhesivas como cohesivas, las cuales le dan la capacidad de aglutinar fragmentos minerales para formar un todo compacto. Esta definición abarca una gran variedad de materiales de cementación.

El cemento portland, o cemento simplemente, es una especie de cal hidráulica perfeccionada. Se produce haciendo que se convinen químicamente materias primas de carácter ácido como sílice y alúmina principalmente (arcilla), con otras de carácter básico como la cal (calizas). Esta reacción tiene lugar cuando

las materias primas finamente molidas son llevadas a hornos a temperaturas de semifusión comprendidas entre 1300-1400°C, en donde el material se sintetiza y se funde parcialmente, conformando bolas conocidas como "clinker". El clinker es enfriado y triturado hasta obtener un polvo fino, al cual se le adiciona un porcentaje de yeso dándonos como resultado un producto comercial llamado Cemento Portland.

Composición Química.- Como ya se ha visto, las materias primas utilizadas en la fabricación del Cemento Portland consiste principalmente de cal, sílice, alúmina y óxido de hierro. Estos interactúan en el horno para formar una serie de productos más complejos, hasta alcanzar un grado de equilibrio químico, con la excepción de un pequeño residuo de cal no combinada, que no ha reaccionado.

Se suele considerar a los cuatro primeros componentes como los principales del cemento, los cuales son:

NOMBRE DEL COMPUESTO	COMPOSICION DEL OXIDO	ABREVIATURA O FORMULA
Silicato tricálsico	3CaO SiO ₂	C3S
" dicálsico	2CaO SiO ₂	C2S
Aluminato tricálsico	3CaO Al ₂ O ₃	C3A
Alumino ferrito tetracáls.	4CaO Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	C4FA
Yeso		Y
Alcalis		N+K
Magnecio		M
Cal libre		CL
Residuo insoluble		RI

Propiedades Físicas del Cemento Portland.

Peso específico .- La utilidad particular de éste se relaciona con el diseño y cantidad de mezclas de hormigón y en la determinación de la superficie específica. El peso específico del cemento hidráulico se define como la masa de un volumen unitario de sólido. El peso específico se determina en el frasco de Le Chatelier. Para el estudio que realizamos tomamos como peso específico el adoptado por la Fábrica de Cementos Guapán, cuyo valor es de 3.15 gr/cm³.

Peso Unitario .- El Peso Unitario del cemento viene dada por la relación existente entre el peso de un volumen dado y el peso de un mismo volumen de agua destilada a 4°C. El peso unitario del Cemento Guapán es de 1.2 gr/cc.

Fraguado del Cemento.- La pasta que se forma cuando el cemento se mezcla con el agua, permanece plástica durante un corto período de tiempo. En esta etapa aun es posible alterar al material y mezclarlo sin dañarlo, pero a medida que las reacciones entre el cemento y el agua continúan, la masa pierde su plasticidad y comienza un endurecimiento. Este período inicial de endurecimiento se denomina "período de fraguado" aunque no existe un punto bien definido de separación en el proceso de endurecimiento. Hay muchas formas para determinar el momento en que se produce el cambio, pero en la práctica nos valemos de la dificultad que opone el material a la penetración de una sonda. Según la norma INEN #158 el tiempo de fraguado inicial mínimo usando el método de Vicat será 45 min., mientras que el final máximo será de 8 horas.

Finura.- Los cementos comunes se muelen a finuras Blaine del orden de 2800 a 3500 cm²/gr. Al aumentar la finura,

es mayor el incremento de resistencias y del calor desprendido. Si se aumenta hasta cierto punto la finura del cemento, se reduce la cantidad requerida de agua de mezclado y también disminuye el sangrado del concreto, pero cuando se sobrepasan los 4000 blaines y dependiendo de la composición del cemento, se comienzan a dar en el concreto una serie de problemas secundarios debidos a la finura. Los comunmente detectados son dificultades en el mezclado y retracción del concreto.

Resistencias.- La obtención de resistencias en el cemento depende tanto de la composición como de la finura, y aun dentro de un mismo tipo de cemento puede haber diferencias notables.

Este aspecto del desarrollo de las resistencias o velocidad de endurecimiento tiene importancia en la tecnología del concreto, principalmente en tanto que es ventajoso inquirir o sondear la resistencia que tendrá el concreto a la edad normativa de 28 días, en base a ensayos hechos a edades más tempranas.

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

La norma INEN #488 trae como requisito que un mortero

de cemento-arena cuya dosificación se expresa en ella, tenga como resistencia mínima a la compresión a los 28 días 242 kg/cm².

Falso Fraguado.- El falso fraguado se pone en evidencia por una gran pérdida de plasticidad, sin generar mucho calor poco después de haber mezclado el concreto. Si se mezcla más sin añadir agua la plasticidad se puede recuperar.

Firmeza.- Es la cualidad que una pasta de cemento endurecida tiene al conservar su volumen después de haber fraguado. La falta de firmeza o dilatación destructiva la producen las cantidades excesivas de magnesio o cal libre muy quemada. Desde la adopción de la prueba de dilatación en la autoclave, prácticamente no han ocurrido casos de dilatación anormal atribuibles a la falta de firmeza. Según la norma INEN #200 la expansión en autoclave será máximo de 0.80%.

Consistencia Normal.- Esta determina la cantidad de agua necesaria para obtener pastas de cementos hidráulicos de consistencia normal, y es el contenido de agua de las pastas con las que se determinan el tiempo de fraguado. La consistencia normal de una pasta de cemento se logra cuando la sonda de Todmayer colocada o adecuada en un extremo del vástago del aparato de Vicat penetra 10 ± 1 mm a los 30 segundos después de haberla soldado. Generalmente el requerimiento de agua para formar una pasta de consistencia normal está al rededor del 25% (500gr de cemento + 125cc de agua).

PUZOLANAS.

Generalidades.

El nombre deriva del pueblo de Pozzuoli, próximo a la Bahía de Nápoles en Italia; allí se encontró por vez primera

un material con el que formaron aglomerantes y morteros para la construcción de obras hidráulicas.

Es un material de naturaleza silicea (silicosa o silicosa y aluminosa), natural o artificial, elaborados o sin elaborar, que aunque no son aglomerantes por sí mismos, contienen componentes que pueden convinarse con la cal a temperatura ordinaria en presencia del agua para formar compuestos que tienen poca solubilidad y poseen propiedades aglomerantes. *(tomado de tesis de Romero-Campos).

La importancia del estudio de la puzolana deriva especialmente del empleo de ésta para reemplazar parte del Cemento Portland en las mezclas. Fundamentalmente se emplea la puzolana para mejorar las propiedades hidráulicas y la economía en el costo de las mezclas (morteros-concretos), ya que el empleo adecuado de éstas produce mayor docilidad del hormigón, menos generación de calor, menos apetencia de agua, menos separación de los ingredientes sólidos (agregados), menos permeabilidad, mayor resistencia a los suelos y aguas corrosivas, y con cierto tipo de puzolana se reduce la dilatación procedente de la reacción química entre los álcalis del Cemento Portland y los componentes reactivos de los áridos.

La sustitución por puzolana de una parte considerable del Cemento Portland, no sólo se traduce en el contenido menor de cemento, lo cual sería ya una ventaja, sino que también compensa todas las características indeseables de las mezclas que se originan si el contenido de cemento se reduce sin la adición de la puzolana.

Las puzolanas se clasifican básicamente en naturales y artificiales:

Puzolanas Naturales.- Son rocas que para su empleo no precisan nada más que la molienda. Proceden de rocas eruptivas volcánicas, se encuentran en minas y su coloración varía del gris amarillento al oscuro, pasando por el rojizo y el verdoso.

Puzolanas Artificiales.- Son producto de la cocción de arcillas y pizarras a temperaturas que oscilan entre los 600 y 900°C, para recibir luego una pulverización análoga a la del Cemento Portland.

Composición Química. Del análisis realizado por varios investigadores podemos concluir en el siguiente cuadro sobre los componentes químicos de las puzolanas:

Sílice	42-66%
Alúmina	14-20%
Oxido de Fe	5-20%
Oxido de Ca	3-10%
Oxido de Mg	1- 6%
Alcalis	1-15%
Agua combinada	1-15%

Debido al sílice que contienen las puzolanas, éstas pueden clasificarse en:

- Básicas: Contenido de sílice entre 40-55%
- Neutras: Contenido de Sílice entre 55-65%
- Acidos: Contenido de Sílice de 65% en adelante

Propiedades Físicas de las Puzolanas. Se emplea la puzolana como adición del contenido requerido de cemento en una mezcla, se convina con los componentes solubles del calcio y de los álcalis para formar compuestos insolubles inocuos que contribuyen a mejorar las resistencias mecánicas, impermeabilidad, y resistencia a los sulfatos. En base a estas características,

la puzolana para ser conuinada con el cemento, debe cumplir ciertos requisitos físicos, como son:

Finura.- Debe ser molida a una finura Blaine de 3000 cm^2/gr , sabiendo que al aumentar la finura, se incrementan también las resistencias.

Peso Específico ~~4500~~.- Está generalmente comprendido entre 2.3 y 2.8 gr/cm^3

Peso unitario ~~aparente~~.- El Peso unitario ~~de~~ fluctúa entre 0.8 y 1.4 gr/cm^3 .

Firmeza.- Llamada también consistencia de volumen y se la define mediante la prueba de expansión en autoclave, la misma que será de máximo 0.5%.

Resistencia.- Este es uno de los requisitos fundamentales para poder conuinar la puzolana con el cemento; se la define a través del índice de actividad puzolánica, la cual se determina calculando la resistencia a la compresión de un mortero de cemento, al cual se le añade una porsión determinada de puzolana; esta resistencia será mínimo el 75% de la resistencia de un mortero patrón de Cemento Portland sin puzolana. Otras propiedades como tiempo de fraguado y consistencia normal de pasta, se las determina al igual que en el Cemento Portland, pero conuinada con éste.

132. LOS AGREGADOS O ARIDOS.-

Generalidades.-

Los agregados ocupan generalmente del 60-80% del volumen del concreto. Por lo tanto sus características influyen en las propiedades del mismo. Los agregados también influyen en las proporciones de mezcla para el concreto y en la economía. Deben satisfacer ciertos requisitos y deben consistir en

partículas limpias, duras, resistentes y durables, libres de sustancias químicas, recubrimientos de arcilla, o de otros materiales finos que puedan afectar la hidratación y la adherencia de la pasta de cemento.

Deberán evitarse especialmente los agregados que contengan pizarras laminares naturales o esquistos, partículas blandas y porosas y algunos tipos de cuarzo ya que tienen mala resistencia al intemperismo. Todos los agregados, de los cuales no se tengan registros de su buen comportamiento, deberán probarse para ver si cumplen con los requisitos.

Se denomina grava o árido grueso a la fracción mayor a 5 mm, y arena o árido fino a la menor de 5 mm. Es clásico encontrar en cada país o región denominaciones diversas más específicas para la grava, en función del tamaño de piedras. La arena suele dividirse a partir de los 2 mm, en arena gruesa y arena fina, llamándose polvo o finos de la arena a la fracción inferior de 0,08 mm.

Los áridos pueden ser rodados o machacados. Los primeros proporcionan hormigones más dóciles y trabajables, requiriendo menos cantidad de agua que los segundos. Los áridos de machaqueo proporcionan una mayor trabazón que se refleja en una mayor resistencia química.

LA ARENA.- Es el árido de mayor responsabilidad. A diferencia de la grava, del agua e incluso del cemento, puede decirse que sin una buena arena no es posible obtener un buen hormigón.

Las mejores arenas son las de río, ya que, salvo raras excepciones son cuarzo puro, por lo que no hay que preocuparse acerca de su resistencia y durabilidad. La arena de mina suele

tener arcilla en exceso, lo que hace necesario que se la lave. Las arenas del mar, si son limpias puede emplearse en hormigón armado, previo lavado con agua dulce.

Las arenas que provienen del machaqueo de granitos, basaltos y rocas análogas son también excelentes; deben rechazarse de forma absoluta las arenas de naturaleza granítica alterada (caolinización de los feldespatos). Las arenas de procedencia caliza son de calidad muy variable, y siempre resultan más absorbentes y requieren mayor cantidad de agua de amasado que las silíceas.

La humedad de la arena tiene gran importancia en la dosificación de los hormigones, sobre todo cuando se dosifica en volumen, por ello siempre es necesario tomar en cuenta la humedad de la misma.

LA GRAVA.- La resistencia de la grava viene ligada a su dureza, densidad y módulo de elasticidad. Se la aprecia en la limpieza y agudeza de los cantos vivos resultantes del machaqueo. Las gravas con cantos rodados, que son redondeadas, suelen tener una resistencia alta y superficie lisa que permiten trabajarlas con menos agua pero que se adhieren menos fuertemente a la pasta. Los materiales tipo pizarra y esquistos tienen poca resistencia mecánica y se fragmentan según sus capas de formación, por lo tanto no son aptos para los concretos.

Características de los agregados.-

Peso Unitario.- El peso volumétrico de un agregado es el peso del material necesario para llenar un recipiente de 15 dm³, debido a que el agregado máximo que se utilizará es de 38.1 mm. Se usa el término "Peso Volumétrico Unitario" porque se trata del volumen ocupado por el agregado y los poros.

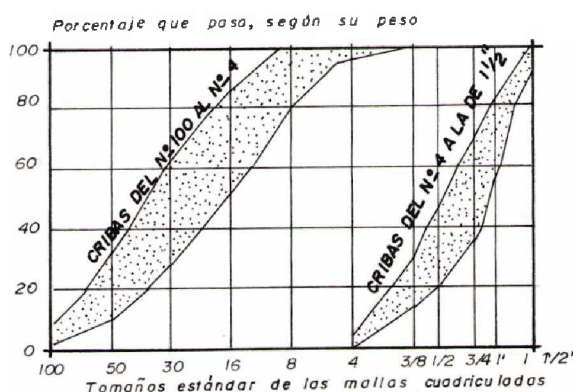
Los métodos para determinar el peso unitario de los agregados se indican en la norma INEN # 858

Peso Específico.- El peso específico de un agregado es igual a la relación existente entre su peso y el peso de un volumen igual de agua. Es necesario para realizar un control y proyecto de mezclas. La mayor parte de agregados de peso normal tienen pesos específicos comprendidos entre 2.4 y 2.9 gr/cc.

Los metodos empleados para determinar el peso específico de los agregados gruesos y finos se describen en la norma INEN # 856

Granulometría.- La granulometría, o distribución del agregado según su tamaño se determina en base a un análisis granulométrico. Las cribas (tamices) standard usadas para determinar la gradación de los agregados finos son la #4, 8, 16, 30, 50 y 100; y están seleccionadas en base a sus perforaciones cuadriculadas. Las cribas standard para determinar la granulometría de los agregados gruesos son en base a perforaciones cuadradas y sus aberturas corresponden a los tamices: 3/8, 1/2, 3/4, 1, 1 1/2 y 2 pulgadas, más uno #4.

Los diagramas de granulometría muestran la distribución en tamaños, y generalmente tienen líneas que representan las cribas standard sucesivas, colocadas a intervalos iguales, como aparecen en el siguiente gráfico:



Existen varias razones para especificar límites en las granulometrías y el tamaño máximo de los agregados. La granulometría y el tamaño máximo afectan las proporciones relativas de los agregados, de la misma manera que el cemento y el agua necesarios influyen en la manejabilidad, la economía, la porosidad y la contracción del concreto. Las variaciones en la gradación pueden afectar seriamente en la uniformidad del concreto de una mezcla a otra. Las arenas muy finas son con frecuencia costosas, mientras que las arenas gruesas pueden producir mezclas muy ásperas y poco manejables.

Es importante también dar una definición de módulo de finura que abarca tanto al agregado fino, así como al grueso; y es el resultante de la suma de los porcentajes acumulados de los agregados retenidos en los tamices standard, dividida por 100. Este es el indicador de la finura de un agregado: cuanto mayor sea el módulo de finura, más grueso es el agregado. Se da un ejemplo de cálculo en el siguiente análisis:

# DE TAMIZ	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO
4	98	2
8	85	15
16	65	35
30	45	55
50	21	79
100	3	97

$$\text{Módulo de finura} = 283 / 100 = 2.83$$

La granulometría de un agregado grueso de un tamaño máximo dado puede variar dentro de una variedad relativamente amplia

de valores, sin producir efectos apreciables en las cantidades necesarias de cemento y agua, siempre y cuando la proporción de agregado fino produzca un concreto manejable; es decir que si ocurren grandes variaciones en la granulometría del agregado grueso, deberán variarse las proporciones de la mezcla para producir un concreto trabajable. Usualmente se requiere de más agua para los agregados de tamaño pequeño que para los tamaños máximos grandes.

Los agregados de tamaños máximos diferentes pueden dar resistencias ligeramente diferentes en el concreto para la misma relación agua-cemento. En muchos casos, con la misma relación agua-cemento, el concreto de agregado máximo menor tiene mayor resistencia a la compresión.

La granulometría de los agregados será determinada a través de la norma INEN # 696

Absorción y humedad superficial.- La absorción y humedad superficial de los agregados deben determinarse de manera que la proporción de agua en el concreto pueda controlarse y se pueda determinar los pesos correctos de las mezclas. La estructura interna de las partículas de un agregado está formada por materia sólida y huecos que pueden contener agua o no.

Los pesos de los materiales de las mezclas deben ajustarse a las condiciones de humedad de los agregados.

La absorción y el contenido de humedad que poseen los agregados se los determinará a través de las normas INEN #856,859

Forma y textura superficial de las partículas.- La forma de las partículas y la textura superficial de un agregado influye en las propiedades del concreto fresco, más que en las del concreto endurecido.

Las partículas de superficie rugosa o las planas y alargadas requieren mayor cantidad de agua para producir un concreto más manejable que los agregados redondeados con partículas cuboides. Por tanto, las partículas del agregado que son angulares requieren más cemento para mantener la misma relación agua-cemento.

133. EL AGUA.

AGUA DE AMASADO Y AGUA DE CURADO.-

Generalidades.-

El agua de amasado juega un doble papel en el hormigón. Por un lado, participa en las reacciones de hidratación del cemento; mientras que por otro confiere al hormigón la trabajabilidad necesaria para una adecuada puesta en obra.

La cantidad de agua de amasado debe limitarse al mínimo estrictamente necesario, ya que el agua que ha sido echada en exceso se evapora, creando una serie de poros en el concreto, que disminuyen su resistencia.

Como para tener una idea, se estima que cada litro de agua de amasado añadido en exceso a un hormigón, equivale a una disminución de 2 Kg de cemento.

El agua es un componente del concreto sobre el cual menos se insiste en el control de calidad. Tal vez esto se deba a la facilidad con que se consigue o tal vez porque el concreto se fabrica fundamentalmente en aquellas zonas donde el agua procedente de acueductos urbanos es la de más fácil obtención.

Cuando las situaciones anteriormente citadas no se cumplen en determinada obra, es necesario disponer de criterios adecuados para seleccionar el agua que deberá usarse para el mezclado y curado del concreto.

70

El agua es además la encargada de conducir al cemento hacia la superficie de los agregados, en donde habrá previamente hecho un trabajo de limpieza y de modificación de las características de la superficie, tanto de la arena como de la grava.

Efectos del agua con impurezas.- El agua deberá estar exenta de impurezas tales como sólidos en suspensión, materia orgánica, álcalis, sales disueltas, desechos de alcantarillas, aceites, residuos de procesos industriales, y otras impurezas.

Las impurezas concentradas en cantidad suficiente en el agua, suelen reducir apreciablemente la resistencia del concreto y causan cambios en el tiempo y proceso de fraguado y en el endurecimiento.

Algunos otros compuestos que pueden estar presentes en el agua, suelen causar decoloración de las superficies del concreto, eflorescencia (movimiento de las sales en la superficie), y corrosión del refuerzo metálico.

Ensayos de Aceptación.- Si se tienen dudas sobre la calidad del agua que se usará en el mezclado, debe remitirse muestras para que sean analizadas en el laboratorio antes de su utilización.

Las dos formas de evaluar el agua para el mezclado son:

- 1.- Análisis químico
- 2.- Morteros de prueba

En el primer caso, si el agua procede de acueductos urbanos, el análisis químico puede obtenerse con relativa facilidad. Si este no es el caso, los análisis podrán ser hechos en otros laboratorios.

La tabla que a continuación proporcionamos nos da los

valores máximos aceptables para el agua de mezclado:

SUSTANCIAS EN EL AGUA DE MEZCLADO.

-SALES:	CONT. MAX. ppm o ml/l
Carbonato y bicarbonato de sodio	1000
" de calcio y magnesio	400
Sulfato de magnesio y cloruro	40000
Cloruro de sodio	20000
Sulfato de sodio	10000
-ACIDOS:	
Sales de hierro	40000
Limos o partículas en suspensión	2000
Agua de mar	35000
Desechos industriales	4000
Desechos sanitarios	400
Azúcar	500
Algas	1000
Hidróxido de potasio y sodio	0.5-1% (por peso del cem.)
Aceites	2% (por peso del cem.)

Adicionalmente deberá obtenerse el valor del total de sólidos disueltos en el agua. Si el agua contiene menos de 2000 mg/lt de sólidos disueltos (limos, hierro, sodio y sulfato) puede ser utilizada en forma satisfactoria para hacer el concreto.

En el segundo caso: Se debe disponer de un mortero o concreto patrón, donde la única variable para el problema en cuestión sea el agua, cuya calidad se trata de comprobar.

Algunos autores recomiendan que en esos casos los morteros se hagan con agua destilada, se use arena normalizada y luego al hacer las pruebas evaluar exclusivamente la influencia del agua

de mezclado.

En cualquier caso se harán probetas de tamaño conveniente, las cuales se ensayarán a compresión a las edades de 7 y 28 días. Se verificará que la resistencia crece normalmente con la edad y que los resultados a los 28 días no difieren más de 10% por debajo de las probetas hechas con la mezcla patrón.

El agua de mar que contenga hasta 35000 ppm (3.5%) de sal es generalmente buena como agua para mezclar concreto que no vaya a llevar refuerzo; aunque el concreto hecho con agua de mar puede endurecer con mayor rapidéz que el concreto normal. Si no se dispone de agua dulce adecuada, puede usarse el agua de mar para hacer concreto reforzado, aunque su uso puede favorecer a la corrosión. Las estructuras de concreto reforzado, hechas con agua de mar y expuestas al ambiente marino deben tener una relación agua-cemento menor de 0.44 y el recubrimiento de refuerzo deberá ser, cuando menos de 3 pulgadas.

1.4 ESTUDIO DE MEZCLAS: CEMENTO + PUZOLANA + AGREGADOS + AGUA

1.4.1 ASPECTOS GENERALES DE LAS RELACIONES ENTRE LA CALIDAD DEL CONCRETO Y SU COMPOSICION.

Las características que definen la calidad del material concreto-mortero (mezcla), son muy numerosas; sin embargo, usamos fundamentalmente dos índices de calidad como representativos; éstos son: La trabajabilidad, en estado fresco, y la resistencia normalizada a compresión en estado endurecido.

Las características de las mezclas depende de las condiciones de obtención del producto, primordialmente de las características y proporciones de sus componentes. En la práctica se juega fundamentalmente con las proporciones entre

23

los principales componentes para hacer variar la calidad de la mezcla (concreto-mortero), acomodándola a cada necesidad específica. Son componentes principales en las mezclas, el agregado, el cemento y el agua. En el diseño práctico sus proporciones se suelen expresar en peso o volumen por unidad de volumen (Kg/m^3 , Lt/m^3), sin embargo, al relacionar estas proporciones con la calidad del concreto es más conveniente expresarlas como sigue:

- Cemento Kg/m^3 (o sacos/ m^3); es la dosis
- El agua a través de la conocida relación agua/cemento, en peso.
- El agregado queda implícitamente definido al dar las proporciones de agua y cemento, considerando que los tres materiales forman siempre un volumen fijo según sus pesos específicos.

ESQUEMA BASICO DE RELACIONES. Entre estas proporciones de componentes y los índices de calidad antes anotados, se establecen relaciones que podemos expresarlas de una forma esquemática gráfica, tal como se hace en la figura # 1, en la que dichas relaciones se indican mediante flechas.

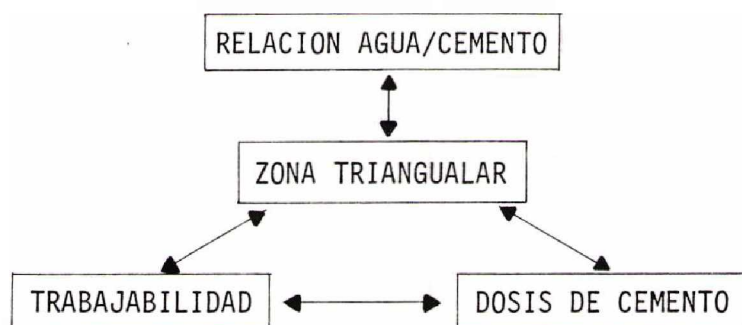


Fig. 1.- Relaciones básicas entre los parámetros que condicionan al diseño de mezclas.

En este gráfico se establecen dos áreas de relaciones: una que enlaza el agua/cemento con la resistencia, representando así una de las leyes más trascendentales de la tecnología de concretos; la otra que une la relación agua/cemento con la dosis de cemento y la trabajabilidad medida por el cono de Abrams.

Para una rigurosa constancia de todas las otras condiciones y parámetros no expresados en este esquema, si queremos variar la resistencia del concreto tenemos forzosamente que modificar la relación agua/cemento, y para variar esta relación es necesario cambiar la dosis de cemento, o la trabajabilidad de la mezcla, o ambos. Si las necesidades de colocación de un concreto en sus moldes exige una trabajabilidad mayor de la prevista por el diseño de mezcla, y se quiere mantener la resistencia del concreto (relación agua/cemento fija), es forzoso aumentar la dosis de cemento y lógicamente la de agua para lograr una mayor trabajabilidad del mismo.

Es decir, las tres variables de la zona de relaciones del triángulo, se mueven en conjunto y si se varía una cualquiera de ellas, se modificará también una de las dos restantes.

142. PROPIEDADES DEL CONCRETO (MEZCLAS).

PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO.-

Entre las propiedades del concreto fresco se pueden citar como las más importantes la consistencia, la docilidad, la homogeneidad y el peso específico.

Consistencia.- Es la mayor o menor facilidad que tiene

el concreto fresco para deformarse. Esto puede variar por factores tales como la cantidad de agua de amasado, que es el que más influye, el tamaño máximo de los agregados, la granulometría y la forma de los áridos, etc.

Para determinar la consistencia existen varios procedimientos, siendo los más empleados el Cono de Abrams, la Mesa de Sacudidas, y el Consistómetro Vebe.

- El Cono de Abrams.- Es un molde trococónico de 30 cm de altura y se lo rellena con el concreto a ensayar. Para conocer la consistencia es necesario desmoldar la masa fresca y la pérdida de altura que experimentan expresada en centímetros, nos indica una determinada consistencia de la mezcla.

- La Mesa de Sacudidas.- Sirve para someter a una masa de concreto fresco, de forma determinada, a una serie de sacudidos normalizados, midiéndose el escurrimiento experimentado.

- El Consistómetro Vebe.- Es una variante del Cono de Abrams y se lo emplea para mezclas muy secas. La consistencia se mide por el número de segundos necesarios para que el tronco de cono formado por la mezcla con el molde de Abrams sometido a vibración en mesa, experimente un asentamiento determinado.

Ninguno de estos métodos debe usarse con áridos de tamaños superiores a 40 mm. Los hormigones se clasifican por su consistencia en secos, plásticos, blandos, fluidos y líquidos, como se indica en la siguiente tabla.

CONSISTENCIA		ASIENTO EN CONO DE ABRAMS (cm)
Seca	(S)	0 - 2
Plástica	(P)	3 a 5

Blanda	(B)	6 a 9
Fluida	(F)	10 a 15
Líquida	(L)	a 16

Docilidad.- Se considera como la aptitud de un concreto para ser puesto en obra con los medios de compactación que se dispone.

Esta trabajabilidad del concreto está relacionada con su deformabilidad (consistencia), con su homogeneidad, con la trabazón de sus distintos componenets y con la mayor y menor facilidad que la masa presente para eliminar el aire incluido alcanzando una compacidad máxima.

La docilidad depende de entre otros factores de los siguientes:

- De la cantidad de agua de amasado. Mayor cantidad de agua la docilidad es mayor.
- De la granulometría de los áridos, más dóciles son los concretos que tienen mayor cantidad de arena. Pero a más cantidad de árido fino corresponde más agua de amasado, por lo tanto menor resistencia. Las relaciones que indicamos no pueden extrapolarse más allá de ciertos límites.
- Hay mayor docilidad cuando las mezclas son con áridos redondeados.
- La docilidad aumenta con el contenido en el cemento y con la finura de éste.
- Cuando se emplea aditivos plastificantes aumenta la docilidad en el concreto.

Homogeneidad.- Es la cualidad por la cual los diferentes

componentes del concreto aparecen distribuidos regularmente en toda la masa, de manera tal que 2 muestras tomadas de distintos lugares de la misma resulten prácticamente iguales. La homogeneidad se consigue con un buen amasado, un transporte cuidadoso y una colocación adecuada. La homogeneidad puede perderse por segregación o por decantación.

Peso Específico.- Un dato de gran interés como índice de uniformidad del hormigón (concreto) en el transcurso de una obra, es el peso específico del hormigón fresco, sea sin compactar o compactado. La variación de cualquiera de los dos, que repercuta en la consistencia, indica una alteración de la granulometría de los áridos, del contenido de cemento o de agua de amasado, por lo que se debe hacer las correcciones oportunas.

PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO. Entre las propiedades estudiaremos el peso específico, la compacidad, la permeabilidad y la resistencia al desgaste.

Peso Específico.- El peso específico del hormigón endurecido depende de muchos factores, principalmente de la naturaleza de los agregados de su granulometría, y del método de compactación empleada.

El peso específico será mayor cuanto mayor sea el de los áridos utilizados y mayor cantidad de árido grueso contenga; y tanto mayor, cuanto mejor compactado esté.

Las variaciones en el peso específico del hormigón son pequeños, pudiéndose tomar en los cálculos el valor 2.3 Tn/m^3 para hormigones en masa y 2.5 Tn/m^3 para los armados.

Compacidad.- Está ligada intimamente al peso específico.

Depende de los mismos factores que éste, sobre todo del método de consolidación empleado. Es evidente la relación directa que existe entre la compacidad de un hormigón y sus resistencias mecánicas, por cuanto dicha compacidad aumenta con el volumen de materias sólidas que componen el hormigón en relación con los volúmenes ocupados por el agua y el aire. Una buena compacidad no sólo proporciona mayores resistencias mecánicas, sino también una mayor resistencia física (efecto de la helada) y química frente a las acciones agresivas.

Permeabilidad.- Los factores que influyen en la permeabilidad son los mismos que hacen variar la red capilar, sin duda la relación a/c es la más influyente, al disminuir ésta disminuye la permeabilidad: mientras que para una relación a/c = 0.5 el factor de permeabilidad es 15, para 0.8 es al rededor de 450, o sea, 30 veces mayor.

Medir la permeabilidad de un hormigón es un problema difícil y no se encuentra resuelto satisfactoriamente. Existen diversos métodos, unos dedicados a la permeabilidad bajo presión y otros a la permeabilidad por succión (absorción).

Resistencia al desgaste.- Para que el hormigón presente una buena resistencia al desgaste como primera condición es necesario emplear un hormigón seco, ya que la lechada superficial es un elemento debil y fácilmente desgastable; es también imprescindible emplear arena silicea y no caliza, al menos en una proporción no menor al 30% de la arena total.

RETRACCION DEL HORMIGON. Esta propiedad del hormigón es importante, pero por razones referentes a nuestro estudio solamente vamos a referirnos en que consiste.

En el proceso de fraguado y endurecimiento, el hormigón

contrae de volumen cuando tal proceso se verifica en el aire; y se entumece si se verifica en el agua. Al primer fenómeno se lo denomina retracción.

La retracción puede explicarse por la pérdida paulatina de agua en el hormigón. Aunque el fenómeno es complejo, de una forma simplificada se podría decir que el hormigón contiene agua en 5 estados distintos:

- El agua combinada químicamente o de instalación
- El agua de gel
- El agua zeolítica o intercrystalina
- El agua absorbida, que rodea los áridos y pasta; y,
- El agua capilar o libre.

El agua capilar y parte de la absorbida puede evaporarse a la temperatura ordinaria, el agua correspondiente a los otros tres estados puede perderse por calentamiento a temperatura cada vez más elevada.

La retracción es una deformación impuesta que provoca tensiones de tracción y por consiguiente fisuras, cuando se encuentra impedido el libre acortamiento del hormigón; por ello tiene más influencia cuanto más rígida sea la estructura.

Dentro de las operaciones necesarias para la ejecución de elementos de hormigón, el curado posiblemente sea la más importante, por la influencia decisiva que tiene en la resistencia y demás cualidades del elemento final.

Durante el proceso de fraguado y primeros días del endurecimiento, se producen pérdidas de agua por evaporación, creándose una serie de poros en el hormigón, los mismos que reducen la resistencia. Para compensar estas pérdidas y permitir que se desarrollen nuevos procesos de hidratación con aumento

30

contrae de volumen cuando tal proceso se verifica en el aire; y se entumece si se verifica en el agua. Al primer fenómeno se lo denomina retracción.

La retracción puede explicarse por la pérdida paulatina de agua en el hormigón. Aunque el fenómeno es complejo, de una forma simplificada se podría decir que el hormigón contiene agua en 5 estados distintos:

- El agua conbinada químicamente o de instalación
- El agua de gel
- El agua zeolítica o intercrystalina
- El agua absorbida, que rodea los áridos y pasta; y,
- El agua capilar o libre.

El agua capilar y parte de la absorbida puede evaporarse a la temperatura ordinaria, el agua correspondiente a los otros tres estados puede perderse por calentamiento a temperatura cada vez más elevada.

La retracción es una deformación impuesta que provoca tensiones de tracción y por consiguiente fisuras, cuando se encuentra impedido el libre acortamiento del hormigón; por ello tiene más influencia cuanto más rígida sea la estructura.

Dentro de las operaciones necesarias para la ejecución de elementos de hormigón, el curado posiblemente sea la más importante, por la influencia decisiva que tiene en la resistencia y demás cualidades del elemento final.

Durante el proceso de fraguado y primeros días del endurecimiento, se producen pérdidas de agua por evaporación, creándose una serie de poros en el hormigón, los mismos que reducen la resistencia. Para compensar estas pérdidas y permitir que se desarrollen nuevos procesos de hidratación con aumento

de resistencias, el hormigón debe ser curado con abundante agua.

El período de curado mínimo debe ser de 7 días, plazo que puede reducirse a la mitad si el cemento es de alta resistencia inicial.

En general, y de acuerdo a las recomendaciones del Comité Europeo del Hormigón, el proceso de curado debe prolongarse hasta que el hormigón haya alcanzado el 70% de su resistencia de cálculo.

Es muy importante el curado a edades tempranas, ya que es cuando se constituye la estructura interna del concreto que le permite adquirir resistencia e impermeabilidad.

143. LAS PUZOLANAS EN LAS MEZCLAS.

Fundamentalmente, las puzolanas en las mezclas producen ciertas ventajas las mismas que radican en mejoras de las propiedades y economía en el costo de las mezclas.

El empleo de las puzolanas producen una mayor docilidad en un hormigón, menos generación de calor, menos apetencia de agua, menor separación de los ingredientes sólidos, menor permeabilidad, mayor resistencia a los sulfatos, controlan la relación álcali-árido, aumenta la fluidéz del mortero y disminuye la exudación.

Los cementos puzolánicos ofrecen una resistencia especial a las aguas marinas, salinitosas, aceites, grasas, etc. debido a su impermeabilidad superficial y a la acidéz característica del aglomerado que facilita la formación de sílice insoluble. Esta resistencia ha hecho que estos cementos sustituyan a los cementos aluminosos.

Hay que tener cuidado en la elección y empleo de las puzolanas, porque las propiedades son muy variables, pudiendo originar situaciones adversas en el hormigón, tales como: retraso en el fraguado, refracción excesiva, resistencia y capacidad de duración reducidas.

A continuación daremos ciertas experiencias en dosificaciones de mezclas utilizadas en obra (en una presa Mexicana)), en las que consta la cantidad de cemento y cementante, la resistencia a los 42 días para diferentes sustituciones de cemento por puzolana.

CONSUMO EN Kg/M3 DE HORMIGON

CONCRETO	CEMENTO	PUZOLANA	CEMENTANTE	A/C	G/S	ASENTAMIENTO
0% Puzol.	340	0	340	0.60	1.32	7 cm
15.5% "	273	50	323	0.62	1.44	9 "
21.0% "	256	68	324	0.63	1.44	8 "
26.8% "	232	84	317	0.63	1.50	9 "
32.4% "	207	99	306	0.65	1.50	8 "

RESISTENCIAS A LOS 42 DIAS

Con 15.5% de puzolana	187 Kg/cm ²
Con 21.0% " "	164 "
Con 26.8% " "	154 "
Con 32.4% " "	145 "

A continuación daremos ciertas dosificaciones de mezclas utilizadas en nuestro medio; estos datos han sido obtenidos a través de un estudio de tesis realizado con la puzolana de Llaao.

RESULTADOS DE UN HORMIGON TIPO (400Kg. de CEMENTO/m3 de HORMIGON)

% de PUZOLANA	CEMENTO	PUZOL.	CEMENTANTE	A/C	S/G	Rc7	Rc28	Asent.
0	400	0	400	0.50	0.75	154.5	222.8	4cm
12.5	350	50	400	0.55	0.75	133.5	180	3 "
25.0	300	100	400	0,65	0.75	121.2	156.5	2.5
37.5	250	150	400	0.72	0.75	95.2	131.5	2 "
50.0	200	200	400	0.90	0.75	47.5	71.0	1.5

RESULTADOS DE UN HORMIGON TIPO (400 Kg de CEMENTANTE/m3 de HORM.)

CEMENTO	PUZOLANA	CEMENTANTE	A/C	S/G	Rc7	Rc28	ASENTAMIENTO
400	0	400	0.50	0.60	181.75	302.20	4cm
400	100	500	0.50	0.60	167.85	289.90	3.5 "
400	200	600	0.50	0.60	160.75	270.80	3 "
400	250	650	0.50	0.60	130.15	253.00	2.5 "

RESISTENCIA DE MORTEROS A LA COMPRESION

DOSIF. DE MORTEROS 1-6 (CEMENTO-ARENA) SUSTIT. DE PUZOL.POR ARENA

% PUZOLANA	S/G	A/C	Rc7	Rc28
0	0.26	0.75	12.71	17.60
10	0.26	0.75	14.25	19.21
20	0.26	0.75	15.50	19.60
30	0.26	0.75	16.53	21.65
40	0.26	0.75	18.51	22.90
50	0.26	0.75	16.21	20.05
60	0.26	0.75	15.20	19.70

RESISTENCIA DE MORTEROS A LA COMPRESION

DOSIF. DE MORTEROS 1-8 (CEMENTO-ARENA) SUSTIT. DE PUZOL.POR ARENA

% PUZOLANA	S/G	A/C	Rc7	Rc28
0	0.193	0.70	8.20	10.60
10	0.193	0.70	9.50	13.20
20	0.193	0.70	12.21	15.26
30	0.193	0.70	14.01	17.60
40	0.193	0.70	11.51	15.34
50	0.193	0.70	10.01	13.58
60	0.193	0.70	9.30	12.50

RESISTENCIA DE MORTEROS A LA COMPRESION

DOSIF. DE MORTERO 1-10 (CEMENTO-ARENA) SUSTIT. DE PUZOL.POR ARENA

% PUZOLANA	S/G	A/C	Rc7	Rc28
0	0.156	0.70	5.78	7.35
10	0.156	0.70	7.01	9.30
20	0.156	0.70	8.80	10.30
30	0.156	0.70	10.20	12.00
40	0.156	0.70	8.30	10.90
50	0.156	0.70	7.30	9.50
60	0.156	0.70	6.45	8.90

CAPITULO 2

2. ENSAYOS DE LABORATORIO.

Los tipos de puzolanas existentes en nuestra región nos exige la elaboración de un estudio e investigación a cerca de las características que éstas presentan.

Para adentrarnos en el tema propuesto "UTILIZACION DE LAS PUZOLANAS EN LA ELABORACION DE BLOQUES", es necesario recopilar teóricamente y en forma concreta los ensayos a los que se someterá la puzolana.

Ensayos como aglomerante:

- 1.- Peso específico (densidad)
- 2.- Índice de actividad puzolánica
- 3.- Superficie específica
- 4.- Determinación de la consistencia normal de pasta (cemento + puzolana)
- 5.- Determinación del tiempo de fraguado

Ensayos como agregado:

- 1.- Granulometría del agregado
- 2.- Absorción
- 3.- Peso unitario del agregado
- 4.- Contenido de humedad natural

Además en este capítulo se incluirá las preparaciones de mezclas (hormigones) a base de puzolana y sus resistencias a la compresión, con el objeto de determinar las más convenientes para su utilización en la elaboración de bloques.

Esta investigación nos permitirá obtener datos ciertos sobre la calidad de la materia prima que es objeto del estudio planteado.

2.1. ESTUDIO DE LAS PUZOLANAS

ENSAYOS DE LA PUZOLANA COMO AGLOMERANTE.-

211 DETERMINACION DE LA DENSIDAD.- (Peso específico real)

Alcance.- La utilidad particular de esta determinación se relaciona con el diseño y control de mezclas de hormigón y en la determinación de la superficie específica.

Metodo de ensayo:

Fundamento.- La determinación de la densidad de la puzolana consiste en establecer la relación entre la masa de puzolana y el volumen del líquido no reactivo que esta masa desplaza en el frasco de Le Chatelier.

Equipo.

- 1.- Balanza, con una capacidad aproximada de 200 gr y una sensibilidad de 0.001 gr
- 2.- Termómetro, graduado con divisiones de 0.1°C
- 3.- Recipiente. Pueden ser de vidrio o de porcelana, uno con capacidad para contener al menos 200 gr de muestra, y tres con capacidad para contener al menos 64 gr de la muestra.
- 4.- Embudos, de vidrio adecuados para verter el líquido y el cemento, dentro del frasco de Le Chatelier.
- 5.- Espátula, de hoja de acero inoxidable de aproximadamente 10 mm de ancho por 100 mm de largo.
- 6.- Baño de agua, controlado termostáticamente, capaz de mantener una temperatura dentro de $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ de la temperatura de operación.
- 7.- Pipeta, de vidrio de un tamaño adecuado.
- 8.- Horno de secado, controlado termostáticamente y capaz de mantener una temperatura de $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- 9.- Desecador, provisto de un material desecante adecuado.

Líquido de desplazamiento.- El líquido de desplazamiento debe ser libre de agua y no reaccionar con la puzolana, pudiendo utilizarse kérex u otro derivado de petróleo, con una densidad no menor a 0.7268 gr/cm³ a 20°C (0.731 gr/cm³ a 15°C).

Preparación de la muestra.-

- 1.- De la muestra de puzolana tomada y preparada se toma una porción de aproximadamente 200 gr, la cual se seca a 105 \pm 5°C hasta masa constante.
- 2.- Luego de que la puzolana se ha enfriado en el desecador hasta la temperatura ambiente, se pesan 3 muestras de puzolana seca de 50 gr cada una.

Procedimiento.-

- 1.- Cuidando de que el frasco de Le Chatelier esté seco y limpio, llenarlo con el líquido de desplazamiento hasta enrasar en una división comprendida entre las marcas de 0 a 1 cm³, evitando mojar la pared interior del mismo.
- 2.- Cuando sea necesario, secar la parte inferior del frasco que queda sobre el nivel del líquido.
- 3.- Sumergirlo en el baño de agua a 20 \pm 0.1°C, manteniéndolo en posición vertical hasta que su contenido haya alcanzado la temperatura del baño, momento en el cual se debe efectuar la primera lectura (V₁) que corresponde al volumen ocupado por el líquido contenido en el frasco.
- 4.- Se introduce en el frasco los 50 gr de puzolana indicado, cuidando que no se produzcan salpicaduras y evitando que la puzolana se adhiera a la pared interior del frasco sobre el nivel del líquido.
- 5.- Tapar el frasco y, tomándolo adecuadamente, girarlo en posición inclinada o en círculos horizontales, hasta que,

colocado en posición vertical, no asciendan burbujas de aire a la superficie del líquido, liberando de esta manera el aire de la muestra de puzolana.

6.- Registrar la lectura final (V2) que corresponde al volumen del líquido más el volumen de puzolana contenido en el frasco después de haberlo dejado sumergido en el baño de agua como se indica en el punto 3.

7.- Repetir el procedimiento para las dos muestras restantes.

Cálculos: La densidad de la puzolana se calcula mediante la siguiente ecuación:

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

De donde:

p = Densidad de la puzolana en gr/cm³

m = Masa de la porción de masa de la puzolana utilizada, en gr,

V1 = Volumen del líquido registrado en la primera lectura en cm³

V2 = Volumen del líquido y puzolana registrado en la segunda lectura, en cm³.

212. DETERMINACION DEL INDICE DE ACTIVIDAD PUZOLANICA.Alcance.-

Esta norma comprende las puzolanas naturales o calcinadas, usadas en obras de construcción, ya sea como tales, como aditivos para morteros y hormigones de cemento, o como aditivos para morteros de cal hidratada.

Resumen.-

1.- El método descrito aquí, se basa en la preparación de Cemento Portland, puzolana, arena y agua, con el cual

se confeccionan varias probetas que se someten a ensayos de resistencia a la flexión y a la compresión.

- 2.- El índice de actividad de la puzolana ensayada se determina por comparación de la resistencia de las probetas preparadas con la resistencia de otras probetas elaboradas con un mortero patrón de Cemento Portland sin puzolana.

Materiales.

- 1.- Cemento Portland. El Cemento Portland a emplearse en el ensayo deberá cumplir con los requisitos especificados en la norma #152
- 2.- La arena a emplearse en el ensayo deberá ser normalizada.
- 3.- Mortero Patrón. El mortero patrón debe estar constituido por: 500 gr de Cemento Portland, 1500 gr de arena normalizada y 250 cm³ de agua.
- 4.- Mortero de ensayo. El mortero de ensayo debe estar constituido por: 325 gr de Cemento Portland, 1500 gr de arena normalizada, 250 cm³ de agua y una cantidad P de puzolana, que se determina mediante la fórmula siguiente:

$$p = \frac{175p}{p_1}$$

P = Cantidad de puzolana, en gramos.

p = La densidad de la puzolana.

p₁ = La densidad del Cemento Portland.

Preparación de morteros.-

- 1.- Colocar la paleta mezcladora y el recipiente de mezclado en la posición de trabajo cuidando que estén limpios y secos.
- 2.- Verter toda el agua de amasado en el recipiente, agregar todo el cemento requerido y mezclar durante 30 segundos

haciendo funcionar la mezcladora a la velocidad lenta.

- 3.- Agregar lentamente toda la arena requerida en un período de 30 seg. mientras se mezcla a la velocidad lenta.
- 4.- Seguidamente, cambiar a la velocidad rápida y mezclar durante 30 segundos.
- 5.- Detener la mezcladora durante 90 segundos; durante los primeros 15 seg. arrastrar con la espátula todo el mortero adherido a la pared del recipiente hacia el fondo y tapar el recipiente durante los 75 segundos restantes.
- 6.- Mezclar durante 60 segundos, haciendo funcionar la mezcladora a la velocidad rápida.
- 7.- En caso de que el mortero requiera un nuevo período de mezclado, de acuerdo a lo establecido en las normas de ensayo respectivas, el material adherido a la pared del recipiente debe arrastrarse rápidamente con la espátula hacia el fondo en 15 segundos, antes de iniciar el mezclado adicional.

El mortero de ensayo se prepara en la misma forma que el mortero patrón; sólo que, en lugar del Cemento Portland, se agregará la puzolana juntamente con el cemento.

Cálculo.-

- 1.- Con los valores individuales obtenidos en los ensayos, para cada una de las muestras, a los 28 días, calcular, para cada tipo de muestras, el valor promedio de resistencia a la compresión de Kg/cm².
- 2.- El índice de actividad puzolánica con Cemento Portland se calcula mediante la formula siguiente:

$$Ip = \frac{R}{R1} \times 100$$

De donde:

I_p = Índice de actividad puzolánica con Cemento Portland en porcentaje

R = Promedio de resistencia a la compresión de las muestras de mortero de ensayo, en Kg/cm².

R_1 = Promedio de resistencia a la compresión de las muestras de mortero patrón en Kg/cm².

213. SUPERFICIE ESPECIFICA.- (Método de Blaine)

Terminología. Superficie Específica. Es la suma de las superficies de las partículas de un gramo de cemento.

Disposiciones Generales.-

- 1.- La determinación se efectuará por triplicado sobre diferentes porciones de la muestra.
- 2.- Los aparatos y equipos para pesar o medir, a usarse en la determinación, deben haber sido adecuadamente calibrados.
- 3.- La temperatura del laboratorio debe ser mantenida entre 20° y 27°C.

Instrumental.- Aparato de Blaine. Consiste en una célula de permeabilidad, un manómetro, un líquido manométrico, un disco perforado y un émbolo. También es necesario tener un cronómetro y papel filtro.

Procedimiento.-

- 1.- Pesar una cantidad de puzolana exactamente igual a la de la muestra patrón.
- 2.- Colocar un papel filtro sobre el disco perforado y la muestra de cemento en la célula de permeabilidad.
- 3.- Nivelar cuidadosamente la puzolana con ligeros golpes en las paredes de la célula, y luego, cubrir la puzolana

con otro papel filtro.

- 4.- Bajar cuidadosamente el pistón hasta que su reborde esté en contacto con la parte superior de la célula, y luego, levantarlo sin dispersar la puzolana.
- 5.- Registrar exactamente la temperatura del laboratorio antes de comenzar la determinación.
- 6.- Conectar herméticamente la célula con el manómetro, cuidando que no se altere la capa de puzolana.
- 7.- Expulsar lentamente el aire contenido en el brazo del manómetro, hasta que el líquido llegue al nivel de la primera marca.
- 8.- Comenzar a registrar el tiempo el instante en que el menisco del líquido llegue a la marca inmediatamente inferior.
- 9.- Detener el cronómetro y registrar el tiempo cuando el menisco llega a la penúltima marca.

Cálculos.-

- 1.- La superficie específica se calcula con la siguientes fórmulas:

$$S = \frac{S_p \cdot T}{T_p} \quad (1)$$

$$S = \frac{S_p \cdot T \cdot n_p}{T_p \cdot n} \quad (2)$$

$$S = \frac{S_p (1-C_p) \cdot C^3 \cdot T}{(1-C) \cdot C^3_p \cdot T_p} \quad (3)$$

$$S = \frac{S_p (1-C_p) \cdot C^3 \cdot T \cdot T_p}{(1-C) \cdot C^3_p \cdot C T_p \cdot N} \quad (4)$$

Donde:

S = Superficie específica a determinarse, en m²/kg

S_p = Superficie específica de la muestra patrón, en m²/kg

= 3460 m²/kg

T = Tiempo registrado para la muestra ensayo, en segundos

T_p = Tiempo registrado para la muestra patrón

n = Viscosidad del aire a la temperatura registrada durante la determinación, en °C

n_p = Viscosidad del aire a la temperatura registrada durante la calibración con la muestra patrón, en °C

C = Porosidad de la capa de la muestra de ensayo

C_p = Porosidad de la capa de la muestra patrón.

2.- Calcular la superficie específica de acuerdo a las siguientes indicaciones:

- Se usa la fórmula (1) cuando la temperatura de ensayo difiere hasta $\pm 3^{\circ}\text{C}$ de la temperatura de calibrado.
- Se usa la fórmula (2) cuando la temperatura de ensayo es numéricamente mayor que $\pm 3^{\circ}\text{C}$.
- Se usan las fórmulas (3) y (4) cuando la muestra del ensayo tiene una porosidad diferente a la muestra patrón.
- Se usa la fórmula (4) cuando la temperatura de ensayo es numéricamente mayor que $\pm 3^{\circ}\text{C}$.

2.14. DETERMINACION DE LA CONSISTENCIA NORMAL.- (Metodo de Vicat)

Alcance.- Este procedimiento determina la cantidad de agua necesaria para obter pastas de Cementos Hidráulicos de consistencia normal, y es el contenido de agua de las pastas con las que se determina el tiempo de fraguado.

Este procedimiento se aplica a los Cementos Hidráulicos empleados en la fabricación de morteros y hormigones.

Disposiciones Generales.-

- 1.- La determinación se efectuará por triplicado sobre diferentes pastas preparadas de la misma muestra.
- 2.- La temperatura del laboratorio debe mantenerse entre 18 y 24°C.
- 3.- La humedad relativa en el laboratorio no debe ser menor del 50%.

Disposiciones Específicas.- El aparato de Vicat debe estar libre de toda vibración durante el ensayo.

Metodo de ensayo.- Fundamento.

La determinación de la consistencia normal de los Cementos Hidráulicos se basa en la resistencia que opone la pasta de cemento a la penetración de la Sonda Tetmayer en el aparato de Vicat en un tiempo normalizado.

Equipos.-

- 1.- Balanza, de una capacidad mínima de 1000 gr y una sensibilidad de 1 gr.
- 2.- Probeta graduada, de vidrio, de 250 a 300 cm³ de capacidad, que tenga un error relativo máxima de 0.5% a 20°C.
- 3.- Aparato de Vicat. Consiste en un soporte que lleva un vástago deslizante de 300 ± 0.5 gr de masa total, cuyo extremo es un émbolo (Sonda Tetmayer) de 10 ± 0.05 mm de diámetro en una longitud de 50 ± 1 mm y el extremo es una aguja desmontable de $1 \text{ mm} \pm 0.05$ mm de diámetro y 50 ± 1 mm de longitud. El vástago es reversible y puede fijarse en cualquier posición mediante el tornillo, y tiene además un indicador ajustable, el cual se mueve sobre una escala graduada en mm, solidaria con el soporte; este vástago debe ser de acero inoxidable de dureza Rock Well C35 (35 HRC) y tener las secciones terminales de

la aguja y de la sonda planas y perpendiculares al eje del vástago.

- 4.- Molde. Es un anillo tronco-cónico rígido G, de un material resistente a la corrosión, no absorbente, con diámetros interiores de 70 ± 3 mm en la base y 60 ± 3 mm en la parte superior y una altura de 40 ± 1 mm.
- 5.- Placa. La placa de material adecuado, sobre la cual se coloca el molde, debe ser cuadrada, de 100 mm de lado.
- 6.- Termómetro. Graduado con divisiones de 1°C .

Preparación de la muestra.- De la muestra de cemento preparada y tomada, se pesan 500 gr de cemento y se mezcla con una cantidad medida de agua destilada o potable, según el siguiente procedimiento:

- 1.- Colocar la paleta mezcladora y el recipiente de mezclado en la posición de trabajo, cuidando de que estén limpios y secos.
- 2.- Verter toda el agua de amasado, en el recipiente, agregar todo el cemento requerido y esperar para la absorción de agua.
- 3.- Mezclar durante 30 seg. haciendo funcionar la mezcladora a la velocidad lenta.
- 4.- Detener la mezcladora por 15 seg. durante los cuales se arrastra con la espátula toda la pasta adherida a la pared del recipiente hacia el fondo.
- 5.- Mezclar durante un minuto haciendo funcionar la mezcladora a la velocidad rápida.

Procedimiento de ensayo.-

- 1.- Previo a la determinación, aplicar una capa delgada de aceite mineral sobre la placa y la superficie interna

del molde.

- 2.- Con la pasta preparada y con la manos enguantadas se forma una bola y se arroja seis veces de una mano a otra, manteniéndolas separadas alrededor de 15 cm y formando una masa esférica que pueda insertarse fácilmente en el molde con una mínima cantidad de manipulación adicional.
- 3.- Se coge con una mano el molde y la bola de pasta que está en la otra mano, se introduce en el molde por la parte más ancha hasta llenarlo completamente.
- 4.- Se quita con la mano el exceso de pasta en la parte más ancha y se lo asienta por esta parte sobre la placa.
- 5.- Se enrasa el exceso de pasta en el extremo más corto mediante una pasada de la espátula, manteniéndolo en un ángulo pequeño con el borde superior del molde y, si es necesario, se alisa la parte superior con unos cuantos toques ligeros con la punta de la espátula, cuidando de no comprimir la pasta.
- 6.- Inmediatamente, se coloca el molde con la pasta en el aparato de Vicat, poniendo en contacto suavemente el extremo inferior del embolo (Sonda Tetmayer) con el borde superior del molde, fijando el vástago en esta posición.
- 7.- Colocar el indicador ajustable en la marca 0 de la escala, o tomar una lectura inicial. Centrar el molde con la pasta debajo del vástago y soltar el mismo 30 seg. después de haber terminado el amasado.
- 8.- Se obtiene la consistencia normal cuando la sonda penetra, 10 ± 1 mm, luego de 30 seg. de haber soltado el vástago del aparato de Vicat.
- 9.- Si no se obtiene la consistencia normal, debe repetirse

12.
el ensayo usando otra porción fresca de cemento, pero variando la cantidad de agua hasta obtener el resultado indicado en el párrafo #8.

10.- Luego de obtenida la consistencia normal, se repite el ensayo con dos muestras más.

Cálculos.- La cantidad de agua necesaria para obtener pastas de cemento de consistencia normal, se calcula como un porcentaje de la masa de cemento seco, con aproximación a 0.1% mediante la siguiente ecuación:

$$C\% = \frac{m_a}{m_c} \times 100$$

Siendo:

C = Consistencia normal, en %

m_a = Masa del agua en gr. y

m_c = Masa del cemento en gr.

215. DETERMINACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO.- (Metodo de Vicat)

Alcance.- Este procedimiento determina el tiempo de fraguado inicial y final en pastas de Cemento Hidráulico de consistencia normal.

Disposiciones Generales.-

- 1.- La determinación se efectúa por triplicado sobre diferentes pastas preparadas de la misma muestra.
- 2.- La temperatura del laboratorio debe mantenerse entre 18 y 24°C.
- 3.- La humedad relativa en el laboratorio no debe ser menor del 50% y, en la cámara húmeda no menor del 90%.

Disposiciones Específicas.

- 1.- En casos de discrepancia, se utilizará este método de

arbitraje.

- 2.- Durante este ensayo, todos los aparatos deben estar libres de vibraciones.
- 3.- Cuidar que la aguja esté recta y limpia, ya que la adherencia de cemento a los lados de la misma puede retardar la penetración, mientras que el cemento adherido a la punta puede aumentarle.

Método de Ensayo.- Fundamento:

La determinación de los tiempos de fraguado de los Cementos Hidráulicos para este ensayo se basa en la resistencia que opone la pasta de cemento de consistencia normal a la penetración de la aguja que se coloca en el aparato de Vicat.

Equipos.-

- 1.- Aguja para determinación del tiempo de fraguado. La aguja de tiempo de fraguado es una barra redonda de 1 ± 0.05 mm de diámetro, de acero endurecido o temperado, cuya longitud efectiva, excluyendo el extremo de ajustes, es de 50 ± 1 mm, y cuya cara interior es plana y perpendicular al eje; siendo la masa total de 9 ± 0.5 gr.
- 2.- Cámara de curado húmedo. Debe tener las dimensiones adecuadas para que los especímenes de ensayo puedan almacenarse con facilidad y estar acondicionada para mantener la misma temperatura del laboratorio y una humedad relativa no menor del 90%.

Preparación de la muestra.-

- 1.- Se pesan 500 gr de cemento y se mezclan con una cantidad medida de agua destilada o potable, según el procedimiento descrito en 214, obteniendo una pasta normal.
- 2.- Luego de llenar el molde en el tiempo prescrito, se lo

coloca inmediatamente en la cámara de curado húmedo conjuntamente con la placa de vidrio, dejándolo allí todo el tiempo, excepto los instantes en que vaya a determinarse los tiempos de fraguado.

Procedimiento de ensayo.-

1.- Determinación del tiempo inicial de fraguado.-

(*) Luego de 30 minutos transcurridos desde el inicio de preparación de la pasta, sacar el molde de la cámara de curado húmedo y colocarlo debajo del vástago deslizante que sostiene la aguja, poniéndola suavemente en contacto con la superficie de la pasta de cemento, por lo menos a 10 mm del borde del molde, fijando el vástago en esta posición.

(*) Colocar el indicador ajustable en el cero de la escala o tomar una lectura inicial. Soltar el vástago y dejar que la aguja penetre dentro de la superficie de la pasta durante 30 segundos, luego de lo cual se hace la lectura para determinar la penetración.

Se repite el procedimiento indicado en los dos párrafos anteriores (*), con un intervalo de 5 minutos, limpiando la aguja y colocándola en contacto con una parte no alterada de la superficie de la pasta de cemento por lo menos a 10 mm de cualquier penetración interior.

Se obtiene el tiempo de fraguado inicial cuando la aguja penetra 25 mm o ligeramente menos luego de 30 segundos de haber soltado el vástago.

Registrar el período transcurrido entre el momento en el cual se obtiene esta condición y el momento en que se agraga el cemento al agua.

2.- Determinación del tiempo final de fraguado.-

Transcurrido un tiempo prudencial, repetir el proceso indicado en (*) hasta que la aguja no penetre y no deje marca visible en una parte no alterada de la superficie de la pasta de cemento.

Registrar el período transcurrido entre el momento en el cual se obtiene esta condición y el momento en que se agrega el cemento al agua.

ENSAYOS DE LA PUZOLANA COMO AGREGADO.-

216. GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS.

Alcance.- Este método cubre el procedimiento para la determinación de la distribución granulométrica, de agregados finos y gruesos, usando tamices de abertura cuadrada o redonda.

Equipo.-

1.- Balanza

2.- Tamices (se utilizarán de acuerdo a la siguiente tabla).

Tabla #1		
AGREGADO	PULGADAS	MILIMETROS
	2	50.80
	1 1/2	38.10
	1	25.40
GRUESO	3/4	19.00
	1/2	12.70
	3/8	9.51
	# 4	4.76

AGREGADO	PULGADAS	MILIMETROS
	# 4	4.760
	# 8	2.360
	# 16	1.190
FINO	# 30	0.595
	# 50	0.297
	#100	0.142

3.- Horno (temperatura uniforme $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$)

4.- Charola

5.- Bandeja

Preparación de las muestras.-

1.- La muestra que se va a ensayar debe ser obtenida por cuarteo.

2.- La muestra debe ser secada al horno ($105 \pm 5^{\circ}\text{C}$), hasta que no exista pérdida de masa.

3.- La masa de la muestra para agregado fino, después de secado, debe ser aproximadamente igual al material de la tabla #2.

Tabla #2 MASA MINIMA DE MUESTRA PARA AGREGADO FINO

TAMAÑO	MASA MINIMA
Material con un 95% más fino que el tamiz #8	100 gr
Material con un 90% más fino que el tamiz #4 y con el 5% más fino que el tamiz #8	500 gr

4.- La masa de muestra para agregado grueso, después de secado, no debe ser mayor al material dado en la tabla #3.

Tabla #3 MASA MINIMA DE MUESTRA PARA AGREGADO GRUESO

PULGADAS	TAMAÑO MINIMO EN mm	MASA MINIMA Kg
3/8"	9.51	1.0
1/2"	12.70	2.5
3/4"	19.00	5.0
1 "	25.40	10.0
1 1/2"	38.10	15.0
2 "	50.80	20.0

3/8"	9.51	1.0
1/2"	12.70	2.5
3/4"	19.00	5.0
1 "	25.40	10.0
1 1/2"	38.10	15.0
2 "	50.80	20.0

- 5.- En caso de tratarse de mezcla de agregado fino y agregado grueso, el material debe ser separado en dos partes; utilizando el tamiz #4 (4.76 mm) y analizar cada una de las parte separadamente de acuerdo a los párrafos 3 y 4.

Procedimiento.-

- 1.- Coloque la serie de tamices en orden descendente, el de mayor abertura en la parte superior, y al final de la serie coloque la charola.
- 2.- Ponga la muestra en el tamiz superior de la serie.
- 3.- El proceso de tamizado puede hacerse manual o mecanicamente y consiste en movimientos horizontales, con rotación y pequeños golpes verticales
- 4.- El tiempo de tamizado es variable, debemos tamizar hasta que el material que pase no sea mayor al 1% del material que se retiene en cada tamiz.
- 5.- Se determina la masa del material que se retiene en cada tamiz; también se incluye la masa del material que se detiene en la charola.

Cálculo y resultados:

- 1.- En cada tamiz se calcula la masa retenida acumulada, ésta es igual a la suma de la masa retenida en el tamiz más las masas retenidas en los tamices de mayor abertura.
- 2.- Se calcula el porcentaje retenido, para cada tamiz que está por la siguiente relación:

$$\% \text{ retenido} = \frac{\text{Masa Retenida Acumulada}}{\text{Masa de la muestra}} \times 100$$

- 3.- Se calcula el porcentaje que pasa en cada tamiz, utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ que pasa} = 100 - \% \text{ retenido}$$

- 4.- Los resultados deben incluir:

- Masa retenida parcial
- Masa retenida acumulada
- Porcentaje retenido
- Porcentaje que pasa

MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ #200

Alcance.- Cubre la determinación de la cantidad de material más fino que el tamiz #200 en los agregados por lavado.

Equipo.-

- 1.- Balanza
- 2.- Tamiz #200 (0.074 mm) y tamiz #16 (1.19 mm)
- 3.- Recipiente (de tamaño suficiente que pueda contener la muestra cubierta con agua y que permita agitarla rigurosamente)
- 4.- Horno (temperatura uniforme $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$)
- 5.- Bandeja

Preparación de la Muestra.

- 1.- La muestra debe ser obtenida por cuarteo.
- 2.- Se debe secar la muestra en el horno a temperatura constante ($105 \pm 5^{\circ}\text{C}$) hasta que exista pérdida de masa.
- 3.- La masa de muestra después de secada debe ser aproximadamente igual al material de la tabla # 4.

Tabla #4 MASA MINIMA DE MUESTRA		
TAMAÑO Pulg.	MAXIMO mm	MASA MINIMA Kg.
#8	2.36	0.1
#4	4.75	0.5
3/8	9.50	2.0
3/4	19.00	2.5
1 1/2	38.10	5.0

Procedimiento.-

- 1.- Se determinará la masa inicial de la muestra.
- 2.- Se coloca la muestra dentro del recipiente.
- 3.- Se llena el recipiente con agua, hasta que cubra superficialmente a la muestra.
- 4.- Se agita el recipiente, hasta que exista partículas en suspensión.
- 5.- Deposite el agua libre en la serie de tamices, formada por el #16 y #200.
- 6.- Se repiten los pasos 3, 4 y 5 hasta que el agua libre en el recipiente, después de agitado, esté completamente cristalino.
- 7.- Se recogen las porciones de muestra que se han retenido en el recipiente y en los tamices #16 y #200 y se coloca

en una bandeja que se mete al horno por un tiempo suficiente, hasta que no exista pérdida de masa.

8.- Se determina la masa de la muestra después del ensayo.

Cálculos y Resultados.- Se calcula el porcentaje del material que pasa por el tamiz #200 de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$P = \frac{W - R}{W} \times 100$$

En donde:

P = Porcentaje del material que pasa por el tamiz #200

W = Masa inicial de muestra (gr.)

R = Masa del material retenido en el tamiz #200 después del ensayo (gr.).

217. ABSORCION DEL AGREGADO FINO.

Alcance.- Se usa para la determinar el peso específico, el peso específico saturado, con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción del agregado fino.

Equipo.-

- 1.- Balanza (de 1 Kg o más de capacidad)
- 2.- Picnómetro
- 3.- Molde tronco cónico
- 4.- Pisón

Muestra.- Se obtiene por cuarteo o mecánicamente 1 o 2 Kg de agregado fino pasado por el tamiz #4.

Procedimiento.

- 1.- Obtener el agregado fino en condiciones sss (saturado, superficialmente seco), para lo cual procedemos de la siguiente manera:

Dejar la muestra de puzolana sumergida en el agua por un período de 24 ± 4 horas (puede omitirse este paso

2

si la muestra se ha mantenido húmeda), secar uniformemente con una corriente de aire tibio agitándola continuamente, hasta que pueda fluir libremente. Con el fin de inspeccionar que cantidad de humedad tiene la muestra, ésta se coloca en el molde tronco cónico en forma suelta, el cual descansará sobre una superficie suave.

No obstante, con el diámetro mayor abajo. Luego se compacta ligeramente la superficie 25 veces. Se levanta el molde verticalmente; si todavía hay humedad superficial, el agregado fino conserva la forma del molde.

Continúase el secado de la puzolana, moviéndola continuamente efectuando ensayos a intervalos frecuentes, hasta que el agregado fino baje ligeramente al retirar el molde, lo cual indicará que ha alcanzado la condición de superficialmente seco. (Si al retirar el molde la puzolana se extiende es porque se ha secado más allá de la condición deseada, en tal caso debe mezclarse perfectamente unos cuantos milímetros de agua con el agregado, permitiendo que la muestra quede en un recipiente durante 30 minutos a repetir el proceso indicado con muestras nuevas).

- 2.- Introdúzcase en el picnómetro un peso P de puzolana (más de 50 gr) preparada como se indicó en el paso 1.
- 3.- Llenar con agua hasta aproximadamente el 90% de capacidad, hágase girar el picnómetro hasta eliminar todas las burbujas de aire.
- 4.- Llenar con agua hasta la capacidad calibrada y determínese el peso total del picnómetro, muestra y agua con aproximación de 0.1 gr.

5.- Retirar la puzolana del picnómetro, secar hasta peso constante a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ luego pesar.

6.- Determinar el peso del picnómetro lleno de agua.

Cálculos.

$$\text{Peso específico seco} = \frac{D}{A - (B-C)}$$

$$\text{Peso específico superficie saturada seca} = \frac{A}{A - (B-C)}$$

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{D}{D - (B-C)}$$

$$\text{Porcentaje absorción de agua} = \frac{100 (A-D)}{D}$$

En donde:

A = Peso del material superficie saturada seca

B = Peso del picnómetro + agua + material

C = Peso del picnómetro + agua

D = Peso del material seco.

Nota: Para el peso específico y absorción del agregado grueso se realiza también con el método del picnómetro; teniendo en cuenta tomar una cantidad mayor de material.

218. PESO UNITARIO DEL AGREGADO.

Alcance.- Sirve para la determinación del peso unitario del agregado.

Equipo.-

1.- Balanza

2.- Recipiente cilíndrico (capacidad de acuerdo a la tabla #5).

3.- Barra compactadora

4.- Pala de borde recto

Calibración del Recipiente.-

- 1.- Se determina la masa del recipiente
- 2.- Se llena el recipiente con agua a la temperatura ambiental, y se cubre con una tapa de vidrio
- 3.- Se determina la masa del recipiente lleno con agua
- 4.- Por diferencias de masa, se determina la masa del agua para llenar el recipiente
- 5.- Se mide la temperatura del recipiente con el agua y se determina el peso unitario del agua de acuerdo a la tabla #6.
- 6.- Se determina el volumen del recipiente, haciendo la diferencia entre el peso del recipiente más agua y el peso del recipiente.

Preparación de la Muestra.-

- 1.- La muestra puede ser obtenida por cuarteo o mecánicamente.
- 2.- Se seca la muestra uniformemente, se debe hacerlo perfectamente en un horno a la temperatura de $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Tabla #5 DIMENSIONES DEL RECIPIENTE CILINDRICO

TAMAÑO MAXIMO AGREGADO (mm)	CAPACIDAD (dm ³)	DIAMETRO INT. (mm)	ALTURA INTERIOR (mm)
12.5	3	155 \pm 2	160 \pm 2
25.0	10	205 \pm 2	305 \pm 2
40.0	15	255 \pm 2	295 \pm 2
100.0	30	355 \pm 2	305 \pm 2

Tabla #6 PESO UNITARIO DEL AGUA

<u>TEMPERATURA °C</u>	<u>Peso Unitario del del agua Kgr/m3</u>
15.6	999.01
18.3	998.54
20.0	1000.00
21.1	997.97
23.9	997.32
26.7	996.59
29.4	995.83

Procedimiento para determinar el peso unitario compactado.-

Procedimiento por varillado.-

- 1.- Este procedimiento es aplicado para agregados que tengan un tamaño máximo de 38.1 mm ó menos.
- 2.- Se coloca el agregado en el recipiente hasta 1/3 de su altura.
- 3.- Con los dedos se nivela la superficie del agregado.
- 4.- Con la barra compactadora se apisona el agregado mediante 25 golpes distribuídos por toda la superficie; se debe cuidar que la barra no golpee el fondo del recipiente.
- 5.- Se coloca el agregado en el recipiente hasta los 2/3 de su altura; luego se repite la operación del apartado 3.
- 6.- Con la barra compactadora se apisona el agregado mediante 25 golpes distribuídos por toda la superficie, se debe cuidar que la barra no penetre en la capa anterior.
- 7.- Se llena el recipiente con agregado, hasta rebosar; se repite las operaciones que se indican en el apartado 6.
- 8.- Se enrasa utilizando la barra compactadora.
- 9.- Se determina la amasa del recipiente más la masa del

agregado.

Procedimiento para determinar el peso unitario suelto.-

- 1.- Este método es aplicable para agregados que tengan un tamaño máximo de 100 mm ó menos.
- 2.- Se llena el recipiente del agregado, utilizando una pala o cuchara grande, la altura de descarga del material con respecto al borde superior del recipiente no debe exceder una altura mayor a 5 cm, ésto se hace con el objeto de evitar la segregación de las partículas.

Cálculo y Resultado.-

- 1.- Se determina la masa del material compactado mediante la siguiente fórmula:

$$M_c = B - P$$

En donde:

M_c = Masa del material compactado (Kgr)

B = Masa del recipiente más el material compactado (Kgr)

P = Masa del recipiente (Kgr)

- 2.- Se calcula el peso unitario compactado con la siguiente relación:

$$P_{uc} = \frac{M_c}{V}$$

En donde:

P_{uc} = Peso unitario compactado (Kg/m^3)

V = Volumen del recipiente (m^3)

- 3.- Se determina la masa del material suelto con la siguiente fórmula:

$$M_s = A - P$$

En donde:

M_s = Masa del material suelto (Kg)

A = Masa del molde más el material suelto (Kg)

4.- Se calcula el peso unitario suelto con la siguiente relación:

$$Pus = \frac{Ms}{V}$$

En donde:

Pus = Peso unitario suelto (Kg/m³)

5.- Hay que hacer tres determinaciones del peso unitario, en base a las cuales se obtiene el peso unitario medio. Si la desviación de uno o más de los tres ensayos exceden del 1% del peso unitario medio, hay que realizar ensayos adicionales. El promedio de los pesos unitarios de todos los ensayos será el valor que se asumirá como peso unitario.

219. CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL EN LOS AGREGADO.-

Alcance.- Cubre la determinación del porcentaje de humedad evaporable en una muestra de agregado por secado.

Equipo.-

- 1.- Balanza
- 2.- Horno (temperatura uniforme 105 ± 5°C)
- 3.- Recipiente cilíndrico
- 4.- Pala pequeña

Preparación de la muestra.- La cantidad de la muestra debe ser representativa del material que quiera ensayarse, y en ningún caso deberá ser menor al de la tabla #7.

Tabla #7			MASA MINIMA DE MUESTRA	
TAMAÑO MAXIMO	NOMINAL		MASA MINIMA	
Pulgadas	mm		Kg	
#4	4.76		0.5	
3/8	9.51		1.5	
1/2	12.70		2.0	
3/4	19.00		3.0	

1	25.40	4.0
1 1/2	38.10	6.0
2	50.80	8.0
2 1/2	64.00	10.0
3	76.20	13.0

Procedimiento.-

- 1.- Se determina la masa de la muestra húmeda.
- 2.- Se seca la muestra en el horno a una temperatura uniforme (105 ± 5°C)
- 3.- Se determina la masa de la muestra a intervalos de dos horas; cuando no exista variación de masa de las muestras durante dos intervalos consecutivos, se saca la muestra del horno y se deja enfriar.
- 4.- Se determina la masa de muestra seca.

Cálculo y Resultados.- La humedad total de la muestra se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$W\% = \frac{M - A}{A} \times 100$$

En donde:

W = Contenido de humedad natural (%)

M = Masa de la muestra original (gr.)

A = Masa de la muestra seca (gr.)

ANALISIS PETROGRAFICO Y QUIMICO DE LAS PUZOLANAS.-

A continuación se detalla el análisis petrográfico de las muestras que vamos a analizar para nuestro estudio. Este análisis lo realizó el Ing. en minas César Sacoto Rivera, encargado del Departamento de Cantera y Minas de la Empresa de Cementos Guapán.

PUZOLANA DE LLACAO.

Producto.- Piroclástico, constituido por fragmentos de vidrio volcánico, es decir son rocas que han sufrido un proceso de alteración (desvitrificación del vidrio volcánico).

Origen.- Mineral (ceniza volcánica).

Color.- Blanco

Composición Mineral.- Predominio de minerales de color claro como el Cuarzo (SiO_2) el mismo que se encuentra en estado libre, además existe Augita $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})(\text{Al}, \text{Si}_2\text{O}_6)$ (silicato ferromagnesiano) y Magnetita Fe_3O_4 (Óxido de Hierro), éstos en menor cantidad.

PUZOLANA DE JAVIER LOYOLA.

Producto.- Piroclástico, constituido por fragmentos de vidrio volcánico.

Origen.- Mineral (ceniza volcánica)

Color.- Gris claro.

Composición Mineral.- Cuarzo SiO_2 en menor cantidad que la anterior, además existe Augita $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})(\text{Al}, \text{Si}_2\text{O}_6)$ (silicato ferromagnesiano) y Magnetita; Fe_3O_4 (óxido de hierro).

PUZOLANA DE SOLANO.

Producto.- Piroclástico, constituido por fragmentos de vidrio volcánico

Origen.- Mineral (ceniza volcánica)

Color.- Gris claro

Composición Mineral.- En esta puzolana aumenta la cantidad de Augita $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})(\text{Al}, \text{Si}_2\text{O}_6)$ (silicato

ferromagnesiano) más que en las dos anteriores, también existe Cuarzo SiO_2 y Magnetita Fe_3O_4 (óxido de hierro).

En estas puzolanas la presencia del SiO_2 "libre" al unirse con el Ca del cemento produce silicatos de calcio, el que le da gran resistencia al cemento después de fraguado. El análisis químico de las puzolanas adjuntamos a continuación.

2.2. ELABORACION DE MEZCLAS.- (Diferentes dosificaciones)

2.2.1. FABRICACION DE MUESTRAS DE ENSAYO.

Alcance.- Cubre al procedimiento para la fabricación y curado de muestras de ensayo de hormigón en el laboratorio, después de un control adecuado de los materiales y de las muestras de ensayo.

Equipo.-

- 1.- Moldes cúbicos.- Preferiblemente reusables y fabricado de un metal o de un material rígido no absorbente, deben tener una base interior de 50 mm de lado y una altura interior de 50 mm.
- 2.- Apisonador.- Debe ser de un material no absorbente ni frágil, tal como un caucho compuesto. Debe tener una sección transversal de 13x25 mm y una longitud entre 125 y 150 mm, la cara apisonadora debe ser plana y normal a su eje longitudinal.
- 3.- Palustre.- Deberá tener una hoja de acero de 100 a 150 mm de largo con bordes rectos.
- 4.- Probetas Graduadas.- Que tengan suficiente capacidad para medir el agua de amasado en una sola operación y

con una precisión de $\pm 2 \text{ cm}^3$ a 20°C .

- 5.- Mezcladora mecánica.- (Debe ser del tipo epicílica).
- 6.- Balanza
- 7.- Cronómetro
- 8.- Cámara de curado húmedo

Preparación de los materiales.

- 1.- Temperatura.- Los materiales deben estar a la temperatura ambiental del laboratorio, aproximadamente entre 20 a 25°C .
- 2.- Cemento.- Debe ser resguardado de la humedad, antes de usarlo
- 3.- Agregados.- Deben tener la gradación deseada, y se deben encontrar en estado de saturación pero con superficie seca.

Procedimiento.-

- 1.- Mezclado del hormigón.-

Los materiales se pueden mezclar manual o mecánicamente, la cantidad de hormigón que se prepare debe ser tal que nos sobre aproximadamente un 10% después de llenar los moldes. Durante nuestro estudio realizaremos un mezclado mecánico.

Mezclado Mecánico.-

Se determinan las cantidades adecuadas de cada uno de los materiales que se necesitan para la elaboración de la mezcla.

Se mide cuidadosamente el agua necesaria para el mezclado.

Se disponen convenientemente todos los equipos que se van a usar para determinar las características del



DEPARTAMENTO DE CALIDAD
REPORTE DE ANALISIS QUIMICO
LABORATORIO

RC. 206

FECHA: 1991-01-08

NUMERO:

Identificación	PUZOLANA	PUZOLANA	PUZOLANA		
Fecha - Muestra	90-12-12	90-12-12	90-12-12		
Pérdida al Fuego	2,78	1,62	1,62		
SiO ₂	58,82	60,4	60,82		
Al ₂ O ₃	16,22	15,6	14,5		
Fe ₂ O ₃	5,76	6,76	5,76		
CaO	6,98	6,64	6,28		
MgO	2,5	2,76	1,26		
SO ₃	0,56	0,54	0,57		
Na ₂ O					
K ₂ O					
TOTAL:					
Titulación	LLACAO	JAVIER LOYOLA	SOLANO		
Calibre					
Res. Insoluble					
Insolub. H.F.					
DENSIDAD					
Humedad					
MdS					
MS					
MF					
MH					
C4AF					
C3A					
C2S					
C3S					
CaSO ₄ ·2H ₂ O					
FC					
LSF					
Temp. Sint.					
Índice Sint.					
Fase Líquida					

Observaciones:

ANALISTA

FIRMA JEFE DEP. CALIDAD

hormigón ya mezclado (consistencia y cantidad de aire atrapado).

Se disponen en lugar fijo los moldes, debidamente engrasados y ordenados.

Se asegura que el mecanismo o funcionamiento de la mezcladora sea correcto, al mismo tiempo se humedece la olla de mezclado y se escurre totalmente el agua sobrante.

Se coloca la paleta mezcladora en la olla de mezclado.

Se vierte toda el agua de amasado en el recipiente, se agrega todo el cemento requerido y se mezcla durante 30 seg. haciendo funcionar la mezcladora a velocidad lenta.

Se agrega lentamente toda la arena y grava requerida en un período de 30 seg. mientras se mezcla a velocidad lenta.

Seguidamente, cambiar a la velocidad rápida y mezclar durante 30 segundos.

Detener la mezcladora por 90 segundos; durante los primeros 15, arrastrar con la espátula hacia el fondo todo el hormigón adherido a la pared del recipiente y tapar el mismo durante los 75 seg. restantes.

Mezclar durante 60 seg., haciendo funcionar la mezcladora velocidad rápida.

Número de Especímenes.- Se deben preparar por lo menos tres especímenes para cada variable que se quiera determinar, en caso que éstas dependan de las mezclas.

Preparación de Especímenes para el Ensayo de Compresión.-

- 1.- El diámetro máximo de las partículas de agregado grueso utilizado en las mezclas, no es mayor a 12.7 mm (1/2 pulg.).
- 2.- El llenado de los moldes debe iniciarse dentro de un

intervalo de tiempo no mayor a 25 minutos luego de terminar el primer mezclado.

- 3.- Colocar una capa de mortero de aproximadamente 25 mm de espesor en cada compartimiento cúbico y apisonar el mortero 32 veces en alrededor de 10 seg., en cuatro etapas de ocho golpes cada una.
- 4.- Un avez terminado el apisonado de la primera capa en todos los compartimientos, se llenan los mismos con el mortero restante y se apisona igual a la primera capa.
- 5.- El hormigón depositado en los bordes del molde debe verterse a los compartimientos con la la ayuda de la espátula antes de alisar los tubos, pasando la parte plana de la espátula con la punta ligeramente levantada, una sola vez en el sentido longitudinal y otra en sentido transversal del molde; luego, con el fin de nivelar el mortero que sobresale de la cara superior del molde, se pasa la parte plana de la espátula, con la punta ligeramente levantada, suavemente, a lo largo del molde y enrasar el mortero con el tope superior del molde, pasando alisando con el borde recto del palustre, sosteniendo casi perpendicular al molde, con un movimiento de aserrado a lo largo del mismo.
- 6.- Terminada la operación del llenado, colocar el conjunto formado por los cubos, el molde y la placa en la cámara de curado húmedo, de 20 a 24 horas, con las caras superiores de los cubos expuestas al aire húmedo, pero protegidas contra la eventual caída de agua.

Curado de los especímenes de prueba.-

- 1.- A todos los especímenes se les quitará el molde a las

24 horas después del mezclado; para ello, se tendrá el cuidado suficiente para no lastimar el espécimen, evitando golpearlo en la operación.

- 2.- Se marcará con la identificación que corresponda (# de serie y fecha de moldes).
- 3.- Se sumerge los especímenes en agua (tanques de almacenamiento) hasta el momento de su prueba; si no son ensayos a las 24 horas.

222. DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION.

Alcance.- En este ensayo se describe el procedimiento para determinar la resistencia a la compresión de cubos de hormigón.

Equipo.-

1.- Balanzas.

Para balanzas en uso, la variación admisible para una carga de 2000 gr debe ser de ± 2 gr.

Para balanzas nuevas, la variación admisible debe ser 1 gr.

El recíproco de la sensibilidad no debe ser mayor del doble de la variación admisible.

2.- Máquina de ensayo.

La máquina de ensayo puede ser de tipo hidráulico o de tornillo, con espacio suficiente entre la superficie superior e inferior de carga para permitir el uso de aparatos de comprobación y/o medida.

La carga aplicada al cubo de ensayo debe medirse con una exactitud del $\pm 1\%$.

La parte superior debe tener una rótula esférica de metal duro, unida fuertemente al cabezal de la máquina, de tal manera que quede libre para inclinarse en cualquier

35
dirección; el centro de la esfera debe estar en el centro de la superficie del bloque que se pone en contacto con el cubo.

La diagonal o el diámetro de la superficie de carga debe ser ligeramente mayor (aproximadamente 80 mm) que la diagonal de la cara del cubo de 50 mm de arista para facilitar su centrado.

Se debe usar un bloque de carga de metal duro, debajo del cubo, para disminuir el desgaste de la placa inferior de la máquina.

Se debe usar un bloque de carga, de metal duro, debajo del cubo, para disminuir el desgaste de la placa inferior de la máquina.

Procedimiento.-

- 1.- Se ensayan los cubos inmediatamente después de sacarlos de la cámara de curado húmedo en el caso de las probetas de 24 horas, o del agua del tanque de almacenamiento en todos los demás casos.
- 2.- Todos los cubos correspondientes a determinada edad de ensayo, deben ensayarse dentro de la tolerancia posible de tiempo que se indica en la tabla.

EDAD DEL CUBO	TOLERANCIA PERMISIBLE
24 Horas	+ 0.5 Horas
3 días	+ 1 "
7 "	+ 3 "
28 "	+ 12 "

- 3.- Secar la superficie de cada cubo y eliminar los granos

sueltos de arena u otras incrustaciones de aquellas caras que estarán en contacto con los bloques de carga de la máquina de ensayo.

- 4.- Revisar las caras pasando una regla; si hay una curvatura apreciable, se elige la cara o caras hasta lograr superficies planas, ya que se obtienen resultados mucho menores que las resistencias reales si las caras de los cubos no están completamente planas.
- 5.- Colocar cuidadosamente el cubo, centrándolo debajo del bloque superior de carga, de manera que la carga se aplique a dos caras del cubo previamente medidas y que estaban en contacto con las superficies planas del molde.
- 6.- Aplicar una carga inicial a cualquier velocidad conveniente, aproximadamente igual a la mitad de la carga máxima estimada para cubos que tienen carga máxima estimada mayor que 3.5 kN. No se aplicará ninguna carga inicial a especímenes que tienen cargas máximas estimadas menores que 3.5 kN.
- 7.- Ajustar la velocidad de aplicación de la carga, de manera que el resto de la carga se aplique sin interrupción hasta la falla, a una velocidad tal, que se alcance la máxima carga en no menos de 20 ni más de 80 segundos desde el inicio de la carga y se registra la carga máxima total indicada por la máquina de ensayo.

Calculos.-

- 1.- La resistencia a la compresión de morteros en cubos de 50 mm de arista se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$R_c = \frac{C_t}{A}$$

R_c = Resistencia a la compresión, en MPa(N/mm²)

C_t = Carga total máxima de falla, en N

A = Area nominal de la sección transversal
del cubo, en mm²

2.- Si el área real de la sección transversal del cubo varía en más de 1.5% del área nominal de 2500 mm², el cálculo debe hacerse en función del área real.

Debido a la extensión del estudio, vamos a realizar mezclas empleando la puzolana que mayor índice de actividad alcanzó, esta puzolana es la del sector de Llacao, ya que estas mezclas y sus resistencias a compresión son la referencia para la siguiente parte de nuestro estudio (elaboración de bloques).

En el diseño de mezclas se utilizó las dosificaciones en volumen aparente, las mismas que son: 1-3-6, 1-4-8 y 1-4-10. Estas dosificaciones fueron determinadas en base a dosificaciones más comunmente empleadas por las fábricas de bloques de la ciudad, a más de información bibliográfica encontrada.

En el diseño de las mezclas se sustituyó la puzolana por cemento de a cuerdo a porcentajes, igual sucede al sustituir la arena por puzolana.

Estas dosificaciones están indicadas en el encabezamiento de las fichas de ensayos (pruebas de resistencia a la compresión de cubos).

ESTUDIOS

PUZOLANA DE J. LOYOLA

ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD.

MATERIL PUZOLANA

PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
PESO DEL MATERIAL (gr.)	50	50	50
VOLUMEN DEL LIQUIDO (cc.)	0.3	0.5	0.4
VOL. DEL LIQUIDO+MATERIAL(cc.)	18.8	19.0	19.0
DENSIDAD (Gr/cc)	2.703	2.703	2.688

DENSIDAD PROMEDIO : 2.698 gr/cc

OBSERVACIONES : El volumen del líquido está tomado de a-
cuerdo a una marca comprendida entre 0-1 cc, como se indica
en 2.1.1.


FECHA Febrero 15 de 1991


ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL INDICE DE ACTIVIDAD PUZOLANICA.

PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA


MORTERO PATRON	CEMENTO	ARENA	AGUA	
	500 gr.	1500 gr.	250 cc.	
MORTERO DE ENSAYO	CEMENTO	PUZOLANA	ARENA	AGUA
	325 gr.	150 gr.	1500 gr	250 cc.


PROBETA PATRON

TIEMPO	MUESTRA	PESO (gr)	CARGA RUP (kg)	FATIGA (kg/cm ²)
 7 DIAS	1	274.36	5180	207.20
	2	276.42	5060	202.40
	PROMEDIO			204.80

 28 DIAS	1	274.82	8000	320.00
	2	273.26	7420	296.80
	PROMEDIO			308.40

PROBETA DE ENSAYO

 7 DIAS	1	271.24	2780	111.20
	2	273.46	2820	112.80
	PROMEDIO			112.00

 28 DIAS	1	271.74	4020	160.80
	2	270.96	4140	165.60
	PROMEDIO			163.20

OBSERVACIONES: Las probetas de ensayo alcanzan el 52.92%
de la resistencia de las probetas patrón; siendo el mínimo el
75% de la resistencia patrón, según 2.1.1 a los 28 días.

ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE LA SUPERFICIE ESPECIFICA.

MATERIAL PUZOLANA

PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
SUPERFICIE ESPECIFICA MUEST. PATRON	3460 m ² /kg	3460 m ² /kg	3460 m ² /kg
TIEMPO REGISTRADO MUEST. PATRON	36 seg.	36 seg.	36 seg.
VISCOSIDAD DEL AIRE MUEST. PATRON	0.0001808	0.0001808	0.0001808
TIEMPO REGISTRADO MUEST. ENSAYO	44 seg.	46 seg.	44 seg.
VISCOCIDAD DEL AIRE MUEST. ENSAYO	0.0001818	0.0001818	0.0001818
SUPERFICIE ESPECIFICA	3812 m ² /kg	3898 m ² /kg	3812 m ² / kg

SUPERFICIE ESPECIFICA PROMEDIO: 3841 m²/kg.

OBSERVACIONES: La temperatura registrada en la calibra-
ción del aparato fue de 20°C dando como resultado en las tablas
la viscosidad igual a 0.0001808 poises.

La temperatura registrada en el momento del ensayo es de -
22°C. siendo la viscosidad igual a 0.0001818 poises.

El tiempo de molido de la puzolana es de 3 minutos.

La fórmula que se utiliza para el cálculo de la superficie
específica es la (2) de 2.1.3.

FECHA Febrero 15 de 1991

DETERMINACION DE LA CONSISTENCIA NORMAL DE PASTA

MATERIAL PUZOLANA PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

PASTAS CON UN 20 % Y 30 % DE PUZOLANA

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
MASA DE AGUA (gr)	115	115	116
MASA DE CEMENTO (gr)	400	400	400
MASA DE PUZOLANA (gr)	100	100	100
CONSISTENCIA NORMAL (%)	23.00	23.00	23.20

CONSISTENCIA NORMAL PROMEDIO (%) 23.07 (20 % PUZOLANA)

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
MASA DE AGUA (gr)	119	118	119
MASA DE CEMENTO (gr)	350	350	350
MASA DE PUZOLANA (gr)	150	150	150
CONSISTENCIA NORMAL (%)	23.80	23.60	23.80

CONSISTENCIA NORMAL PROMEDIO (%) = 23.73 (30 % PUZOLANA)

OBSERVACIONES: El cemento utilizado en las pastas es el
Guapán.

DETERMINACION DE LA CONSISTENCIA NORMAL DE PASTA

MATERIAL PUZOLANA PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

PASTAS CON UN 40 % Y 50 % DE PUZOLANA

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
MASA DE AGUA (gr)	124	126	122
MASA DE CEMENTO (gr)	300	300	300
MASA DE PUZOLANA (gr)	200	200	200
CONSISTENCIA NORMAL (%)	24.80	25.20	24.40

CONSISTENCIA NORMAL PROMEDIO (%) 24.80 (40 % PUZOLANA)

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
MASA DE AGUA (gr)	127	127	125
MASA DE CEMENTO (gr)	250	250	250
MASA DE PUZOLANA (gr)	250	250	250
CONSISTENCIA NORMAL (%)	25.40	25.40	25.00

CONSISTENCIA NORMAL PROMEDIO (%) = 25.27 (50 % PUZOLANA)

OBSERVACIONES: El cemento utilizado en las pastas es el
Guapán.

ENSAYOS PARA LA DETERMINACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO

MATERIAL PUZOLANA PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

PASTAS CON UN 20 % Y 30 % DE PUZOLANA

MASA DE CEMENTO 400, MASA DE PUZOLANA 100 g; 20 % PUZOLANA

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
TIEMPO INICIAL DE FRAGUA.	2H:25'	2H:30'	2H:25'
TIEMPO FINAL DE FRAGUADO	3H:50'	3H:50'	3H:45'

TIEMPO INICIAL PROMEDIO = 2H:27'

TIEMPO FINAL PROMEDIO = 3H:47'

MASA DE CEMENTO 350 gr, MASA DE PUZOLANA 150 gr; 30 % PUZOLANA

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
TIEMPO INICIAL DE FRAGUA.	2H:35'	2H:30'	2H:30'
TIEMPO FINAL DE FRAGUADO	4H:10'	4H:30'	4H:20'

TIEMPO INICIAL PROMEDIO = 2H:32'

TIEMPO FINAL PROMEDIO = 4H:20'

OBSERVACIONES: Para determinar el tiempo inicial y el
tiempo final de fraguado, se deja caer la aguja cada 5 minutos
en la pasta.

ENSAYOS PARA LA DETERMINACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO

MATERIAL PUZOLANA PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

PASTAS CON UN 40 % Y 50 % DE PUZOLANA

MASA DE CEMENTO 300 gr, MASA DE PUZOLANA 200 gr, 40 % PUZOLANA

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
TIEMPO INICIAL DE FRAGUA.	3H:00'	3H:00'	3H:10'
TIEMPO FINAL DE FRAGUADO	4H:30'	4H:30'	4H:30'

TIEMPO INICIAL PROMEDIO = 3H:03'

TIEMPO FINAL PROMEDIO = 4H:30'

MASA DE CEMENTO 250gr, MASA DE PUZOLANA 250gr, 50 % PUZOLANA

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
TIEMPO INICIAL DE FRAGUA.	2H:40'	2H:40'	2H:50'
TIEMPO FINAL DE FRAGUADO	4H:00'	4H:10'	4H:10'

TIEMPO INICIAL PROMEDIO = 2H:43'

TIEMPO FINAL PROMEDIO = 4H:07'

OBSERVACIONES: Para determinar el tiempo inicial y el
tiempo final de fraguado se deja caer la aguja cada 5 minutos
en la pasta.

ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL PESO UNITARIO

MATERIAL PUZOLANA

PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

PESO UNITARIO SUELTO

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	576	576	576
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cc)	1000	1000	1000
RECIPIENTE + MATERIAL (gr)	2024	2023	2021
PESO DEL MATERIAL (gr)	1448	1447	1445
PESO VOLUMETRICO (gr / cc)	1.448	1.447	1.445

PESO VOLUMETRICO PROMEDIO = 1.447 gr/cc.

PESO UNITARIO COMPACTADO

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	576	576	576
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cc)	1000	1000	1000
RECIPIENTE + MATERIAL (gr)	2187	2190	2184
PESO DEL MATERIAL (gr)	1611	1614	1608
PESO VOLUMETRICO (gr / cc)	1.611	1.614	1.608

PESO VOLUMETRICO PROMEDIO = 1.611 gr/cc.

OBSERVACIONES: El peso del recipiente más agua igual
a 1576 gr; el material cumple las condiciones de humedad -
S.S.S.

ANALISIS GRANULOMETRICO

MATERIAL PUZOLANA

PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

TAMIZ		PESO RETENIDO (GR)	PESO RETENIDO ACUMULADO (GR)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
Nº	m m.				
3"	76.2				
2 1/2"	63.5				
2"	50.8				
1 1/2"	38.1				
1"	25.4				
3/4"	19.1				
1/2"	12.7	23.25	23.25	0.93	99.07
3/8"	9.52	69.35	92.60	3.70	96.30
Nº 4	4.76	251.00	343.60	13.74	86.26
PASA EL Nº 4		2156.40	2500.00		
Nº 8	2.38	32.36	32.36	8.59	77.67
Nº 16	1.19	32.77	65.13	17.29	68.97
Nº 30	0.59	45.82	110.95	29.46	56.80
Nº 50	0.297	72.31	183.26	48.65	37.61
Nº 100	0.149	64.67	247.93	65.82	20.44
Nº 200	0.074	70.81	318.74	84.62	1.64
PASA EL Nº 200		6.17	324.91		
TOTAL		324.91			

PESO ANTES DEL ENSAYO 2500gr

CUARTEO (MATERIAL PASA MALLA Nº 4)

PESO DESPUES DEL ENSAYO 2494.05gr

PESO ANTES DEL LAVADO 500.00gr

ERROR = 0.24

PESO DESPUES DEL LAVADO 324.92gr

MODULO DE FINURA 2.39

DIAMETRO MAXIMO 12.10 mm.

CURVA GRANULOMETRICA



ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO Y ABSORCION

MATERIAL PUZOLANA

PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

A = 73.00gr PESO DEL MATERIAL (S.S.S.)

B = 1540.60gr PESO DEL PIGNOMETRO + AGUA + MATERIAL

C = 1496.20gr. PESO DEL PIGNOMETRO + AGUA

D = 70.50gr PESO DEL MATERIAL SECO

(S.S.S.) = SUPERFICIE SATURADA SECA

PESO ESPECIFICO SECO = $\frac{D}{A-(B-C)}$ = $\frac{70.5}{73.00-(1540.6-1496.2)}$ = 2.47gr/cc

PESO ESPECIFICO SSS = $\frac{A}{A-(B-C)}$ = $\frac{73.00}{73.00-(1540.6-1496.2)}$ = 2.55gr/cc

PESO ESPECIF. APARENTE = $\frac{D}{D-(B-C)}$ = $\frac{70.5}{70.50-(1540.6-1496.2)}$ = 2.70gr/cc

% ABSORCION DE AGUA = $\frac{100(A-D)}{D}$ = $\frac{100(73.00-70.50)}{70.50}$ = 3.52%

OBSERVACIONES: _____

ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

MATERIAL PUZOLANA

PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

$$W = \frac{M - A}{A} \times 100$$

W = CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (%)

M = MASA DE MUESTRA ORIGINAL (gr)

A = MASA DE MUESTRA SECA (gr)

M U E S T R A	1	2	3
MASA HUMEDA + TARRO (gr)	110.34	110.04	110.68
MASA SECA + TARRO (gr)	106.89	106.63	107.68
PESO DEL TARRO (gr)	45.90	44.82	46.91
PESO DEL AGUA (gr)	3.45	3.41	3.00
PESO DE LA MUEST. SECA gr	60.59	61.81	60.77
CONT. DE HUMEDAD NATURAL (%)	5.69	5.52	4.94

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (%) PROMEDIO = 5.38

OBSERVACIONES: Para el cálculo de los resultados se aplica la fórmula indicada en 2.1.9

ESTUDIOS

PUZOLANA DE LLACAO

ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD.

MATERIL PUZOLANA

PROCEDENCIA LLACAO

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
PESO DEL MATERIAL (gr.)	50	50	50
VOLUMEN DEL LIQUIDO (cc.)	0.3	0.7	0.4
VOL. DEL LIQUIDO+MATERIAL(cc.)	19.1	19.5	19.1
DENSIDAD (Gr/cc)	2.659	2.659	2.674

DENSIDAD PROMEDIO : 2.664 gr/cc.

OBSERVACIONES : El volumen del líquido está tomado de a-
cuerdo a una marca comprendida entre 0-1 cc como se indica
en 2.1.1.

FECHA Febrero 15 de 1991


ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL INDICE DE ACTIVIDAD PUZOLANICA.


PROCEDENCIA LLACAO

	CEMENTO	ARENA	AGUA	
MORTERO PATRON	500 gr.	1500 gr.	250 gr.	


	CEMENTO	PUZOLANA	ARENA	AGUA
MORTERO DE ENSAYO	325 gr.	148.0 gr.	1500 gr.	250 cc.


PROBETA PATRON

TIEMPO	MUESTRA	PESO (gr)	CARGA RUP (kg)	FATIGA (kg/cm ²)
 7 DIAS	1	274.36	5180	207.20
	2	276.42	5000	202.40
	PROMEDIO			204.80

 28 DIAS	1	274.82	8000	320.00
	2	273.26	7420	296.80
	PROMEDIO			308.40

PROBETA DE ENSAYO

 7 DIAS	1	274.58	2780	111.20
	2	272.95	2800	112.00
	PROMEDIO			111.60

 28 DIAS	1	272.51	4400	176.00
	2	273.40	4280	171.20
	PROMEDIO			173.60

OBSERVACIONES: Las probetas de ensayo alcanzan el 56.29% de la resistencia de las probetas patrón, siendo el mínimo - 75% de la resistencia patrón según 2.1.2 a los 28 días.

ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE LA SUPERFICIE ESPECIFICA.

MATERIAL PUZOLANA

PROCEDENCIA LLACAO

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
SUPERFICIE ESPECIFICA MUEST. PATRON	3460 m ² /kg	3460 m ² /kg	3460 m ² /kg
TIEMPO REGISTRADO MUEST. PATRON	36 seg.	36 seg.	36 seg.
VISCOSIDAD DEL AIRE MUEST. PATRON	0.0001808	0.0001808	0.0001808
TIEMPO REGISTRADO MUEST. ENSAYO	55 seg.	52 seg.	50 seg.
VISCOCIDAD DEL AIRE MUEST. ENSAYO	0.0001818	0.0001818	0.0001818
SUPERFICIE ESPECIFICA	4266 m ² /kg	4145 m ² /kg	4065 m ² /kg

SUPERFICIE ESPECIFICA PROMEDIO: 4259 m²/kg.

OBSERVACIONES: La temperatura registrada en la calibra-
ción del aparato fue de 20°C dando como resultado en las ta-
blas la viscosidad igual a 0.0001808.poises.

La formula que se utiliza para el cálculo de la superfi-
cie específica es la (2) de 2.1.3.

La temperatura registrada en el momento del ensayo es 22°C
siendo la viscosidad igual a 0.0001818 poises.

El tiempo de molido de la puzolana es de 3 minutos.

FECHA Febrero 15 de 1991.

DETERMINACION DE LA CONSISTENCIA NORMAL DE PASTA

MATERIAL PUZOLANA PROCEDENCIA LLACAO

PASTAS CON UN 20 % Y 30 % DE PUZOLANA

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
MASA DE AGUA (gr)	114	116	116
MASA DE CEMENTO (gr)	400	400	400
MASA DE PUZOLANA (gr)	100	100	100
CONSISTENCIA NORMAL (%)	22.8	23.2	23.2

CONSISTENCIA NORMAL PROMEDIO (%) 23.07 (20 % PUZOLANA)

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
MASA DE AGUA (gr)	118	118	115
MASA DE CEMENTO (gr)	350	350	350
MASA DE PUZOLANA (gr)	100	100	100
CONSISTENCIA NORMAL (%)	23.6	23.6	23.0

CONSISTENCIA NORMAL PROMEDIO (%) = 23.4 (30 % PUZOLANA)

OBSERVACIONES: El cemento utilizado en las pastas es el
Guapán.

DETERMINACION DE LA CONSISTENCIA NORMAL DE PASTA

MATERIAL PUZOLANA PROCEDENCIA LLACAO

PASTAS CON UN 40 % Y 50 % DE PUZOLANA

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
MASA DE AGUA (gr)	122	121	119
MASA DE CEMENTO (gr)	300	300	300
MASA DE PUZOLANA (gr)	200	200	200
CONSISTENCIA NORMAL (%)	24.4	24.2	23.8

CONSISTENCIA NORMAL PROMEDIO (%) 24.13 (40 % PUZOLANA)

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
MASA DE AGUA (gr)	123	125	120
MASA DE CEMENTO (gr)	250	250	250
MASA DE PUZOLANA (gr)	250	250	250
CONSISTENCIA NORMAL (%)	24.6	25.0	24.0

CONSISTENCIA NORMAL PROMEDIO (%) = 24.53 (50 % PUZOLANA)

OBSERVACIONES: El cemento utilizado en las pastas es el
Guapán.

ENSAYOS PARA LA DETERMINACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO

MATERIAL PUZOLANA PROCEDENCIA LLACAO

PASTAS CON UN 20 % Y 30 % DE PUZOLANA

MASA DE CEMENTO 400, MASA DE PUZOLANA 100; 20 % PUZOLANA

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
TIEMPO INICIAL DE FRAGUA.	2H:15'	2H:15'	2H:15'
TIEMPO FINAL DE FRAGUADO	3H:40'	3H:50'	3H:50'

TIEMPO INICIAL PROMEDIO = 2H:15'

TIEMPO FINAL PROMEDIO = 3H:47'

MASA DE CEMENTO 350, MASA DE PUZOLANA 150; 30 % PUZOLANA

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
TIEMPO INICIAL DE FRAGUA.	2H:30'	2H:30'	2H:35'
TIEMPO FINAL DE FRAGUADO	4H:00'	4H:00'	4H:20'

TIEMPO INICIAL PROMEDIO = 2H:32'

TIEMPO FINAL PROMEDIO = 4H:07'

OBSERVACIONES: Para determinar el tiempo inicial y el
tiempo final de fraguado se deja caer la aguja cada 5 minutos
en la pasta.

ENSAYOS PARA LA DETERMINACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO

MATERIAL PUZOLANA PROCEDENCIA LLACAO

PASTAS CON UN 40 % Y 50 % DE PUZOLANA

MASA DE CEMENTO 300, MASA DE PUZOLANA 200 ; 40 % PUZOLANA

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
TIEMPO INICIAL DE FRAGUA.	2H:30'	2H:40'	2H:40'
TIEMPO FINAL DE FRAGUADO	4H:00'	4H:00'	4H:05'

TIEMPO INICIAL PROMEDIO = 2H:37'

TIEMPO FINAL PROMEDIO = 4H:02'

MASA DE CEMENTO 250, MASA DE PUZOLANA 250 ; 50 % PUZOLANA

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
TIEMPO INICIAL DE FRAGUA.	2H:00'	2H:00'	2H:00'
TIEMPO FINAL DE FRAGUADO	4H:00'	4H:20'	4H:20'

TIEMPO INICIAL PROMEDIO = 2H:00'

TIEMPO FINAL PROMEDIO = 4H:13'

OBSERVACIONES: Para determinar el tiempo inicial y el
tiempo final de fraguado se deja caer la aguja cada 5 minutos
en la pasta.

ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL PESO UNITARIO

MATERIAL PUZOLANA

PROCEDENCIA LLACAO

PESO UNITARIO SUELTO

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	576	576	576
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cc)	1000	1000	1000
RECIPIENTE + MATERIAL (gr)	1942	1945	1941
PESO DEL MATERIAL (gr)	1366	1369	1365
PESO VOLUMETRICO (gr / cc)	1.366	1.369	1.365

PESO VOLUMETRICO PROMEDIO = 1.367 gr/cc.

PESO UNITARIO COMPACTADO

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	576	576	576
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cc)	1000	1000	1000
RECIPIENTE + MATERIAL (gr)	2184	2170	2178
PESO DEL MATERIAL (gr)	1608	1594	1602
PESO VOLUMETRICO (gr / cc)	1.608	1.594	1.602

PESO VOLUMETRICO PROMEDIO = 1.601 gr/cc.

OBSERVACIONES: El peso del recipiente más agua igual a
1576 gr.

El material cumple con las condiciones de humedad s.s.s.

ANALISIS GRANULOMETRICO

MATERIAL PUZOLANA

PROCEDENCIA LLACAO

TAMIZ		PESO RETENIDO (GR)	PESO RETENIDO ACUMULADO (GR)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
Nº	m m.				
3"	76.2				
2 1/2"	63.5				
2"	50.8				
1 1/2"	38.1				
1"	25.4				
3/4"	19.1				
1/2"	12.7	135.05	135.05	5.40	94.60
3/8"	9.52	117.45	252.50	10.10	89.90
Nº 4	4.76	375.90	628.40	25.14	74.86
PASA EL Nº 4		1871.60	2500.00		
Nº 8	2.38	72.54	72.54	13.70	61.16
Nº 16	1.19	63.34	135.88	25.67	49.19
Nº 30	0.59	54.61	190.49	35.98	38.88
Nº 50	0.297	51.37	241.86	45.68	29.18
Nº 100	0.149	61.01	302.87	57.21	17.65
Nº 200	0.074	86.13	389.00	73.48	1.38
PASA EL Nº 200		7.20	396.20		
TOTAL		396.20			

PESO ANTES DEL ENSAYO 2500.00gr

PESO DESPUES DEL ENSAYO 2494.10gr

ERROR = 0.24

MODULO DE FINURA 3.04

CUARTEO (MATERIAL PASA MALLA Nº 4)

PESO ANTES DEL LAVADO 500gr

PESO DESPUES DEL LAVADO 396.33gr

DIAMETRO MAXIMO 10.80 mm.

CURVA GRANULOMETRICA



ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO Y ABSORCION

MATERIAL PUZOLANA

PROCEDENCIA LLACAO

A = 70.00 gr. PESO DEL MATERIAL (S.S.S.)

B = 1538.4gr. PESO DEL PIGNOMETRO + AGUA + MATERIAL

C = 1496.0gr. PESO DEL PIGNOMETRO + AGUA

D = 67.94 gr. PESO DEL MATERIAL SECO

(S.S.S.) = SUPERFICIE SATURADA SECA

PESO ESPECIFICO SECO = $\frac{D}{A-(B-C)}$ = $\frac{67.94}{70-(1538.4-1496)}$ = 2.46gr/cc

PESO ESPECIFICO SSS = $\frac{A}{A-(B-C)}$ = $\frac{70}{70-(1538.4-1496)}$ = 2.54gr/cc

PESO ESPECIF. APARENTE = $\frac{D}{D-(B-C)}$ = $\frac{67.94}{67.94-(1538.4-1496)}$ = 2.66gr/cc

% ABSORCION DE AGUA = $\frac{100(A-D)}{D}$ = $\frac{100(70.00-67.94)}{67.94}$ = 3.34gr/cc

OBSERVACIONES: _____

ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

MATERIAL PUZOLANA

PROCEDENCIA LLACAO

$$W = \frac{M - A}{A} \times 100$$

W = CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (%)

M = MASA DE MUESTRA ORIGINAL (gr)

A = MASA DE MUESTRA SECA (gr)

M U E S T R A	1	2	3
MASA HUMEDA + TARRO (gr)	110.99	110.44	112.00
MASA SECA + TARRO (gr)	109.44	108.19	110.45
PESO DEL TARRO (gr)	45.90	44.82	46.91
PESO DEL AGUA (gr)	1.55	2.25	1.55
PESO DE LA MUEST. SECA gr	63.54	63.37	63.54
CONT. DE HUMEDAD NATURAL (%)	2.44	3.55	2.44

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (%) PROMEDIO = 2.81

OBSERVACIONES: Para el cálculo de los resultados se aplica la formula indicada en 2.1.9

ESTUDIOS

PUZOLANA DE SOLANO

ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD.

MATERIL PUZOLANA

PROCEDENCIA SOLANO

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
PESO DEL MATERIAL (gr.)	50	50	50
VOLUMEN DEL LIQUIDO (cc.)	0.3	0.5	0.6
VOL. DEL LIQUIDO+MATERIAL(cc.)	19.3	19.6	19.6
DENSIDAD (Gr/cc)	2.631	2.618	2.631

DENSIDAD PROMEDIO : 2.627 gr/cc.

OBSERVACIONES : El volumen del líquido está tomado de a-
cuerdo a una marca comprendida entre 0-1 cc. como se indica -
en 2.1.1


FECHA Febrero 15 de 1991


ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL INDICE DE ACTIVIDAD PUZOLANICA.

PROCEDENCIA SOLANO


	CEMENTO	ARENA	AGUA	
MORTERO PATRON	500 gr.	1500 gr.	250 cc.	
	CEMENTO	PUZOLANA	ARENA	AGUA
MORTERO DE ENSAYO	325 gr.	145.9gr.	1500 gr.	250 cc.


PROBETA PATRON

T I E M P O	MUESTRA	PESO (gr)	CARGA RUP (kg)	FATIGA (kg/cm ²)
 7 DIAS	1	274.36	5180	207.20
	2	276.42	5060	202.40
	PROMEDIO			204.80

 28 DIAS	1	274.82	8000	320.00
	2	273.26	7420	296.80
	PROMEDIO			308.40

PROBETA DE ENSAYO

 7 DIAS	1	272.44	2400	96.00
	2	271.28	2680	107.20
	PROMEDIO			101.60

 28 DIAS	1	271.17	3900	156.00
	2	271.43	3720	148.80
	PROMEDIO			152.40

OBSERVACIONES: Las probetas de ensayo alcanzan 49.42% de la resistencia de las probetas patrón; siendo el mínimo 75% de la resistencia patrón según 2.1.2 a los 28 días.

ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE LA SUPERFICIE ESPECIFICA.

MATERIAL PUZOLANA

PROCEDENCIA SOLANO

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
SUPERFICIE ESPECIFICA MUEST. PATRON	3460 m ² /kg	3460 m ² /kg	3460 m ² /kg
TIEMPO REGISTRADO MUEST. PATRON	36 seg.	36 seg.	36 seg.
VISCOSIDAD DEL AIRE MUEST. PATRON	0.0001808	0.0001808	0.0001808
TIEMPO REGISTRADO MUEST. ENSAYO	74 seg.	72 seg.	70 seg.
VISCOSIDAD DEL AIRE MUEST. ENSAYO	0.0001818	0.0001818	0.0001818
SUPERFICIE ESPECIFICA	4945 m ² /kg	4881 m ² /kg	4812 m ² /kg

SUPERFICIE ESPECIFICA PROMEDIO: 4879 m²/kg.

OBSERVACIONES: La temperatura registrada en la calibración del aparato fue de 20°C dando como resultado en las tablas la viscosidad igual a 0.0001808 poises.

La formula que se utiliza para el cálculo de la superficie específica es la (2) de 2.1.3.

La temperatura registrada en el momento del ensayo es 22°C siendo la viscosidad igual a 0.0001818 poises.

El tiempo de molido de la puzolana es de 3 minutos.

FECHA Febrero 15 de 1991

DETERMINACION DE LA CONSISTENCIA NORMAL DE PASTA

MATERIAL PUZOLANA PROCEDENCIA SOLANO

PASTAS CON UN 20 % Y 30 % DE PUZOLANA

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
MASA DE AGUA (gr)	111	111	109
MASA DE CEMENTO (gr)	400	400	400
MASA DE PUZOLANA (gr)	100	100	100
CONSISTENCIA NORMAL (%)	22.2	22.2	21.8

CONSISTENCIA NORMAL PROMEDIO (%) 22.07 (20 % PUZOLANA)

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
MASA DE AGUA (gr)	112	114	111
MASA DE CEMENTO (gr)	350	350	350
MASA DE PUZOLANA (gr)	150	150	150
CONSISTENCIA NORMAL (%)	22.4	22.8	22.2

CONSISTENCIA NORMAL PROMEDIO (%) = 22.47 (30 % PUZOLANA)

OBSERVACIONES: El cemento utilizado en las pastas es el

Guapán.

DETERMINACION DE LA CONSISTENCIA NORMAL DE PASTA

MATERIAL PUZOLANA PROCEDENCIA SOLANO

PASTAS CON UN 40 % Y 50 % DE PUZOLANA

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
MASA DE AGUA (gr)	115	115	114
MASA DE CEMENTO (gr)	300	300	300
MASA DE PUZOLANA (gr)	200	200	200
CONSISTENCIA NORMAL (%)	23.0	23.0	22.8

CONSISTENCIA NORMAL PROMEDIO (%) 22.93 (40 % PUZOLANA)

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
MASA DE AGUA (gr)	115	116	118
MASA DE CEMENTO (gr)	250	250	250
MASA DE PUZOLANA (gr)	250	250	250
CONSISTENCIA NORMAL (%)	23.0	23.2	23.6

CONSISTENCIA NORMAL PROMEDIO (%) = 23.26 (50 % PUZOLANA)

OBSERVACIONES: El cemento utilizado en las pastas es el
Guapán.

ENSAYOS PARA LA DETERMINACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO

MATERIAL PUZOLANA PROCEDENCIA SOLANO

PASTAS CON UN 20 % Y 30 % DE PUZOLANA

MASA DE CEMENTO 400gr, MASA DE PUZOLANA 100gr ; 20 % PUZOLANA

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
TIEMPO INICIAL DE FRAGUA.	2H:35'	2H:40'	2H:50'
TIEMPO FINAL DE FRAGUADO	4H:00'	4H:00'	4H:10'

TIEMPO INICIAL PROMEDIO = 2H:42'

TIEMPO FINAL PROMEDIO = 4H:03'

MASA DE CEMENTO 350gr, MASA DE PUZOLANA 150gr ; 30 % PUZOLANA

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
TIEMPO INICIAL DE FRAGUA.	2H:50'	3H:00'	3H:10'
TIEMPO FINAL DE FRAGUADO	4H:25'	4H:25'	4H:30'

TIEMPO INICIAL PROMEDIO = 3H:00'

TIEMPO FINAL PROMEDIO = 4H:27'

OBSERVACIONES: Para determinar el tiempo inicial y el tiempo final de fraguado se deja caer la aguja cada 5 minutos en la pasta.

ENSAYOS PARA LA DETERMINACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO

MATERIAL PUZOLANA PROCEDENCIA SOLANO

PASTAS CON UN 40 % Y 50 % DE PUZOLANA

MASA DE CEMENTO 300gr, MASA DE PUZOLANA 200gr, 40 % PUZOLANA

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
TIEMPO INICIAL DE FRAGUA.	2H:45'	2H:50'	3H:00'
TIEMPO FINAL DE FRAGUADO	4H:30'	4H:30'	4H:30'

TIEMPO INICIAL PROMEDIO = 2H:52'

TIEMPO FINAL PROMEDIO = 4H:30'

MASA DE CEMENTO 250gr, MASA DE PUZOLANA 250gr, 50 % PUZOLANA

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
TIEMPO INICIAL DE FRAGUA.	2H:40'	2H:40'	3H:00'
TIEMPO FINAL DE FRAGUADO	3H:20'	3H:40'	3H:40'

TIEMPO INICIAL PROMEDIO = 2H:47'

TIEMPO FINAL PROMEDIO = 3H:33'

OBSERVACIONES: Para determinar el tiempo inicial y el
tiempo final de fraguado se deja caer la aguja cada 5 minutos
en la pasta.

ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL PESO UNITARIO

MATERIAL PUZOLANA PROCEDENCIA SOLANO

PESO UNITARIO SUELTO

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	576	576	576
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cc)	1000	1000	1000
RECIPIENTE + MATERIAL (gr)	1829	1827	1827
PESO DEL MATERIAL (gr)	1253	1251	1251
PESO VOLUMETRICO (gr / cc)	1.253	1.251	1.251

PESO VOLUMETRICO PROMEDIO * 1.252 gr/cc

PESO UNITARIO COMPACTADO

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	576	576	576
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cc)	1000	1000	1000
RECIPIENTE + MATERIAL (gr)	2057	2066	2060
PESO DEL MATERIAL (gr)	1481	1490	1484
PESO VOLUMETRICO (gr / cc)	1.481	1.490	1.484

PESO VOLUMETRICO PROMEDIO * 1.485 gr/cc.

OBSERVACIONES: El material cumple las condiciones de
humedad s.s.s.

El peso del recipiente más agua es igual a 1576 gr.

ANALISIS GRANULOMETRICO

MATERIAL PUZOLANA

PROCEDENCIA SOLANO

TAMIZ		PESO RETENIDO GR	PESO RETENIDO ACUMULADO GR	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
Nº	mm.				
3"	76.2				
2 1/2"	63.5				
2"	50.8				
1 1/2"	38.1				
1"	25.4				
3/4"	19.1				
1/2"	12.7				
3/8"	9.52	8.65	8.65	0.35	99.65
Nº 4	4.76	65.15	73.80	2.95	97.05
PASA EL Nº 4		2434.85	2500.00		
Nº 8	2.38	11.45	11.45	3.68	93.37
Nº 16	1.19	21.57	23.02	10.60	86.45
Nº 30	0.59	40.57	73.59	23.63	73.42
Nº 50	0.297	71.10	144.69	46.46	50.59
Nº 100	0.149	70.94	215.63	69.24	27.80
Nº 200	0.074	61.80	277.43	89.08	7.96
PASA EL Nº 200		24.78	302.21		
TOTAL		302.21			

PESO ANTES DEL ENSAYO 2500gr

PESO DESPUES DEL ENSAYO 2486.15gr

ERROR = 0.55

MODULO DE FINURA 1.68

CUARTEO (MATERIAL PASA MALLA Nº 4)

PESO ANTES DEL LAVADO 500gr

PESO DESPUES DEL LAVADO 302.24gr

DIAMETRO MAXIMO 8.32 mm.

CURVA GRANULOMETRICA



ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO Y ABSORCION

MATERIAL PUZOLANA

PROCEDENCIA SOLANO

A = 68.00 gr. PESO DEL MATERIAL (S.S.S.)

B = 1534.6gr. PESO DEL PIGNOMETRO + AGUA + MATERIAL

C = 1494 gr. PESO DEL PIGNOMETRO + AGUA

D = 65.58gr. PESO DEL MATERIAL SECO

(S.S.S.) = SUPERFICIE SATURADA SECA

PESO ESPECIFICO SECO = $\frac{D}{A-(B-C)} = \frac{65.58}{68.0-(1534.6-1494)} = 2.39\text{gr/cc}$

PESO ESPECIFICO SSS = $\frac{A}{A-(B-C)} = \frac{68.00}{68.0-(1534.6-1494)} = 2.48\text{gr/cc}$

PESO ESPECIF. APARENTE = $\frac{D}{D-(B-C)} = \frac{65.58}{65.58-(1534.6-1494)} = 2.62\text{gr/cc}$

% ABSORCION DE AGUA = $\frac{100(A-D)}{D} = \frac{100(68.00-65.58)}{65.58} = 3.69\text{gr/cc}$

OBSERVACIONES: _____

ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

MATERIAL PUZOLANA

PROCEDENCIA SOLANO

$$W = \frac{M - A}{A} \times 100$$

W = CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (%)

M = MASA DE MUESTRA ORIGINAL (gr)

A = MASA DE MUESTRA SECA (gr)

MUESTRA	1	2	3
MASA HUMEDA + TARRO (gr)	108.70	107.54	110.72
MASA SECA + TARRO (gr)	104.81	103.34	107.02
PESO DEL TARRO (gr)	45.90	44.82	46.91
PESO DEL AGUA (gr)	3.89	4.20	3.90
PESO DE LA MUEST. SECA gr	58.91	58.52	60.11
CONT. DE HUMEDAD NATURAL (%)	6.60	7.18	6.16

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (%) PROMEDIO = 6.65

OBSERVACIONES: Para el cálculo de resultados se aplica
la fórmula indicada en 2.1.9.

ESTUDIOS

AGREGADOS RIO TABACAY

ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL PESO UNITARIO

MATERIAL ARENA

PROCEDENCIA RIO TABACAY

PESO UNITARIO SUELTO

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	576	576	576
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cc)	1000	1000	1000
RECIPIENTE + MATERIAL (gr)	2080	2086	2091
PESO DEL MATERIAL (gr)	1504	1510	1515
PESO VOLUMETRICO (gr / cc)	1.504	1.510	1.515

PESO VOLUMETRICO PROMEDIO = 1.51gr/cc.

PESO UNITARIO COMPACTADO

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	576	576	576
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cc)	1000	1000	1000
RECIPIENTE + MATERIAL (gr)	2186	2190	2201
PESO DEL MATERIAL (gr)	1604	1614	1625
PESO VOLUMETRICO (gr / cc)	1.604	1.614	1.625

PESO VOLUMETRICO PROMEDIO = 1.61 gr/cc

OBSERVACIONES: _____

ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO Y ABSORCION

MATERIAL AGREGADO FINO

PROCEDENCIA RIO TABACAY

A = 264.58 gr. PESO DEL MATERIAL (S.S.S.)

B = 1654.00gr. PESO DEL PIGNOMETRO + AGUA + MATERIAL

C = 1492.50gr. PESO DEL PIGNOMETRO + AGUA

D = 259.38 gr. PESO DEL MATERIAL SECO

(S.S.S.) = SUPERFICIE SATURADA SECA

$$\text{PESO ESPECIFICO SECO} = \frac{D}{A-(B-C)} = \frac{259.38}{264.58-(1654-1492.5)} = 2.52\text{gr/cc}$$

$$\text{PESO ESPECIFICO SSS} = \frac{A}{A-(B-C)} = \frac{264.58}{264.58-(1654-1492.5)} = 2.57\text{gr/cc}$$

$$\text{PESO ESPECIF. APARENTE} = \frac{D}{D-(B-C)} = \frac{259.38}{259.38-(1654-1492.5)} = 2.65\text{gr/cc}$$

$$\% \text{ ABSORCION DE AGUA} = \frac{100(A-D)}{D} = \frac{100(264.58-259.38)}{259.38} = 2.04\%$$

OBSERVACIONES: _____

ANALISIS GRANULOMETRICO

MATERIAL AGREGADO PROCEDENCIA RIO TABACAY

TAMIZ		PESO RETENIDO	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
Nº	mm.				
3"	76.2				
2 1/2"	63.5				
2"	50.8				
1 1/2"	38.1				
1"	25.4	677 gr	677 gr	6.77	93.23
3/4"	19.1	856 gr	1533gr	15.33	84.67
1/2"	12.7	534.5gr	2067.5	20.67	79.33
3/8"	9.52	896.8gr	2964.3	29.64	71.36
Nº 4	4.76	1813.6gr	4777.9	47.78	52.22
PASA EL Nº 4		5222.1gr	10000.0		
Nº 8	2.38	75.36gr	75.36gr	8.96	43.26
Nº 16	1.19	58.46gr	133.82gr	15.91	36.31
Nº 30	0.59	97.31gr	231.13gr	27.47	24.75
Nº 50	0.297	67.53gr	298.33gr	35.50	16.72
Nº 100	0.149	82.72gr	381.38gr	45.33	6.89
Nº 200	0.074	46.36gr	427.74gr	50.85	1.37
PASA EL Nº 200		11.56gr	439.30gr		
TOTAL		437.12gr			

PESO ANTES DEL ENSAYO	10000 gr	CUARTEO (MATERIAL PASA MALLA Nº 4)	
PESO DESPUES DEL ENSAYO	9964 gr	PESO ANTES DEL LAVADO	500 gr
ERROR=	0.36	PESO DESPUES DEL LAVADO	439.3 gr
MODULO DE FINURA	3.72	DIAMETRO MAXIMO	

CURVA GRANULOMETRICA



ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL PESO UNITARIO

MATERIAL GRAVA

PROCEDENCIA RIO TABACAY

PESO UNITARIO SUELTO

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	1815	1815	1815
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cc)	3000	3000	3000
RECIPIENTE + MATERIAL (gr)	3001	2998	2997
PESO DEL MATERIAL (gr)	1186	1183	1182
PESO VOLUMETRICO (gr / cc)	1.186	1.183	1.182

PESO VOLUMETRICO PROMEDIO = 1.184 gr/cc

PESO UNITARIO COMPACTADO

D A T O S	E N S A Y O S		
	1	2	3
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	1815	1815	1815
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cc)	3000	3000	3000
RECIPIENTE + MATERIAL (gr)	3179	3172	3173
PESO DEL MATERIAL (gr)	1364	1357	1358
PESO VOLUMETRICO (gr / cc)	1.364	1.357	1.358

PESO VOLUMETRICO PROMEDIO = 1.360 gr/cc

OBSERVACIONES: El peso del recipiente más agua es igual a 4815 gr. El material cumple con las condiciones de humedad svs.s. El diámetro máximo del agregado es de 12.5 mm.

ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO Y ABSORCION

MATERIAL AGREGADO GRUESO

PROCEDENCIA RIO TABACAY

A = 915.00 gr PESO DEL MATERIAL (S.S.S.)

B = 3173.63gr PESO DEL PIGNOMETRO + AGUA + MATERIAL

C = 2652.36gr PESO DEL PIGNOMETRO + AGUA

D = 868.78 gr PESO DEL MATERIAL SECO

(S.S.S.) = SUPERFICIE SATURADA SECA

PESO ESPECIFICO SECO = $\frac{D}{A-(B-C)}$ = $\frac{868.78}{915.0-(3173-2652.36)}$ = 2.21gr/cc.

PESO ESPECIFICO SSS = $\frac{A}{A-(B-C)}$ = $\frac{915.00}{915.0-(3173-2652.36)}$ = 2.32gr/cc.

PESO ESPECIF. APARENTE = $\frac{D}{D-(B-C)}$ = $\frac{868.78}{868.78-(3173.63-2652.3)}$ = 2.50gr/cc.

% ABSORCION DE AGUA = $\frac{100(A-D)}{D}$ = $\frac{100(915.0-868.78)}{868.78}$ = 5.32 %

OBSERVACIONES: _____

ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

MATERIAL AGREGADO

PROCEDENCIA RIO TABACAY

$$W = \frac{M - A}{A} \times 100$$

W = CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (%)

M = MASA DE MUESTRA ORIGINAL (gr)

A = MASA DE MUESTRA SECA (gr)

M U E S T R A	1	2	3
MASA HUMEDA + TARRO (gr)	108.26	105.24	102.02
MASA SECA + TARRO (gr)	100.61	97.68	98.05
PESO DEL TARRO (gr)	45.90	44.82	46.91
PESO DEL AGUA (gr)	7.65	7.56	6.97
PESO DE LA MUEST. SECA gr	54.71	52.86	51.14
CONT. DE HUMEDAD NATURAL (%)	13.98	14.30	13.63

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (%) PROMEDIO = 13.97

OBSERVACIONES: _____

DISEÑO DE MEZCLAS

DOSIFICACION DE MEZCLAS

PROCEDENCIA LLACAO

DOSIFICACION EN VOLUMEN APARENTE 1- 3- 6

CONSISTENCIA DE LA MEZCLA SECA

DATOS DEL CEMENTO: PESO VOLUMETRICO = 1.20gr/cc

PESO ESPECIFICO = 3.15gr/cc

DATOS DE LA GRAVA : PESO VOLUMETRICO = 1.18gr/cc

PESO ESPECIFICO = 2.50gr/cc

DATOS DE LA ARENA : PESO VOLUMETRICO = 1.51gr/cc

PESO ESPECIFICO = 2.65gr/cc

DATOS DE LA PUZOLANA: PESO VOLUMETRICO = 1.37gr/cc

PESO ESPECIFICO = 2.66gr/cc

VOLUMEN DE AGUA PARA EL DISEÑO 180 litros

VOLUMEN ADMISIBLE DE AIRE ATRAPADO EN LA MEZCLA 10 lts.

(1) PARTIMOS DE :

VOL. CEMENTO + VOL. ARENA + VOL. GRAVA + VOL. AGUA + VOL. AIRE = 1000 Litros

SABIENDO QUE :

VOL. GRAVA = 6 VOL. CEMENTO VOL. ARENA = 3 VOL. CEMENTO

$$\begin{aligned} \text{VOL. GRAVA} \times \frac{1.18}{2.50} &= \underline{6} \text{ VOL. CEMENTO} \times \frac{1.20}{3.15} \\ \text{VOL. ARENA} \times \frac{1.51}{2.65} &= \underline{3} \text{ VOL. CEMENTO} \times \frac{1.20}{3.15} \end{aligned}$$

(2) VOL. GRAVA = 4.84 VOL. CEMENTO ; VOL. ARENA = 2.00 VOL. CEMENTO

VOLVEMOS A (1) Y REMPLAZANDO (2) TENEMOS:

$$\begin{aligned} \text{VOL. CEMENTO} + \underline{2} \text{ VOL. CEMENTO} + \underline{4.84} \text{ VOL. CEMENTO} + \underline{180} \text{ Lts} + \underline{10} \text{ Lts} \\ = 1000 \text{ Lts.} \end{aligned}$$

$$\text{VOL. CEMENTO} (\underline{1.00 + 2.00 + 4.84}) = \underline{810} \text{ Lts.}$$

VOL. CEMENTO = 103.44 Lts.

DE (2): VOL. GRAVA = 499.66 Lts. VOL. ARENA = 206.88 Lts.

VOLUMEN x PESO ESPECIFICO = PESO

CEMENTO = 103.44lt X 3.15gr/cc=325.87kg

ARENA = 206.88lt X 2.65gr/cc=548.28kg

GRAVA = 499.66lt X 2.50gr/cc=1249.15kg

AGUA = 180 litros

NOTA : LOS PESOS ANTERIORES SON PARA UN METRO CUBICO DE HORMIGON, PARA 8 CUBOS DE PRUEBA SE NECESITAN 1.2 Lts.

CEMENTO : $\frac{103.44}{X}$ $\frac{1000lt}{1.2 lt}$ CEMENTO = 0.124lt X 3.15gr/cc=0.39kg

ARENA : $\frac{206.88}{X}$ $\frac{1000lt}{1.2 lt}$ ARENA = 0.248lt X 2.65gr/cc=0.66kg

GRAVA : $\frac{499.66}{X}$ $\frac{1000lt}{1.2 lt}$ GRAVA = 0.599lt X 2.50gr/cc=1.50kg

AGUA : $\frac{180.00}{X}$ $\frac{1000lt}{1.2 lt}$ AGUA = 0.216 litros

PARA OBTENER 1.2 Lts DE MEZCLA NECESITAMOS :

CEMENTO = 390.6 gramos

ARENA = 660.0 gramos

GRAVA = 1500 gramos

AGUA = 216 cc

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.55

DOSIFICACION DE MEZCLAS

PROCEDENCIA LLACAO

DOSIFICACION EN VOLUMEN APARENTE 1- 4- 8

CONSISTENCIA DE LA MEZCLA SECA

DATOS DEL CEMENTO: PESO VOLUMETRICO = 1.20gr/cc

PESO ESPECIFICO = 3.15gr/cc

DATOS DE LA GRAVA : PESO VOLUMETRICO = 1.18gr/cc

PESO ESPECIFICO = 2.50gr/cc

DATOS DE LA ARENA : PESO VOLUMETRICO = 1.51gr/cc

PESO ESPECIFICO = 2.65gr/cc

DATOS DE LA PUZOLANA: PESO VOLUMETRICO = 1.37gr/cc

PESO ESPECIFICO = 2.66gr/cc

VOLUMEN DE AGUA PARA EL DISEÑO 150 litros

VOLUMEN ADMISIBLE DE AIRE ATRAPADO EN LA MEZCLA 10 lts

(1) PARTIMOS DE :

VOL. CEMENTO + VOL. ARENA + VOL. GRAVA + VOL. AGUA + VOL. AIRE = 1000 Litros

SABIENDO QUE :

VOL. GRAVA = 8 VOL. CEMENTO VOL. ARENA = 4 VOL. CEMENTO

$$\text{VOL. GRAVA} \times \frac{1.18}{2.50} = \underline{8} \text{ VOL. CEMENTO} \times \frac{1.20}{3.15}$$

$$\text{VOL. ARENA} \times \frac{1.51}{2.65} = \underline{4} \text{ VOL. CEMENTO} \times \frac{1.20}{3.15}$$

(2) VOL. GRAVA = 6.44 VOL. CEMENTO ; VOL. ARENA = 2.66 VOL. CEMENTO

VOLVEMOS A (1) Y REMPLAZANDO (2) TENEMOS:

$$\text{VOL. CEMENTO} + \underline{2.66} \text{ VOL. CEMENTO} + \underline{6.44} \text{ VOL. CEMENTO} + \underline{150} \text{ Lts} + \underline{10} \text{ Lts} = 1000 \text{ Lts.}$$

$$\text{VOL. CEMENTO} (\underline{1.00 + 2.66 + 6.44}) = \underline{840} \text{ Lts.}$$

VOL. CEMENTO = 83.21 Lts.

DE (2): VOL. GRAVA = 535.87 Lts. VOL. ARENA = 221.34 Lts.

VOLUMEN x PESO ESPECIFICO = PESO

CEMENTO = 83.21lt X 3.15gr/cc=262.11kg

ARENA = 221.34lt X 2.65gr/cc=586.55kg

GRAVA = 535.87lt X 2.50gr/cc=1338.64kg

AGUA = 150 litros

NOTA : LOS PESOS ANTERIORES SON PARA UN METRO
CUBICO DE HORMIGON, PARA 6 CUBOS DE PRUEBA
SE NECESITAN 1.2 Lts.

CEMENTO : $\frac{83.21}{X}$ $\frac{1000lt}{1.2 lt}$ CEMENTO = 0.100lt X 3.15gr/cc=0.315lt

ARENA : $\frac{221.34}{X}$ $\frac{1000lt}{1.2 lt}$ ARENA = 0.266lt X 2.65gr/cc=0.704lt

GRAVA : $\frac{535.87}{X}$ $\frac{1000lt}{1.2 lt}$ GRAVA = 0.643lt X 2.50gr/cc=1.608lt

AGUA : $\frac{150.00}{X}$ $\frac{1000lt}{1.2 lt}$ AGUA = 0.180 litros

PARA OBTENER 1.2 Lts DE MEZCLA NECESITAMOS :

CEMENTO = 315 gramos

ARENA = 704 gramos

GRAVA = 1608 gramos

AGUA = 180 cc

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.57

DOSIFICACION DE MEZCLAS

PROCEDENCIA LLACAO

DOSIFICACION EN VOLUMEN APARENTE 1- 4- 10

CONSISTENCIA DE LA MEZCLA SECA

DATOS DEL CEMENTO: PESO VOLUMETRICO = 1.20gr/cc

PESO ESPECIFICO = 3.15gr/cc

DATOS DE LA GRAVA : PESO VOLUMETRICO = 1.18gr/cc

PESO ESPECIFICO = 2.50gr/cc

DATOS DE LA ARENA : PESO VOLUMETRICO = 1.51gr/cc

PESO ESPECIFICO = 2.65gr/cc

DATOS DE LA PUZOLANA: PESO VOLUMETRICO = 1.37gr/cc

PESO ESPECIFICO = 2.66gr/cc

VOLUMEN DE AGUA PARA EL DISEÑO 150 litros

VOLUMEN ADMISIBLE DE AIRE ATRAPADO EN LA MEZCLA 10 lts

(1) PARTIMOS DE :

VOL. CEMENTO + VOL. ARENA + VOL. GRAVA + VOL. AGUA + VOL. AIRE = 1000 Litros

SABIENDO QUE :

VOL. GRAVA = 10 VOL. CEMENTO VOL. ARENA = 4 VOL. CEMENTO

$$\text{VOL. GRAVA} \times \frac{1.18}{2.50} = \underline{10} \quad \text{VOL. CEMENTO} \times \frac{1.20}{3.15}$$

$$\text{VOL. ARENA} \times \frac{1.51}{2.65} = \underline{4} \quad \text{VOL. CEMENTO} \times \frac{1.20}{3.15}$$

(2) VOL. GRAVA = 9.56 VOL. CEMENTO ; VOL. ARENA = 2.66 VOL. CEMENTO

VOLVEMOS A (1) Y REMPLAZANDO (2) TENEMOS:

$$\text{VOL. CEMENTO} + \underline{2.66} \text{ VOL. CEMENTO} + \underline{8.07} \text{ VOL. CEMENTO} + \underline{150} \text{ Lts} + \underline{10} \text{ Lts} = 1000 \text{ Lts.}$$

$$\text{VOL. CEMENTO} (\underline{1.00 + 2.66 + 8.07}) = \underline{840} \text{ Lts.}$$

VOL. CEMENTO = 71.61 Lts.

DE (2): VOL. GRAVA = 577.89 Lts. VOL. ARENA = 190.48 Lts.

VOLUMEN x PESO ESPECIFICO = PESO
CEMENTO = 71.61lt X 3.15gr/cc=225.57kg
ARENA = 190.48lt X 2.65gr/cc=504.77kg
GRAVA = 577.89lt X 2.50gr/cc=1444.72kg
AGUA = 150 litros

NOTA : LOS PESOS ANTERIORES SON PARA UN METRO
CUBICO DE HORMIGON, PARA 8 CUBOS DE PRUEBA
SE NECESITAN 1.2 Lts.

CEMENTO : $\frac{71.61}{X}$ $\frac{1000lt}{1.2 lt}$ CEMENTO = 0.086lt X 3.15gr/cc=0.271

ARENA : $\frac{190.48}{X}$ $\frac{1000lt}{1.2 lt}$ ARENA = 0.229lt X 2.65gr/cc=0.606

GRAVA : $\frac{577.89}{X}$ $\frac{1000lt}{1.2 lt}$ GRAVA = 0.693lt X 2.50gr/cc=1.734

AGUA : $\frac{150.00}{X}$ $\frac{1000lt}{1.2 lt}$ AGUA = 0.180 litros

PARA OBTENER 1.2 Lts DE MEZCLA NECESITAMOS :

CEMENTO = 271.00 gramos

ARENA = 606.00 gramos

GRAVA = 1734.00gramos

AGUA = 180.00 cc

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.66

RESISTENCIA A LA COMPRESION

PROBETAS CUBICAS

PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESION

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1 -3 -6 PROCEDENCIA LLACAO

MATERIALES


CEMENTO	ARENA	GRAVA	AGUA	
---------	-------	-------	------	--


DOSIFICACION EN PESO


325.87k	548.28kg	1249.15k		
---------	----------	----------	--	--


RELACION A / C 0.55

PROBETAS CUBICAS

TIEMPO	MUESTRA	PESO Gr.	CARGA DE RUPTURA Kg.	FATIGA Kg /cm ²
 1 DIA	1	301.64	2680	107.2
	2	300.86	2720	108.8
	PROMEDIO			108.0

 3 DIAS	1	295.81	4000	160.0
	2	296.03	4200	168.0
	PROMEDIO			164.0

 7 DIAS	1	290.16	5000	200.0
	2	289.44	5080	203.2
	PROMEDIO			201.6

 28 DIAS	1	281.16	7760	310.4
	2	282.00	7820	312.8
	PROMEDIO			311.6

OBSERVACIONES. Este hormigón será el patrón de comparación con las otras mezclas.

FECHA Febrero 15 de 1991

PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESION

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1 - 3 - 6

PROCEDENCIA

LLACAO

MATERIALES

CEMENTO

PUZOLANA

ARENA

GRAVA

AGUA

DOSIFICACION EN PESO

260.70kg

65.17kg


548.28kg


1249.15kg


RELACION A / C


0.55

PROBETAS CUBICAS

TIEMPO	MUESTRA	PESO Gr.	CARGA DE RUPTURA Kg.	FATIGA Kg/cm ²
 1 DIA	1	292.12	2020	80.8
	2	291.53	2020	80.8
	PROMEDIO			80.8

 3 DIAS	1	285.43	2520	100.8
	2	285.47	2640	105.6
	PROMEDIO			103.2

 7 DIAS	1	281.19	3340	133.6
	2	280.88	3400	136.0
	PROMEDIO			134.8

 28 DIAS	1	270.23	4880	195.2
	2	271.48	4760	190.4
	PROMEDIO			192.8

OBSERVACIONES. — Se sustituye un 20% de cemento por puzo-
lana.

FECHA Febrero 15 de 1991

PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESION


DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 3- 6 PROCEDENCIA LLACAO


MATERIALES CEMENTO PUZOLANA ARENA GRAVA AGUA


DOSIFICACION EN PESO 228.11kg 97.76kg 548.28kg 1249.15k


RELACION A / C 0.55

PROBETAS CUBICAS

TIEMPO	MUESTRA	PESO Gr.	CARGA DE RUPTURA Kg.	FATIGA Kg /cm ²
 1 DIA	1	290.25	1920	76.8
	2	288.46	1900	76.0
	PROMEDIO			76.4

 3 DIAS	1	284.33	2600	104.0
	2	283.95	2620	104.8
	PROMEDIO			104.4

 7 DIAS	1	280.01	3320	132.8
	2	279.42	3300	132.0
	PROMEDIO			132.4

 28 DIAS	1	270.19	4740	189.6
	2	271.23	4820	192.8
	PROMEDIO			191.2

OBSERVACIONES. — Se sustituye un 30% de cemento por puzo-
lana.

FECHA Febrero 15 de 1991

PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESION

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1- 3- 6

PROCEDENCIA

LLACAO

MATERIALES

CEMENTO

PUZOLANA

ARENA

GRAVA

AGUA

DOSIFICACION EN PESO

195.52kg

130.35kg

548.28kg


1249.15k


RELACION A / C


0.55


PROBETAS CUBICAS

TIEMPO	MUESTRA	PESO Gr.	CARGA DE RUPTURA Kg.	FATIGA Kg/cm ²
--------	---------	----------	----------------------	---------------------------

 1 DIA	1	288.22	1600	64.0
	2	287.4	1500	60.0
	PROMEDIO			62.0

 3 DIAS	1	283.35	2160	86.4
	2	283.00	2200	88.0
	PROMEDIO			87.2

 7 DIAS	1	279.23	2720	108.8
	2	278.85	2800	112.0
	PROMEDIO			110.4

 28 DIAS	1	273.21	3920	156.8
	2	273.85	4000	160.0
	PROMEDIO			158.4

OBSERVACIONES. — Se sustituye un 40% de cemento por puzo-lana.

FECHA Febrero 15 de 1991

PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESION

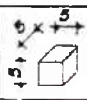
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1 - 3 - 6 PROCEDENCIA LLACAO


MATERIALES CEMENTO PUZOLANA ARENA GRAVA AGUA


DOSIFICACION EN PESO 162.94kg 162.94kg 548.28kg 1249.15k


RELACION A / C 0.55

PROBETAS CUBICAS

TIEMPO	MUESTRA	PESO Gr.	CARGA DE RUPTURA Kg.	FATIGA Kg/cm ²
 1 DIA	1	286.24	1340	53.6
	2	287.35	1200	48.0
	PROMEDIO			50.8

 3 DIAS	1	282.43	1760	70.4
	2	283.06	1720	68.8
	PROMEDIO			69.6

 7 DIAS	1	278.83	2520	100.8
	2	277.59	2420	96.8
	PROMEDIO			98.8

 28 DIAS	1	266.83	3340	133.6
	2	266.01	3420	136.8
	PROMEDIO			135.2

OBSERVACIONES. — Se sustituye un 50% de cemento por puzo-lana.

FECHA Febrero 15 de 1991

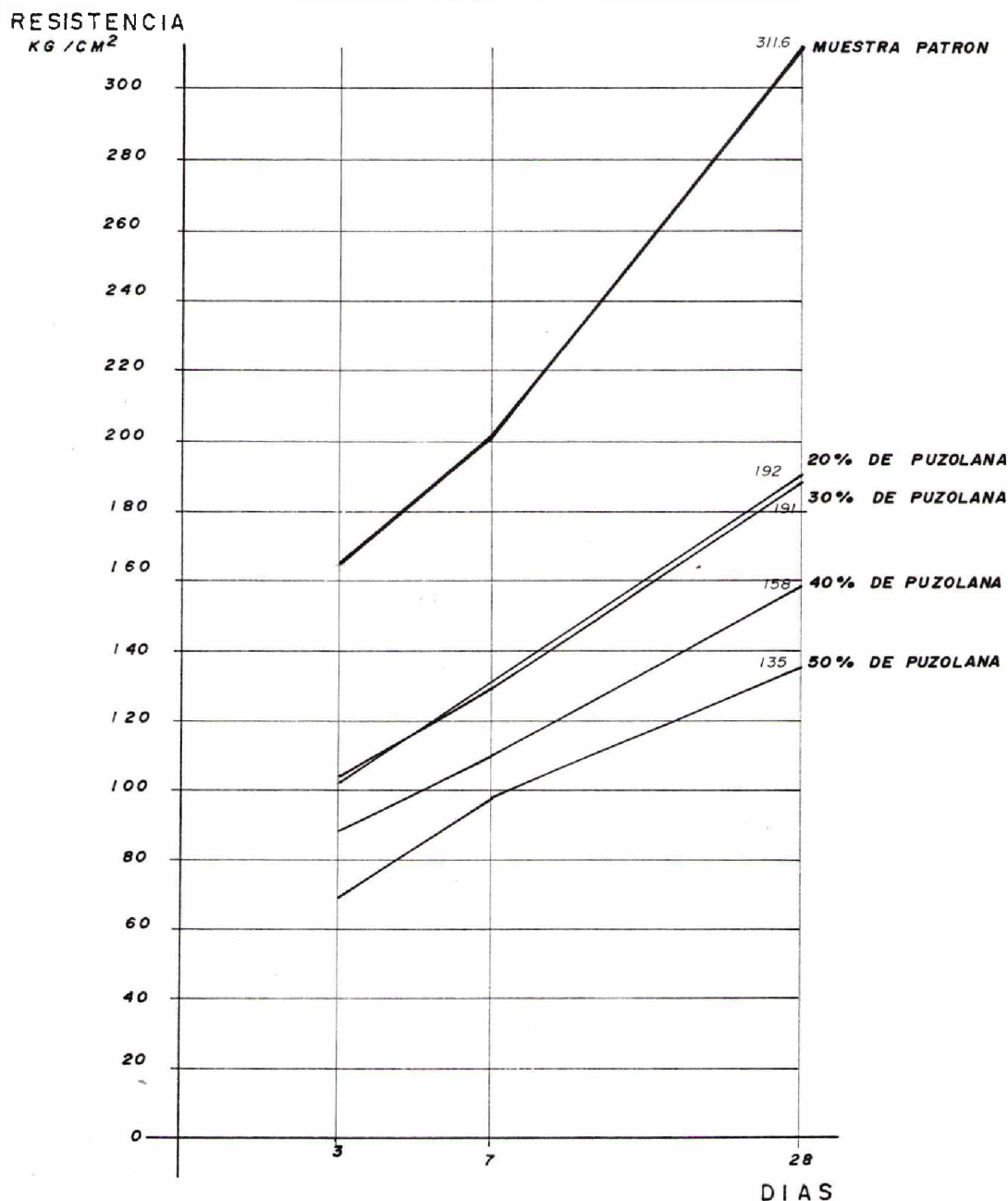
CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

PROCEDENCIA LLACAO

DOSIFICACION: 1- 3- 6

ESPECIFICACION: SUSTITUCION DE PUZOLANA POR CEMENTO EN UN %

PROBETAS CUBICAS



OBSERVACIONES La muestra patrón está constituida por cemento
arena y grava, y nos servirá como elemento de comparación con las
otras mezclas en donde interviene la puzolana.

PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESION

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1-3- 6 PROCEDENCIA LLACAO


MATERIALES


CEMENTO	ARENA	PUZOLANA	GRAVA	AGUA
---------	-------	----------	-------	------


DOSIFICACION EN PESO 325.87k 384.00kg 164.28 1249.15k


RELACION A / C 0.55

PROBETAS CUBICAS

TIEMPO	MUESTRA	PESO Gr.	CARGA DE RUPTURA Kg.	FATIGA Kg /cm ²
 1 DIA	1	286.83	2800	112.0
	2	285.95	2800	112.0
	PROMEDIO			112.0

 3 DIAS	1	282.23	4080	163.2
	2	282.19	4000	160.0
	PROMEDIO			161.6

 7 DIAS	1	276.85	4400	176.0
	2	277.80	4400	176.0
	PROMEDIO			176.0

 28 DIAS	1	269.27	6860	274.4
	2	268.94	6880	275.2
	PROMEDIO			274.8

OBSERVACIONES. — Se sustituye un 30% de arena por puzolana

FECHA Febrero 15 de 1991

PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESION

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1- 3- 6

PROCEDENCIA

LLACAO

MATERIALES

CEMENTO

ARENA

PUZOLANA

GRAVA

AGUA

DOSIFICACION EN PESO

325.87kg

274.14kg


274.14kg


1249.15


RELACION A / C


0.55

PROBETAS CUBICAS

TIEMPO	MUESTRA	PESO Gr.	CARGA DE RUPTURA Kg.	FATIGA Kg/cm ²
 1 DIA	1	280.28	2200	88.00
	2	279.92	2120	84.8
	PROMEDIO			86.4

 3 DIAS	1	275.24	4040	161.6
	2	276.13	4000	160.0
	PROMEDIO			160.8

 7 DIAS	1	271.20	4200	168.0
	2	272.00	4000	160.0
	PROMEDIO			164.4

 28 DIAS	1	259.15	6560	262.4
	2	261.03	6640	265.6
	PROMEDIO			264.0

OBSERVACIONES. — Se sustituye la arena por puzolana en un 50%

FECHA Febrero 15 de 1991

PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESION


DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 3- 6 PROCEDENCIA LLACAO


MATERIALES CEMENTO ARENA PUZOLANA GRAVA AGUA


DOSIFICACION EN PESO 325.87kg 164.48kg 383.80kg 1249.15k


RELACION A / C 0.55

PROBETAS CUBICAS

TIEMPO	MUESTRA	PESO Gr.	CARGA DE RUPTURA Kg.	FATIGA Kg /cm ²
 1 DIA	1	278.15	1800	72.0
	2	277.46	1740	69.6
	PROMEDIO			70.8

 3 DIAS	1	273.87	4040	161.6
	2	275.28	3920	156.8
	PROMEDIO			159.2

 7 DIAS	1	270.10	4220	168.8
	2	271.87	4180	167.2
	PROMEDIO			168.0

 28 DIAS	1	262.39	5720	228.8
	2	262.95	5840	233.6
	PROMEDIO			231.2

OBSERVACIONES._ Se sustituye la arena por puzolana en un 70%.

FECHA Febrero 15 de 1991

PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESION


DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 3- 6 PROCEDENCIA LLACAO


MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA AGUA


DOSIFICACION EN PESO 325.87kg 548.28 1249.15kg


RELACION A / C 0.55

PROBETAS CUBICAS

TIEMPO	MUESTRA	PESO Gr.	CARGA DE RUPTURA Kg.	FATIGA Kg /cm ²
 1 DIA	1	278.55	1780	71.2
	2	278.79	1800	72.0
	PROMEDIO			71.6

 3 DIAS	1	275.21	3060	122.4
	2	274.89	3100	124.0
	PROMEDIO			123.2

 7 DIAS	1	271.13	4180	167.2
	2	269.87	3900	156.0
	PROMEDIO			161.6

 28 DIAS	1	267.08	5480	219.2
	2	265.51	5520	220.8
	PROMEDIO			220.0

OBSERVACIONES.— Se sustituye la arena por puzolana en un 100%

FECHA Febrero 15 de 1991

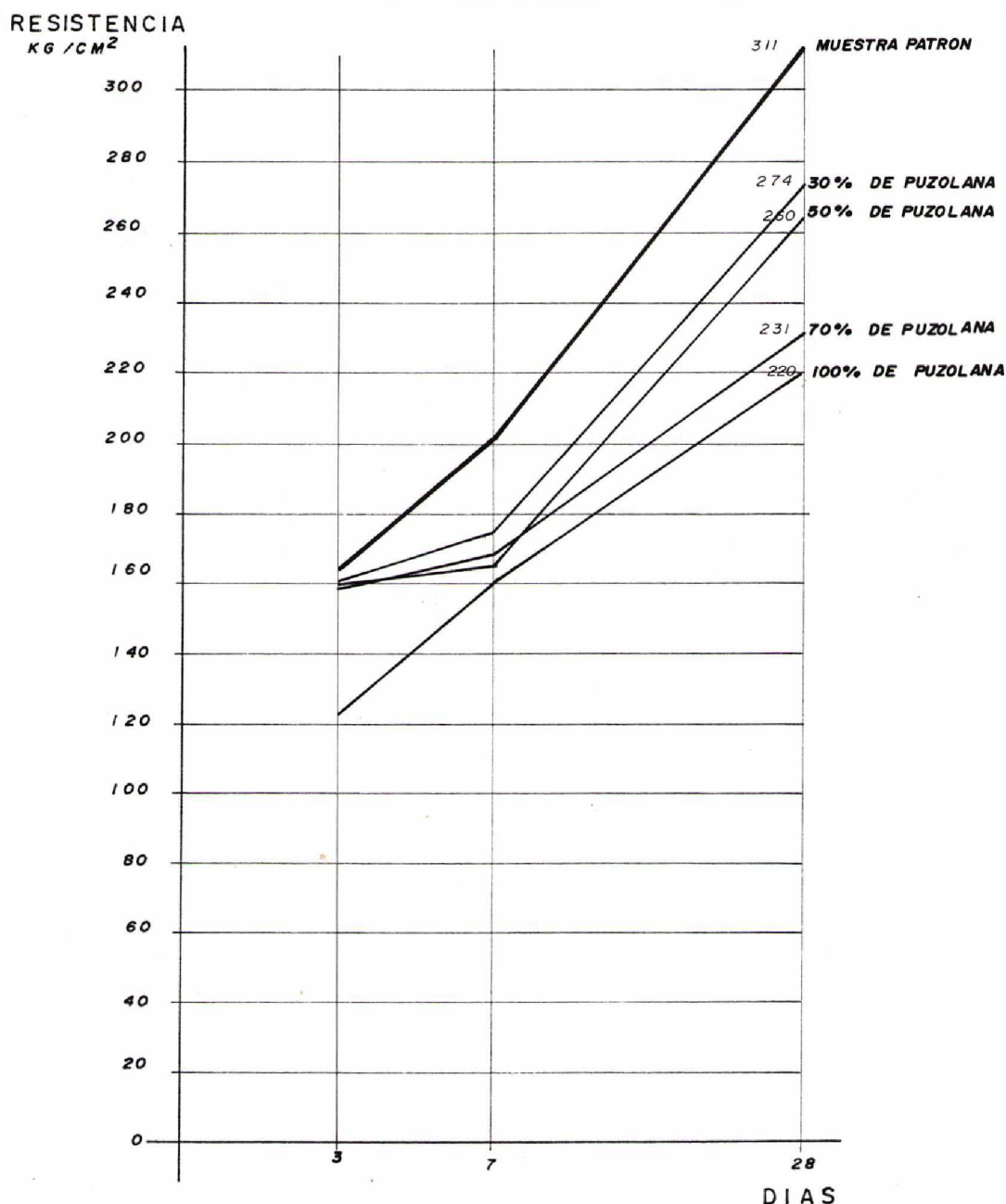
CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

PROCEDENCIA LLACAO

DOSIFICACION: 1- 3- 6

ESPECIFICACION: SUSTITUCION DE PUZOLANA POR ARENA EN UN %

PROBETAS CUBICAS



OBSERVACIONES La muestra patrón está constituida por cemento
arena y grava, y nos servirá como elemento de comparación con las
otras mezclas en donde interviene la puzolana.

PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESION

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1- 4- 8

PROCEDENCIA

LLACAO

MATERIALES

CEMENTO

ARENA

GRAVA

AGUA

DOSIFICACION EN PESO

262.11kg


586.55kg


1338.64k


RELACION A/C


0.57

PROBETAS CUBICAS

TIEMPO	MUESTRA	PESO Gr.	CARGA DE RUPTURA Kg.	FATIGA Kg/cm ²
 1 DIA	1	296.85	1640	65.6
	2	295.59	1600	64.0
	PROMEDIO			64.8

 3 DIAS	1	293.01	2560	102.4
	2	294.18	2560	102.4
	PROMEDIO			102.4

 7 DIAS	1	287.24	3220	128.8
	2	285.98	3200	128.0
	PROMEDIO			128.4

 28 DIAS	1	276.68	5100	204.0
	2	277.15	5020	200.8
	PROMEDIO			202.4

OBSERVACIONES. Este hormigón será el patrón de comparación con las otras mezclas.

FECHA Febrero 15 de 1991

PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESION

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1- 4- 8

PROCEDENCIA

LLACAO

MATERIALES

CEMENTO

PUZOLANA

ARENA

GRAVA

AGUA

DOSIFICACION EN PESO

209.69kg

52.42kg


586.55kg


1338.64k


RELACION A / C


0.57

PROBETAS CUBICAS

TIEMPO	MUESTRA	PESO Gr.	CARGA DE RUPTURA Kg.	FATIGA Kg /cm ²
 1 DIA	1	287.75	1240	49.6
	2	286.94	1280	51.2
	PROMEDIO			50.4

 3 DIAS	1	283.09	1620	64.8
	2	284.20	1600	64.0
	PROMEDIO			64.4

 7 DIAS	1	279.38	2920	116.8
	2	280.22	2940	117.6
	PROMEDIO			117.2

 28 DIAS	1	266.98	4560	182.4
	2	268.43	4600	184.0
	PROMEDIO			183.2

OBSERVACIONES. — Se sustituye el 20% de cemento por puzolana.

FECHA Febrero 15 de 1991

PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESION


DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1 - 4 - 8 PROCEDENCIA LLACAO


MATERIALES CEMENTO PUZOLANA ARENA GRAVA AGUA


DOSIFICACION EN PESO 183.48kg 78.63kg 586.55kg 1338.64k


RELACION A / C 0.57

PROBETAS CUBICAS

TIEMPO	MUESTRA	PESO Gr.	CARGA DE RUPTURA Kg.	FATIGA Kg/cm ²
 1 DIA	1	286.00	1180	47.2
	2	286.91	1200	48.0
	PROMEDIO			47.6

 3 DIAS	1	281.02	1660	66.4
	2	281.15	1600	64.0
	PROMEDIO			65.2

 7 DIAS	1	278.29	2520	100.8
	2	278.94	2580	103.2
	PROMEDIO			102.0

 28 DIAS	1	266.98	3460	138.4
	2	267.20	3280	131.2
	PROMEDIO			134.8

OBSERVACIONES. — Se sustituye el 30 % de cemento por la puzolana

FECHA Febrero 15 de 1991

PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESION

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1 - 4 = 8

PROCEDENCIA

LLACAO

MATERIALES

CEMENTO

PUZOLANA

ARENA

GRAVA

AGUA

DOSIFICACION EN PESO

157.27kg

104.84kg


586.55kg


1338.64kg


RELACION A / C


0.57

PROBETAS CUBICAS

TIEMPO	MUESTRA	PESO Gr.	CARGA DE RUPTURA Kg.	FATIGA Kg /cm ²
 1 DIA	1	286.63	980	39.2
	2	286.4	920	36.8
	PROMEDIO			38.0

 3 DIAS	1	281.24	1400	56.0
	2	281.57	1420	56.8
	PROMEDIO			56.4

 7 DIAS	1	277.48	2000	80.0
	2	277.93	1940	77.6
	PROMEDIO			78.8

 28 DIAS	1	269.54	2960	118.4
	2	269.01	3120	124.8
	PROMEDIO			121.6

OBSERVACIONES. _ Se sustituye el 40% de cemento por puzolana.

FECHA Febrero 15 de 1991

PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESION

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1 - 4 - 8

PROCEDENCIA

LLACAO

MATERIALES

CEMENTO

PUZOLANA

ARENA

GRAVA

AGUA

DOSIFICACION EN PESO

131.10kg

131.10kg


586.55kg


1338.64kg


RELACION A / C

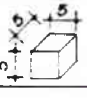
0.57

PROBETAS CUBICAS

TIEMPO	MUESTRA	PESO Gr.	CARGA DE RUPTURA Kg.	FATIGA Kg/cm ²
 1 DIA	1	284.87	800	32.0
	2	285.03	840	33.6
	PROMEDIO			32.8

 3 DIAS	1	280.27	1120	44.8
	2	281.35	1120	44.8
	PROMEDIO			44.8

 7 DIAS	1	276.46	1600	64.0
	2	276.07	1660	66.4
	PROMEDIO			65.2

 28 DIAS	1	264.61	2000	80.0
	2	263.94	2120	84.8
	PROMEDIO			82.4

OBSERVACIONES. — Se sustituye el 50% de cemento por la puzolana

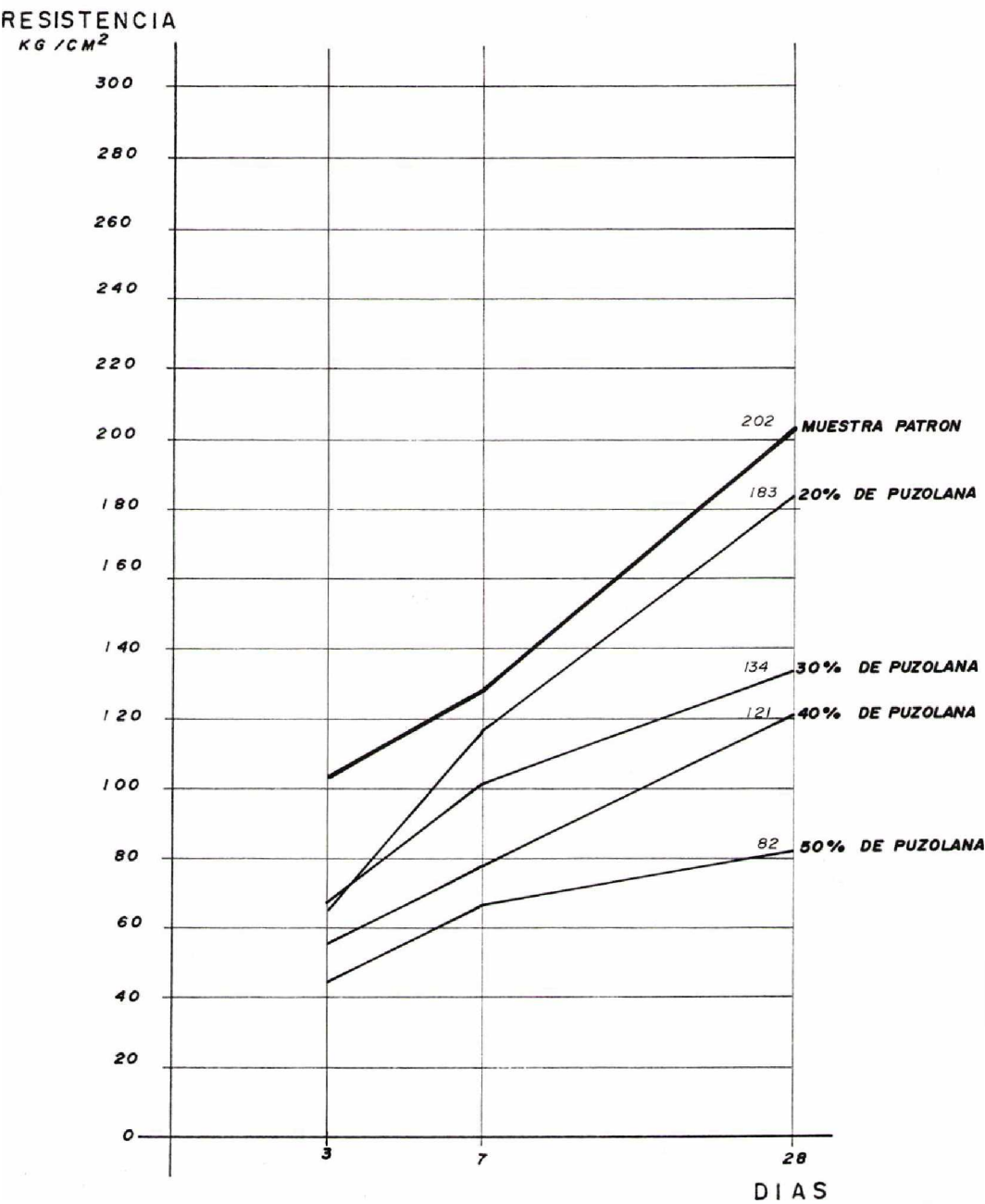
FECHA Febrero 15 de 1991

CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

PROCEDENCIA LLACAO DOSIFICACION: 1- 4- 8

ESPECIFICACION: SUSTITUCION DE PUZOLANA POR CEMENTO EN UN %.

PROBETAS CUBICAS



OBSERVACIONES La muestra patrón está constituida por cemento
arena y grava, y nos servirá como elemento de comparación con las
otras mezclas en donde interviene la puzolana.

PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESION

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1- 4- 8

PROCEDENCIA

LLACAO

MATERIALES

CEMENTO

ARENA

PUZOLANA

GRAVA

AGUA

DOSIFICACION EN PESO

262.11kg

410.59kg

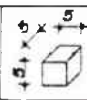
175.96kg

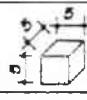
1338.64k


RELACION A / C

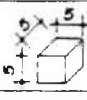
0.57

PROBETAS CUBICAS

TIEMPO	MUESTRA	PESO Gr.	CARGA DE RUPTURA Kg.	FATIGA Kg/cm ²
 1 DIA	1	284.06	1700	68.0
	2	284.62	1720	68.8
	PROMEDIO			68.4

 3 DIAS	1	280.07	2600	104.0
	2	281.14	2580	103.2
	PROMEDIO			103.6

 7 DIAS	1	276.37	3940	157.6
	2	275.94	3900	156.0
	PROMEDIO			156.8

 28 DIAS	1	254.31	5880	235.2
	2	255.56	5760	230.4
	PROMEDIO			232.8

OBSERVACIONES. _ Se sustituye el 30% de la arena por la puzolana

FECHA Febrero 15 de 1991

PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESION

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1 - 4 - 8

PROCEDENCIA

LLACAO

MATERIALES

CEMENTO

ARENA

PUZOLANA

GRAVA

AGUA

DOSIFICACION EN PESO

262.11kg

293.27kg


293.27kg


1338.64k


RELACION A / C


0.57

PROBETAS CUBICAS

TIEMPO	MUESTRA	PESO Gr.	CARGA DE RUPTURA Kg.	FATIGA Kg/cm ²
 1 DIA	1	280.73	1360	54.4
	2	278.19	1320	52.8
	PROMEDIO			53.6

 3 DIAS	1	275.03	2580	103.2
	2	274.81	2500	100.0
	PROMEDIO			101.6

 7 DIAS	1	272.61	2700	108.0
	2	272.30	2740	109.6
	PROMEDIO			108.8

 28 DIAS	1	260.59	3900	156.0
	2	261.30	3820	152.8
	PROMEDIO			154.4

OBSERVACIONES. _ Se sustituye el 50% de la arena por la puzolana.

FECHA Febrero 15 de 1991

PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESION

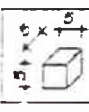
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 8 PROCEDENCIA LLACAO


MATERIALES CEMENTO ARENA PUZOLANA GRAVA AGUA

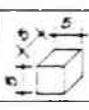
DOSIFICACION EN PESO 262.11kg 175.97kg 410.58kg 1338.64k


RELACION A / C 0.57

PROBETAS CUBICAS

TIEMPO	MUESTRA	PESO Gr.	CARGA DE RUPTURA Kg.	FATIGA Kg/cm ²
 1 DIA	1	276.65	1060	42.4
	2	278.18	1020	40.8
	PROMEDIO			41.6

 3 DIAS	1	274.75	2500	100.0
	2	274.32	2400	96.0
	PROMEDIO			98.0

 7 DIAS	1	269.23	2320	112.8
	2	270.81	2300	92.0
	PROMEDIO			102.4

 28 DIAS	1	258.21	3220	126.8
	2	260.55	3280	131.2
	PROMEDIO			130.0

OBSERVACIONES. Se sustituye el 70% de la arena por la puzolana.

FECHA Febrero 15 de 1991

PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESION

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1- 4- 8

PROCEDENCIA

LLACAO

MATERIALES

CEMENTO

PUZOLANA

GRAVA

AGUA

DOSIFICACION EN PESO

262.11kg


586.55kg


1338.64k


RELACION A / C


0.55

PROBETAS CUBICAS

TIEMPO	MUESTRA	PESO Gr.	CARGA DE RUPTURA Kg.	FATIGA Kg /cm ²
 1 DIA	1	278.00	1220	48.8
	2	277.75	1100	44.0
	PROMEDIO			46.4

 3 DIAS	1	274.15	2420	96.8
	2	272.20	2380	95.2
	PROMEDIO			96.0

 7 DIAS	1	270.63	2700	108.0
	2	271.17	2580	103.2
	PROMEDIO			105.6

 28 DIAS	1	255.10	3800	152.0
	2	256.9	3680	147.2
	PROMEDIO			149.6

OBSERVACIONES. _ Se sustituye el 100% de la arena por la puzolana.

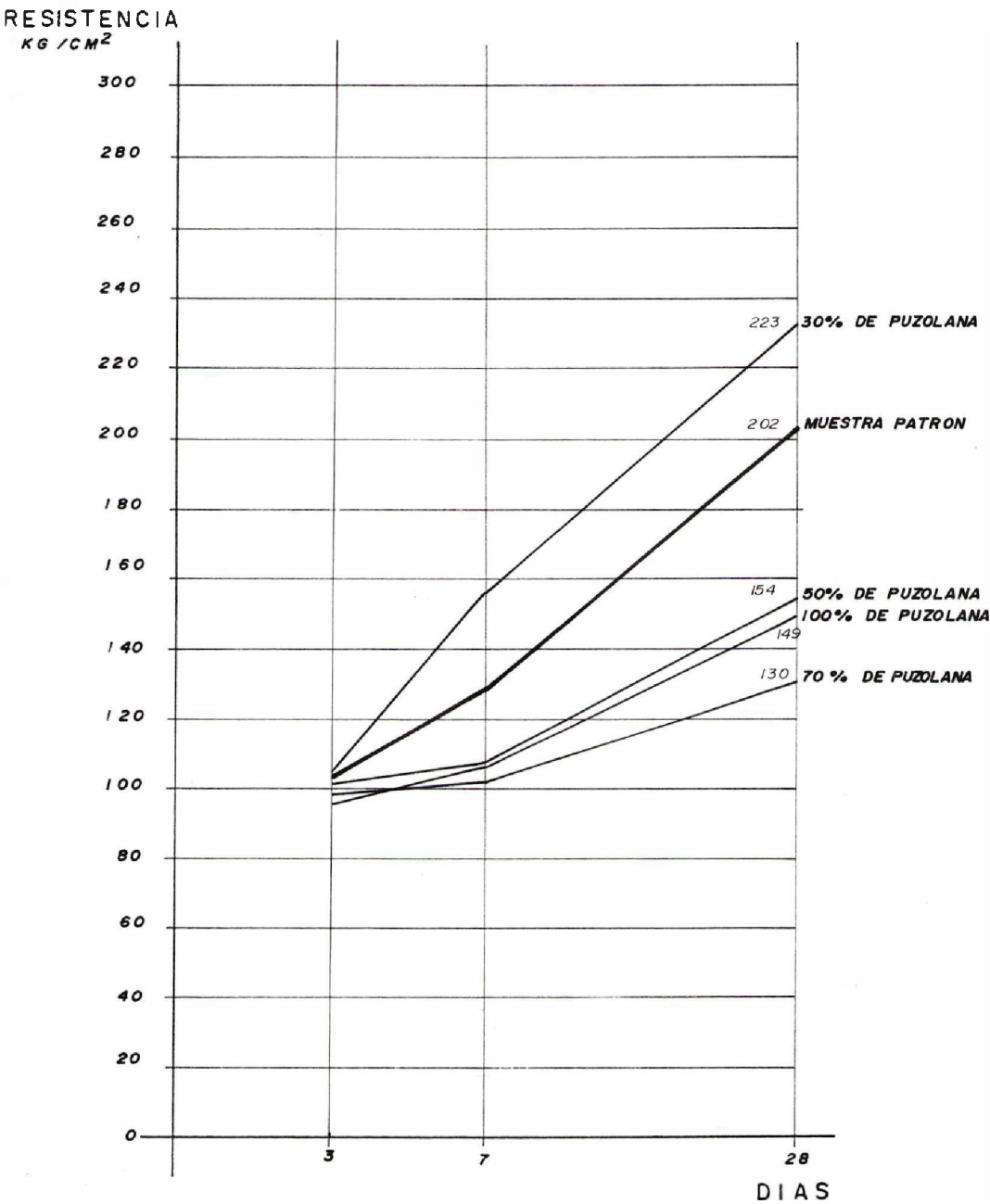
FECHA _ Febrero 15 de 1991

CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

PROCEDENCIA LLACAO DOSIFICACION: 1- 4- 8

ESPECIFICACION: SUSTITUCION DE PUZOLANA POR ARENA EN UN %.

PROBETAS CUBICAS



OBSERVACIONES La muestra patrón está constituida por cemento
arena y grava, y nos servirá como elemento de comparación con las
otras mezclas en donde interviene la puzolana.

PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESION

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1 - 4 - 10

PROCEDENCIA

LLACAO

MATERIALES

CEMENTO

ARENA

GRAVA

AGUA

DOSIFICACION EN PESO

225.57kg

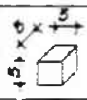
504.77kg


1444.72kg


RELACION A / C

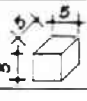
0.66

PROBETAS CUBICAS

TIEMPO	MUESTRA	PESO Gr.	CARGA DE RUPTURA Kg.	FATIGA Kg/cm ²
 1 DIA	1	288.24	820	32.8
	2	289.88	840	33.6
	PROMEDIO			33.2

 3 DIAS	1	292.45	1280	51.2
	2	291.08	1300	52.0
	PROMEDIO			51.6

 7 DIAS	1	283.19	2300	92.0
	2	282.42	2340	93.6
	PROMEDIO			92.8

 28 DIAS	1	272.71	2920	116.8
	2	271.83	3000	120.0
	PROMEDIO			118.4

OBSERVACIONES. _ Este hormigón será el patrón de comparación con las otras mezclas.

FECHA Febrero 15 de 1991

PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESION


DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1 - 4 - 10 PROCEDENCIA LLACAO


MATERIALES CEMENTO PUZOLANA ARENA GRAVA AGUA


DOSIFICACION EN PESO 180.45kg 45.11kg 504.77 1444.72k


RELACION A / C 0.66

PROBETAS CUBICAS

TIEMPO	MUESTRA	PESO Gr.	CARGA DE RUPTURA Kg.	FATIGA Kg/cm ²
 1 DIA	1	285.83	540	21.6
	2	287.96	560	22.4
	PROMEDIO			22.0

 3 DIAS	1	285.20	860	34.4
	2	285.73	800	32.0
	PROMEDIO			33.2

 7 DIAS	1	279.49	1920	76.8
	2	278.87	2000	80.0
	PROMEDIO			78.4

 28 DIAS	1	267.22	2420	96.8
	2	265.96	2500	100.0
	PROMEDIO			98.4

OBSERVACIONES. — Se sustituye el 20% de cemento por puzo-
lana.

FECHA Febrero 15 de 1991

PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESION

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1 - 4 - 10

PROCEDENCIA

LLACAO

MATERIALES

CEMENTO

PUZOLANA

ARENA

GRAVA

DOSIFICACION EN PESO

157.90kg

67.67kg

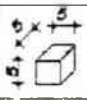
504.77kg


1444.72k

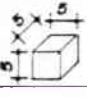
RELACION A / C

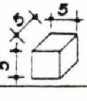
0.66

PROBETAS CUBICAS

TIEMPO	MUESTRA	PESO Gr.	CARGA DE RUPTURA Kg.	FATIGA Kg/cm ²
 1 DIA	1	281.85	580	23.2
	2	280.03	540	21.6
	PROMEDIO			22.4

 3 DIAS	1	278.12	820	32.8
	2	279.57	800	32.0
	PROMEDIO			32.4

 7 DIAS	1	275.80=	1160	46.4
	2	276.93	1120	44.8
	PROMEDIO			45.6

 28 DIAS	1	265.43	1940	77.6
	2	268.84	1900	76.0
	PROMEDIO			76.8

OBSERVACIONES. — Se sustituye un 30% de cemento por la puzolana.

FECHA Febrero 15 de 1991

PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESION

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 10 PROCEDENCIA LLACAO


MATERIALES


CEMENTO	PUZOLANA	ARENA	GRAVA	AGUA
---------	----------	-------	-------	------


DOSIFICACION EN PESO 135.34kg 90.23kg 504.77kg 1444.72k


RELACION A / C 0.66

PROBETAS CUBICAS

TIEMPO	MUESTRA	PESO Gr.	CARGA DE RUPTURA Kg.	FATIGA Kg /cm ²
 1 DIA	1	283.72	500	20.0
	2	280.85	540	21.6
	PROMEDIO			20.8

 3 DIAS	1	279.29	740	29.6
	2	280.00	740	29.6
	PROMEDIO			29.6

 7 DIAS	1	273.49	1080	43.2
	2	273.55	1120	44.8
	PROMEDIO			44.0

 28 DIAS	1	253.20	1580	63.2
	2	252.85	1620	64.8
	PROMEDIO			64.0

OBSERVACIONES. Se sustituye un 40% de cemento por la
puzolana.

FECHA Febrero 15 de 1991

PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESION

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1- 4- 10

PROCEDENCIA

LLACAO

MATERIALES

CEMENTO

PUZOLANA ARENA

GRAVA

AGUA

DOSIFICACION EN PESO

112.78kg

112.78kg


504.77kg


1444.72k,


RELACION A / C


0.66

PROBETAS CUBICAS

TIEMPO	MUESTRA	PESO Gr.	CARGA DE RUPTURA Kg.	FATIGA Kg /cm ²
 1 DIA	1	283.95	480	19.2
	2	283.43	520	20.8
	PROMEDIO			20.0

 3 DIAS	1	278.88	660	26.4
	2	279.39	600	24.0
	PROMEDIO			25.2

 7 DIAS	1	274.21	880	35.2
	2	272.87	880	35.2
	PROMEDIO			35.2

 28 DIAS	1	263.21	1460	58.4
	2	260.98	1380	55.2
	PROMEDIO			56.8

OBSERVACIONES. — Se sustituye un 50% de cemento por la puzolana.

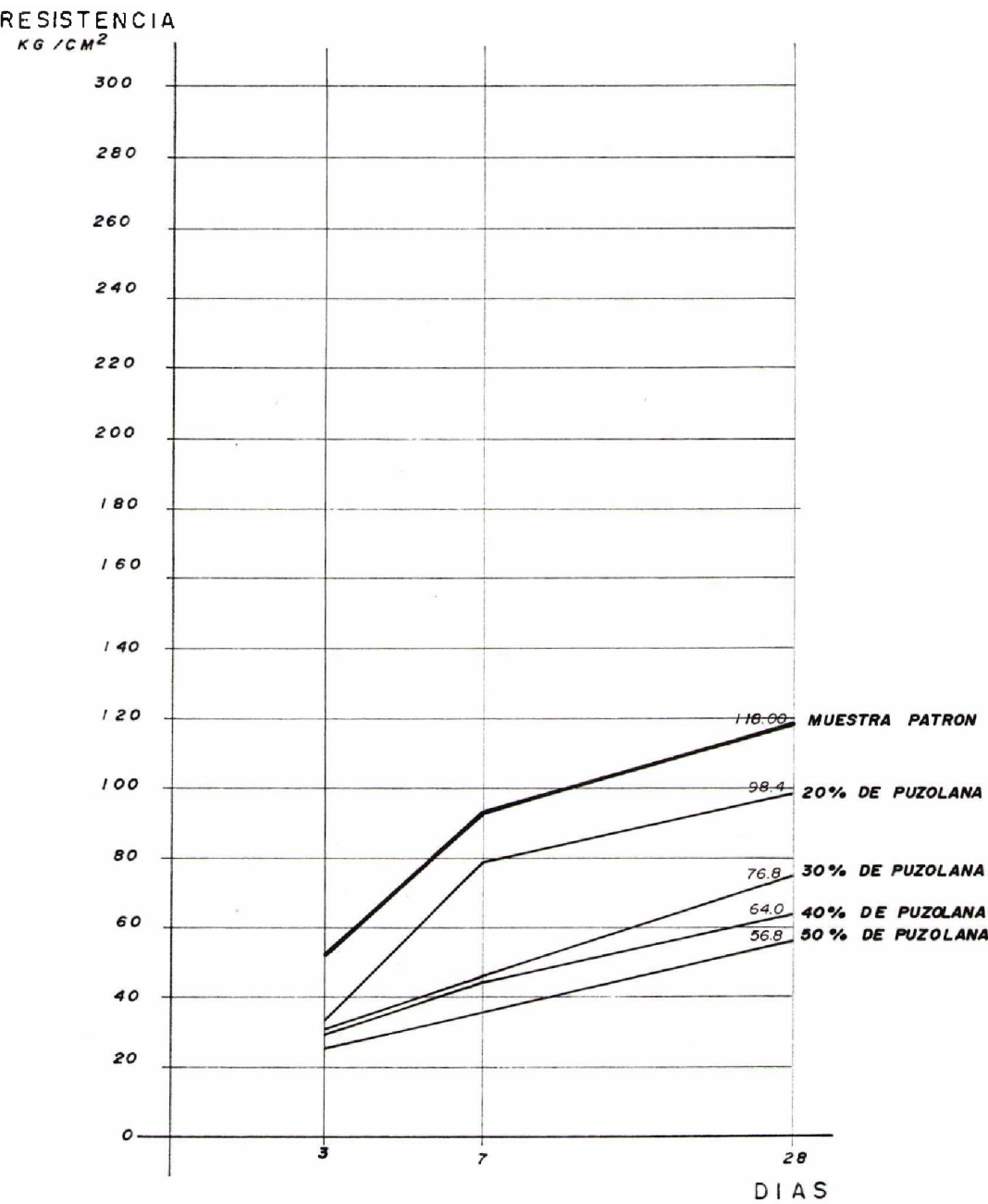
FECHA Febrero 15 de 1991

CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

PROCEDENCIA LLACAO DOSIFICACION: 1- 4- 10

ESPECIFICACION: SUSTITUCION DE PUZOLANA POR CEMENTO EN UN %.

PROBETAS CUBICAS



OBSERVACIONES La muestra patrón está constituida por cemento arena y grava, y nos servirá como elemento de comparación con las otras mezclas en donde interviene la puzolana.

PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESION


DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1 - 4 - 10 PROCEDENCIA LLACAO


MATERIALES CEMENTO ARENA PUZOLANA GRAVA AGUA


DOSIFICACION EN PESO 225.57kg 353.34kg 151.43kg 1444.72k


RELACION A / C 0.66

PROBETAS CUBICAS

TIEMPO	MUESTRA	PESO Gr.	CARGA DE RUPTURA Kg.	FATIGA Kg /cm ²
 1 DIA	1	285.33	960	38.4
	2	286.08	920	36.8
	PROMEDIO			37.6

 3 DIAS	1	279.04	1300	52.0
	2	279.85	1260	50.4
	PROMEDIO			51.2

 7 DIAS	1	275.25	2420	96.8
	2	274.38	2400	96.0
	PROMEDIO			96.4

 28 DIAS	1	265.66	3580	143.2
	2	265.91	3500	140.0
	PROMEDIO			141.6

OBSERVACIONES. _ Se sustituye un 30% de arena por puzo-
lana.

FECHA Febrero 15 de 1991

PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESION

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1- 4- 10

PROCEDENCIA

LLACAO

MATERIALES

CEMENTO

ARENA

PUZOLANA

GRAVA

AGUA

DOSIFICACION EN PESO

225.57kg

252.38kg


252.38kg


1444.72kg


RELACION A / C


0.66

PROBETAS CUBICAS

TIEMPO	MUESTRA	PESO Gr.	CARGA DE RUPTURA Kg.	FATIGA Kg /cm ²
 1 DIA	1	277.93	860	34.4
	2	278.42	840	33.6
	PROMEDIO			34.0

 3 DIAS	1	272.15	1260	50.4
	2	273.00	1260	50.4
	PROMEDIO			50.4

 7 DIAS	1	269.38	1960	78.4
	2	268.84	1900	76.0
	PROMEDIO			77.2

 28 DIAS	1	256.23	2580	103.2
	2	256.28	2520	100.8
	PROMEDIO			102.0

OBSERVACIONES.— Se sustituye un 50% de la arena por puzolana.

FECHA Febrero 15 de 1991

PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESION

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1 - 4 - 10 PROCEDENCIA LLACAO


MATERIALES CEMENTO ARENA PUZOLANA GRAVA AGUA


DOSIFICACION EN PESO 225.57kg 151.43kg 353.34kg 1444.72k


RELACION A / C 0.66


PROBETAS CUBICAS

TIEMPO	MUESTRA	PESO Gr.	CARGA DE RUPTURA Kg.	FATIGA Kg /cm ²
--------	---------	----------	----------------------	----------------------------

 1 DIA	1	274.20	640	25.6
	2	275.08	600	24.0
	PROMEDIO			24.8

 3 DIAS	1	271.34	1200	48.0
	2	271.86	1280	51.2
	PROMEDIO			49.6

 7 DIAS	1	267.88	1560	62.4
	2	267.03	1560	62.4
	PROMEDIO			62.4

 28 DIAS	1	256.83	2240	89.0
	2	258.09	2160	86.4
	PROMEDIO			88.0

OBSERVACIONES. — Se sustituye un 70% de la arena por pu-
zolana.

FECHA — Febrero 15 de 1991 —

PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESION

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1- 4- 10

PROCEDENCIA

LLACAO

MATERIALES

CEMENTO

PUZOLANA

GRAVA

AGUA

DOSIFICACION EN PESO

225.57kg


504.77kg


1444.72k


RELACION A / C


0.66

PROBETAS CUBICAS

TIEMPO	MUESTRA	PESO Gr.	CARGA DE RUPTURA Kg.	FATIGA Kg/cm ²
 1 DIA	1	276.15	560	22.4
	2	276.20	560	22.4
	PROMEDIO			22.4

 3 DIAS	1	272.83	1180	47.2
	2	271.94	1100	44.0
	PROMEDIO			45.6

 7 DIAS	1	269.13	1280	51.2
	2	269.48	1300	52.0
	PROMEDIO			51.6

 28 DIAS	1	253.02	1740	69.6
	2	254.81	1820	72.8
	PROMEDIO			71.2

OBSERVACIONES. Se sustituye en un 100% la arena por puzolana.

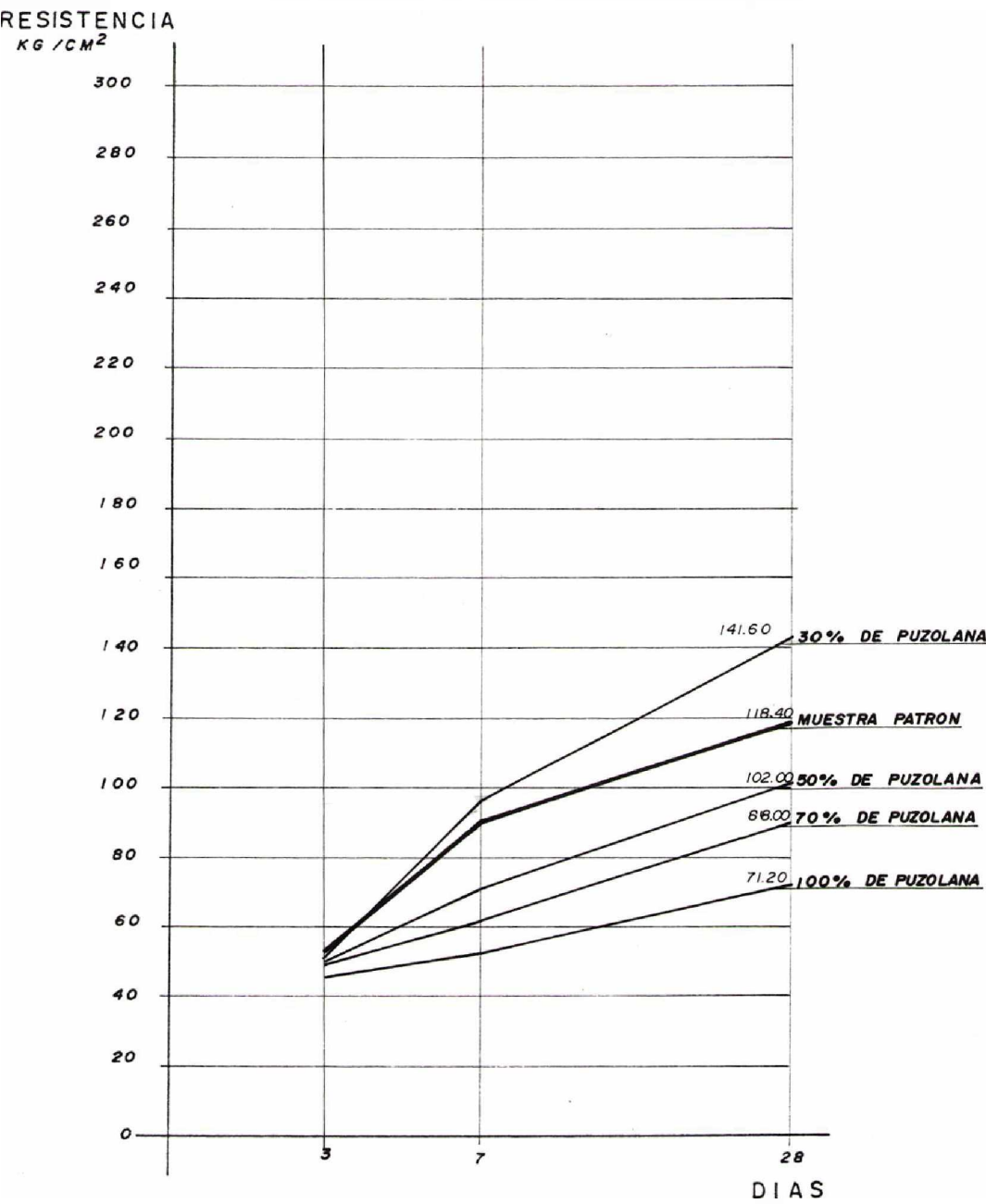
FECHA Febrero 15 de 1991

CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

PROCEDENCIA LLACAO DOSIFICACION: 1- 4- 10

ESPECIFICACION: SUSTITUCION DE PUZOLANA POR ARENA EN UN %

PROBETAS CUBICAS



OBSERVACIONES La muestra patrón está constituida por cemento
arena y grava, y nos servirá como elemento de comparación con las
otras mezclas en donde interviene la puzolana.

CAPITULO 3

En esta parte del estudio se llevó a cabo la elaboración de los bloques huecos y macizos, los mismos que se realizaron de la siguiente manera: Los bloques huecos en forma mecánica, es decir, a través de una máquina moldeadora; mientras que los macizos fueron realizados en forma manual, compactándolos mediante pisones, y colocándolos en moldes de madera previamente elaborados. El batido de estas mezclas se realizó también manualmente.

Una vez madurado y curado los bloques a los 7 días y según como se especifica en las normas del INEN, se procedió a realizar la prueba de compresión, cuyos resultados se indicarán en las tablas respectivas. De igual manera se procedió a realizar las pruebas de compresión a los 28 días.

También se realizó pruebas de absorción y contenido de humedad, para los bloques huecos; y en los bloques macizos se realizaron ensayos sobre la absorción y resistencia a la flexión. Estos resultados se pueden observar en las tablas respectivas.

Además se llevó a cabo un análisis de la resistencia de los bloques a las condiciones climáticas, tomando 6 muestras de cada tipo de bloque que se elaboró. Las muestras fueron dejadas 10 semanas: 5 semanas a la intemperie y 5 sumergidos en agua; observando que los bloques dejados a la intemperie sufrieron ligerísimos desgastes, siendo éstos visibles en los perfiles; en tanto que los bloques sumergidos en agua tuvieron un incremento del 20% en sus resistencias.

Finalmente se realizó un ensayo encaminado a conocer la cualidad retardadora y su resistencia al fuego. Esta se evalúa según el número de horas requerido para que una pared sometida por un lado a la acción directa del fuego eleve su temperatura

en el otro parámetro hasta 120°C, con respecto a la del ambiente. Después de las pruebas se pudo observar que es un elemento de primer orden en cuanto a resistencia al fuego se refiere, ya que está compuesto por un material altamente retardador (más de 2 horas).

Las dosificaciones utilizadas en la elaboración de bloques, fueron las siguientes:

Dosificación 1-3-6; 1-4-8, y 1-4-10.

Sustitución de puzolana por arena: 50 y 100% (peso)

Sustitución de puzolana por cemento: 50% (peso)

Sin sustitución.

Debemos indicar que en las dosificaciones en donde no se sustituyó ningún elemento por puzolana serán los valores comparativos con los resultados obtenidos en las otras dosificaciones.

A continuación se desarrolla teóricamente las características, propiedades, tecnologías, dimensiones, requisitos y uso de los bloques.

3.- ELABORACION DE BLOQUES.

INTRODUCCION.-

Los bloques son "piezas de forma" según F. Vilagut, es decir son elementos de hormigón de dimensiones y tolerancias determinadas, que pueden obtenerse en las máquinas moldeadoras. El bloque de hormigón (hueco y macizo) deriva del ladrillo de arcilla cocida, en el intento de alcanzar una mayor rapidez en la construcción de muros, paredes y tabiques. Su peso es variable según sea el destino de los mismos, bien como elementos de cierre de espacios o bien como elementos resistentes, estando limitando, en general, por la

posibilidad de manejo y rapidez de colocación.

El aumento del tamaño (bloque hueco), comparando con el que se presenta la pieza corriente de arcilla cocida, ha permitido disponer de espacios huecos que contribuyen a disminuir el peso; y al mismo tiempo, mejorar las características aislantes, tanto térmicas como acústicas e higrométricas.

En general, son de forma prismática de base rectangular o cuadrada siendo el paralelepípedo rectángulo la que ha tenido más aceptación. Como es natural, el aislamiento térmico aumenta con el número de huecos y por éste motivo, tales bloques son de uso corriente en países fríos. En climas templados se utilizan bloques con menor número de huecos, pero de mayores dimensiones; además sabemos que los bloques huecos emplean menos mortero en el aparejo y permiten con facilidad la formación de pilares de refuerzo armados.

La difusión del bloque de hormigón, en un principio lenta, se ha intensificado aceleradamente, en general, a medida que se ha hecho sentir la necesidad de construir con mayor rapidez y a menor precio, en competencia con el tradicional ladrillo cerámico.

El bloque de hormigón deberá tender a ser aceptado como material constructivo de primera calidad, perfeccionando su dosificación, el curado, su textura y características tales como la resistencia mecánica, la absorción, el contenido de humedad, la resistencia al fuego y a los agentes climáticos.

3.1. CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DE LOS BLOQUES.

Los bloques de hormigón son de gran interés para todos aquellos dedicados al proyecto y construcción de obras de albañilería, por tal motivo se hace necesario conocer las características y propiedades de los mismos; éstas están

indicadas en normas y son de fácil entendimiento, los cuales se presentan a continuación.

311. BLOQUES HUECOS.- DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION.

Alcance. Esta norma comprende bloques huecos de hormigón de cemento que se emplean en la construcción de muros soportantes, tabiques divisorios no soportantes y losas alivianadas de hormigón armado.

Equipo. Puede usarse cualquier máquina de compresión provista de plato con rótula de segmento esférico siempre que las superficies de contacto de los apoyos sean iguales o mayores que las muestras de prueba.

Preparación de las muestras.

- 1.- Para determinar la resistencia a la compresión deben usarse 12 bloques enteros, tomados al azar de las muestras seleccionadas para los ensayos.
- 2.- Cada bloque debe ser sumergido en agua a $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$ por un período de 24 horas, y luego recubrirlos con capas de mortero cemento-arena en caso que el bloque tenga un mal acabado.

Procedimiento:

- 1.- Las muestras se ensayan colocándoles entre dos láminas de madera de 3mm. de espesor aproximado, centrándolas respecto a la rótula y de manera que la carga se aplique en la dirección de su menor dimensión.
- 2.- Aproximadamente, hasta la carga probable. Se aplica ésta a cualquier velocidad, la carga restante se aplica gradualmente en un tiempo no menor de un minuto ni mayor

a dos.

Cálculos y resultados.

- 1.- La resistencia a la compresión se calcula por la siguiente ecuación:

$$C = \frac{P}{A}$$

En donde:

C = La resistencia a la compresión (kg/cm²)

P = La carga de rotura (kg)

A = Area de la carga comprimida (cm²)

- 2.- La superficie A se calcula mediante la diferencia de área maciza y área hueca.
- 3.- La media aritmética de las resistencias de los doce bloques sometidos a ensayo deben tomarse como la resistencia a compresión del lote, siempre que ninguno de los bloques ensayados tenga una resistencia menos del 75% de ésta media aritmética.

312. BLOQUES HUECOS; DETERMINACION DE LA ABSORCION Y CONTENIDO DE HUMEDAD.

Alcance. Esta norma comprende los bloques huecos de hormigón de cemento, que se emplean en la construcción de muros soportantes, tabiques divisorios no soportantes y losas alivianadas de hormigón armado.

Equipo. Balanza de precisión, sensibilidad 0.5% de la masa del más pequeño de los especímenes sometidos a ensayo.

Preparación de muestras. Deben usarse tres bloques enteros tomados al azar de las muestras seleccionadas.

Procedimiento.

- 1.- Después de pesarse sumergidos en agua, los especímenes

deben retirarse de ésta y dejarse secar durante 1 minuto, sobre una malla de alambre de 10mm. de abertura, recogiendo el agua superficial con un paño húmedo, para pesarse de nuevo.

- 2.- Secado.- Una vez anotada la masa de los especímenes húmedos, estos deben secarse en un horno de secado de 100 a 115°C durante no menos de 24 horas y luego pesarse. Hasta en dos pesadas sucesivas, en intervalos de dos horas el incremento de la pérdida no debe ser mayor de 0.2% de la última masa previamente determinada del espécimen.

CALCULOS Y RESULTADOS.

1. Absorción de Agua. Se calcula la absorción de agua mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Absorción kg/m}^3 = \frac{A-B}{A-C} \times 10^3$$

En donde:

A = Masa en húmedo del espécimen (kg)

B = Masa en seco del espécimen (kg)

C = masa del espécimen suspendido y sumergido (kg)

2. Contenido de humedad. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Contenido de humedad \%} = \frac{A - B}{C - B} \times 100$$

En donde:

A = Masa del espécimen de muestra (kg)

B = Masa del espécimen de secado (kg)

C = Masa del espécimen húmedo (kg)

Se deben registrar los resultados del ensayo de cada espécimen por separado y, además los promedios de los 3 resultados.

313. BLOQUES HUECOS.- DETERMINACION DE LA RETRACCION POR SECADO.

Alcance. Esta norma comprende los bloques huecos de hormigón de cemento que se emplean en la construcción de muros soportantes, tabiques divisorios no soportantes y losas alivianadas de hormigón armado.

Equipo

- 1.- Horno de secado. Un horno de secado de tiro forzado de un volúmen total de $0,06 \text{ m}^3$ manteniendo a una temperatura interior de $50 \pm 1^\circ\text{C}$ y una humedad relativa aproximada al 17%.
- 2.- Micrómetro. Capáz de medir con una aproximación de 0.002 mm.
- 3.- Desecador. Un desecador suficientemente grande como para acumular los especímenes de ensayo y que contenga un recipiente con solución saturada del cloruro de calcio.

Preparación de las muestras. Se selecciona sus bloques tomados al azar.

De cada uno de los bloques de ensayo, cortar un espécimen de aproximadamente 150 mm. de largo y de 75 x 75 mm. de sección transversal.

Usando un compuesto de resina apoxídica, fijar una moneda en el centro de las caras opuestas extremas de cada espécimen. Después de endurecida la resina, limpiar las superficies y engrasarlas para evitar la corrosión. Se usa las monedas como punto de referencia.

Procedimiento:

- 1.- Sumergir completamente los especímenes en agua limpia, a temperatura de $20 \pm 5^\circ\text{C}$ durante cuatro días.

- 2.- Retirar los especímenes del agua, quitar la grasa de las monedas y medir la longitud entre los puntos de referencia.
- 3.- Después de tomadas las medidas, secar los especímenes en el horno por lo menos durante 48 horas.
- 4.- Enfriar los especímenes durante 4 horas por lo mínimo y volver a medir la longitud.
- 5.- Repetir este proceso de secado y enfriamiento (pero empleando períodos de secado de 24 horas) hasta que la diferencia entre dos medidas consecutivas sea menor de 0.05 mm. Registrar la lectura final como longitud en seco.

Calculo. Calcular la retracción por secado de cada espécimen como la diferencia entre la longitud en húmedo y la longitud en seco, expresada como un porcentaje de la longitud en seco.

3.14. BLOQUES MACISOS.- DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION.

Alcance. Cubre los procedimientos para la determinación del esfuerzo de compresión de los ladrillos. Este método nos ayudará a obtener datos precisos sobre los bloques macizos.

Equipo.

- 1.- Balanza
- 2.- Regla graduada en mm.
- 3.- Horno (con ventilación, temperatura uniforme $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$)
- 4.- Máquina de ensayo (carga en Kg que disponga de equipo adicional para ensayo de compresión, placas adicionales para la rotura de ladrillos).

Preparación de las muestras.

- 1.- Se secan las muestras en el horno a una temperatura constante de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$, por un período no menor a 24 horas.

2.- Una vez secadas las muestras se procede a determinar las dimensiones de las mismas.

3.- Se determina la masa de las muestras.

4.- Se deberán ensayar por lo menos 5 muestras.

Nota: Los bloques macizos deben ser curados normalmente hasta que cumpla la edad de ruptura.

Procedimiento:

1.- Las muestras se ensayan colocándoles entre 2 láminas de madera de 3mm. de espesor aproximado.

2.- Se coloca la muestra cubierta con las maderas de ambas caras sobre la máquina de ensayo.

3.- Se centra la muestra con respecto del bloque superior de la máquina.

4.- Se carga lentamente la máquina, hasta que el bloque superior tome contacto totalmente con la superficie de la madera.

5.- Se encera el dial de la máquina.

6.- Se procede a cargar la muestra, a una velocidad tal, que el ensayo termine en un tiempo no menor a 60 seg. ni mayor a 120 seg.

7.- Se registra la carga máxima de ruptura.

Cálculos y resultados:

1.- El esfuerzo de compresión se calcula con la siguiente fórmula:

$$C = \frac{P}{A}$$

En donde:

C = Esfuerzo de compresión (kg/cm²)

P = Carga máxima de ruptura (kg)

A = Área de la muestra ensayada (cm²)

- 2.- Se expresa como el esfuerzo de comprensión, el promedio de todas las determinaciones en las muestras ensayadas.

315. BLOQUES MACIZOS.- DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION.

Alcance.- Sirve para determinar del módulo de ruptura en los ladrillos.

Equipo:

- 1.- Balanza
- 2.- Regla graduada en mm.
- 3.- Horno (con ventilación y temperatura uniforme $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$).
- 4.- Máquina de ensayo (carga en kg. que disponga de equipo adicional para ensayo de flexión, soportes puntuales y carga de aplicación puntual).

Preparación de las muestras

- 1.- Se secan las muestras en el horno a una temperatura uniforme de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ por un período no menor de 24 horas.
- 2.- Una vez secas las muestras se determinan las dimensiones de las mismas.
- 3.- Se determina la masa de las muestras.
- 4.- Se deberán ensayar por lo menos 5 muestras.

Nota: Los bloques macizos debe ser curados normalmente hasta que cumpla la edad de ruptura.

Procedimiento:

- 1.- Se coloca la muestra de ensayo sobre los soportes; éstos deben estar separados un espacio de 175 a 200 mm.
- 2.- Si la muestra tiene huecos (paneles o depresiones), se coloca de tal manera que dichos huecos queden en la parte superior.

- 3.- Se coloca la carga en la mitad del espacio; sobre una placa de acero de 6.2 mm. de espesor y 40 mm. de ancho, de una longitud igual por lo menos al ancho de la muestra.
- 4.- La dirección de la carga deberá ser perpendicular a la superficie cargada de la muestra.
- 5.- Se aplica una velocidad no mayor de 15 kg/seg.
- 6.- Se registra la carga de ruptura.

Cálculos y Resultados:

- 1.- Se calcula el módulo de ruptura con la siguiente fórmula:

$$M_r = \frac{3PL}{2bd^2}$$

En donde:

M_r = Módulo de ruptura (kg/cm²)

P = Carga de ruptura (kg)

L = Distancia entre los soportes (cm)

b = Ancho promedio de las caras de la muestra en el punto de la aplicación de la carga (cm)

d = Espesor promedio de la muestra (cm)

- 2.- Se registra como módulo de ruptura, el valor promedio de las determinaciones en todas las muestras ensayadas.

316 BLOQUES MACIZOS.- PRUEBAS DE ABSORCIÓN.

Alcance.- Cubre el procedimiento para determinar la absorción de los ladrillos por inmersión en agua durante 24 horas.

Equipo:

- 1.- Recipiente cilíndrico o bandejas (con capacidad suficiente que permita la inmersión en agua durante 24 horas.
- 2.- Balanza.
- 3.- Horno (con ventilación, temperatura uniforme de 110±5°C)

4.- Toalla

5.- Cocina

Preparación de las muestras:

- 1.- Las muestras consisten en piezas (bloques macizos) de una longitud igual al ancho, se puede admitir una variación de ± 25.4 mm.
- 2.- Una vez secas las muestras, se determina la masa de c/u de ellas.
- 3.- Se sumergen las muestras secas en agua por un tiempo de 24 horas, la temperatura del agua puede variar entre 15.5 y 30°C.
- 4.- Se sacan las muestras del agua y se limpian las superficies de las muestras con una toalla.
- 5.- Se determina la masa de la muestra saturada, este paso se debe realizar en un tiempo máximo de 5 min., después de haber limpiado las superficies de las muestras.

Cálculo y resultados:

- 1.- Se calcula la absorción después de 24 horas de inmersión con la siguiente fórmula:

$$A = \frac{M2 - M1}{M1} \times 100$$

En donde:

A = Porcentaje de absorción después de 24 horas de inmersión

M1 = Masa seca de la muestra (kg)

M2 = Masa de la muestra saturada después de 24 horas de inmersión (kg)

- 2.- Se expresa los valores como el promedio de todas las determinaciones en las muestras ensayadas.

3.2. TEORIA SOBRE LA FABRICACION DE BLOQUES.

321. TECNOLOGIAS.- Se utilizan para la fabricación de bloques máquinas de accionamiento manual o mecánico, las primeras cuando se trata de obtener producciones limitadas (250 unidades diarias), y las moldeadoras de accionamiento mecánico se aplican, para producciones de orden superior, y se fabrican para mando manual, semiautomático y totalmente automático.

Las máquinas de accionamiento manual y las de accionamiento y mando mecánico se utilizan, generalmente, en las instalaciones a pie de obra, que requieren una producción reducida. Las instalaciones fijas se equipan con máquinas semiautomáticas o automáticas de elevada producción diaria.

MAQUINAS MOLDEADORAS.

Las primeras máquinas que se utilizan para formar piezas de hormigón fueron las prensas hidráulicas o mecánicas; posteriormente aparecieron las moldeadoras que, accionadas mecánicamente, producían una compresión mantenida, mientras el molde, después de un movimiento de ascenso, descendía libremente hasta unos topes de final de carrera.

El conocimiento de la vibración dio nuevas concepciones en el diseño de máquinas moldeadoras, en la actualidad máquinas modernas compactan por vibrocompresión y de ellas existen variadas disposiciones, la vibración ha permitido reducir unas 50 veces la fuerza aplicada y mejor capacidad que con las prensas hidráulicas o mecánicas.

Se construyen moldeadoras fijas que entregan sus piernas sobre una tablilla, y moldeadoras que discurren sobre carriles o directamente sobre un pavimento plano; las máquinas móviles llamadas ponedoras, depositan directamente las piezas sobre

TIPOS DE BLOQUERAS ENCONTRADAS EN NUESTRO MEDIO



MAQUINA MOLDEADORA

MAQUINA PONEDORA



el pavimento.

Existen también máquinas de accionamiento eléctrico combinado con oleohidráulico, y cuya maniobra puede ser desde manual hasta totalmente automática; en ellas, cuando no se dispone de corriente eléctrica pueden aplicarse motores de explosión o de combustión interna.

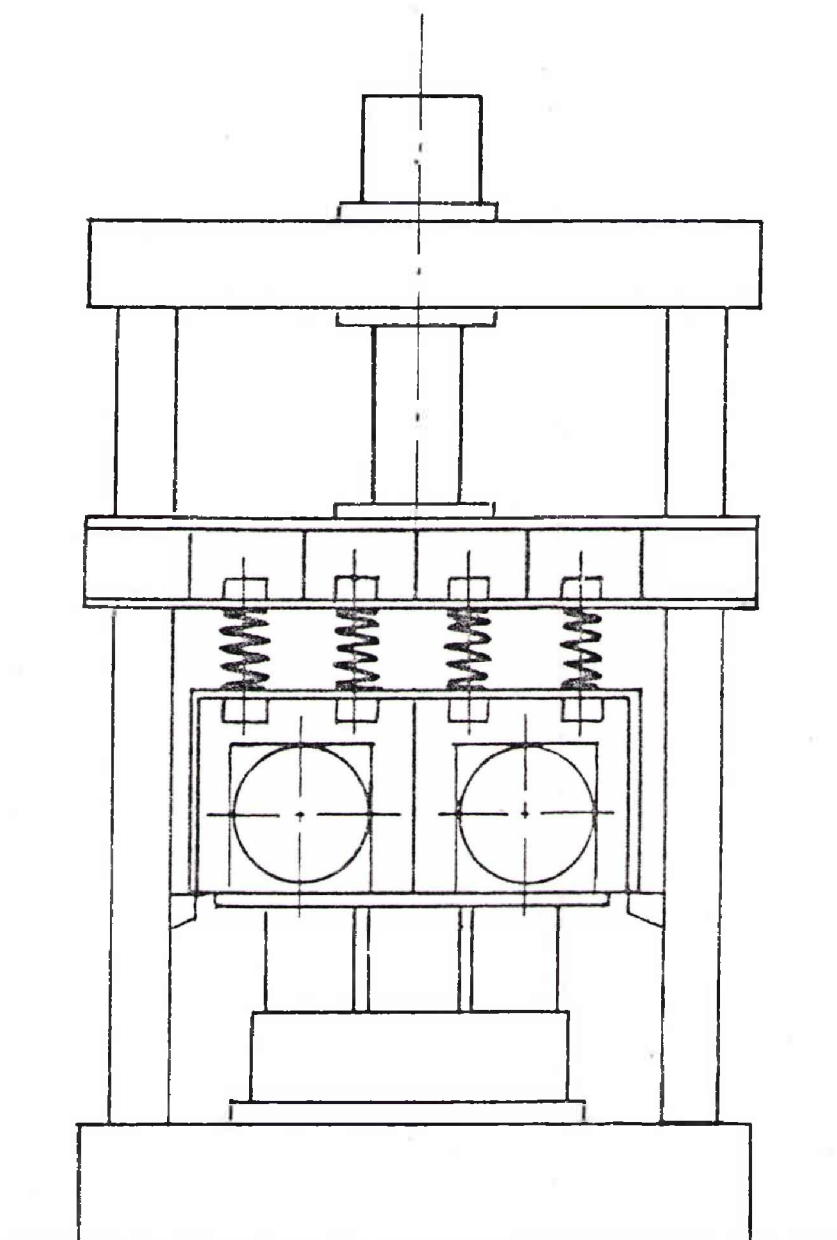
El perfeccionamiento de los procedimientos de carga de molde y entrega de las piezas moldeadoras ha contribuido grandemente a reducir los tiempos totales de fabricación.

El diseño de la figura 1 presenta el esquema de compactado mediante vibración y compresión, simultaneas o no, con vibradores colocados por debajo de la plataforma; cuando la vibración se aplica al molde y la masa se comprime mediante pisones simultaneamente con vibración se produce el efecto de bóveda, tanto más acusado cuanto más delgadas son las paredes. Este efecto de bóveda impide que la compresión se transmita a toda la masa, quedando reducida a un ligero espesor.

El método acabado de enunciar es el que realiza una moldeadora que entrega a las piezas sobre una tablilla, ésta es la utilizada para la elaboración de bloques en nuestro estudio.

A los bloques elaborados con puzolana se les aplicó vibración durante 1 minuto, y a la masa se le comprimió pisones simultaneamente con la vibración durante 15 segundos, es decir, para elaborar un bloque, incluyendo la carga del molde se requieren de 1 minuto y 15 segundos. Indicamos que la evolución de las máquinas de moldear tiene sus inicios en las moldeadoras manuales, cuyo apisonado se realiza a mano.

Moldeadoras mecánicas. Los procedimientos de compactación



ESQUEMA DE UNA MAQUINA CON VIBRADORES
INTERCALADOS EN EL MOLDE Y EL DISPOSITIVO DE COMPRESION.

13

que se utilizan son:

- a) Dinámico mediante pisones
- b) Compresión simple mediante placa metálica
- c) Vibración única aplicada al molde
- d) Vibración y compresión simultaneas; en general, vibración unidireccional.

El asentamiento dinámico se produce mediante mazos que golpean la cara superior de la pieza compactada.

La compresión simple se realiza hidráulicamente, como en las prensas de masaicos o losetas, y también directamente con motor.

La vibración se obtiene en general con motor contrapesado sujeto al molde.

En las máquinas basadas en la vibración y compresión simultaneas, el ciclo operativo comprende generalmente las siguientes fases:

- a) Alimentación de la tolva por cinta, carro, vagoneta, etc., según el tipo de máquina.
- b) Suministro de tablillas o bandejas a la máquina, cuando es fija, para recibir las piezas moldeadas. Esta operación implica la limpieza y preparación previa de los mismos, así como la selección de las defectuosas.
- c) Llenado del molde, que se efectúa a mano en máquinas pequeñas y automáticamente en las de elevado número de ciclos por hora.
- d) Compactación del hormigón, en una o dos fases iniciándose la vibración en muchos modelos mientras se llena el molde. La exactitud de las dimensiones, ajustadas a las tolerancias especificadas por las normas deseadas por el fabricante,

depende de esta fase y de la anterior.

- e) Desmoldeo, que se extiende por el desplazamiento vertical del bloque o del molde, lo que da lugar a dos técnicas del desmoldeado. En esta operación se debe tener cuidado de no dañar la pieza.
- f) Entrega de la pieza, que se efectúa por diversos procedimientos: sobre plataforma, de la que se retira a mano; sobre transportador de cables, de cinta o monoriel; directamente colocadas las piezas en las estanterías de transporte.
- g) Transporte a la zona de curado, que se efectúa a mano en el caso de pequeñas producciones y mecánicamente cuando ésta es elevada.
- h) Curado, que puede ser de dos tipos a saber: natural, cuando se dispone de espacio; y acelerado, mediante vapor.
- i) Almacenamiento, el cual se lleva a cabo después del curado, con el consiguiente transporte de las piezas desde el área de curado, hasta los parques de almacenaje. Se utilizan diversos dispositivos para facilitar el transporte de las piezas, estando muy extendido el uso de carretillas, montacargas, etc.

En la imposibilidad de describir exhaustivamente todos los tipos procedentes de las varias firmas que se dedican a tal especialidad, se han escogido sin distinción alguna, como por ejemplo a la moldeadora "Auto Vibrag", construida por la firma francesa SIMAF, que es de accionamiento totalmente hidráulico compactando por vibración y compresión simultaneas; utiliza vibración vertical de alta frecuencia aplicada al molde, mientras el hormigón está sometido a fuerte

compresión ejercida por gatos hidráulicos, que a la vez se aplica al desmoldeo automático sobre placa y transportador bicable. La duración de un ciclo varía según la máquina: entre 20 y 60 segundos.

322. PROCESO CONSTRUCTIVO Y CURADO

Una vez seleccionada la materia prima que servirá para la confección de los bloques: arena, cemento, grava (aquella que pase por el tamiz $1/2'' = 12.7 \text{ mm}$), chispa, puzolana y agua; es decir los materiales que satisfagan las especificaciones vigentes, se procederá a dosificar la mezcla utilizando como unidad de medida una parihuela de 30 cm de arista, y el balde litro como unidad de volumen para el agua.

La mezcla de los áridos y cemento se mezcla en forma manual mediante una pala, durante 3 a 5 minutos, después se añade agua y se prolonga la operación de mezclado por 5 minutos más. Si el mezclado no es mecánico, la relación agua-cemento aumenta, reducido ésta cuando se aplica la vibración. El concreto no debe tener demasiada humedad, ésto se comprueba tocando la mezcla hasta que quede "sudado".

El concreto se lo realiza cerca de la moldeadora y se lo transporta inmediatamente a la misma para evitar la sedimentación y la pérdida de humedad de la mezcla.

Cuando la mezcla es realizada en un lugar alejado de la moldeadora, se transporta la mezcla en carretillas, la cual es recogida por los obreros mediante palas, después de llenar el molde se aplica una primera vibración y a continuación un enrasador elimina el exeso de material, y seguidamente se efectúa la vibración.

Terminado el proceso de moldeo se retira las tablillas en donde está depositado el bloque para transportarlo al lugar de curado. Cuando se trata de una máquina ponedora, ésta deposita los bloques en el pavimento.

En la elaboración de los bloques macisos la mezcla es depositada en los moldes de madera, los mismos que se encuentran colocados sobre tablillas; éstas están cubiertas con diésl o cualquier otro material aceitoso, para evitar que la mezcla se pegue y que el desencofrado sea fácil. Como ya se dijo, la compactación en este tipo de bloque es manual y se la realiza mediante 25 golpes dados con una varilla en cada tercio del molde, luego se procede al desmolde el mismo que se realiza levantando las piezas de madera después de 5 minutos de moldeo el bloque; y también se lo transporta al lugar de curado.

El fraguado y el endurecimiento están definidos por el tiempo que tarda una aguja de peso y forma determinada en no penetrar en una masa de mortero. El endurecimiento se refiere al tiempo necesario para que el mortero alcance una resistencia a la ruptura, cuyo valor será útil para la puesta en obra.

Bajo el aspecto económico, interesa entregar los bloques lo antes posible al mercado, reteniéndose en fábrica estrictamente el tiempo preciso para que alcance la resistencia requerida.

El curado natural al aire, mediante rociado de agua, requiere por lo menos unas 72 horas. Con vapor saturado a 50°C, el tiempo se reduce a 24 horas, mientras que si se cura con vapor a 7-11 atmósferas son suficientes 12 horas. El curado utilizado en fábricas locales es el curado natural al aire libre, haciéndose el roceado de agua de 3 a 4 veces diarias

durante 7 días.

El tiempo transcurrido entre el moldeado y la entrega conviene que no sea inferior a 10 días, cualquiera que sea el método de curado, para su perfecta estabilización y a fin de garantizar el producto.

El curado natural consiste en mantener los bloques en un ambiente húmedo 3 días y a una temperatura comprendida entre 15-20°C, protegidos, además de la acción de los rayos solares. Después de salir de la moldeadora y tan pronto lo permita el endurecimiento del hormigón, se someten a la lluvia y agua durante 3 días. Posteriormente se almacenan en pilas de unos 2 metros de altura, con los agujeros situados en posición vertical para facilitar la circulación del aire.

Los procedimientos del curado al vapor permiten utilizar los bloques después de 24 horas de fabricados y conducen a resistencias análogas que con el curado al aire a los 28 días. El silicato tricálcico y el bicálcico reaccionan con el agua con una rapidez hasta 10 veces mayor a 100°C que a la temperatura ambiente.

3.3 DIMENSIONAMIENTO DE BLOQUES.

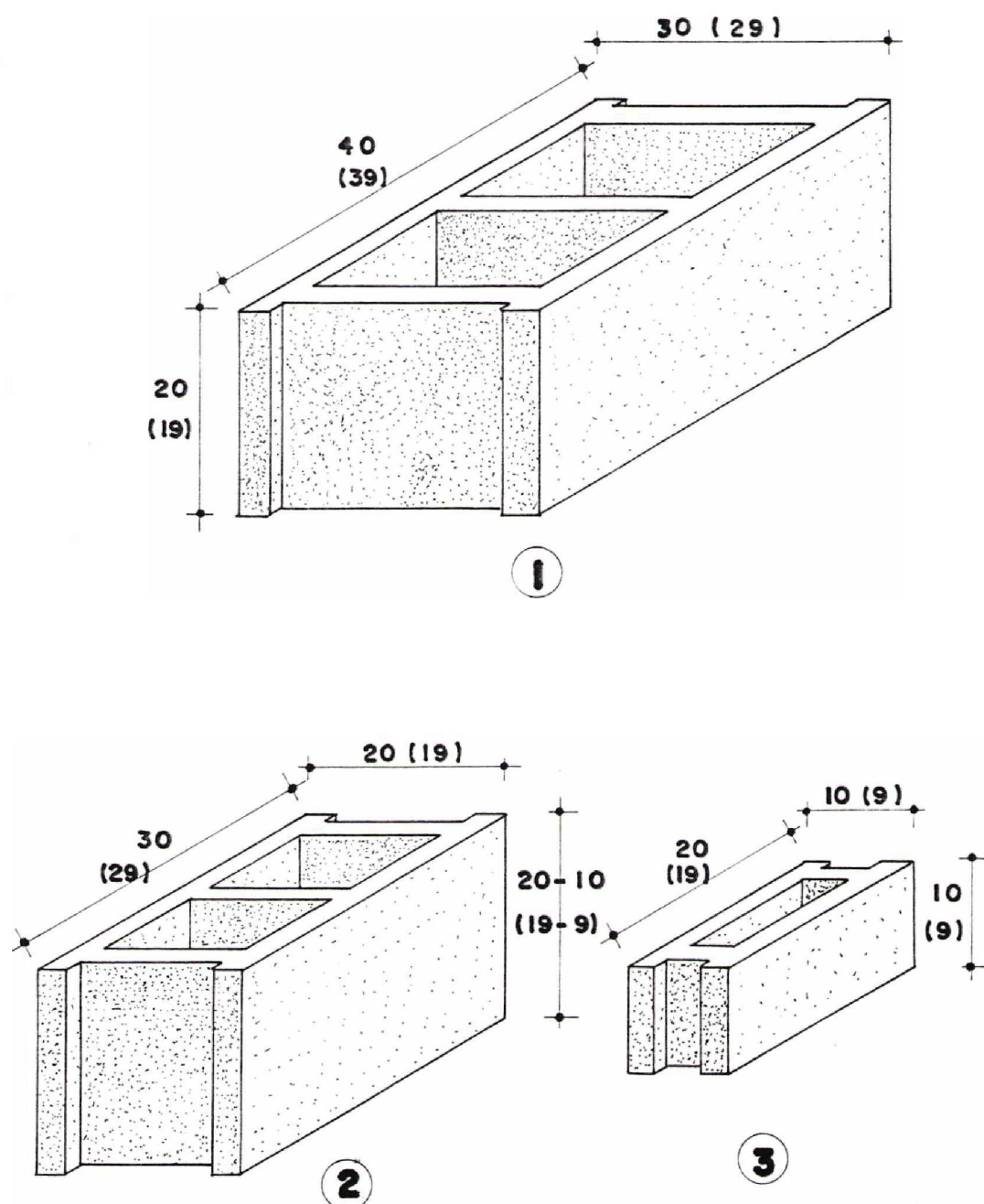
La coordinación modular es indispensable en la industrialización de edificaciones, es el método que permite coordinar las dimensiones de las partes del edificio, asegurando al mismo tiempo flexibilidad de uso y facilidad de producción.

El uso de partes dimensionalmente relacionadas, beneficia al fabricante en el sentido que permite la simplificación de sus productos, caso que constituye un factor de éxito en producción industrial.

3.31. DIMENSIONES MODULARES DE BLOQUES HUECOS DE HORMIGON

Requisitos generales.- Los bloques modulares huecos de hormigón tendrán dimensiones modulares y dimensiones nominales que se indican a continuación: (Según Norma INEN #316).

DIMENSIONES MODULARES Y DIMENSIONES NOMINALES DE LOS BLOQUES HUECOS DE HORMIGON



(29) DIMENSIONES NOMINALES
30 " MODULARES

En la elección de las dimensiones modulares de cada tipo de bloque, podrán convinarse los valores de las columnas de la tabla 1 entre sí:

Ejemplo:

Bloques de 4M x 2M x 1M; 2M x 1M x 1M.

En la elección de las dimensiones nominales de cada tipo de bloque, podrán combinarse los valores de las columnas entre sí:

Ejemplo:

Bloques de 39 cm. x 19 cm. x 9 cm.

En la elección de las dimensiones nominales de los bloques, se tenderá a que se cumpla la relación siguiente:

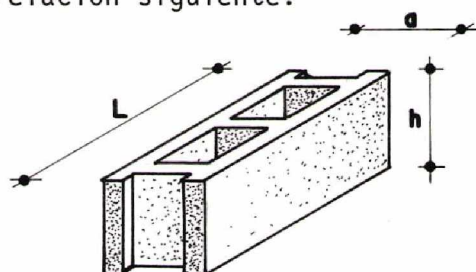
$$L = 2a + s$$

Siendo:

L = Largo

a = Ancho

s = Junta



Tolerancia. La tolerancia para cada una de las dimensiones nominales de los bloques modulares huecos de hormigón será de ± 2 mm.

Junta. La junta entre caras adyacentes de los bloques modulares de hormigón, será inferior o igual a 10 mm.

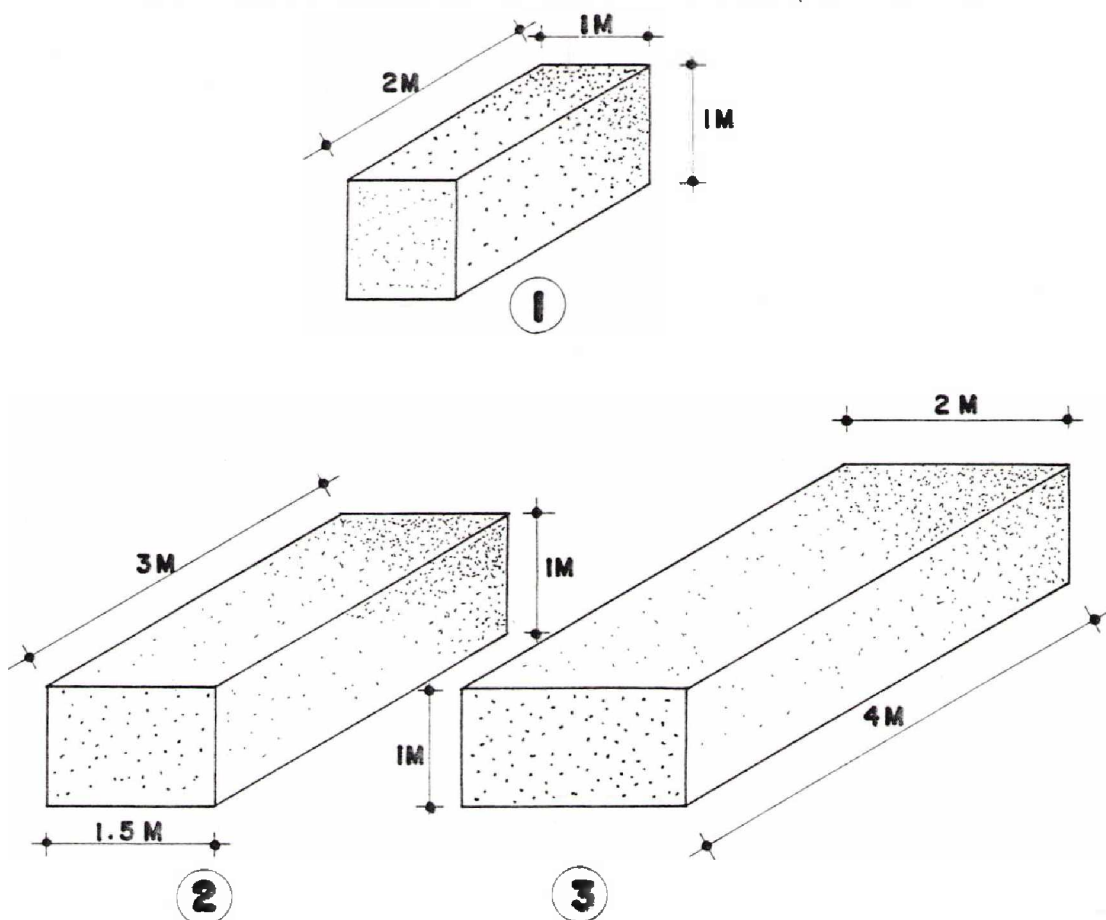
3.3.2. DIMENSIONES MODULARES DE BLOQUES MACIZOS DE HORMIGÓN

Para el estudio dimensional de bloques macizos tendremos en cuenta la norma especificada por el INEN que hace referencia a las dimensiones de los ladrillos cerámicos.

Las dimensiones modulares normales de los bloques macizos son las que se indican a continuación: (según norma INEN #

317).

DIMENSIONES MODULARES NORMALES DE LOS BLOQUES MACIZOS



Por convenio especial entre comprador y productor, podrán fabricarse otros tamaños de bloques macizos, cuyas dimensiones modulares serán términos de las series siguiente:

Para el largo: $2M$, $3M$, $5M$.

Para el ancho: $1M$, $1.5M$, $2M$, $2.5M$, $3M$.

Para el espesor: $1M$, $1.5M$, $2M$.

Para la elección de las dimensiones modulares de cada tipo de bloque, podrán combinarse las distintas dimensiones indicadas anteriormente.

En la elección de las dimensiones de producción de los bloques se tenderá a que se cumpla la siguiente relación:

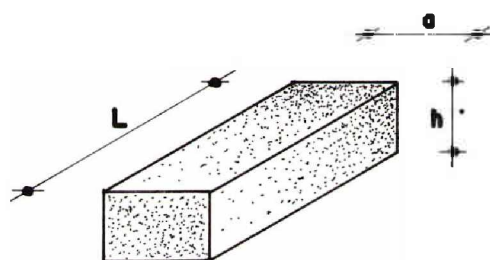
$$L = 2a + s$$

En donde:

L = Largo

A = Ancho

s = Junta



La dimensión de la junta será inferior o igual a 10 mm.

Para la fabricación de bloques macizos, hemos considerado las medidas que nos da la norma INEN #293, la misma que hace referencia a las medidas de ladrillo cerámicos macizos.

A continuación se detalla la tabla de medidas de la norma #293.

TIPO DE BLOQUE	LARGO	ANCHO	ALTO
Macizo Gigante	29cm	19cm	9cm
Macizo Panelón	29cm	14cm	9cm

Estas dimensiones son las más utilizadas en nuestro medio, para nuestro estudio hemos elegido al macizo panelón.

3.4. USOS Y REQUISITOS DE LOS BLOQUES DE HORMIGON.

Bloques huecos.- Los bloques huecos se clasifican de acuerdo al uso en 5 tipos como se indica en la tabla #4 (según la norma INEN #638) también los bloques pueden clasificarse de acuerdo al número de huecos, existen bloques que tienen desde 2 huecos hasta 4, pero ésto no influye en la resistencia, siendo ventajoso en lo acústico, térmico y además es fácil de dividir.

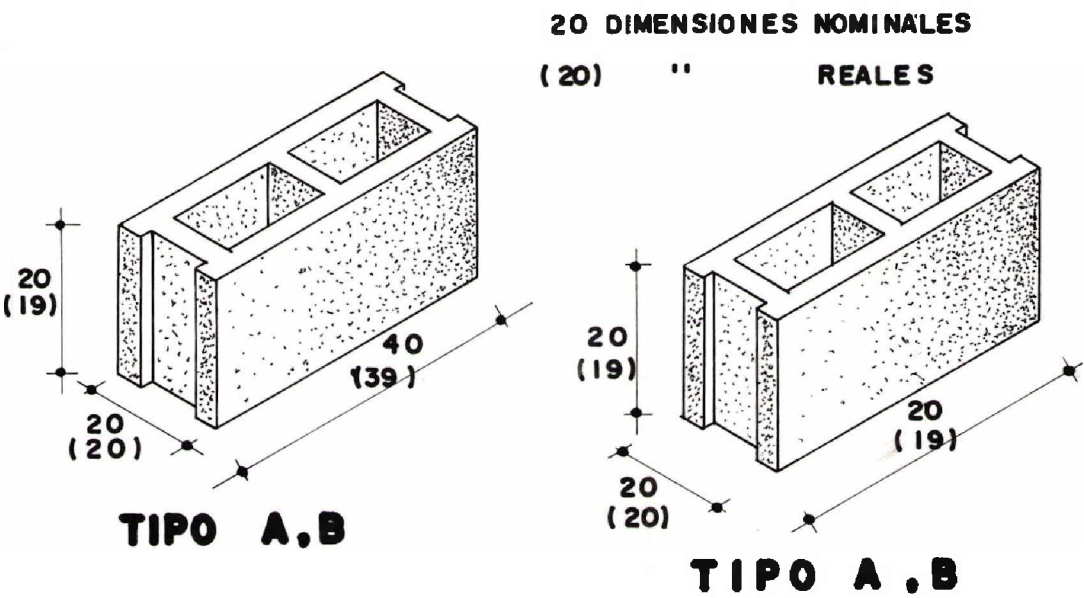
TIPOS DE BLOQUES HUECOS DE HORMIGON Y SUS USOS	
TIPO	USOS
A	MUROS DE CARGA EXTERIORES, SIN REVESTIMIENTO
B	MUROS DE CARGA, EXTERIORES CON REVESTIMIENTO MUROS INTERIORES DE CARGA, CON O SIN REVESTIM.
C	TABIQUES DIVISORIOS EXTERIORES, SIN REVESTIM. TABIQUES DIVISORIOS EXTERIORES, CON REVESTIM.
D	TABIQUES DIVISORIOS INT., CON O SIN REVESTIM.
E	LOSAS ALIVIANADAS DE HORMIGON ARMADO

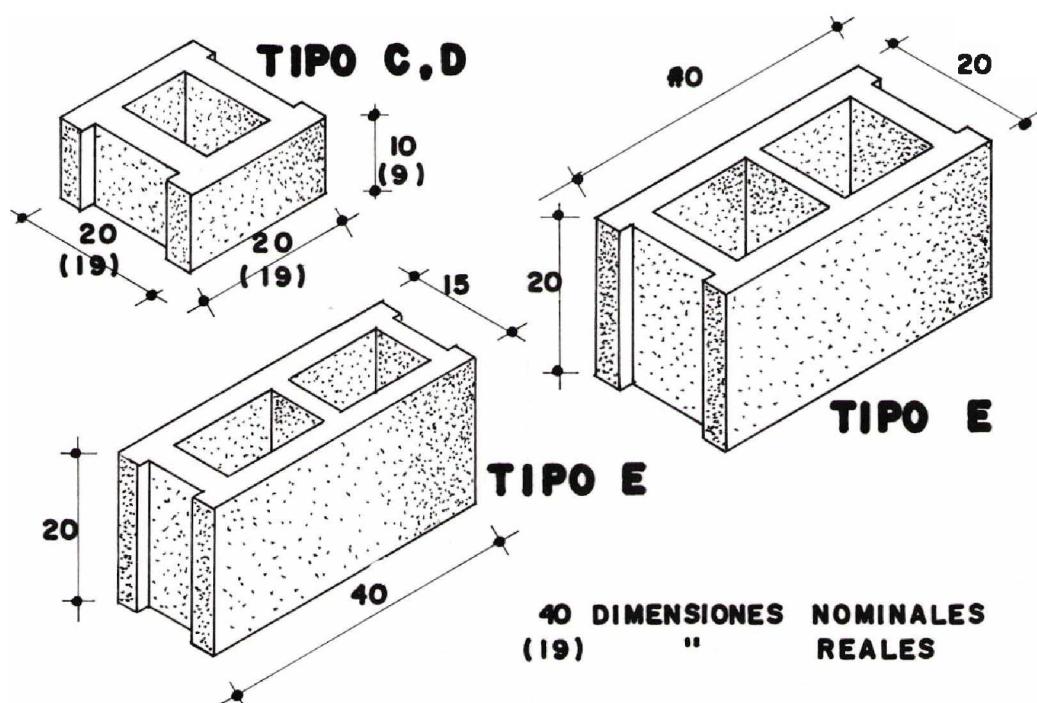
El espesor de las paredes de los bloques no deben ser menor de 30mm en los bloques tipo A y B: y de 20mm en los bloques tipo C, D, y E.

La dimensión usual de un bloque debe ser tal que, sumada al espesor de una junta, nos de una medida modular.

INEN recomienda para los bloques según el uso las siguientes dimensiones (norma #638).

DIMENSIONES RECOMENDADAS PARA BLOQUES HUECOS





Por convenio entre fabricante y comprador se podrán fabricar bloques con dimensiones diferentes a las indicadas en los gráficos.

En los bloques de un mismo tipo las dimensiones no deben variar en ± 3 mm.

De acuerdo a la clasificación establecida, los bloques huecos de hormigón deberán cumplir con los requisitos que se indican en la siguiente tabla.

REQUISITOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION Y A LA RETRACCION POR SECADO QUE DEBEN CUMPLIR LOS BLOQUES HUECOS DE HORMIGON

TIPO DE BLOQUE	RESISTENCIA MINIMA A LA COMPRESION EN Kg/cm ² A LOS 28 DIAS		RETRACCION POR SECADO EN % MAXIMO DE LONGITUD
	PROMEDIO DE 12 UNIDADES	INDIVIDUAL	PROMEDIO DE 3 UNIDADES
A	7	6	0.06
B	5	4	0.06
C	4	3	0.07
D	3	2.5	0.07
E	2	1.5	0.08

La absorción de agua en los bloques no podrá ser mayor de 240 kg/m³.

El contenido de humedad de los bloques no podrá ser mayor del 40% de la absorción de agua.

Bloques macizos.- Los bloques macizos pueden ser utilizados en la construcción de muros soportantes y tabiques divisorios no soportantes.

Los bloques macizos deberán cumplir con los siguientes requisitos, considerando que los bloques a producirse son fabricados a mano y pueden tener imperfecciones en sus caras exteriores, así como variación de rectitud en sus aristas hasta de 8 mm. (tipo C según norma INEN #297)

REQUISITOS DE RESISTENCIA MECANICA Y ABSORCION DE LA HUMEDAD QUE DEBEN CUMPLIR LOS BLOQUES MACIZOS. (LADRILLOS CERAMICOS)

TIPO DE BLOQUE	RESISTENCIA MINIMA A LA COMPRESION Kg/cm2	RESISTENCIA MINIMA A LA FLEXION Kg/cm2	ABSORC. MAXIMA DE HUMEDAD %
	PROMEDIO DE 5 UNIDADES	INDIVIDUAL PROMEDIO DE 5 UNIDADES	PROMEDIO DE 5 UNIDADES
MACIZO A	25	20	4
MACIZO B	16	14	3
MACIZO C	8	6	2

3.5. ANALISIS DE LA PUZOLANA DE SOLANO COMO MORTERO.

Con el objeto de dar utilidad a esta puzolana, ya que con ésta no se realizaron bloques, y como complemento a los estudios realizados sobre estos materiales; hemos creído conveniente analizar a la, puzolana de Solano como mortero.

Este análisis lo realizaremos en el laboratorio, indicando primero el procedimiento, y luego los resultados a los 7 y 28 días sobre las resistencias a la compresión, además se

indicará las dosificaciones, en peso y en volúmen aparente. Luego se procederá a ejecución de un gráfico ilustrativo de las curvas de resistencia a la compresión.

351. ESFUERZO DE COMPRESION EN MORTEROS.

Alcance. Establece el método para determinar la resistencia a la compresión de morteros (mezclas) con cemento.

Equipo:

- 1.- Balanza
- 2.- Tamiz #4
- 3.- Probetas graduadas (deben tener de preferencia la capacidad que permita medir el agua de amasado en una sola operación.
- 4.- Moldes (los moldes para los especímenes cúbicos de 50 mm de arista no debe tener más de 3⁷ compartimentos, ni constar de más de 2 elementos separables. Estos elementos deben estar dotados de dispositivos que aseguren una perfecta unión. Las caras interiores de los moldes deben ser planas; las caras opuestas deben estar a una distancia de 50 mm.; la altura debe ser de 50 mm, el ángulo formado por las caras interiores adyacentes debe ser de 90°.)
- 5.- Mezcladora
- 6.- Apisonador (debe tener una sección transversal de 12 x 25 mm. y una longitud apropiada de 120 a 150 mm.)
- 7.- Espátula (debe tener una hoja de acero de 100 a 150 mm. de longitud).
- 8.- Máquina de ensayo

Materiales:

- 1.- Cemento portlant (Industrias Guapán)
- 2.- Agua destilada
- 3.- Arena normalizada

4.- La puzolana a usarse (sector de Solano), se usará el material que pase al tamiz #4.

Preparación de los moldes.- Se cubre ligeramente las caras interiores de los moldes con aceite mineral o grasa lubricante.

Procedimiento:

1.- Composición de los morteros:

- Las cantidades, que deben mezclarse a un tiempo, serán suficientes para obtener 6 cubos de ensayo.
- Las proporciones para formar los morteros son: 1-3; 1-6; 1-8, en volúmen aparente.
- La cantidad de agua a agregarse estará en una proporción con los otros componentes del mortero; (en una relación agua/cemento de 0.4 a 0.5)

2.- Llenado de los moldes:

- El llenado de los moldes debe iniciarse antes de 2 minutos, contados desde la determinación de la mezcla original del mortero.
- Se coloca una capa de mortero de más o menos 25 mm. de espesor en cada compartimiento cúbico.
- Se apisona el mortero en cada compartimiento cúbico 32 veces, en 4 etapas de 8 golpes cada uno.
- Una vez terminado el apisonado de todos los compartimientos, se debe llenar con una segunda capa y se apisona como se indicó anteriormente.
- Después de finalizada la compactación, se alisa la superficie de los cubos con la espátula, una vez en sentido longitudinal del molde y otra en sentido transversal.

3.- Almacenamiento de los cubos:

- Una vez terminado la operación de llenado, se introducen

los moldes con mortero en la cámara húmeda por un período de 20 a 24 horas.

- Si los cubos se retiran de los moldes antes de las 24 horas, se deben dejar en la cámara de humedad hasta que se complete este tiempo.

- Los cubos se sumergen en agua dentro del tanque de almacenamiento; hasta que cumpla el tiempo para su ensayo; el agua de almacenamiento se debe mantener limpia por renovación frecuente.

4.- Determinación del esfuerzo de compresión.-

- Todos los cubos deben ser probados dentro del tiempo de ensayo con una tolerancia de ± 3 horas para los 7 días y ± 12 horas para los 28 días.

- Se sacan los cubos del recipiente de almacenamiento y se deben ensayar inmediatamente.

- En cada cubo se determinan las dimensiones y la masa.

- Se debe comprobar que las superficies del cubo sean completamente planas; caso contrario se las debe alisar hasta que queden planas; si ésto no es posible se desecha el cubo.

- Se coloca el cubo cuidadosamente, centrándolo debajo del bloque superior de la máquina de ensayo; no se debe usar materiales amortiguadores entre el cubo y el bloque.

- Se aplica una pequeña carga inicial, con el objeto de que el bloque superior de la máquina de ensayo se asiente sobre toda la superficie del cubo.

- Se encera el dial de la máquina de ensayo.

- Se ajusta la velocidad de aplicación de la carga de tal manera que la carga total, se aplique sin interrupción

en un tiempo comprendido entre 20 y 80 segundos.

Calculos y resultados:

- 1.- Se registra la carga máxima total indicada por la máquina de ensayo (P).
- 2.- Se calcula la resistencia del mortero con la siguiente fórmula:

$$G = \frac{P}{A}$$

En donde:

G = Resistencia del mortero (kg/cm²)

P = Carga de ruptura en kg

A = Area real de la sección del cubo (cm²)

- 3.- Se debe registrar como resistencia a la compresión, el valor promedio de la resistencia de los cubos ensayados, que correspondan a la misma muestra y ensayados, en el mismo tiempo; el promedio se debe calcular sobre los valores correspondientes, 3 cubos como máximo.

NOTA: La prueba de retracción que estuvo planteada, no se la pudo realizar, por cuanto los laboratorios de la Fábrica de Cementos Guapán no disponía del instrumental requerido para la realización de dicha prueba.

PRUEBAS EN

BLOQUES HUECOS

BLOQUES HUECOS CON

PUZOLANA DE LLACAO

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1- 3- 6

PROCEDENCIA

MUESTRA PATR.

MATERIALES

CEMENTO

ARENA

GRAVA

DOSIF. EN PESO

325.87kg

548.28kg

1249.15kg

RELACION AGUA / CEMENTO =

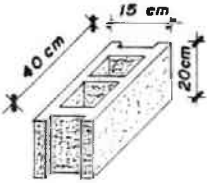
0.55

PRUEBA

COMPRESION

BLOQUE

HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
<div><div>7 DIAS</div></div>	1	16.540	18780	53.35
	2	16.920	20240	58.01
	3	17.225	19800	56.25
	4	16.430	19680	55.91
	5	17.152	18620	52.90
	6	17.093	21460	60.97
	7	16.942	20260	57.56
			19860	56.42

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

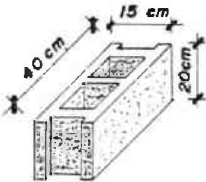
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 3- 6 PROCEDENCIA MUESTRA PATR.

MATERIALES CEMENTO ARENA GRAVA

DOSIF. EN PESO 325.87kg 548.28kg 1249.15kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.55

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
 28 DIAS	1	16.986	33700	95.74
	2	16.429	31920	90.68
	3	17.140	30120	85.57
	4	16.720	34380	97.67
	5	16.940	31200	88.64
	6	17.040	33080	93.98
	7	17.282	34220	97.22
	8	16.340	33800	96.02
	9	16.923	32260	91.65
	10	17.108	30160	85.68
	11	17.008	31680	90.00
	12	16.853	33240	94.43

32480 92.27

OBSERVACIONES El incremento de la resistencia a compresión a los 28 días es de 63.54% con relación a la de los 7 días.

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

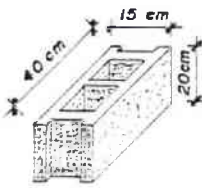
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 3- 6 PROCEDENCIA LLACAO

MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

DOSIF. EN PESO 325.87kg 548.28kg 1249.15kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.55

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
 7 DIAS	1	17.415	16220	46.08
	2	17.770	14960	42.50
	3	16.982	15020	42.67
	4	17.220	15280	43.41
	5	16.864	14760	41.93
	6	16.877	16220	46.08
	7	16.920	14220	40.40
			15240	43.30

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

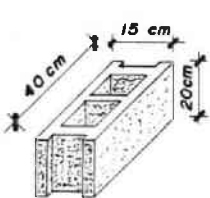
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 3- 6 PROCEDENCIA LLACAO

MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

DOSIF. EN PESO 325.87kg 548.28kg 1249.15kg

RELACION AGUA / CEMENTO * 0.55

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
	1	17.240	24100	68.47
	2	17.015	23880	67.84
	3	16.896	24020	68.24
	4	16.944	23160	65.80
	5	16.825	21900	62.22
	6	17.221	21780	61.88
	7	17.123	21560	61.25
	8	16.240	23460	66.65
	9	16.620	21180	60.17
	10	16.780	22900	65.06
	11	17.141	23060	65.51
	12	16.831	23560	66.93
28 DIAS				

22880 65.00

OBSERVACIONES El incremento de la resistencia a la compresión a los 28 días es de 50.12% con relación a la de los 7 días.

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

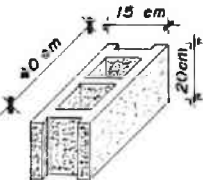
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 3- 6 PROCEDENCIA LLACAO

MATERIALES CEMENTO PUZOLANA ARENA GRAVA 50% 50%

DOSIF. EN PESO 162.94kg 162.94kg 548.28kg 1249.50kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.55

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
 7 DIAS	1	17.352	9560	27.16
	2	17.054	9080	25.80
	3	17.320	8320	23.64
	4	16.675	7780	21.10
	5	16.942	7940	22.56
	6	17.724	8880	25.23
	7	16.680	9620	27.33

8740 24.83

OBSERVACIONES

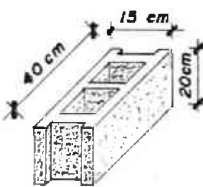
PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 3- 6 PROCEDENCIA LLACAO

MATERIALES	CEMENTO	PUZOLANA	ARENA	GRAVA	
	50%	50%			
DOSIF. EN PESO	162.94kg	162.94kg	548.28kg	1249.15kg	

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.55

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
 28 DIAS	1	16.902	13580	38.58
	2	17.108	14720	41.82
	3	16.940	14080	40.00
	4	16.832	14140	40.17
	5	16.980	12320	35.00
	6	17.225	13440	38.18
	7	17.149	13560	38.52
	8	17.200	15020	42.67
	9	16.750	14080	40.00
	10	16.820	13760	39.09
	11	16.964	14820	42.10
	12	16.820	12560	35.68
			13840	39.32

OBSERVACIONES El incremento de la resistencia a compresión a los 28 días es de 58.36% con relación a la de los 7 días.

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

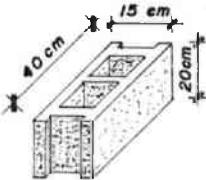
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 3- 6 PROCEDENCIA LLACAO

MATERIALES CEMENTO ARENA PUZOLANA GRAVA 50% 50%

DOSIF. EN PESO 325.87kg 274.14 kg 274.14 kg 1249.15kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.55

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
 7 DIAS	1	17.300	19320	54.89
	2	17.124	19200	54.55
	3	17.132	17560	49.89
	4	16.950	18120	51.48
	5	16.995	18 280	51.93
	6	16.900	19380	55.06
	7	16.963	17360	49.32

18460 52.44

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

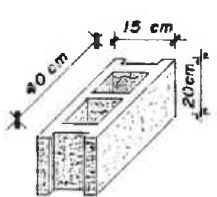
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 3- 6 PROCEDENCIA LLACAO

MATERIALES CEMENTO ARENA PUZOLANA GRAVA 50% 50%

DOSIF. EN PESO 325.87kg 274.14 kg 274.14kg 1249.15kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.55

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
 28 DIAS	1	17.284	28900	82.16
	2	17.150	29320	83.29
	3	16.920	31460	89.38
	4	16.980	30840	87.61
	5	17.185	30080	85.45
	6	16.945	28860	81.99
	7	16.720	29400	83.52
	8	16.700	27880	79.20
	9	17.010	27560	78.30
	10	17.096	28300	80.45
	11	17.102	31240	88.75
	12	16.955	32460	92.22

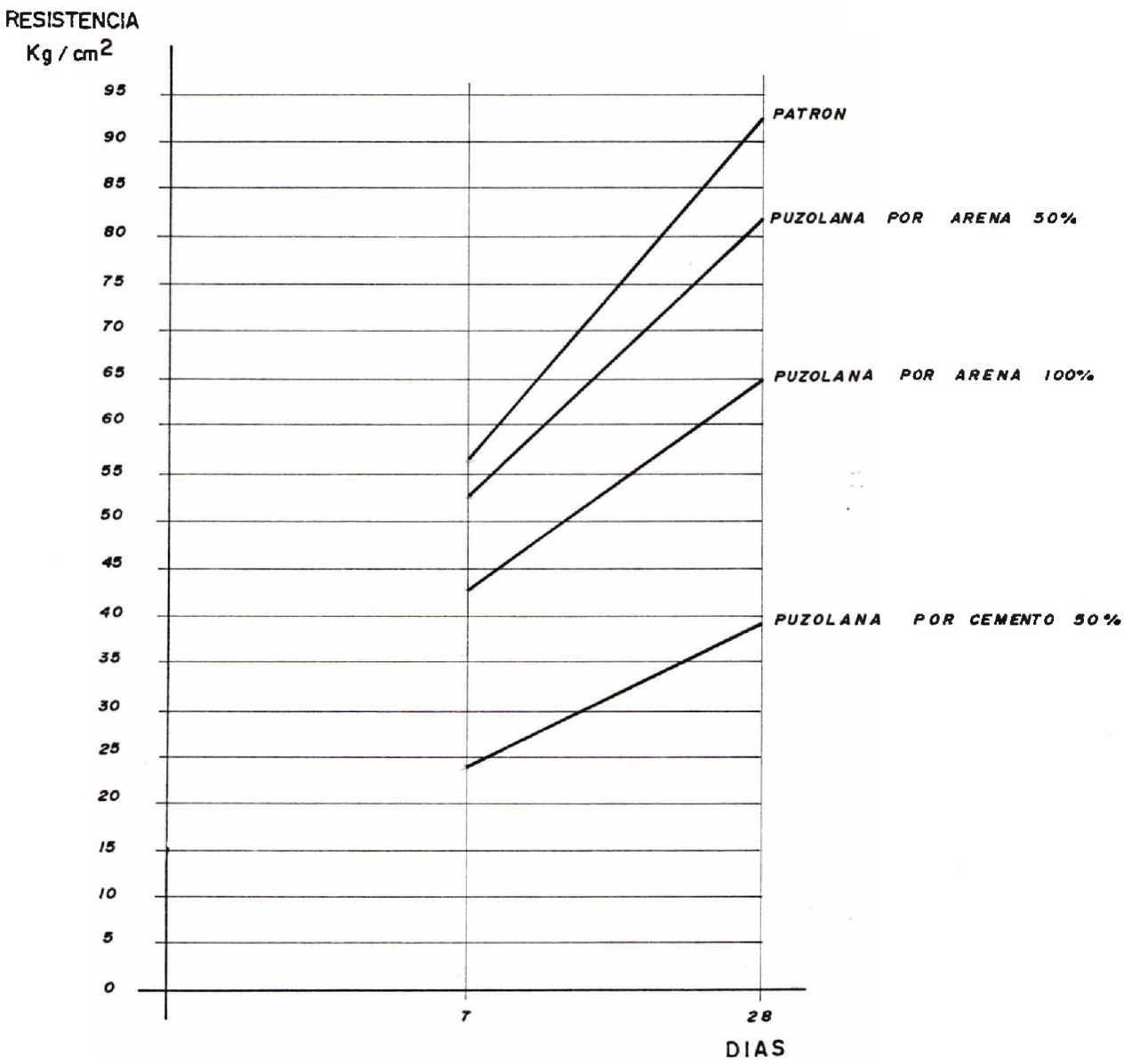
28860 81.99

OBSERVACIONES El incremento de la resistencia a compresión a los 28 días es de 56.35% con relación a la de los 7 días.

CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1 - 3 - 6 PROCEDENCIA LLACAO

BLOQUES HUECOS



OBSERVACIONES _____

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1- 3- 6

PROCEDENCIA

LLACAO

MATERIALES

CEMENTO

PUZOLANA

GRAVA

DOSIF. EN PESO

325.87 kg

548.28 kg

1249.15 kg

RELACION AGUA / CEMENTO *

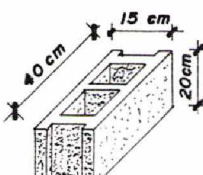
0.55

PRUEBA

ABSORCION DE AGUA

BLOQUE

HUECO

EDAD	MASA SATURADA (KG)	MASA SECA (KG)	SUSPENDIDO SUMERGIDO (KG)	ABSORCION DE AGUA (KG/M3)
 <p>15 DIAS</p>	17.809	17.400	10.105	53.09
	17.080	16.600	9.375	62.30
	17.752	17.320	10.014	55.83

PROMEDIO

57.07

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

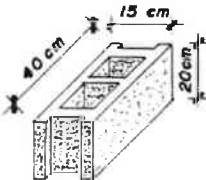
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 3- 6 PROCEDENCIA LLACAO

MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

DOSIF. EN PESO 325.87kg 548.28 kg 1249.15kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.55

PRUEBA CONTENIDO DE HUMEDAD BLOQUE HUECO

EDAD	MASA MUESTRA (KG)	MASA SECA (KG)	MASA HUMEDA (KG)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
 15 DIAS	17.400	16.210	17.859	72.17
	16.600	16.052	17.150	49.91
	17.320	16.740	17.865	51.56

PROMEDIO 57.88

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

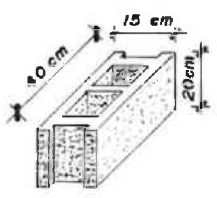
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 8 PROCEDENCIA MUESTRA PATR.

MATERIALES CEMENTO ARENA GRAVA

DOSIF. EN PESO 262.11kg 586.55kg 1338.64kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.57

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
 7 DIAS	1	15.150	13720	38.98
	2	16.910	12920	36.70
	3	15.940	13480	38.30
	4	15.800	13960	39.66
	5	16.122	12840	36.48
	6	15.922	14060	39.94
	7	15.950	12120	34.43

13300 37.78

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

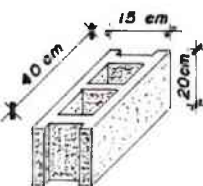
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 8 PROCEDENCIA MUESTRA PATR.

MATERIALES CEMENTO ARENA GRAVA

DOSIF. EN PESO 262.11kg 586.55kg 1338.64kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.57

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
 28 DIAS	1	16.010	24640	70.00
	2	15.812	22080	62.72
	3	15.726	21520	61.14
	4	16.813	23680	67.27
	5	16.460	22580	64.15
	6	15.940	23140	65.74
	7	15.930	24240	68.86
	8	16.044	24180	68.69
	9	15.935	20800	59.09
	10	16.122	22140	62.90
	11	16.520	22880	65.00
	12	16.312	24360	69.20

23020 65.40

OBSERVACIONES El incremento de la resistencia a compresión a los 28 días es de 73.31% con relación a la de los 7 días

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

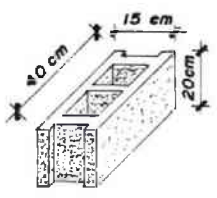
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1 - 4 - 8 PROCEDENCIA LLACAO

MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

DOSIF. EN PESO 262.11kg 586.55kg 1338.64kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.57

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
 7 DIAS	1	16.600	12400	35.23
	2	16.500	10540	29.93
	3	16.548	7400	21.02
	4	16.589	9680	27.50
	5	16.486	11720	33.30
	6	16.425	12400	35.23
	7	16.454	7260	20.63
			10200	28.98

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

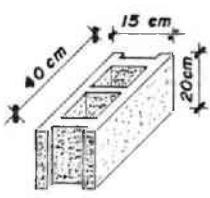
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE1- 4- 8PROCEDENCIALLACAO

MATERIALESCEMENTOPUZOLANAGRAVA

DOSIF. EN PESO262.11kg586.55kg1338.64kg

RELACION AGUA / CEMENTO =0.57

PRUEBA COMPRESIONBLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
 28 DIAS	1	16.532	12340	35.06
	2	16.609	11500	32.67
	3	16.488	15980	45.40
	4	16.526	15300	43.47
	5	16.487	16160	45.91
	6	16.645	14820	42.10
	7	16.395	17100	48.58
	8	16.456	15300	43.57
	9	16.594	12800	36.36
	10	16.601	17440	49.55
	11	16.481	15360	43.64
	12	16.500	14700	41.76
			14900	42.33

OBSERVACIONES La resistencia a la compresión a los 28 días se incrementa en un 46.07% en relación a la de los 7 días.

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

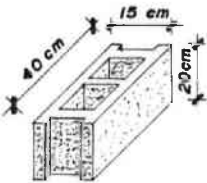
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE1- 4- 8PROCEDENCIALLACAO

MATERIALESCEMENTOPUZOLANAARENAGRAVA

DOSIF. EN PESO50%50%131.06kg131.06kg586.55kg1338.64kg

RELACION AGUA / CEMENTO =0.57

PRUEBA COMPRESIONBLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
<div><p>7 DIAS</p></div>	1	16.660	6120	17.39
	2	16.406	4980	14.15
	3	16.384	5360	15.23
	4	16.625	5200	14.77
	5	16.640	5840	16.59
	6	16.308	5720	16.25
	7	16.350	5140	14.60
			5480	15.57

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1- 4- 8

PROCEDENCIA

LLACAO

MATERIALES

CEMENTO	PUZOLANA	ARENA	GRAVA	
50%	50%			

DOSIF. EN PESO

131.06kg	131.06kg	586.55kg	1338.64kg	
----------	----------	----------	-----------	--

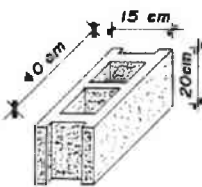
RELACION AGUA / CEMENTO *

0.57

PRUEBA

COMPRESION

BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
<div><div>28 DIAS</div></div>	1	16.454	8980	25.51
	2	16.520	9040	25.68
	3	16.454	9180	26.08
	4	16.401	8700	24.72
	5	16.309	9040	25.68
	6	16.415	8900	25.28
	7	16.318	7880	22.39
	8	16.492	7560	21.48
	9	16.360	8520	24.20
	10	16.389	8880	25.23
	11	16.333	8540	24.26
	12	16.101	9420	26.76
			8720	24.77

OBSERVACIONES La resistencia a la compresión a los 28 días se incrementa en un 59.09% con relación a la de los 7 días.

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

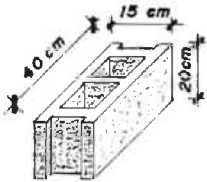
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 8 PROCEDENCIA LLACAO

MATERIALES CEMENTO ARENA PUZOLANA GRAVA 50% 50%

DOSIF. EN PESO 262.11kg 293.27kg 293.27kg 1338.64kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.57

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
 7 DIAS	1	15.256	11220	31.88
	2	16.028	10580	30.06
	3	15.949	10520	29.89
	4	15.980	9860	28.01
	5	16.241	10540	29.44
	6	15.146	9800	27.84
	7	15.958	12100	34.38

10660 30.28

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1- 4- 8

PROCEDENCIA

LLACAO

MATERIALES

CEMENTO	ARENA	PUZOLANA	GRAVA	
50%		50%		

DOSIF. EN PESO

262.11kg	293.27kg	293.27kg	1338.64kg	
----------	----------	----------	-----------	--

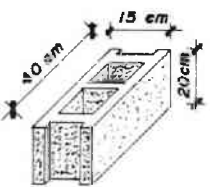
RELACION AGUA / CEMENTO =

0.57

PRUEBA

COMPRESION

BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
<div></div> <div>28 DIAS</div>	1	16.229	20340	57.78
	2	15.986	21220	60.28
	3	16.088	20460	58.13
	4	15.991	18960	53.86
	5	16.022	19560	55.57
	6	16.109	19380	55.06
	7	16.090	20540	58.35
	8	16.485	21620	61.42
	9	16.246	20140	57.62
	10	16.234	19680	55.91
	11	15.899	18740	53.24
	12	16.136	18640	52.95
			19940	56.65

OBSERVACIONES La resistencia a la compresión a los 28 días se incrementa en un 87.71% con relación a la de los 7 días.

CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

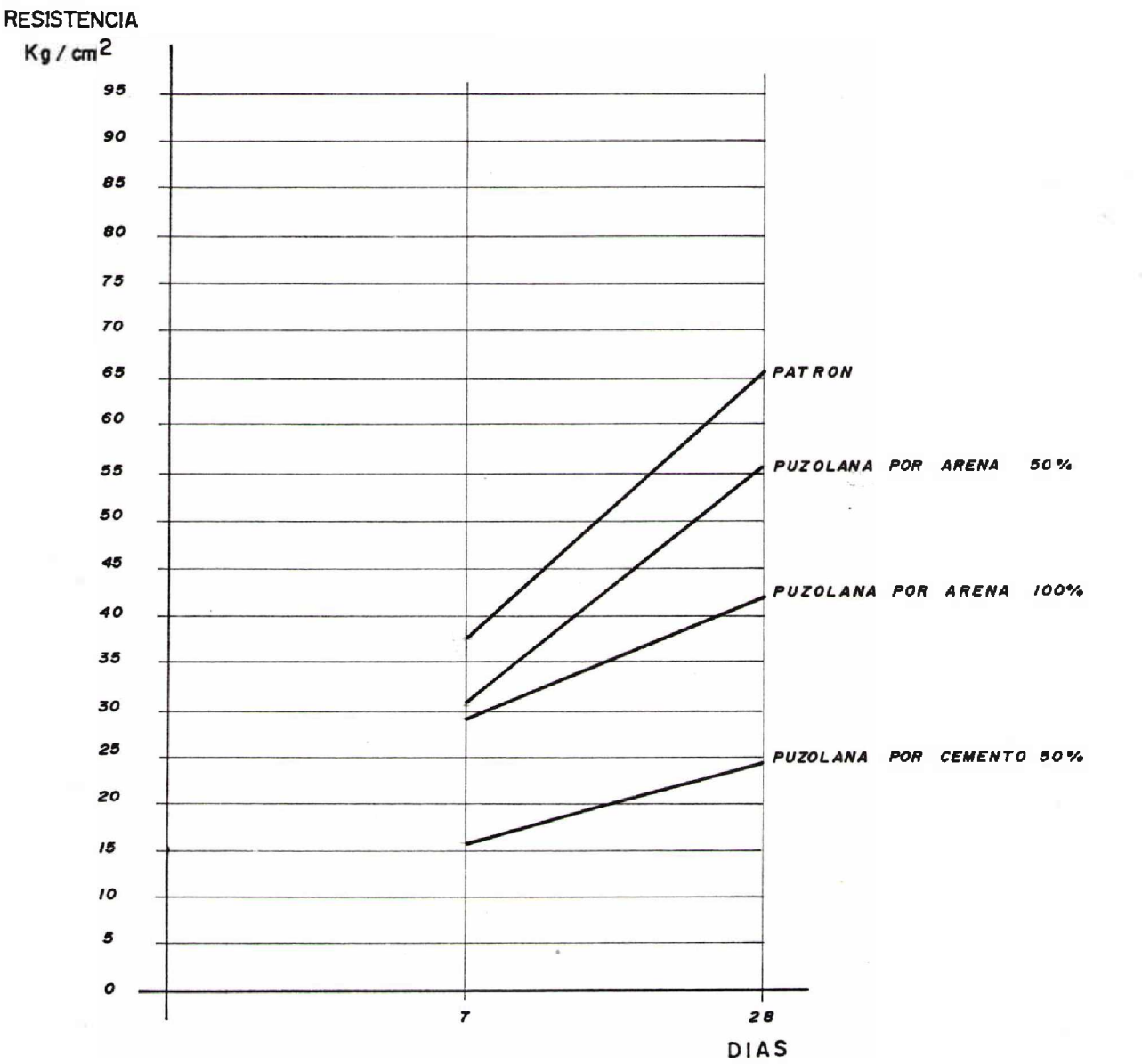
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1- 4- 8

PROCEDENCIA

LLACAO

BLOQUES HUECOS



OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1 - 4 - 8

PROCEDENCIA

LLACAO

MATERIALES

CEMENTO

PUZOLANA

GRAVA

DOSIF. EN PESO

262.11 kg

586.55 kg

1338.64 kg

RELACION AGUA / CEMENTO =

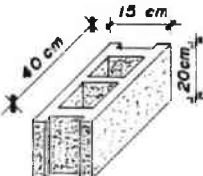
0.57

PRUEBA

ABSORCION DE AGUA

BLOQUE

HUECO

EDAD	MASA SATU-RADA (KG)	MASA SECA (KG)	SUSPENDIDO SUMERGIDO KG	ABSORCION DE AGUA (KG/m3)
<div><div>15 DIAS</div></div>	17.850	16.877	9.430	115.56
	18.450	17.415	9.745	118.90
	18.340	17.322	9.564	116.00
PROMEDIO				116.82

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

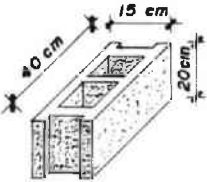
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 8 PROCEDENCIA LLACAO

MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

DOSIF. EN PESO 262.11 kg 586.55 kg 1338.64 kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.57

PRUEBA CONTENIDO DE HUMEDAD BLOQUE HUECO

EDAD	MASA MUESTR (KG)	MASA SECA (KG)	MASA HUMEDA (KG)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
 15 DIAS	16.377	15.655	17.200	46.73
	16.915	16.250	17.908	40.30
	16.822	16.124	17.635	46.19

PROMEDIO 44.41

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1 - 4 - 10 PROCEDENCIA MUESTRA PATR.

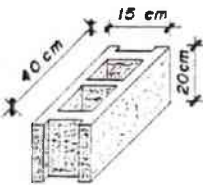
MATERIALES CEMENTO ARENA GRAVA

DOSIF. EN PESO 225.57kg 504.77kg 1444.72kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.66

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
------	---------	------------	-------------------	---------------------------------

 7 DIAS	1	16.398	12860	36.53
	2	16.254	12760	36.25
	3	16.206	13140	37.33
	4	16.409	12960	36.82
	5	16.401	13920	39.55
	6	16.348	13160	37.39
	7	16.200	12340	35.06

13020	36.99
-------	-------

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 10 PROCEDENCIA MUESTRA PATR.

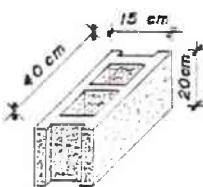
MATERIALES CEMENTO ARENA GRAVA

DOSIF. EN PESO 225.57kg 504.77kg 1444.72kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.66

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
------	---------	------------	-------------------	---------------------------------

 28 DIAS	1	16.352	19140	54.38
	2	16.224	18380	52.22
	3	16.317	17900	50.85
	4	16.410	16560	47.05
	5	16.385	18720	53.18
	6	16.287	17880	50.80
	7	16.366	17900	50.85
	8	16.392	16340	46.42
	9	16.201	19580	55.62
	10	16.456	17720	50.34
	11	16.724	16460	46.76
	12	16.820	17980	51.08

17880	50.80
-------	-------

OBSERVACIONES La resistencia a la compresión a los 28 días se incrementa en un 37.33% con relación a la de los 7 días.

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 10 PROCEDENCIA LLACAO

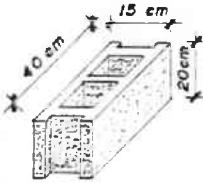
MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

DOSIF. EN PESO 225.57kg 504.77kg 1444.72kg

RELACION AGUA / CEMENTO 0.66

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
------	---------	------------	-------------------	---------------------------------

 7 DIAS	1	16.315	5460	15.51
	2	15.995	8120	23.07
	3	15.942	7180	20.40
	4	16.250	5860	16.65
	5	16.158	6500	18.47
	6	16.342	6320	17.95
	7	16.220	7740	21.99

6740	19.15
------	-------

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE PROCEDENCIA

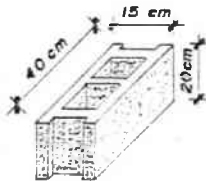
MATERIALES

DOSIF. EN PESO

RELACION AGUA / CEMENTO =

PRUEBA BLOQUE

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg/cm ²)
------	---------	------------	-------------------	------------------------------

	1	16.122	12360	35.11
	2	15.982	10920	31.02
	3	16.108	14080	40.00
	4	16.228	13100	37.22
	5	16.054	13280	37.73
	6	15.886	12920	36.70
	7	16.410	11480	32.61
	8	16.346	11740	33.35
	9	16.112	12820	36.42
	10	16.121	13060	37.10
	11	16.321	12300	34.94
	12	16.354	10980	31.19
28 DIAS				

12420	35.28
-------	-------

OBSERVACIONES La resistencia a la compresión a los 28 días se incrementa en un 84.23% con relación a la de los 7 días.

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 10 PROCEDENCIA LLACAO

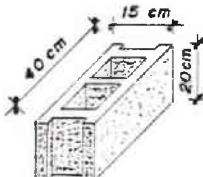
MATERIALES CEMENTO PUZOLANA ARENA GRAVA 50% 50%

DOSIF. EN PESO 112.78kg 112.78kg 504.77kg 1444.72kg

RELACION AGUA / CEMENTO 0.66

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
------	---------	------------	-------------------	---------------------------------

 7 DIAS	1	16.204	4520	12.84
	2	16.124	5160	14.66
	3	15.952	5320	15.11
	4	15.926	4180	11.88
	5	16.187	5160	14.66
	6	16.295	5180	14.72
	7	15.907	4220	11.99

4820	13.69
------	-------

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 10

PROCEDENCIA LLACAO

MATERIALES

CEMENTO	PUZOLANA	ARENA	GRAVA
50%	50%		

DOSIF. EN PESO

112.78kg	112.78kg	504.77kg	1444.72kg
----------	----------	----------	-----------

RELACION AGUA / CEMENTO =

0.66

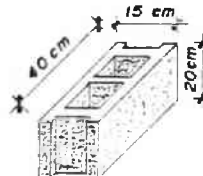
PRUEBA

COMPRESION

BLOQUE

HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
------	---------	------------	-------------------	--------------------------------

	1	16.184	7840	22.27
	2	16.125	8080	22.95
	3	16.156	8000	22.73
	4	16.495	7520	21.36
	5	16.692	8140	23.13
	6	16.761	7960	22.61
	7	15.984	7860	22.63
	8	16.111	6980	13.83
	9	16.130	8300	23.58
	10	15.990	8620	24.49
	11	16.189	7940	22.56
	12	16.346	7120	20.23

28 DIAS

7780

22.10

OBSERVACIONES La resistencia a la compresión a los 28 días se incrementa en un 61.43% con relación a la de los 7 días.

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

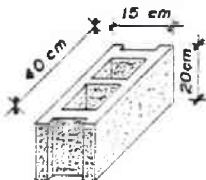
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1-4-10 PROCEDENCIA LLACAO

MATERIALES CEMENTO ARENA PUZOLANA GRAVA 50% 50%

DOSIF. EN PESO 225.57kg 252.38kg 252.38kg 1444.72kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.66

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
 7 DIAS	1	16.550	10800	30.68
	2	16.425	12460	35.40
	3	16.529	12160	34.65
	4	16.408	11440	32.50
	5	16.486	11920	33.86
	6	16.324	10980	31.19
	7	16.586	9340	26.53

11300. 32.10

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1 - 4 - 10 PROCEDENCIA LLACAO

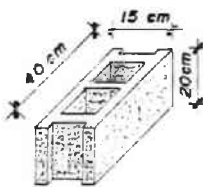
MATERIALES CEMENTO ARENA PUZOLANA GRAVA

DOSIF. EN PESO 225.57kg 252.38kg 252.38kg 1444.72kg

RELACION AGUA / CEMENTO * 0.66

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
------	---------	------------	-------------------	--------------------------------

	1	16.529	15120	42.95
	2	16.513	14860	42.22
	3	16.360	16760	47.61
	4	16.428	15980	45.40
	5	16.555	16500	46.88
	6	16.495	15780	44.83
	7	16.412	16600	47.16
	8	16.492	16160	45.91
	9	16.524	16280	46.25
	10	16.412	15540	44.15
	11	16.329	14020	39.83
	12	16.380	14560	41.36
28 DIAS				

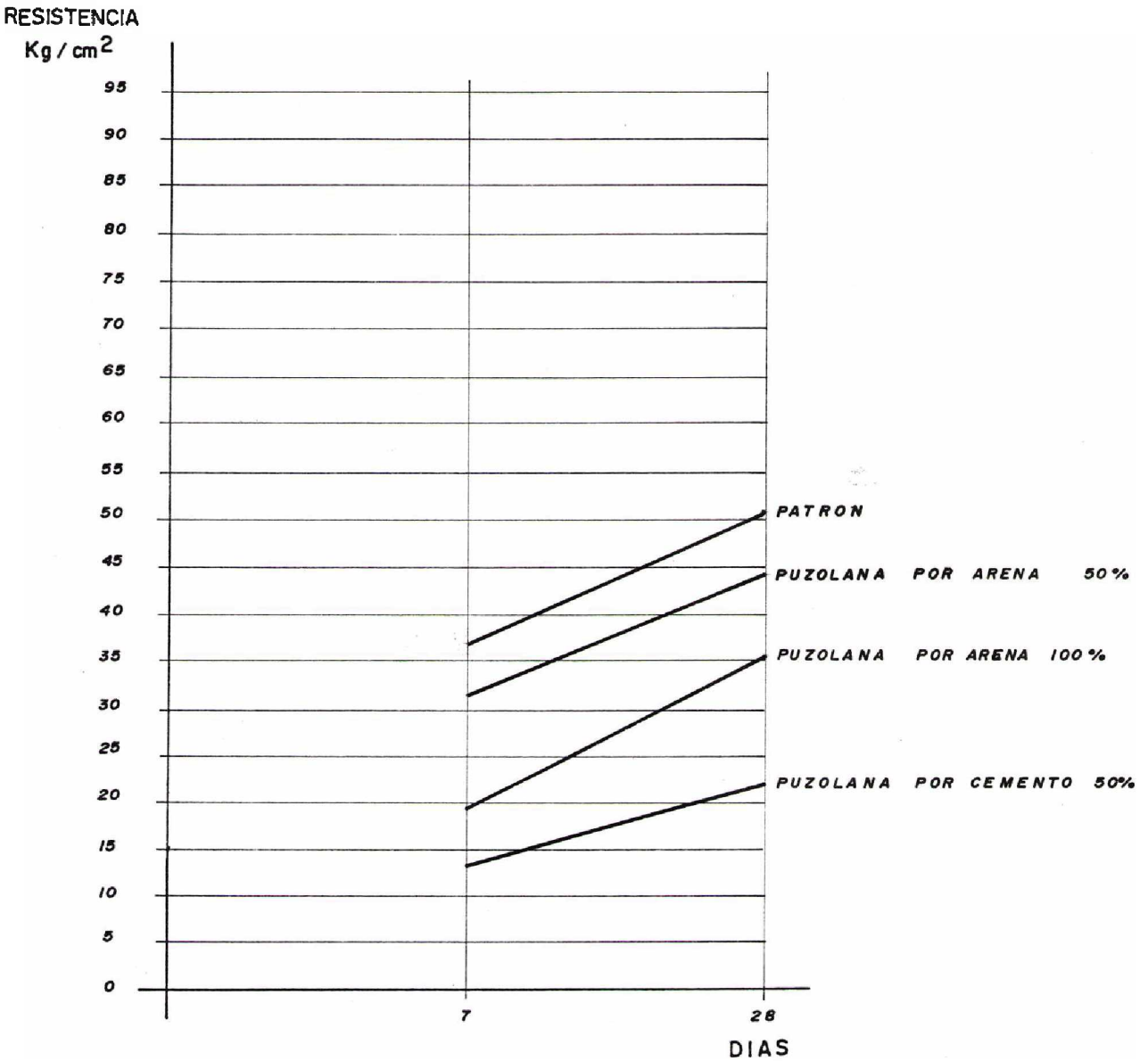
15680	44.55
-------	-------

OBSERVACIONES La resistencia a la compresión a los 28 días se incrementa en un 38.79% con relación a la de los 7 días.

CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1 - 4 - 10 PROCEDENCIA LLACAO

BLOQUES HUECOS



OBSERVACIONES _____

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

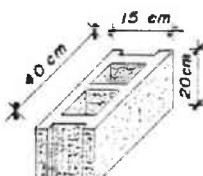
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1 - 4 - 10 PROCEDENCIA LLACAO

MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

DOSIF. EN PESO 225.57kg 504.77kg 1444.72kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.66

PRUEBA ABSORCION DE AGUA BLOQUE HUECO

EDAD	MASA SATU- RADA (KG)	MASA SECA (KG)	SUSPENDIDO SUMERGIDO KG	ABSORCION DE AGUA (KG/M3)
 15 DIAS	15.790	14.940	8.800	123.01
	15.415	14.605	8.718	120.95
	15.226	14.422	8.545	120.34
PROMEDIO				121.43

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

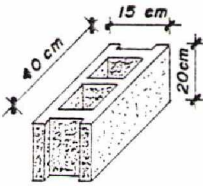
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 10 PROCEDENCIA LLACAO

MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

DOSIF. EN PESO 225.57kg 504.77kg 1444.72kg

RELACION AGUA / CEMENTO 0.66

PRUEBA CONTENIDO DE HUMEDAD BLOQUE HUECO

EDAD	MASA MUESTR (KG)	MASA SECA (KG)	MASA HUMEDA (KG)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
 15 DIAS	14.940	14.705	15.587	26.64
	14.605	14.285	15.147	37.12
	14.422	14.145	15.017	31.77
PROMEDIO				31.84

OBSERVACIONES

BLOQUES HUECOS CON

PUZOLANA DE J. LOYOLA

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

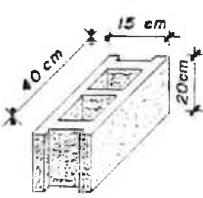
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1 - 3 - 6 PROCEDENCIA MUESTRA PATR.

MATERIALES CEMENTO ARENA GRAVA

DOSIF. EN PESO 325.87kg 548.28kg 1249.15kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.55

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
 7 DIAS	1	16.540	18780	53.35
	2	16.920	20240	58.01
	3	17.225	19800	56.25
	4	16.430	19680	55.91
	5	17.152	18620	52.90
	6	17.093	21460	60.97
	7	16.942	20260	57.56

19860 56.42

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

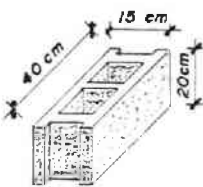
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 3- 6 PROCEDENCIA MUESTRA PATR.

MATERIALES CEMENTO ARENA GRAVA

DOSIF. EN PESO 325.87kg 548.28kg 1249.15kg

RELACION AGUA / CEMENTO * 0.55

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
 28 DIAS	1	16.986	33700	95.74
	2	16.429	31920	90.68
	3	17.140	30120	85.57
	4	16.720	34380	97.67
	5	16.940	31200	88.64
	6	17.040	33080	93.98
	7	17.282	34220	97.22
	8	16.340	33800	96.02
	9	16.923	32260	91.65
	10	17.108	30160	85.68
	11	17.008	31680	90.00
	12	16.853	33240	94.43
			32480	92.27

OBSERVACIONES El incremento de la resistencia a compresión a los 28 días es de 63.54% con relación a la de los 7 días.

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

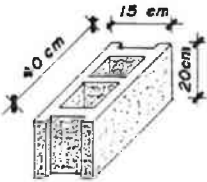
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 3- 6 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

DOSIF. EN PESO 325.87kg 548.28kg 1249.15kg

RELACION AGUA / CEMENTO 0.55

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
 7 DIAS	1	17.150	11960	33.98
	2	16.920	11120	31.59
	3	17.010	12540	35.63
	4	17.020	11680	33.18
	5	17.106	13260	37.67
	6	16.980	13300	37.78
	7	16.935	13880	39.43

12820 36.42

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

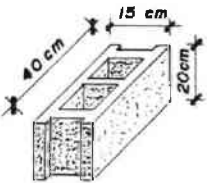
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 3- 6 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

DOSIF. EN PESO 325.87kg 548.28kg 1249.15kg

RELACION AGUA / CEMENTO * 0.55

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
 28 DIAS	1	17.158	18700	53.13
	2	16.949	20020	56.88
	3	16.812	19500	55.40
	4	16.935	22360	63.52
	5	17.112	18720	53.18
	6	17.326	19160	54.43
	7	16.740	21480	61.02
	8	17.025	22200	63.07
	9	17.390	21180	63.01
	10	16.863	20440	58.07
	11	17.191	21720	61.70
	12	16.955	19520	55.45
			20500	58.24

OBSERVACIONES El incremento de la resistencia a compresión a los 28 días es de 59.91%con relación a la de los 7 días.

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

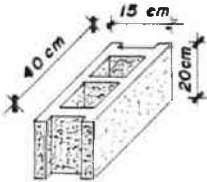
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 3- 6 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

MATERIALES	CEMENTO	PUZOLANA	ARENA	GRAVA	
	50%	50%			

DOSIF. EN PESO	162.94 kg	162.94 kg	548.28kg	1249.15kg	
----------------	-----------	-----------	----------	-----------	--

RELACION AGUA / CEMENTO * 0.55

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
 7 DIAS	1	16.560	7280	20.68
	2	17.201	7420	21.08
	3	16.440	7940	22.55
	4	16.962	6820	19.38
	5	17.136	8140	23.13
	6	16.822	7360	20.91
	7	16.936	6560	18.64

7360	20.91
------	-------

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1- 3- 6

PROCEDENCIA

JAVIER LOYOLA

MATERIALES

CEMENTO	PUZOLANA	ARENA	GRAVA	
50%	50%			

DOSIF. EN PESO

162.94kg	162.94kg	548.28kg	1249.15kg	
----------	----------	----------	-----------	--

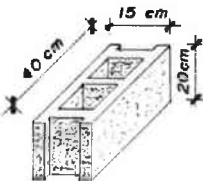
RELACION AGUA / CEMENTO *

0.55

PRUEBA

COMPRESION

BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
<div></div> <div>28 DIAS</div>	1	17.090	12100	34.38
	2	16.420	12520	35.57
	3	16.560	12700	36.08
	4	17.122	13340	37.90
	5	16.820	10840	30.80
	6	17.754	11820	33.58
	7	16.230	12340	35.06
	8	16.669	12200	34.66
	9	17.190	10880	30.91
	10	16.595	11020	31.31
	11	16.930	11760	33.41
	12	16.782	11280	32.05
			11900	33.81

OBSERVACIONES El incremento de la resistencia a compresión a los 28 días es de 61.69% con relación a la de los 7 días.

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

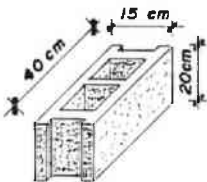
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 3- 6 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

MATERIALES CEMENTO ARENA PUZOLANA GRAVA

DOSIF. EN PESO 325.87kg 274.14kg 274.14 kg 1249.15kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.55

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
 7 DIAS	1	16.821	16240	46.14
	2	16.930	15440	43.83
	3	17.200	14980	42.86
	4	16.915	14720	41.88
	5	16.865	17040	48.41
	6	17.180	15260	43.35
	7	17.020	14960	42.50

15520 44.09

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

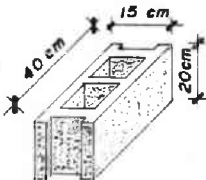
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 3- 6 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

MATERIALES CEMENTO ARENA PUZOLANA GRAVA
50% 50%

DOSIF. EN PESO 325.87kg 274.14kg 274.14kg 1249.15kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.55

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
 28 DIAS	1	16.860	25100	71.31
	2	16.220	25220	71.65
	3	17.140	23580	66.99
	4	16.952	25960	73.75
	5	16.846	22900	65.06
	6	16.911	23340	66.31
	7	16.851	26280	74.66
	8	17.141	26000	73.86
	9	16.980	23540	66.86
	10	17.190	26700	75.85
	11	16.820	24900	70.73
	12	17.052	25700	73.01

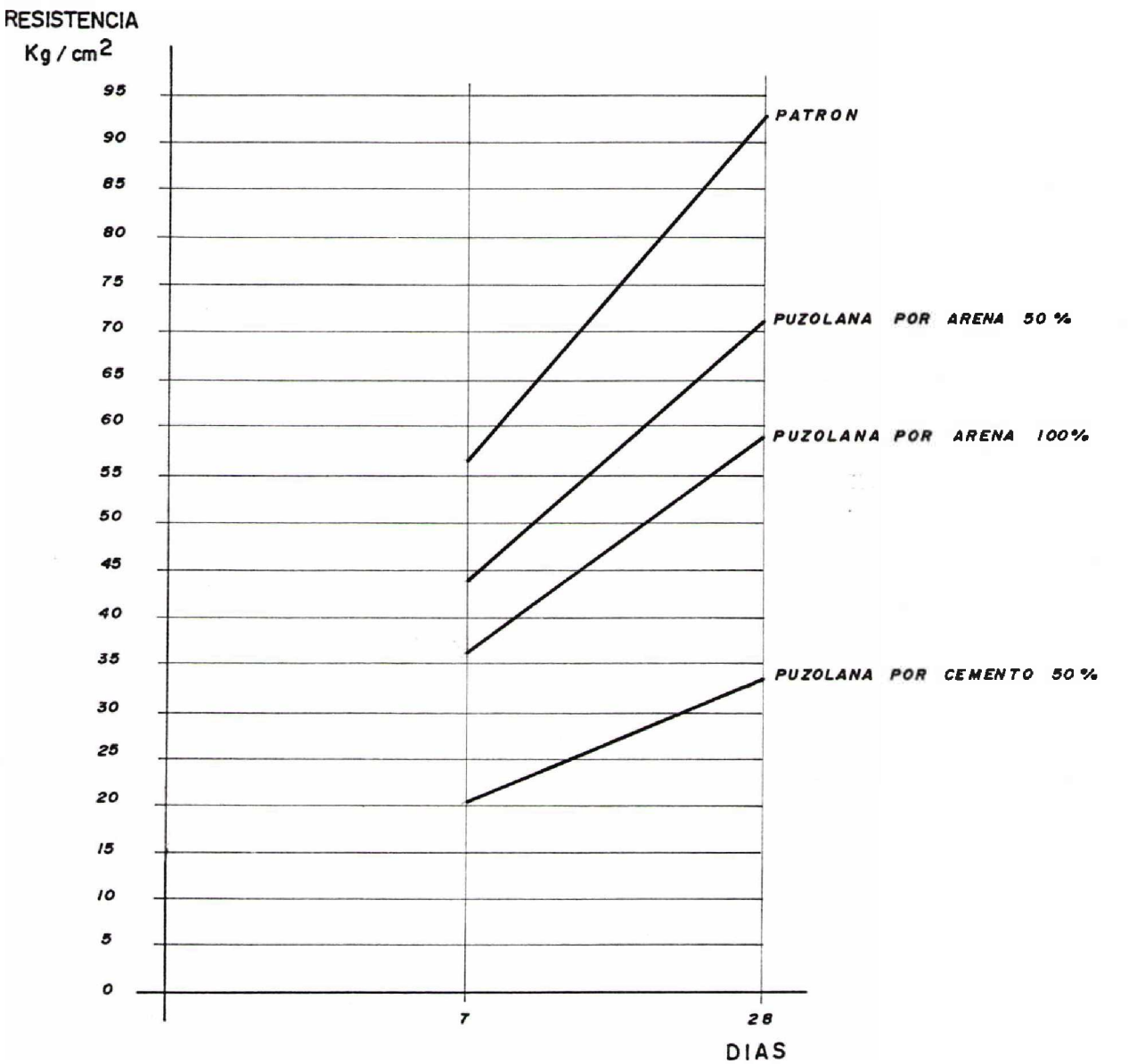
24940 70.85

OBSERVACIONES El incremento de la resistencia a compresión a los 28 días es de 60.49% con relación a la de los 7 días.

CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 3- 6 PROCEDENCIA J. LOYOLA

BLOQUES HUECOS



OBSERVACIONES _____

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

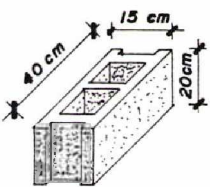
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 3- 6 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

DOSIF. EN PESO 325.87 kg 548.28 kg 1249.15 kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.55

PRUEBA ABSORCION DE AGUA BLOQUE HUECO

EDAD	MASA SATU- RADA (KG)	MASA SECA (KG)	SUSPENDIDO SUMERGIDO KG	ABSORCION DE AGUA (KG/M3)
 15 DIAS	17.692	17.296	10.305	53.61
	17.350	16.915	9.684	56.74
	17.610	17.194	10.118	55.53
PROMEDIO				55.29

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

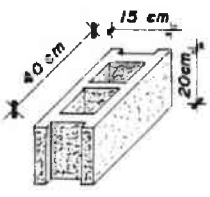
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 3- 6 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

DOSIF. EN PESO 325.87 kg 548.28 kg 1249.15

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.55

PRUEBA CONTENIDO DE HUMEDAD BLOQUE HUECO

EDAD	MASA MUESTR (KG)	MASA SECA (KG)	MASA HUMEDA (KG)	CONTENIDO DE HUMEDAD (KG)
 15 DIAS	17.296	16.096	17.775	71.47
	16.915	16.349	17.472	50.40
	17.194	16.603	17.759	51.12

PROMEDIO 57.66

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

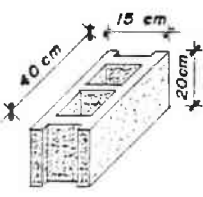
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 8 PROCEDENCIA MUESTRA PATR.

MATERIALES CEMENTO ARENA GRAVA

DOSIF. EN PESO 262.11kg 586.55kg 1338.64kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.57

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
 7 DIAS	1	15.150	13720	38.98
	2	16.910	12920	36.70
	3	15.940	13480	38.30
	4	15.800	13960	39.66
	5	16.122	12840	36.48
	6	15.922	14060	39.94
	7	15.950	12120	34.43

13300 37.78

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

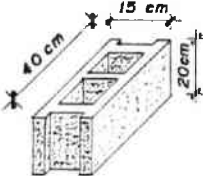
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1 - 4 - 8 PROCEDENCIA MUESTRA PATR.

MATERIALES CEMENTO ARENA GRAVA

DOSIF. EN PESO 262.11kg 586.55kg 1338.64kg

RELACION AGUA / CEMENTO * 0.57

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
 28 DIAS	1	16.010	24640	70.00
	2	15.812	22080	62.72
	3	15.726	21520	61.14
	4	16.813	23680	67.27
	5	16.460	22580	64.15
	6	15.940	23140	65.74
	7	15.930	24240	68.86
	8	16.044	24180	68.69
	9	15.935	20800	59.09
	10	16.122	22140	62.90
	11	16.520	22880	65.00
	12	16.312	24360	69.20

23020 65.40

OBSERVACIONES El incremento de la resistencia a compresión a los 28 días es de 73.31% con relación a la de los 7 días

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

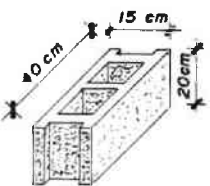
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 8 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

DOSIF. EN PESO 262,11kg 586.55kg 1338.64kg

RELACION AGUA / CEMENTO 0.57

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
 7 DIAS	1	16.563	7420	21.08
	2	16.406	9160	26.02
	3	16.714	8540	24.26
	4	16.322	9120	25.91
	5	16.386	7940	22.56
	6	16.825	8820	25.06
	7	16.401	9900	28.13

8700 24.72

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1- 4- 8

PROCEDENCIA

J. LOYOLA

MATERIALES

CEMENTO

PUZOLANA

GRAVA

DOSIF. EN PESO

262.11kg

586.55kg

1338.64kg

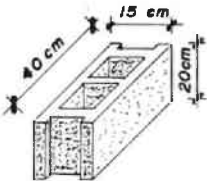
RELACION AGUA / CEMENTO =

0.57

PRUEBA

COMPRESION

BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
<div></div> <div>28 DIAS</div>	1	16.335	14280	40.57
	2	16.389	16660	47.33
	3	16.201	14800	42.05
	4	16.296	13260	37.67
	5	16.309	12860	36.53
	6	16.221	14120	40.11
	7	16.327	15380	43.69
	8	16.301	16120	45.80
	9	16.915	14380	40.85
	10	16.406	13900	39.49
	11	16.328	12880	36.59
	12	16.291	12960	36.82
			14300	40.62

OBSERVACIONES La resistencia a la compresión a los 28 días se incrementa en un 64.43% con relación a la de los 7 días.

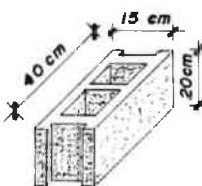
PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 8 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

MATERIALES	CEMENTO	PUZOLANA	ARENA	GRAVA	
	50%	50%			
DOSIF. EN PESO	131.06kg	131.06kg	586.55kg	1338.64kg	

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.57

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
 7 DIAS	1	16.695	5280	15.00
	2	16.158	49 40	14.03
	3	16.287	5028	14.26
	4	16.302	5220	14.83
	5	16.155	4920	13.98
	6	16.110	5080	14.43
	7	16.201	5660	16.08

5160	14.66
------	-------

OBSERVACIONES

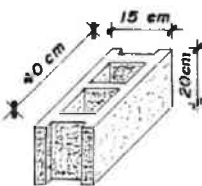
PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 8 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

MATERIALES	CEMENTO	PUZOLANA	ARENA	GRAVA	
	50%	50%			
DOSIF. EN PESO	131.06kg	131.06kg	586.55kg	1338.64kg	

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.57

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
 28 DIAS	1	16.292	9020	25.63
	2	16.307	8700	24.72
	3	16.722	8760	24.89
	4	16.407	8540	24.26
	5	16.219	8680	24.66
	6	16.194	9360	26.59
	7	16.265	9300	26.42
	8	16.042	8780	24.94
	9	16.214	9460	26.88
	10	16.284	7820	22.22
	11	16.224	8700	24.72
	12	16.016	9200	26.14

8860	25.23
------	-------

OBSERVACIONES La resistencia a la compresión a los 28 días se incrementa en un 72.10% con relación a la de los 7 días.

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1- 4- 8

PROCEDENCIA

JAVIER LOYOLA

MATERIALES

CEMENTO	ARENA	PUZOLANA	GRAVA	
50%		50%		

DOSIF. EN PESO

262.11kg	293.27kg	293.27kg	1338.64 kg	
----------	----------	----------	------------	--

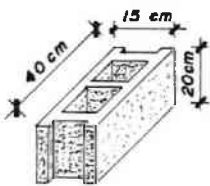
RELACION AGUA / CEMENTO *

0.57

PRUEBA

COMPRESION

BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
<div><div>7 DIAS</div></div>	1	16.217	8960	25.45
	2	16.146	91 40	25.97
	3	16.054	7920	22.50
	4	15.950	8720	24.77
	5	16.954	8940	25.40
	6	16.135	9480	26.93
	7	16.674	9140	25.97
			8900	25.28

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

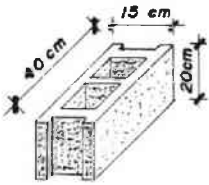
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 8 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

MATERIALES CEMENTO ARENA PUZOLANA GRAVA

DOSIF. EN PESO 262.11kg 293.27kg 293.27kg 1338.64kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.57

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
 28 DIAS	1	16.046	16260	46.19
	2	16.910	18320	52.05
	3	16.930	17160	48.75
	4	16.820	17240	48.98
	5	16.486	16920	48.07
	6	16.845	18600	52.84
	7	16.164	19120	54.32
	8	16.365	17660	50.17
	9	16.734	17480	49.66
	10	16.419	18260	51.88
	11	16.104	17500	49.72
	12	16.020	15960	45.34

17540 49.83

OBSERVACIONES La resistencia a la compresión a los 28 días se incrementa en un 97.11% con relación a la de los 7 días.

CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

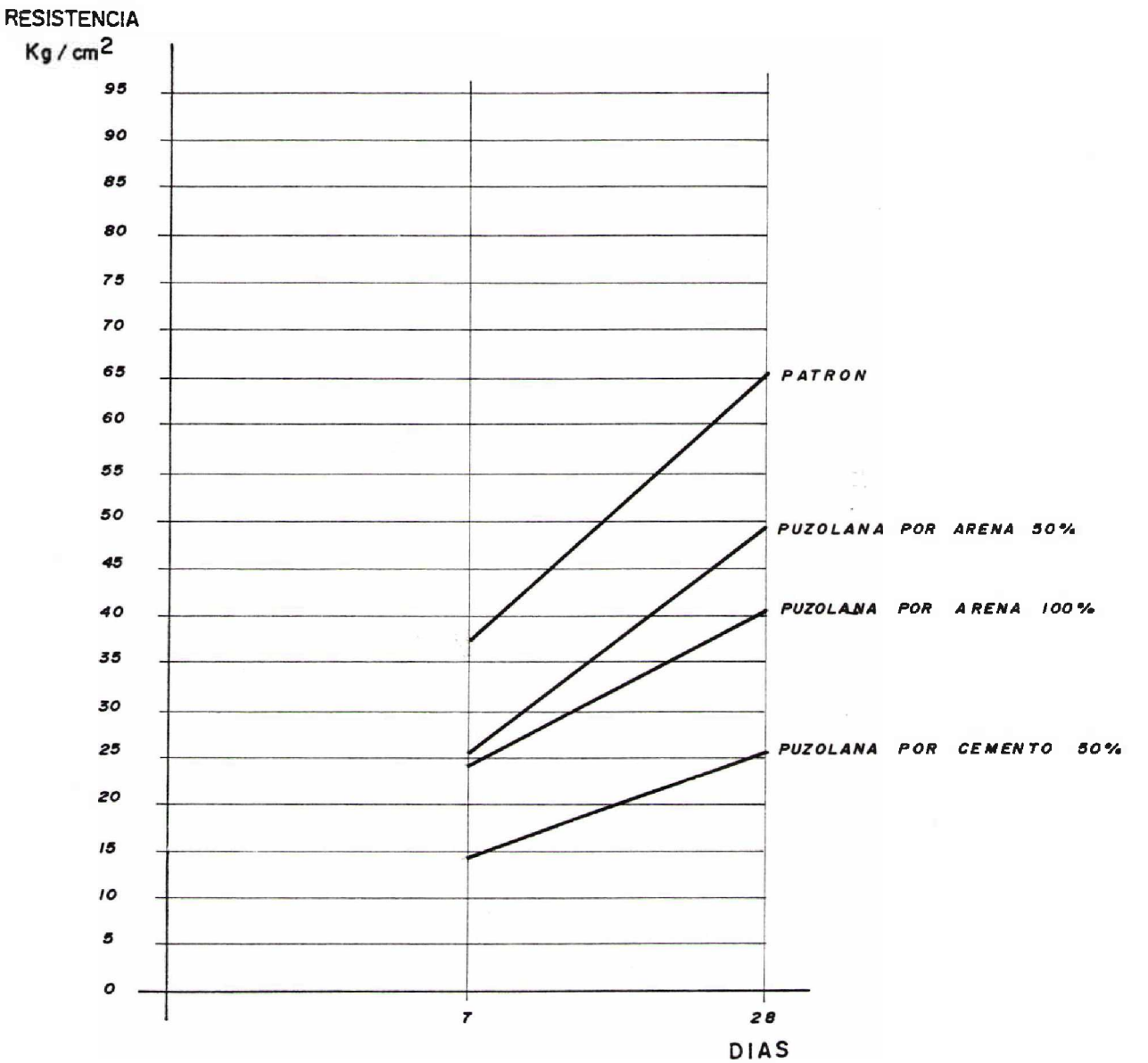
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1 - 4 - 8

PROCEDENCIA

J. LOYOLA

BLOQUES HUECOS



OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

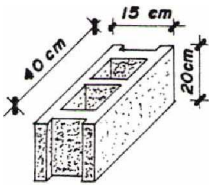
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 8 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

DOSIF. EN PESO 262.11 kg 856.55 kg 1338.64 kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.57

PRUEBA ABSORCION DE AGUA BLOQUE HUECO

EDAD	MASA SATU- RADA (KG)	MASA SECA (KG)	SUSPENDIDO SUMERGIDO KG	ABSORCION DE AGUA (KG/M3)
 15 DIAS	17.070	16.020	8.356	120.50
	16.940	15.980	7.727	104.20
	16.888	15.863	7.564	109.93

PROMEDIO 111.54

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

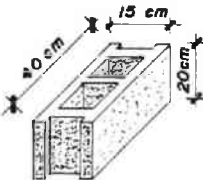
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 8 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

DOSIF. EN PESO 262.11 kg 586.55 kg 1338.64 kg

RELACION AGUA / CEMENTO 0.57

PRUEBA CONTENIDO DE HUMEDAD BLOQUE HUECO

EDAD	MASA MUESTR (KG)	MASA SECA (KG)	MASA HUMEDA (KG)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
 15 DIAS	16.520	15.768	17.343	47.75
	16.480	15.680	17.236	51.41
	16.363	15.540	17.184	50.06

PROMEDIO 49.74

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 10 PROCEDENCIA MUESTRA PATR.

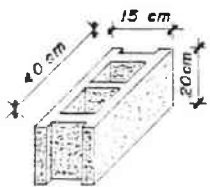
MATERIALES CEMENTO ARENA GRAVA

DOSIF. EN PESO 225.57kg 504.77kg 1444.72kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.66

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
------	---------	------------	-------------------	---------------------------------

 7 DIAS	1	16.398	12860	36.53
	2	16.254	12760	36.25
	3	16.206	13140	37.33
	4	16.409	12960	36.82
	5	16.401	13920	39.55
	6	16.348	13160	37.39
	7	16.200	12340	35.06

13020	36.99
-------	-------

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

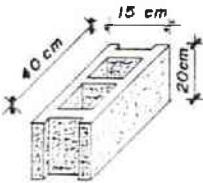
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 10 PROCEDENCIA MUESTRA PATR.

MATERIALES CEMENTO ARENA GRAVA

DOSIF. EN PESO 225.57kg 504.77kg 1444.72kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.66

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
 28 DIAS	1	16.352	19140	54.38
	2	16.224	18380	52.22
	3	16.317	17900	50.85
	4	16.410	16560	47.05
	5	16.385	18720	53.18
	6	16.287	17880	50.80
	7	16.366	17900	50.85
	8	16.392	16340	46.42
	9	16.201	19580	55.62
	10	16.456	17720	50.34
	11	16.724	16460	46.76
	12	16.820	17980	51.08
			17880	50.80

OBSERVACIONES La resistencia a la compresión a los 28 días se incrementa en un 37.33% con relación a la de los 7 días.

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

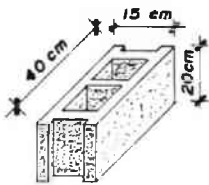
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 10 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

DOSIF. EN PESO 225.57kg 504.77kg 1444.72kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.66

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
 7 DIAS	1	16.250	6040	17.16
	2	16.155	5280	15.00
	3	16.140	4920	13.98
	4	15.920	5960	16.93
	5	15.946	6180	17.56
	6	16.213	5420	15.40
	7	16.158	6240	17.73

5720 16.25

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

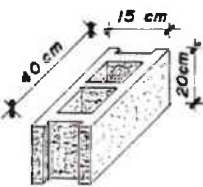
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 10 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

DOSIF. EN PESO 225.57kg 504.77kg 1444.72kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.66

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
 28 DIAS	1	16.126	11100	31.53
	2	16.120	11860	33.69
	3	15.894	9900	28.13
	4	16.252	10500	29.94
	5	16.083	12180	34.60
	6	15.932	13120	37.27
	7	15.882	11140	31.65
	8	16.140	10340	29.38
	9	16.236	10500	29.94
	10	16.425	12360	35.11
	11	16.410	10620	30.17
	12	16.312	10500	29.94
			11180	31.76

OBSERVACIONES La resistencia a la compresión a los 28 días se incrementa en un 95.45% con relación a la de los 7 días.

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

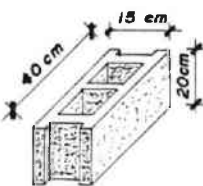
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 10 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

MATERIALES	CEMENTO	PUZOLANA	ARENA	GRAVA	
	50%	50%			

DOSIF. EN PESO	112.78kg	112.78kg	504.77kg	1444.72kg	
----------------	----------	----------	----------	-----------	--

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.66

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
 7 DIAS	1	16.094	4660	13.24
	2	15.046	4880	13.86
	3	15.888	4140	11.76
	4	15.905	3920	11.14
	5	15.994	3560	10.11
	6	16.122	3880	11.02
	7	16.113	3660	10.40

4100	11.65
------	-------

OBSERVACIONES

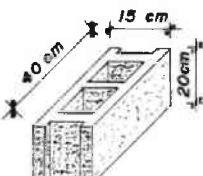
PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 10 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

MATERIALES	CEMENTO	PUZOLANA	ARENA	GRAVA	
	50%	50%			
DOSIF. EN PESO	112.78kg	112.78kg	504.77kg	1444.72kg	

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.66

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
 28 DIAS	1	15.901	6580	18.69
	2	15.820	6860	19.49
	3	16.115	6520	18.52
	4	16.022	7800	22.16
	5	16.044	7660	21.76
	6	15.817	8460	24.03
	7	16.132	6740	19.15
	8	15.915	8120	23.07
	9	15.952	7360	20.91
	10	16.144	6520	18.52
	11	16.115	7360	20.91
	12	16.092	6900	19.60
			7240	20.57

OBSERVACIONES La resistencia a la compresión a los 28 días se incrementa en un 77.02% con relación a la de los 7 días.

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 10 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

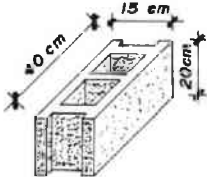
MATERIALES	CEMENTO	ARENA	PUZOLANA	GRAVA	
	50%		50%		

DOSIF. EN PESO	225.57kg	252.38kg	252.38kg	1444.72kg	
----------------	----------	----------	----------	-----------	--

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.66

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
------	---------	------------	-------------------	---------------------------------

 7 DIAS	1	16.500	9860	28.01
	2	16.453	8560	24.32
	3	16.092	9120	25.91
	4	16.121	9260	26.31
	5	16.354	8420	23.92
	6	16.329	8900	25.28
	7	16.494	9160	26.02

9040	25.68
------	-------

OBSERVACIONES

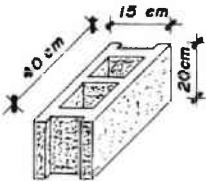
PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 10 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

MATERIALES	CEMENTO	ARENA	PUZOLANA	GRAVA	
	50%		50%		
DOSIF. EN PESO	225.57kg	252.38kg	252.38kg	1444.72kg	

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.66

PRUEBA COMPRESION BLOQUE HUECO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (Kgr)	FATIGA (Kg / cm ²)
 28 DIAS	1	16.384	12460	35.39
	2	16.501	12880	36.59
	3	15.989	11780	33.46
	4	16.285	12840	36.48
	5	16.107	10920	31.02
	6	16.477	9980	28.35
	7	15.922	12140	34.49
	8	16.189	13060	37.10
	9	15.913	10580	30.05
	10	16.409	12260	34.83
	11	16.144	11900	33.81
	12	15.936	12720	36.14
			11960	33.98

OBSERVACIONES La resistencia a la compresión a los 28 días se incrementa en un 32.32% con relación a la de los 7 días.

CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

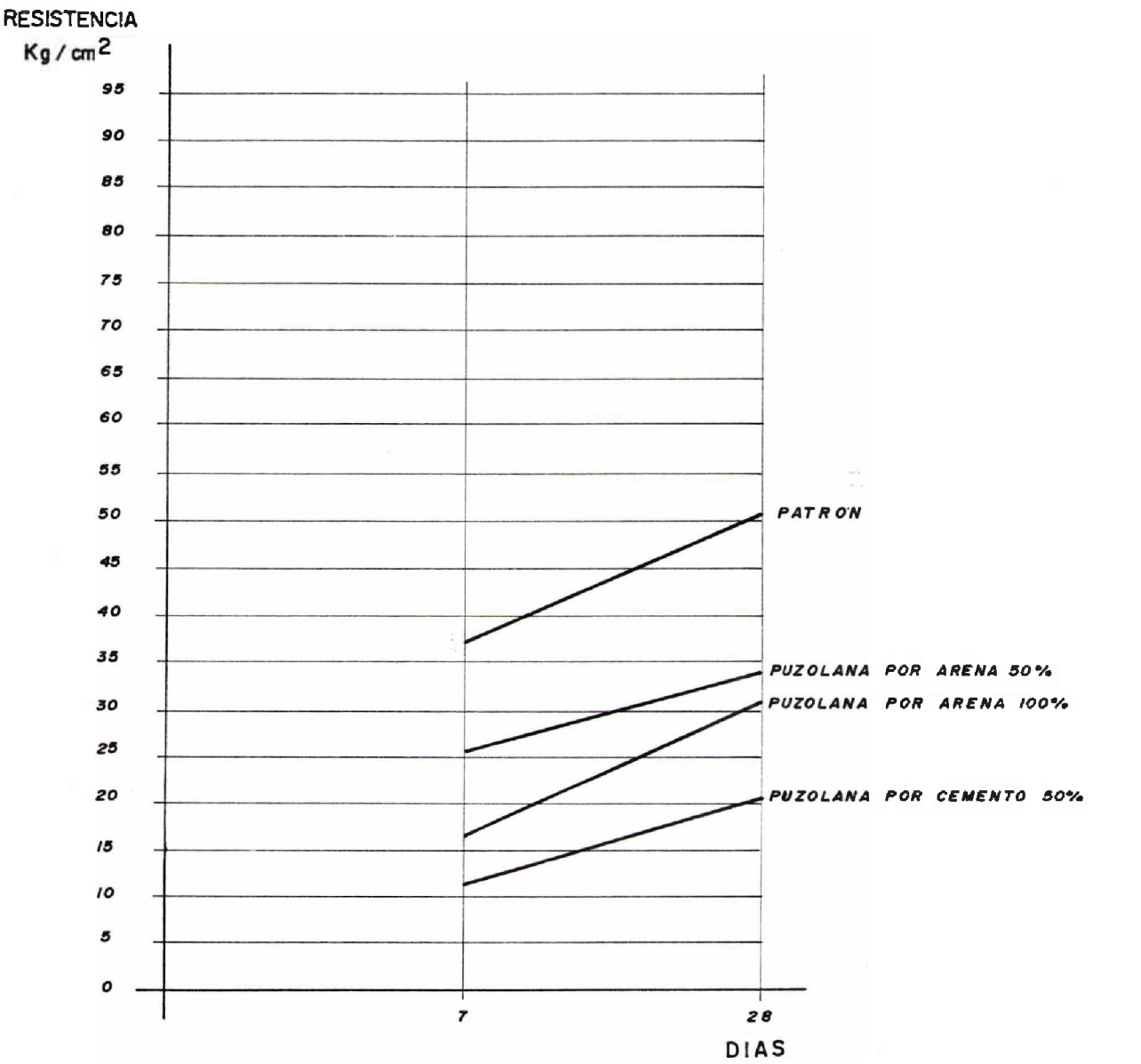
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1- 4- 10

PROCEDENCIA

J. LOYOLA

BLOQUES HUECOS



OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

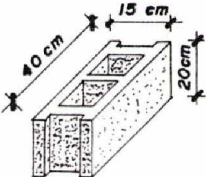
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 10 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

DOSIF. EN PESO 225.57kg 504.77kg 1444.72kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.66

PRUEBA ABSORCION DE AGUA BLOQUE HUECO

EDAD	MASA SATURADA (KG)	MASA SECA (KG)	SUSPENDIDO SUMERGIDO KG	ABSORCION DE AGUA (KG/M3)
 15 DIAS	15.623	14.810	8.626	116.19
	15.752	14.900	8.744	121.58
	15.796	14.932	8.782	123.18
PROMEDIO				120.32

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

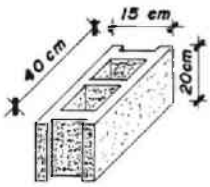
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 10 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

DOSIF. EN PESO 225.57kg 504.77kg 1444.72kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.66

PRUEBA CONTENIDO DE HUMEDAD BLOQUE HUECO

EDAD	MASA MUESTR (KG)	MASA SECA (KG)	MASA HUMEDA (KG)	CONTENIDO DE HUMEDAD (KG)
 15 DIAS	14.810	14.620	15.437	23.26
	14.900	14.492	15.456	42.32
	14.932	14.645	15.539	32.10

PROMEDIO 32.56

OBSERVACIONES

PRUEBAS EN

BLOQUES MACIZOS

BLOQUES MACIZOS CON

PUZOLANA DE LLACAO

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES


DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 3- 6 PROCEDENCIA MUESTRA PATR.

MATERIALES CEMENTO ARENA GRAVA

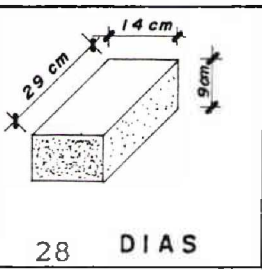
DOSIF. EN PESO 325.87kg 548.28 kg 1249.15 kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.55

PRUEBA COMPRESION BLOQUE MACIZO

E D A D	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (kg)	FATIGA (kg/cm ²)
 7 DIAS	1	7.846	49200	121.18
	2	7.980	49800	122.66
	3	7.258	53200	131.03
	4	8.016	51500	126.35
	5	7.542	53500	131.77
			51440	126.70

--	--	--	--	--

 28 DIAS	1	7.328	70800	174.38
	2	7.646	72300	178.08
	3	8.112	77200	190.15
	4	7.398	76700	188.92
	5	7.829	75500	185.96
			74500	183.49

OBSERVACIONES El porcentaje de incremento a los 28 días con relación a los 7 días es de 44.82%.

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1- 3- 6

PROCEDENCIA

LLACAO

MATERIALES

CEMENTO

PUZOLANA

GRAVA

DOSIF. EN PESO

325.87 kg

548.28 kg

1249.15kg

RELACION AGUA / CEMENTO =

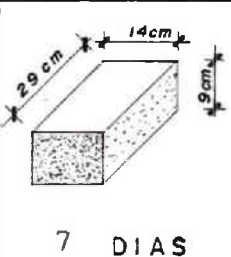
0.55

PRUEBA

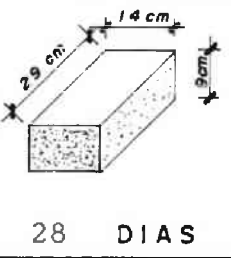
COMPRESION

BLOQUE

MACIZO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (kg)	FATIGA (kg/cm ²)
	1	7.254	37500	92.36
	2	7.525	44500	109.61
	3	7.436	38500	94.83
	4	7.286	40200	99.01
	5	7.520	42800	105.42
			40700	100.25

--	--	--	--	--

	1	6.940	56700	139.65
	2	7.250	57600	141.87
	3	7.092	55200	135.96
	4	7.460	60500	149.01
	5	7.320	62700	154.43
			58540	144.18

OBSERVACIONES El porcentaje de incremento a los 28 días con relación a los 7 días es de 43.65%.

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

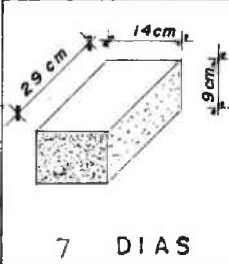
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 3- 6 PROCEDENCIA LLACAO

MATERIALES CEMENTO PUZOLANA ARENA GRAVA

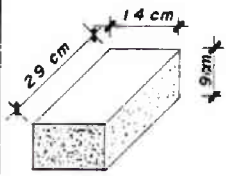
DOSIF. EN PESO 50% 50% 162.94kg 162.94 kg 548.28 kg 1249.15 kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.55

PRUEBA COMPRESION BLOQUE MACIZO

E D A D	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (kg)	FATIGA (kg/cm ²)
 7 DIAS	1	8.102	22400	55.17
	2	7.829	24700	60.84
	3	7.906	24200	59.61
	4	7.990	21100	55.97
			23100	56.86

--	--	--	--	--

 28 DIAS	1	7.846	30700	75.62
	2	7.923	32200	79.31
	3	7.797	31600	77.83
	4	7.936	33100	81.53
			31900	78.57

OBSERVACIONES El porcentaje de incremento a los 28 días con relación a los 7 días es de 38.18% en la resistencia.

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES


DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 3- 6 PROCEDENCIA LLACAO

MATERIALES CEMENTO ARENA PUZOLANA GRAVA 50% 50%

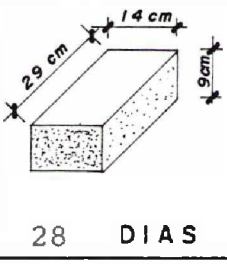
DOSIF. EN PESO 325.87kg 274.14 kg 274.14 kg 1249.15kg

RELACION AGUA / CEMENTO 0.55

PRUEBA COMPRESION BLOQUE MACIZO

E D A D	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (kg)	FATIGA (kg/cm ²)
 7 DIAS	1	7.842	47200	116.26
	2	7.927	45900	113.05
	3	8.012	45500	112.07
	4	7.816	49000	120.69
			46900	115.52

--	--	--	--	--

 28 DIAS	1	7.721	62500	153.94
	2	7.642	65800	162.07
	3	7.934	66300	163.30
	4	7.813	66600	164.04
			65300	160.84

OBSERVACIONES El porcentaje de incremento a los 28 días con relación a los 7 días es de 39.23% en la resistencia.

CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

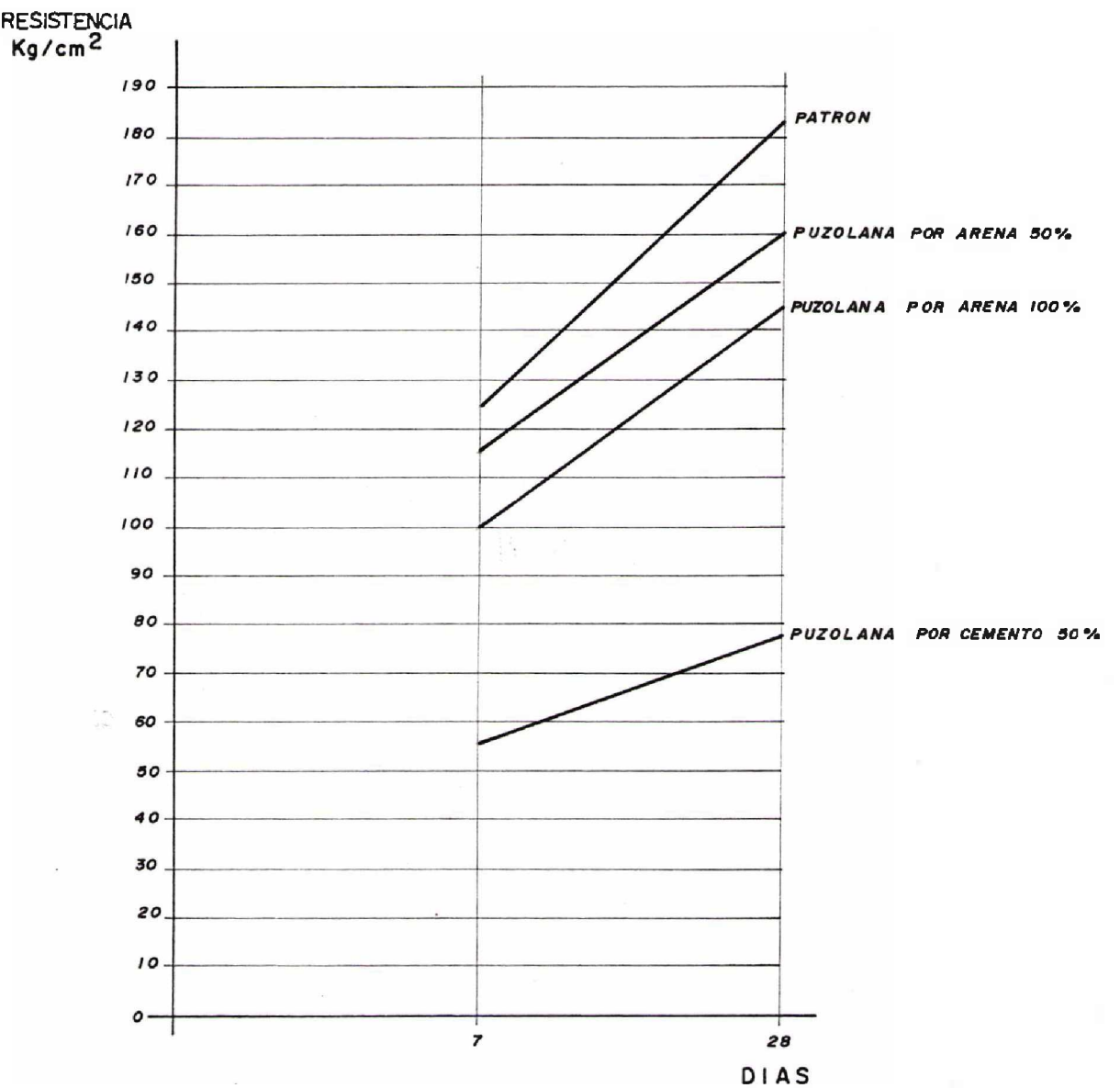
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1- 3- 6

PROCEDENCIA

LLCAO

BLOQUES MACIZOS



OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

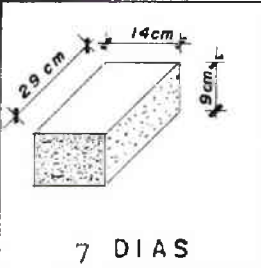
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 3- 6 PROCEDENCIA LLACAO

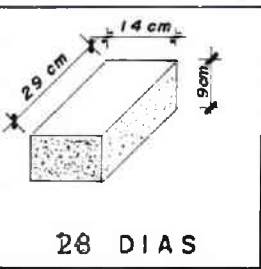
MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

DOSIF. EN PESO 325.87 kg 548.26 kg 1249.15kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.55

PRUEBA FLEXION BLOQUE MACIZO

EDAD	MUESTRA #	PESO KG.	CARGA A LA RUPTURA Kg.	FATIGA Kg/c2
 7 DIAS	1	7.770	880	23.28
	2	7.415	740	19.58
	3	7.382	720	19.05
	4	6.940	820	21.69
	5	6.930	700	18.52
PROMEDIO				20.42

EDAD	MUESTRA #	PESO KG.	CARGA A LA RUPTURA Kg.	FATIGA Kg/c2
 28 DIAS	1	7.120	1220	32.27
	2	7.246	1280	33.86
	3	6.954	1220	32.27
	4	6.820	1180	31.22
	5	7.250	1260	33.33
PROMEDIO				32.59

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

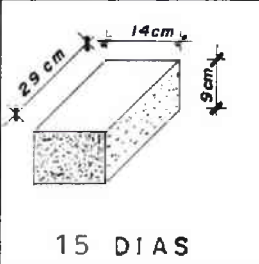
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 3- 6 PROCEDENCIA LLACAO

MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

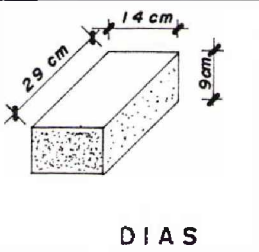
DOSIF. EN PESO 352.87 kg 548.28 kg 1249.15kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.55

PRUEBA ABSORCION DE AGUA BLOQUE MACIZO

EDAD	MUESTRA #	MASA SECA kg	MASA SATU- RADA kg.	ABSORCION (%)
 15 DIAS	1	7600	7.920	4.21
	2	7635	7.850	2.82
	3	7622	7.840	2.86
	4	7446	7.815	4.96
	5	7765	7.946	2.33
PROMEDIO				3.44

--	--	--	--	--

 DIAS				

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

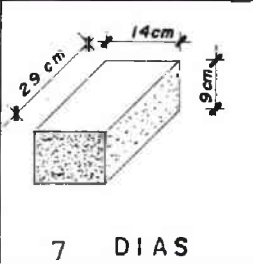
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 8 PROCEDENCIA MUESTRA PATR.

MATERIALES CEMENTO ARENA GRAVA

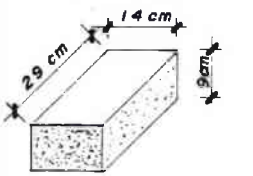
DOSIF. EN PESO 262.11kg 586.55kg 1338.64kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.57

PRUEBA COMPRESION BLOQUE MACIZO

E D A D	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (kg)	FATIGA (kg/cm ²)
 7 DIAS	1	8.021	49200	121.18
	2	7.746	45800	112.81
	3	7.812	47600	117.24
	4	7.640	48700	119.95
	5	7.684	46200	113.79
			47500	117.00

--	--	--	--	--

 28 DIAS	1	7.465	61200	150.74
	2	7.690	64100	157.88
	3	7.981	65700	161.88
	4	7.423	63700	156.90
	5	7.810	64800	159.61
			63900	157.39

OBSERVACIONES El incremento en la resistencia a compresión a los 28 días es de 34.45 % con relación a la de los 7 días.

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

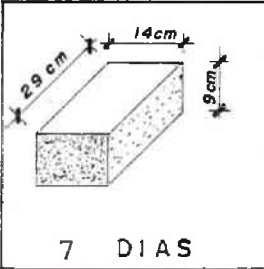
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 8 PROCEDENCIA LLACAO

MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

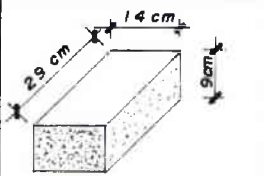
DOSIF. EN PESO 262.11kg 586.55kg 1338.64kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.57

PRUEBA COMPRESION BLOQUE MACIZO

E D A D	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (kg)	FATIGA (kg/cm ²)
 7 DIAS	1	7.792	37500	92.36
	2	7.649	32500	80.04
	3	7.515	37500	92.36
	4	7.760	36200	89.16
	5	8.026	35300	86.95
			35800	88.18

--	--	--	--	--

 28 DIAS	1	7.740	48700	119.95
	2	7.626	47300	116.50
	3	7.529	48200	118.72
	4	7.415	50300	123.89
	5	7.792	53000	130.54
			49500	121.92

OBSERVACIONES El incremento en la resistencia a compresión a los 28 días es de 38.83% con relación a la de los 7 días.

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES


DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 8 PROCEDENCIA LLACAO

MATERIALES	CEMENTO	PUZOLANA	ARENA	GRAVA	
	50%	50%			

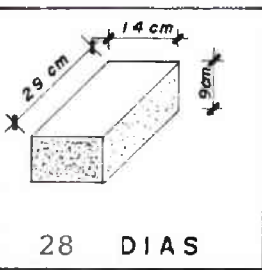
DOSIF. EN PESO	131.1 kg	131.06 kg	586.55kg	1338.64kg	
----------------	----------	-----------	----------	-----------	--

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.57

PRUEBA COMPRESION BLOQUE MACIZO

E D A D	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (kg)	FATIGA (kg/cm ²)
 7 DIAS	1	7.800	18700	46.06
	2	8.028	20900	51.48
	3	7.640	20100	49.51
	4	7.546	17500	43.10
			19300	47.53

--	--	--	--	--

 28 DIAS	1	7.828	24700	60.84
	2	7.781	26100	64.29
	3	7.926	27200	66.70
	4	7.730	25600	63.05
			25900	63.79

OBSERVACIONES El incremento de la resistencia a compresión a los 28 días es de 34.21% con relación a la de los 7 días.

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1-4-8

PROCEDENCIA

LLACAO

MATERIALES

CEMENTO

ARENA

PUZOLANA

GRAVA

50%

50%

DOSIF. EN PESO

262.11kg

293.27 kg

293.27 kg

1338.64kg

RELACION AGUA / CEMENTO =

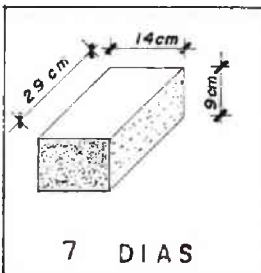
0.57

PRUEBA

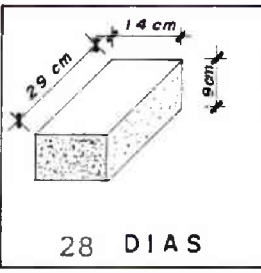
COMPRESION

BLOQUE

MACIZO

E D A D	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (kg)	FATIGA (kg/cm ²)
	1	7.826	41900	103.20
	2	7.540	42200	103.94
	3	7.649	38100	93.84
	4	7.712	35800	88.17
			39500	97.29

--	--	--	--	--

	1	7.736	60300	148.52
	2	7.640	57800	142.36
	3	7.691	58100	143.10
	4	7.520	57000	140.39
			58300	143.60

OBSERVACIONES El incremento de la resistencia a compresión a los 28 días es de 47.60% con relación a la de los 7 días.

CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

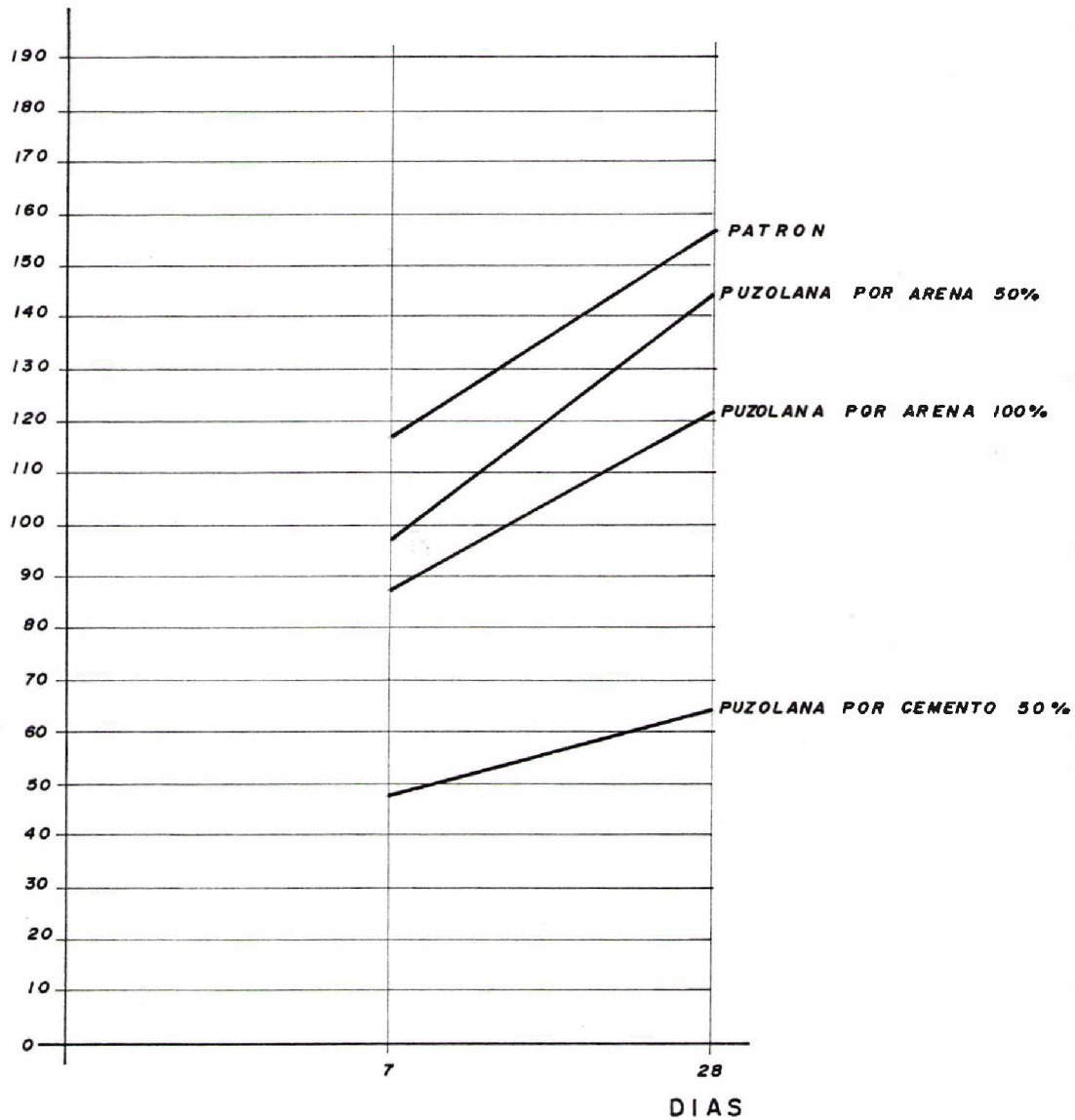
1 - 4 - 8

PROCEDENCIA

LLACAO

BLOQUES MACIZOS

RESISTENCIA
Kg/cm²



OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

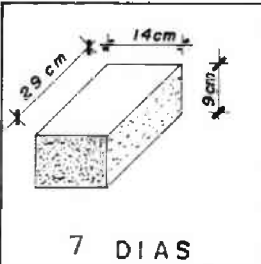
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 8 PROCEDENCIA LLACAO

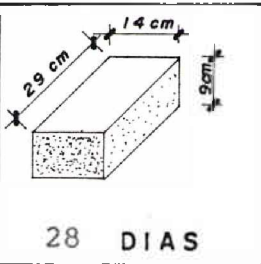
MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

DOSIF. EN PESO 262.11kg 586.55kg 1338.64kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.57

PRUEBA FLEXION BLOQUE MACIZO

EDAD	MUESTRA #	PESO KG.	CARGA A LA RUPTURA KG.	FATIGA KG/CM2
 7 DIAS	1	7.420	620	15.87
	2	7.550	520	13.76
	3	7.398	500	13.22
	4	7.560	500	13.22
	5	7.610	600	15.87
PROMEDIO				14.39

EDAD	MUESTRA #	PESO KG.	CARGA A LA RUPTURA KG.	FATIGA KG/CM2
 28 DIAS	1	7.415	820	21.69
	2	7.485	700	18.52
	3	7.542	780	20.63
	4	7.580	740	19.58
	5	7.620	840	22.22
PROMEDIO				20.53

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES


DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 8 PROCEDENCIA LLACAO

MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

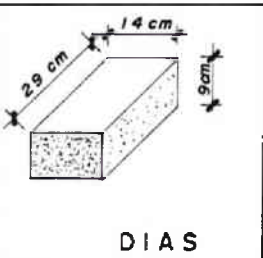
DOSIF. EN PESO 262.11kg 586.55 kg 1338.64kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.57

PRUEBA ABSORCION DE AGUA BLOQUE MACIZO

EDAD	MUESTRA #	MASA SECA (KG)	MASA SATU-RADA (KG)	ABSORCION (%)
 15 DIAS	1	7.366	7.715	4.74
	2	7.723	8.073	4.53
	3	7.565	7.849	3.75
	4	7.750	8.096	4.46
	5	7.256	7.603	4.78
PROMEDIO				4.45

--	--	--	--	--

 DIAS				

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES


DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 10 PROCEDENCIA MUESTRA PATR.

MATERIALES CEMENTO ARENA GRAVA

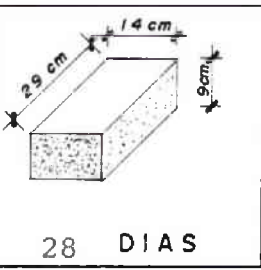
DOSIF. EN PESO 225.57kg 504.77kg 1444.72kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.66

PRUEBA COMPRESION BLOQUE MACIZO

E D A D	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (kg)	FATIGA (kg/cm ²)
 7 DIAS	1	7.892	33800	83.25
	2	7.546	35200	86.70
	3	7.720	35100	86.45
	4	7.940	32900	81.03
	5	7.960	35500	87.44
			34500	84.98

--	--	--	--	--

 28 DIAS	1	7.901	55200	135.96
	2	7.840	50100	123.40
	3	7.626	52900	130.30
	4	7.704	54500	134.24
	5	7.502	53800	132.51
			53300	131.28

OBSERVACIONES El incremento de la resistencia a compresión a los 28 días es de 54.48% con relación a la de los 7 días.

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 10 PROCEDENCIA LLACAO

MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

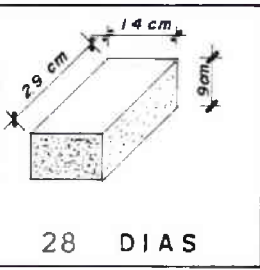
DOSIF. EN PESO 225.57kg 504.77kg 1444.72kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.66

PRUEBA COMPRESION BLOQUE MACIZO

E D A D	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (kg)	FATIGA (kg/cm ²)
 7 DIAS	1	7.555	24800	69.95
	2	7.804	28100	69.21
	3	7.952	27400	67.49
	4	7.401	27900	68.72
	5	7.609	30200	74.38
			27680	69.95

--	--	--	--	--

 28 DIAS	1	7.401	42800	105.42
	2	7.909	44700	110.10
	3	7.866	45100	111.08
	4	7.508	44400	109.40
	5	7.763	45500	112.07
			44500	109.61

OBSERVACIONES El incremento de la resistencia a compresión a los 28 días es de 56.70% con relación a la de los 7 días.

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

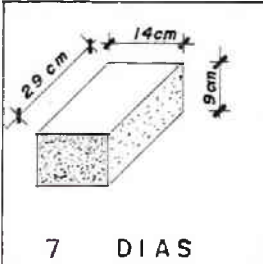
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 10 PROCEDENCIA LLACAO

MATERIALES	CEMENTO	PUZOLANA	ARENA	GRAVA	
	50%	50%			

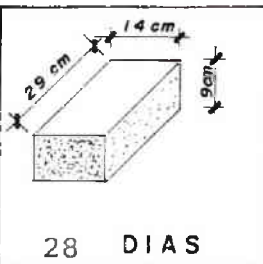
DOSIF. EN PESO	112.78kg	112.78kg	504.77kg	1444.72kg	
----------------	----------	----------	----------	-----------	--

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.66

PRUEBA COMPRESION BLOQUE MACIZO

E D A D	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (kg)	FATIGA (kg/cm ²)
 7 DIAS	1	7.632	13900	34.24
	2	7.841	16200	39.90
	3	7.946	14100	34.73
	4	7.749	15000	36.95
			14800	36.45

--	--	--	--	--

 28 DIAS	1	7.907	28300	69.70
	2	7.814	24700	60.84
	3	7.561	26100	64.29
	4	7.612	21700	53.45
			25200	62.07

OBSERVACIONES El incremento de la resistencia a compresión a los 28 días es de 70.28% con relación a la de los 7 días.

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1- 4- 10

PROCEDENCIA

LLACAO

MATERIALES

CEMENTO

ARENA

PUZOLANA

GRAVA

50%

50%

DOSIF. EN PESO

225.57kg

252.38kg

252.38kg

1444.72kg

RELACION AGUA / CEMENTO =

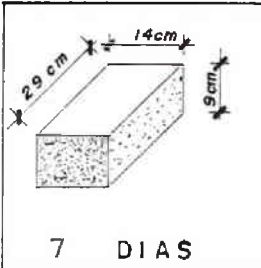
0.66

PRUEBA

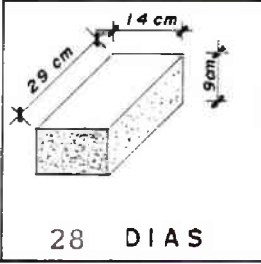
COMPRESION

BLOQUE

MACIZO

EDAD	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (kg)	FATIGA (kg/cm ²)
	1	7.846	32200	79.31
	2	7.926	30900	76.11
	3	7.541	28400	69.95
	4	7.612	29300	72.17
			30200	74.38

--	--	--	--	--

	1	7.611	46700	115.02
	2	7.629	42100	103.69
	3	7.729	43800	107.88
	4	7.815	46200	113.79
			44700	110.10

OBSERVACIONES El incremento de la resistencia a compresión a los 28 días es de 48.02% con relación a la de los 7 días

CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

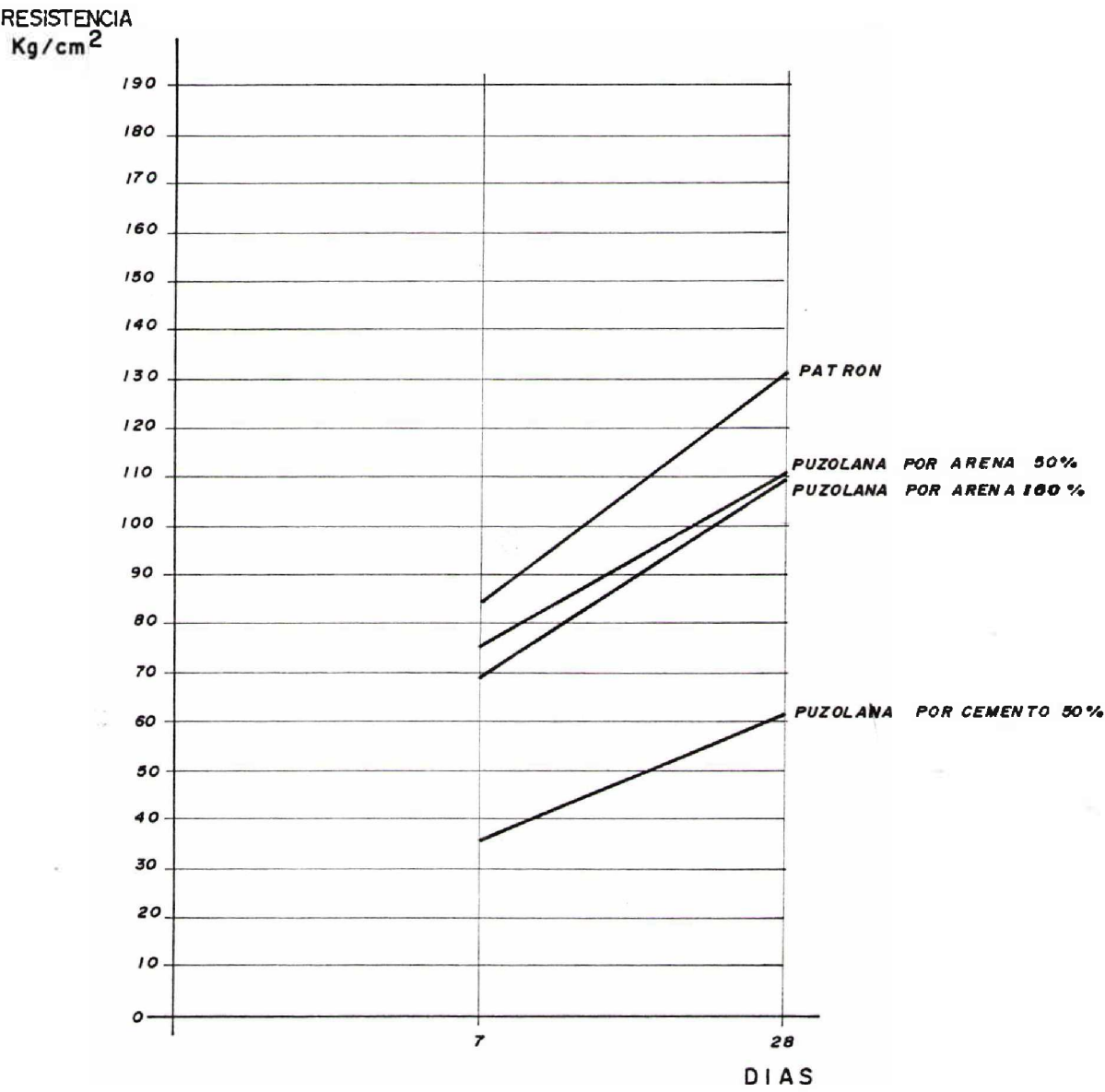
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1- 4- 10

PROCEDENCIA

LLACAO

BLOQUES MACIZOS



OBSERVACIONES _____

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES


DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 10 PROCEDENCIA LLACAO

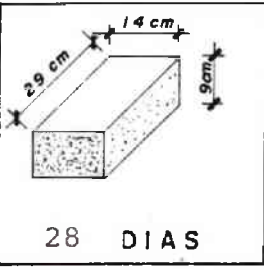
MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

DOSIF. EN PESO 225.57kg 504.77kg 1444.72kg

RELACION AGUA / CEMENTO 0.66

PRUEBA FLEXION BLOQUE MACIZO

EDAD	MUESTRA #	PESO KG.	CARGA A LA RUPTURA KG.	FATIGA KG/CM2
 7 DIAS	1	7.900	240	6.35
	2	7.354	220	5.82
	3	7.286	140	3.70
	4	7.180	240	6.35
	5	7.960	120	3.17
PROMEDIO				5.08

EDAD	MUESTRA #	PESO KG.	CARGA A LA RUPTURA KG.	FATIGA KG/CM2
 28 DIAS	1	7.281	440	11.64
	2	7.325	340	8.99
	3	7.266	400	10.58
	4	7.184	340	8.99
	5	7.890	480	12.70
PROMEDIO				10.58

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

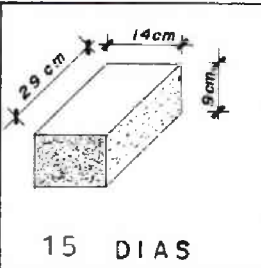
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 10 PROCEDENCIA LLACAO

MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

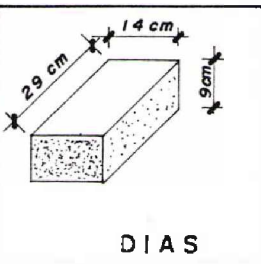
DOSIF. EN PESO 225.57kg 504.77kg 1444.72kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.66

PRUEBA ABSORCION DE AGUA BLOQUE MACIZO

EDAD	MUESTRA #	MASA SECA (KG)	MASA SATURADA (KG)	ABSORCION (%)
 15 DIAS	1	7.285	7.600	4.32
	2	7.460	7.900	6.76
	3	7.487	8.055	7.59
	4	7.381	7.980	8.12
	5	7.560	8.230	7.45
PROMEDIO				6.85

--	--	--	--	--

 DIAS				

OBSERVACIONES

BLOQUES MACIZOS CON

PUZOLANA DE J. LOYOLA

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 3- 6 PROCEDENCIA MUESTRA PATR.


MATERIALES CEMENTO ARENA GRAVA

DOSIF. EN PESO 325.87kg 548.28 kg 1249.15 kg

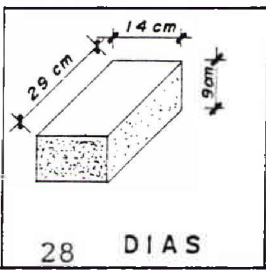
RELACION AGUA / CEMENTO = 0.55

PRUEBA COMPRESION BLOQUE MACIZO

E D A D	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (kg)	FATIGA (kg/cm ²)
---------	---------	-------------	--------------------	-------------------------------

 7 DIAS	1	7.846	49200	121.18
	2	7.980	49800	122.66
	3	7.258	53200	131.03
	4	8.016	51500	126.35
	5	7.542	53500	131.77
			51440	126.70

--	--	--	--	--

 28 DIAS	1	7.328	70800	174.38
	2	7.646	72300	178.08
	3	8.112	77200	190.15
	4	7.398	76700	188.92
	5	7.829	75500	185.96
			74500	183.49

OBSERVACIONES El porcentaje de incremento a los 28 días con relación a los 7 días es de 44.82%.

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

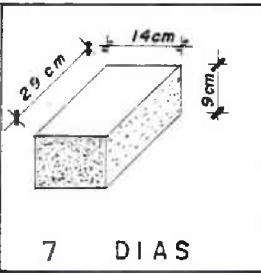
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 3- 6 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

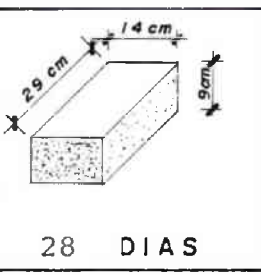
DOSIF. EN PESO 325.87kg 548.28 kg 1249.15kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.55

PRUEBA COMPRESION BLOQUE MACIZO

E D A D	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (kg)	FATIGA (kg/cm ²)
 7 DIAS	1	6.890	36000	88.67
	2	6.770	40900	100.74
	3	6.836	41900	103.20
	4	6.927	37700	92.86
	5	7.144	36800	90.64
			38660	95.22

--	--	--	--	--

 28 DIAS	1	7.181	49900	122.91
	2	6.973	48900	120.44
	3	7.065	49700	122.41
	4	6.928	51400	126.60
	5	7.130	53900	132.76
			50760	125.02

OBSERVACIONES El porcentaje de incremento a los 28 días con relación a los 7 días es de 31.30% en la resistencia.

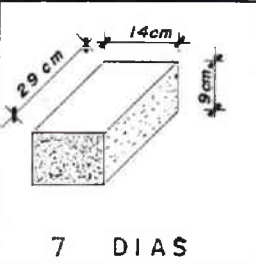
PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 3- 6 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

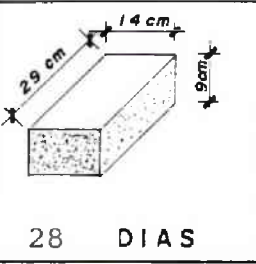
MATERIALES	CEMENTO	PUZOLANA	ARENA	GRAVA	
	50%	50%			
DOSIF. EN PESO	162.94kg	162.94 kg	548.28 kg	1249.50kg	

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.55

PRUEBA COMPRESION BLOQUE MACIZO

E D A D	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (kg)	FATIGA (kg /cm ²)
 7 DIAS	1	7.826	21300	52.46
	2	7.947	22700	55.91
	3	8.102	21800	53.69
	4	7.729	19400	47.78
			21300	52.46

--	--	--	--	--

 28 DIAS	1	7.961	32100	79.06
	2	7.740	29400	72.41
	3	7.784	29700	73.15
	4	7.862	31200	76.84
			30600	75.36

OBSERVACIONES El porcentaje de incremento a los 28 días con relación a los 7 días es de 43.65% en la resistencia.

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1- 3- 6

PROCEDENCIA

JAVIER LOYOLA

MATERIALES

CEMENTO

ARENA

PUZOLANA

GRAVA

50%

50%

DOSIF. EN PESO

325.87kg

274.14 kg

274.14 kg

1249.15kg

RELACION AGUA / CEMENTO =

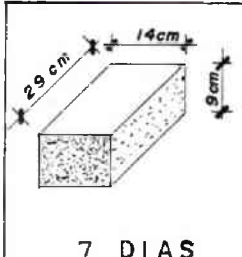
0.55

PRUEBA

COMPRESION

BLOQUE

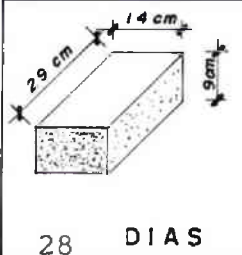
MACIZO

E D A D	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (kg)	FATIGA (kg/cm ²)
	1	7.926	45200	111.33
	2	7.842	40100	98.77
	3	7.929	42800	105.41
	4	7.682	44300	109.11

43100

106.16

--	--	--	--	--

	1	7.782	55600	136.95
	2	7.701	60100	148.03
	3	7.940	59300	146.06
	4	7.836	60200	148.28

58800

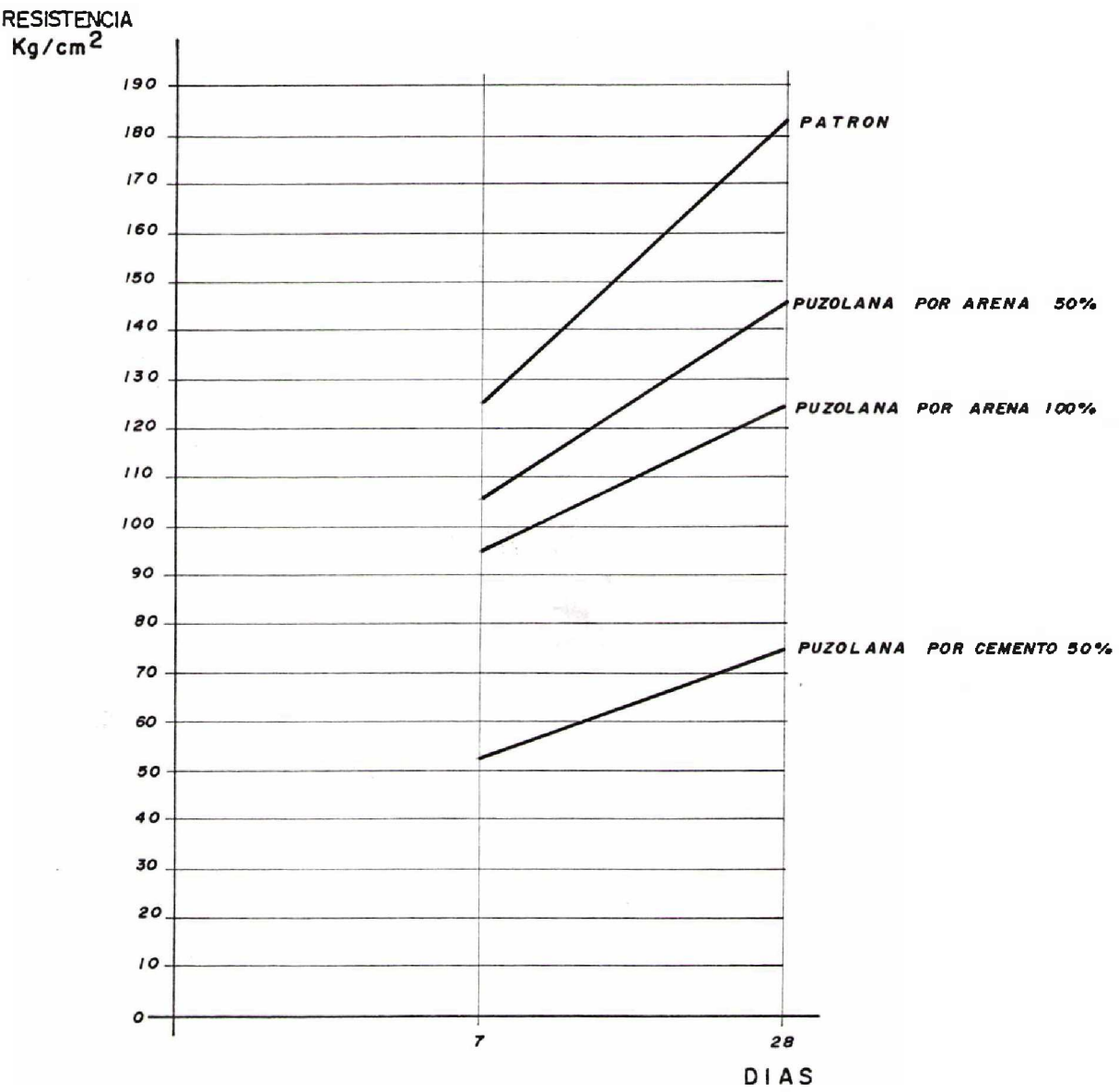
144.83

OBSERVACIONES El porcentaje de incremento a los 28 días con relación a los 7 días es de 36.43% en la resistencia.

CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 3- 6 PROCEDENCIA JAVIER LOYO

BLOQUES MACIZOS



OBSERVACIONES _____

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1- 3- 6

PROCEDENCIA

JAVIER LOYOLA

MATERIALES

CEMENTO

PUZOLANA

GRAVA

DOSIF. EN PESO

325.87 kg

548.28 kg

1249.15 kg

RELACION AGUA / CEMENTO =

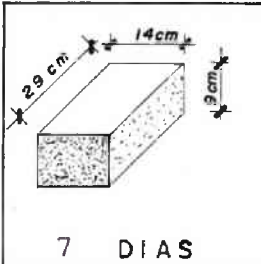
0.55

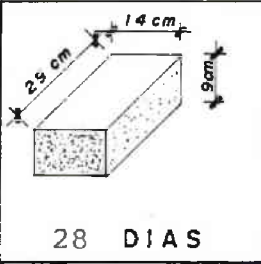
PRUEBA

FLEXION

BLOQUE

MACIZO

EDAD	MUESTRA #	PESO KG.	CARGA A LA RUPTURA kg.	FATIGA kg/cm2
	1	7.380	580	15.34
	2	7.210	600	15.87
	3	6.955	460	12.17
	4	6.890	460	12.17
	5	7.315	280	7.41
PROMEDIO				12.59

EDAD	MUESTRA #	PESO KG	CARGA A LA RUPTURA kg.	FATIGA kg/cm2
	1	7.020	1060	28.04
	2	6.936	1020	26.98
	3	6.900	960	25.39
	4	7.400	940	24.87
	5	7.190	940	24.87
PROMEDIO				26.03

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

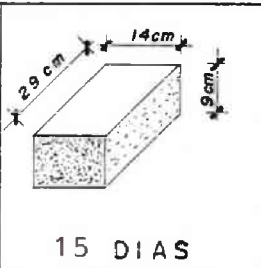
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 3- 6 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

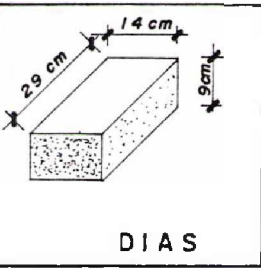
DOSIF. EN PESO 352.87 kg 548.28 kg 1249.15 kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.55

PRUEBA ABSORCION DE AGUA BLOQUE MACIZO

EDAD	MUESTRA #	MASA SECA (KG)	MASA SATURADA (KG)	ABSORCION (%)
 15 DIAS	1	7.650	7.930	3.66
	2	7.690	7.991	3.90
	3	7.790	8.032	3.08
	4	7.560	7.860	3.97
	5	7.604	7.978	3.92
PROMEDIO				3.91

--	--	--	--	--

 DIAS				

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1- 4- 8

PROCEDENCIA

MUESTRA PATR.

MATERIALES

CEMENTO

ARENA

GRAVA

DOSIF. EN PESO

262.11kg

586.55kg

1338.64kg

RELACION AGUA / CEMENTO =

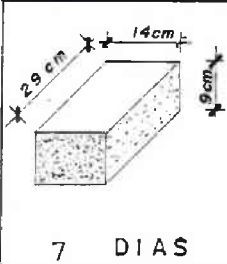
0.57

PRUEBA

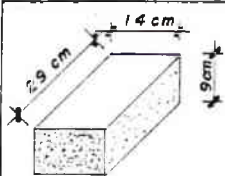
COMPRESION

BLOQUE

MACIZO

E D A D	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (kg)	FATIGA (kg/cm ²)
	1	8.021	49200	121.18
	2	7.746	45800	112.81
	3	7.812	47600	117.24
	4	7.640	48700	119.95
	5	7.684	46200	113.79
			47500	117.00

--	--	--	--	--

	1	7.465	61200	150.74
	2	7.690	64100	157.88
	3	7.981	65700	161.88
	4	7.423	63700	156.90
	5	7.810	64800	159.61
			63900	157.39

OBSERVACIONES El incremento en la resistencia a compresión a los 28 días es de 34.45 % con relación a la de los 7 días.

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1- 4- 8

PROCEDENCIA

JAVIER LOYOLA

MATERIALES

CEMENTO

PUZOLANA

GRAVA

DOSIF. EN PESO

262.11kg

586.55kg

1338.64kg

RELACION AGUA / CEMENTO =

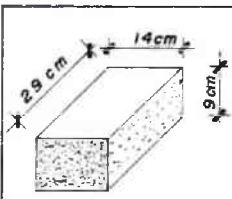
0.57

PRUEBA

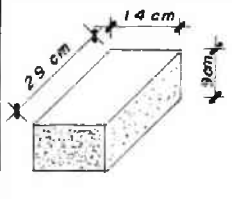
COMPRESION

BLOQUE

MACIZO

E D A D	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (kg)	FATIGA (kg/cm ²)
 7 DIAS	1	7.840	29800	73.40
	2	7.626	31200	76.85
	3	7.695	33100	81.53
	4	7.720	28900	71.18
	5	7.890	29000	71.43
			30400	74.88

--	--	--	--	--

 28 DIAS	1	7.643	44800	110.34
	2	7.722	47900	117.98
	3	7.740	43700	107.64
	4	7.818	44800	110.34
	5	7.496	49300	121.43
			46100	113.55

OBSERVACIONES El incremento de la resistencia a compresión a los 28 días es de 51.64% con relación a la de los 7 días.

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

1- 4- 8

PROCEDENCIA

JAVIER LOYOLA

MATERIALES

CEMENTO

PUZOLANA

ARENA

GRAVA

50%

50%

DOSIF. EN PESO

131.06kg

131.06 kg

586.55 kg

1338.64 kg

RELACION AGUA / CEMENTO =

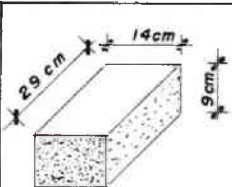
0.57

PRUEBA

COMPRESION

BLOQUE

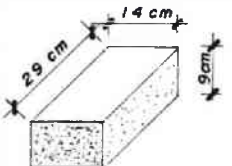
MACIZO

EDAD	MUESTRA	PESO (kg)	CARGA RUPT. (kg)	FATIGA (kg/cm ²)
 7 DIAS	1	7.846	21200	52.22
	2	8.010	19400	47.78
	3	7.729	18900	46.55
	4	7.991	22100	54.43

20400

50.25

--	--	--	--	--

 28 DIAS	1	7.726	30200	74.38
	2	7.614	28900	71.18
	3	7.797	30400	78.88
	4	7.667	26900	66.26

29100

71.67

OBSERVACIONES El incremento de la resistencia a compresión a los 28 días es de 42.63% con relación a la de los 7 días.

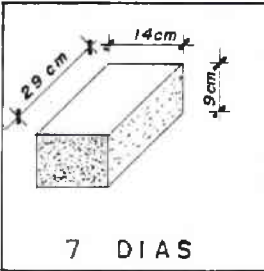
PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 8 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

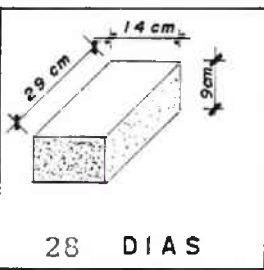
MATERIALES	CEMENTO	ARENA	PUZOLANA	GRAVA	
	50%		50%		
DOSIF. EN PESO	262.11kg	293.27 kg	293.27 kg	1338.64kg	

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.57

PRUEBA COMPRESION BLOQUE MACIZO

E D A D	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (kg)	FATIGA (kg/cm ²)
 7 DIAS	1	7.491	42700	105.17
	2	7.614	40800	100.49
	3	7.812	39900	98.28
	4	7.844	43800	107.88
			41800	102.96

--	--	--	--	--

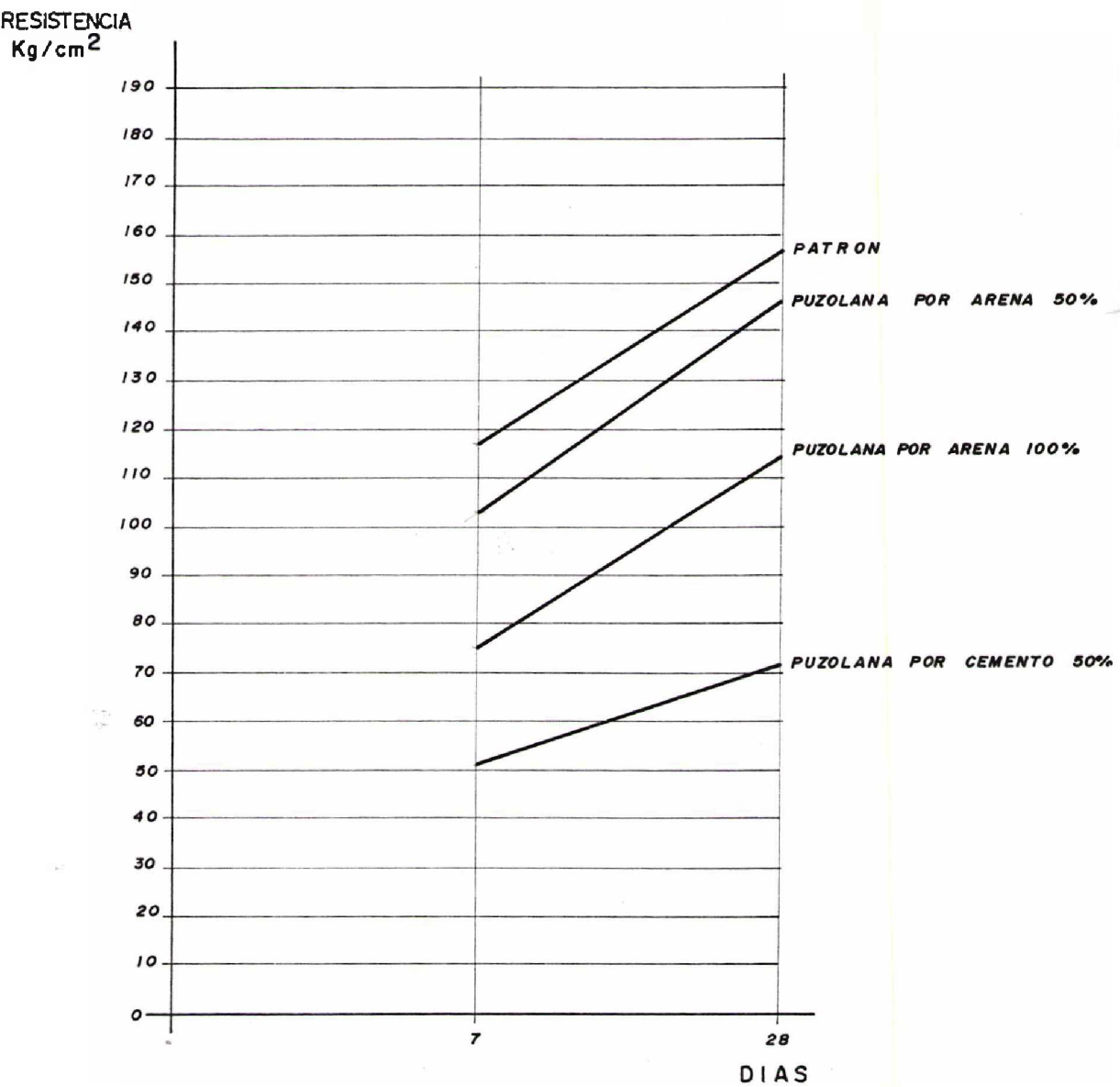
 28 DIAS	1	7.790	57800	142.36
	2	7.970	59700	147.04
	3	7.823	60900	150.00
	4	7.806	59200	145.81
			59400	146.31

OBSERVACIONES El incremento de la resistencia a compresi3n a los 28 d3as es de 42.10% con relaci3n a la de los 7 d3as.

CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 8 PROCEDENCIA JAVIER LOYO

BLOQUES MACIZOS



OBSERVACIONES _____

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

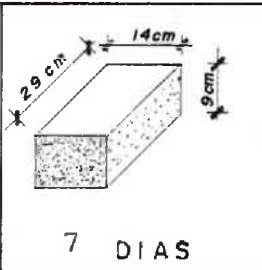
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 8 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

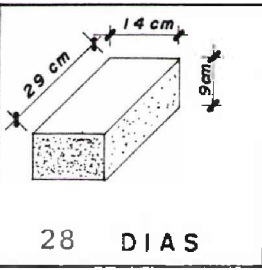
MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

DOSIF. EN PESO 262.11kg 586.55 kg 1338.64 kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.57

PRUEBA FLEXION BLOQUE MACIZO

EDAD	MUESTRA #	PESO KG.	CARGA A LA RUPTURA KG.	FATIGA KG/CM2
 7 DIAS	1	7.540	580	15.34
	2	7.390	540	14.29
	3	7.480	520	13.76
	4	7.690	480	12.70
	5	7.700	580	15.34
PROMEDIO				14.29

EDAD	MUESTRA #	PESO KG.	CARGA A LA RUPTURA KG.	FATIGA KG/CM2
 28 DIAS	1	7.586	780	20.63
	2	7.491	740	19.58
	3	7.684	700	18.52
	4	7.482	720	19.05
	5	7.621	700	18.52
PROMEDIO				19.26

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES


DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 8 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

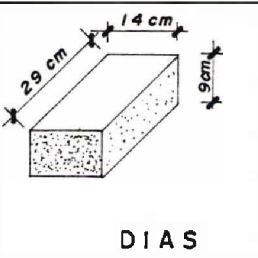
DOSIF. EN PESO 262.11 kg 586.55 kg 1338.64kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.57

PRUEBA ABSORCION DE AGUA BLOQUE MACIZO

EDAD	MUESTRA #	MASA SECA (KG)	MASA SATURADA (KG)	ABSORCION (%)
 15 DIAS	1	7.772	8.197	5.47
	2	7.850	8.268	5.32
	3	7.420	7.893	6.37
	4	7.150	7.505	4.96
	5	7.366	7.823	6.28
PROMEDIO				5.68

--	--	--	--	--

 DIAS				

--	--

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

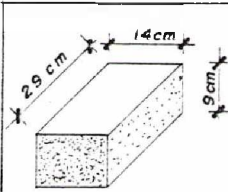
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 10 PROCEDENCIA MUESTRA PATR.

MATERIALES CEMENTO ARENA GRAVA

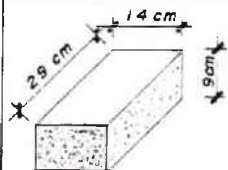
DOSIF. EN PESO 225.57kg 504.77kg 1444.72kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.66

PRUEBA COMPRESION BLOQUE MACIZO

E D A D	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (kg)	FATIGA (kg/cm ²)
 7 DIAS	1	7.892	33800	83.25
	2	7.546	35200	86.70
	3	7.720	35100	86.45
	4	7.940	32900	81.03
	5	7.960	35500	87.44
			34500	84.98

--	--	--	--	--

 28 DIAS	1	7.901	55200	135.96
	2	7.840	50100	123.40
	3	7.626	52900	130.30
	4	7.704	54500	134.24
	5	7.502	53800	132.51
			53300	131.28

OBSERVACIONES El incremento de la resistencia a compresión a los 28 días es de 54.48% con relación a la de los 7 días.

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 10 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

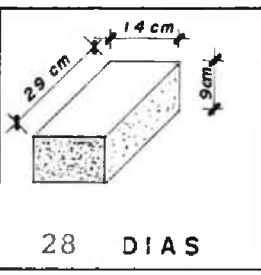
DOSIF. EN PESO 225.57kg 504.77kg 1444.72kg

RELACION AGUA / CEMENTO 0.66

PRUEBA COMPRESION BLOQUE MACIZO

E D A D	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (kg)	FATIGA (kg/cm ²)
 7 DIAS	1	7.601	23900	58.87
	2	7.820	20800	51.23
	3	7.986	24700	60.84
	4	7.535	24800	61.08
	5	7.550	24800	61.08
			23800	58.62

--	--	--	--	--

 28 DIAS	1	7.480	46300	114.04
	2	7.723	48500	119.46
	3	7.862	47600	117.24
	4	7.880	45900	113.05
	5	7.900	47700	117.49
			47200	116.26

OBSERVACIONES El incremento de la resistencia a compresión a los 28 días es de 98.33% con relación a la de los 7 días.

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

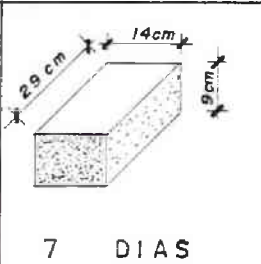
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 10 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

MATERIALES	CEMENTO	PUZOLANA	ARENA	GRAVA	
	50%	50%			

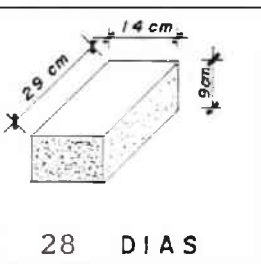
DOSIF. EN PESO	112.78kg	112.78kg	504.77kg	1444.72kg	
----------------	----------	----------	----------	-----------	--

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.66

PRUEBA COMPRESION BLOQUE MACIZO

E D A D	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (kg)	FATIGA (kg/cm ²)
 7 DIAS	1	7.626	10800	26.60
	2	7.841	13100	32.27
	3	7.820	13800	33.99
	4	7.590	12300	30.30
			12500	30.79

--	--	--	--	--

 28 DIAS	1	7.840	25400	62.56
	2	7.621	27800	68.47
	3	7.692	28100	69.21
	4	7.716	27500	67.73
			27200	67.00

OBSERVACIONES El incremento de la resistencia a compresión a los 28 días es de 117.60% con relación a la de los 7 días.

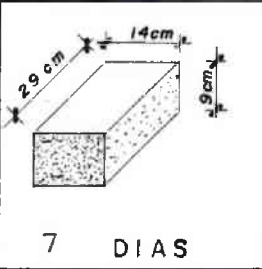
PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 10 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

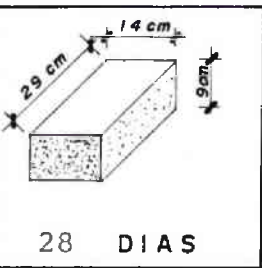
MATERIALES	CEMENTO	ARENA	PUZOLANA	GRAVA	
	50%		50%		
DOSIF. EN PESO	225.57kg	252.38kg	252.38kg	1444.72kg	

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.66

PRUEBA COMPRESION BLOQUE MACIZO

E D A D	MUESTRA	PESO (Kgr)	CARGA RUPT. (kg)	FATIGA (kg/cm ²)
 7 DIAS	1	7.491	29200	71.92
	2	7.642	26500	65.27
	3	7.803	28300	69.70
	4	7.906	27200	66.99
			27800	68.47

--	--	--	--	--

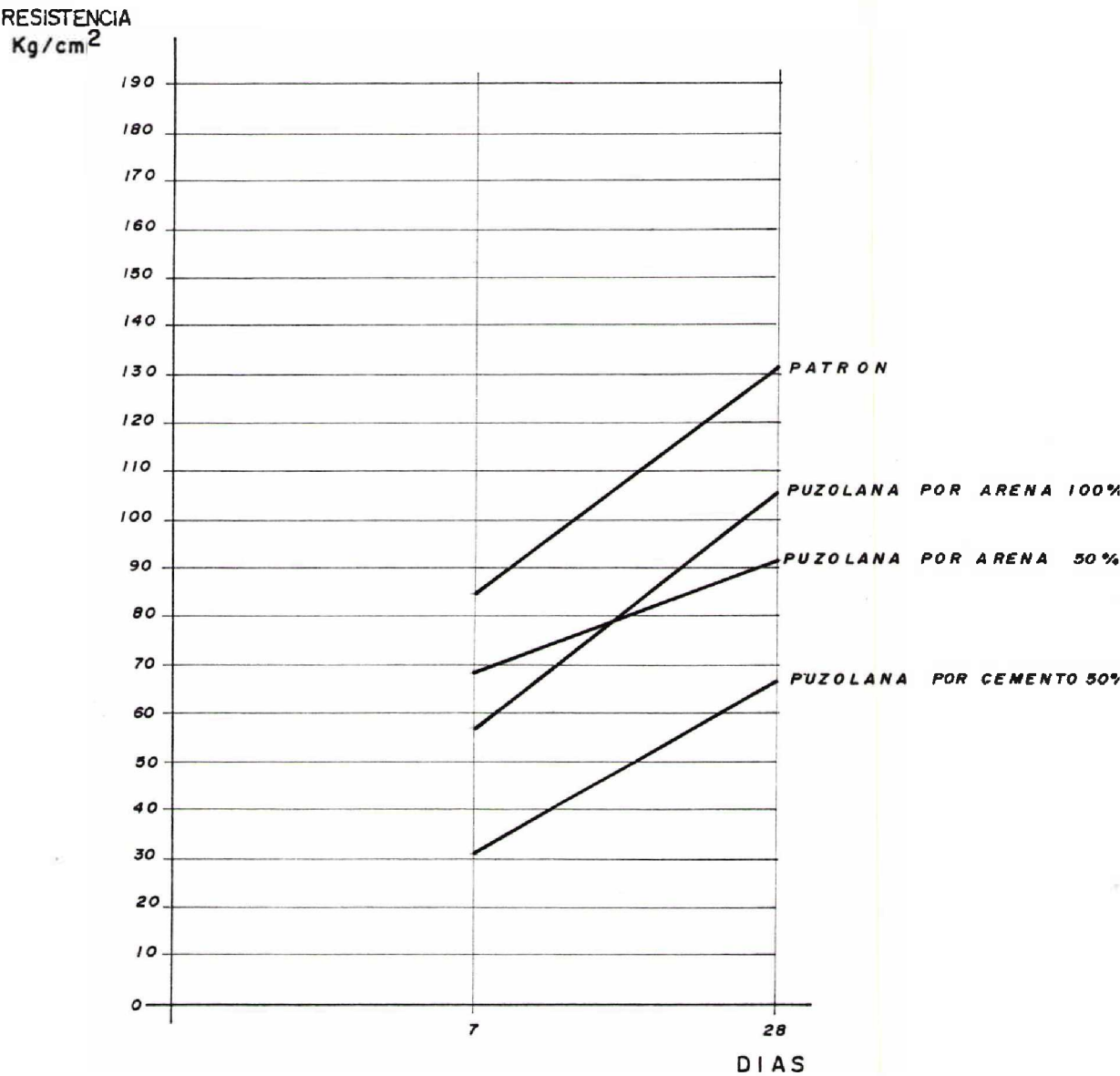
 28 DIAS	1	7.608	39200	96.55
	2	7.529	33900	83.50
	3	7.670	38500	94.83
	4	7.810	36800	90.64
			37100	91.38

OBSERVACIONES El incremento de la resistencia a compresión a los 28 días es de 33.46% con relación a la de los 7 días.

CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 10 PROCEDENCIA JAVIER LOYO

BLOQUES MACIZOS



OBSERVACIONES _____

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

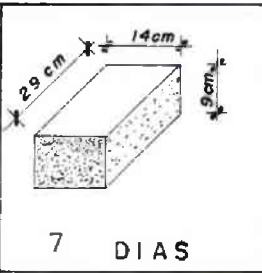
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 10 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

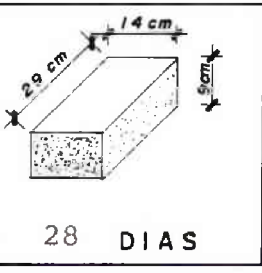
MATERIALES	CEMENTO	PUZOLANA	GRAVA		
------------	---------	----------	-------	--	--

DOSIF. EN PESO	225.57kg	504.77kg	1444.72kg		
----------------	----------	----------	-----------	--	--

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.66

PRUEBA FLEXION BLOQUE MACIZO

EDAD	MUESTRA #	PESO KG.	CARGA A LA RUPTURA KG.	FATIGA KG/CM2
	1	7.156	200	5.29
	2	7.920	140	3.70
	3	7.200	160	4.23
	4	7.060	120	3.17
	5	7.892	240	6.35
PROMEDIO				4.55

EDAD	MUESTRA #	PESO KG	CARGA A LA RUPTURA KG.	FATIGA KG/CM2
	1	7.160	380	10.05
	2	7.890	340	8.99
	3	7.115	360	9.52
	4	7.262	320	8.47
	5	7.030	340	8.99
PROMEDIO				9.20

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE INVESTIGACION SOBRE BLOQUES

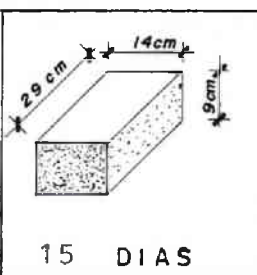
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 4- 10 PROCEDENCIA JAVIER LOYOLA

MATERIALES CEMENTO PUZOLANA GRAVA

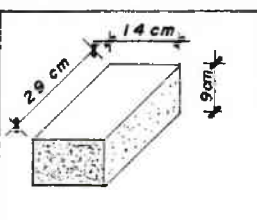
DOSIF. EN PESO 225.57kg 504.77kg 1444.72kg

RELACION AGUA / CEMENTO = 0.66

PRUEBA ABSORCION DE AGUA BLOQUE MACIZO

EDAD	MUESTRA #	MASA SECA (KG)	MASA SATURADA (KG)	ABSORCION (%)
 15 DIAS	1	7.321	7.984	9.06
	2	7.246	7.879	8.74
	3	7.128	7.770	9.01
	4	7.292	7.841	7.53
	5	7.064	7.764	8.17
PROMEDIO				8.50

--	--	--	--	--

 DIAS				

--	--

OBSERVACIONES

SINTESIS DE RESULTADOS

SINTESIS DE RESULTADOS

INDICE DE ACTIVIDAD PUZOLANICA

PROCEDENCIA	RESISTENCIA 7 DIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA 28 DIAS (kg/cm ²)	PORCENTAJE A LOS 28 DIAS
MUESTRA PATRON	204.80	308.40	100.00
JAVIER LOYOLA	112.00	163.20	52.92
LLACAO	111.60	173.60	56.29
SOLANO	101.60	152.40	49.42

SUPERFICIE ESPECIFICA

PROCEDENCIA	TIEMPO DE MOLIDO	SUPERFICIE ESPECIFICA(kg/m ²)
JAVIER LOYOLA	3 MINUTOS	3841
LLACAO	3 MINUTOS	4259
SOLANO	3 MINUTOS	4879

CONSISTENCIA NORMAL DE PASTA Y TIEMPO FRAGUADO

PROCEDENCIA	% PUZOLANA EN LA PASTA	% DE AGUA EN LA PASTA	TIEMPO INICIAL	TIEMPO FINAL
JAVIER LOYOLA	20	23.07	2H:27'	3H:47'
JAVIER LOYOLA	30	23.73	2H:32'	4H:20'
JAVIER LOYOLA	40	24.80	3H:03'	4H:30'
JAVIER LOYOLA	50	25.27	2H:43'	4H:07'
LLACAO	20	23.07	2H:15'	3H:47'
LLACAO	30	23.40	2H:32'	4H:07'
LLACAO	40	24.13	2H:37'	4H:02'
LLACAO	50	24.53	2H:00'	4H:13'
SOLANO	20	22.07	2H:42'	4H:03'
SOLANO	30	22.47	3H:00'	4H:27'
SOLANO	40	22.93	2H:52'	4H:30'
SOLANO	50	23.26	2H:47'	3H:33'

SINTESIS DE RESULTADOS

GRANULOMETRIA

PROCEDENCIA	MODULO DE FINURA	DIAMETRO MAXIMOmm	PASA TAMIZ Nº 200
JAVIER LOYOLA	2.39	12.10	1.64%
LLACAO	3.04	10.80	1.38%
SOLANO	1.68	8.32	7.96%

PESO ESPECIFICO - ABSORCION Y CONT. HUMEDAD

PROCEDENCIA	PESO ESPECIFICO (gr / cm ²)	ABSORCION %	CONT. DE HUMEDAD %
JAVIER LOYOLA	2.70	3.52	5.38
LLACAO	2.66	3.34	2.81
SOLANO	2.62	3.69	6.65

PESO UNITARIO

PROCEDENCIA	PESO UNITARIO SUELTO	PESO COMPACTADO PROMED.
JAVIER LOYOLA	1.447 gr/cc	1.611 gr/cc
LLACAO	1.367 gr/cc	1.601 gr/cc
SOLANO	1.252 gr/cc	1.485 gr/cc

SINTESIS DE RESULTADOS

PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESION

PROBETAS CUBICAS (LLACAO)

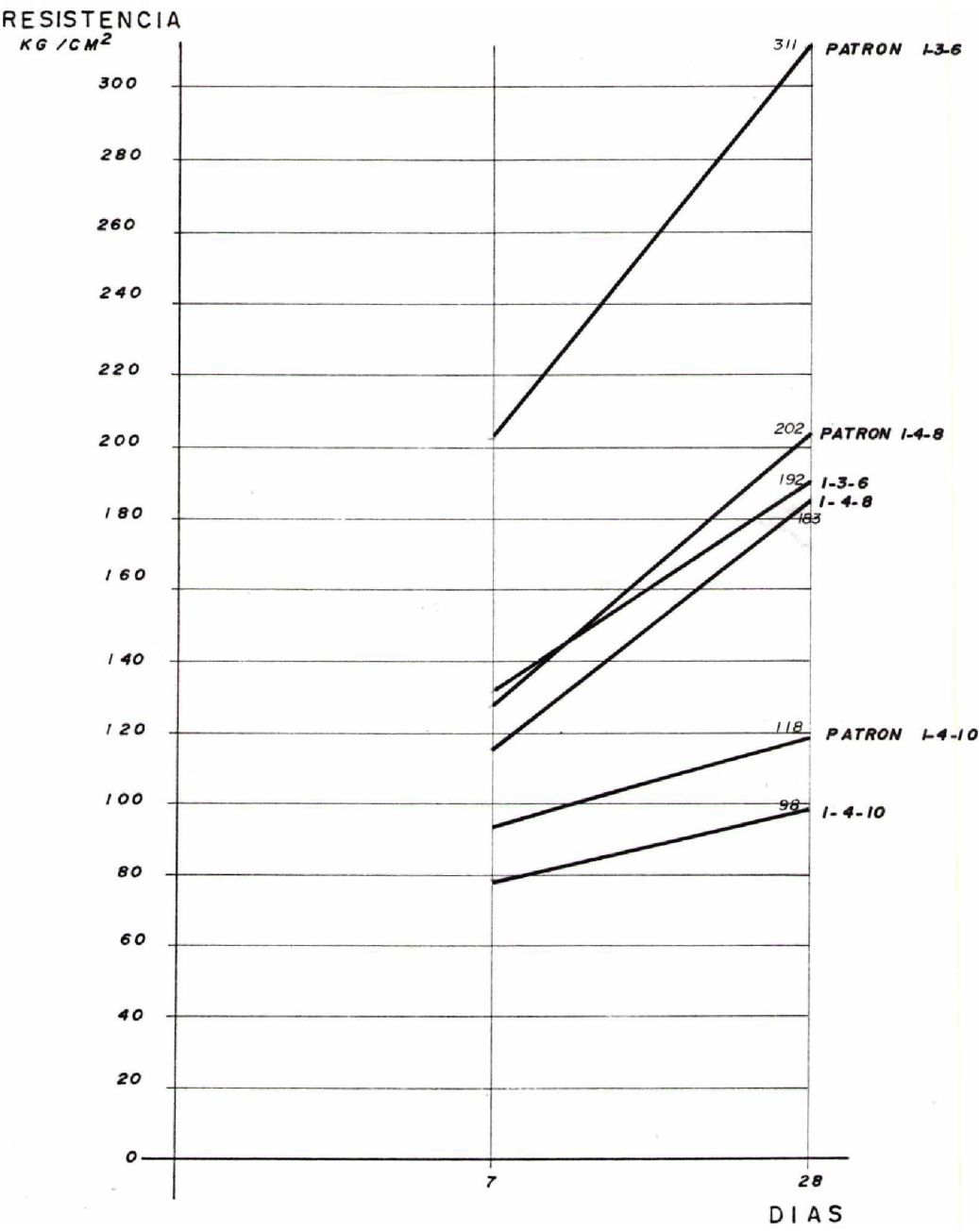
ESPECIFICACIONES	DOSIFICACION	FATIGA PROMEDIO 7 DIAS	FATIGA PROMEDIO 28 DIAS
MUESTRA PATRON	1- 3- 6	201.60	311.60
	1- 4- 8	128.40	202.40
	1- 4- 10	92.80	118.40
SUSTITUCION DE PUZOLANA POR <u>CE-</u> <u>MENT</u> EN UN <u>20</u> %	1- 3- 6	134.80	192.80
	1- 4- 8	117.20	183.20
	1- 4- 10	78.40	98.40
SUSTITUCION DE PUZOLANA POR <u>CE-</u> <u>MENT</u> EN UN <u>30</u> %	1- 3- 6	132.40	191.20
	1- 4- 8	102.00	134.80
	1- 4- 10	45.60	76.80
SUSTITUCION DE PUZOLANA POR <u>CE-</u> <u>ment</u> EN UN <u>40</u> %	1- 3- 6	110.40	158.40
	1- 4- 8	78.80	121.60
	1- 4- 10	44.00	64.00
SUSTITUCION DE PUZOLANA POR <u>CE-</u> <u>MENT</u> EN UN <u>50</u> %	1- 3- 6	98.80	135.20
	1- 4- 8	65.20	82.40
	1- 4- 10	35.20	56.80

CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

PROCEDENCIA LLACAO

ESPECIFICACION: SUSTITUCION DE PUZOLANA POR CEMENTO EN UN 20 %

PROBETAS CUBICAS



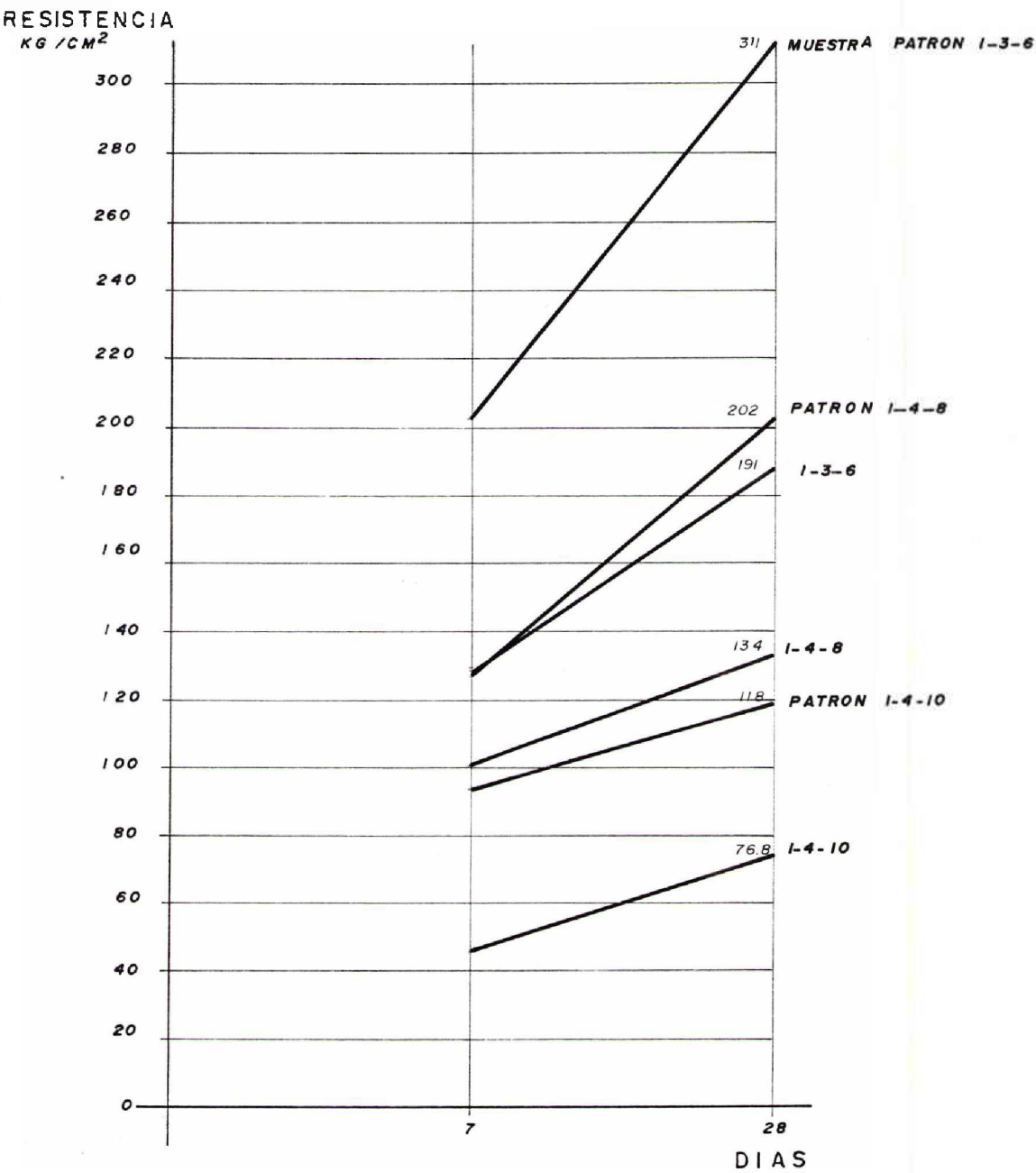
OBSERVACIONES _____

CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

PROCEDENCIA LLACAO

ESPECIFICACION: SUSTITUCION DE PUZOLANA POR CEMENTO EN UN 30 %

PROBETAS CUBICAS



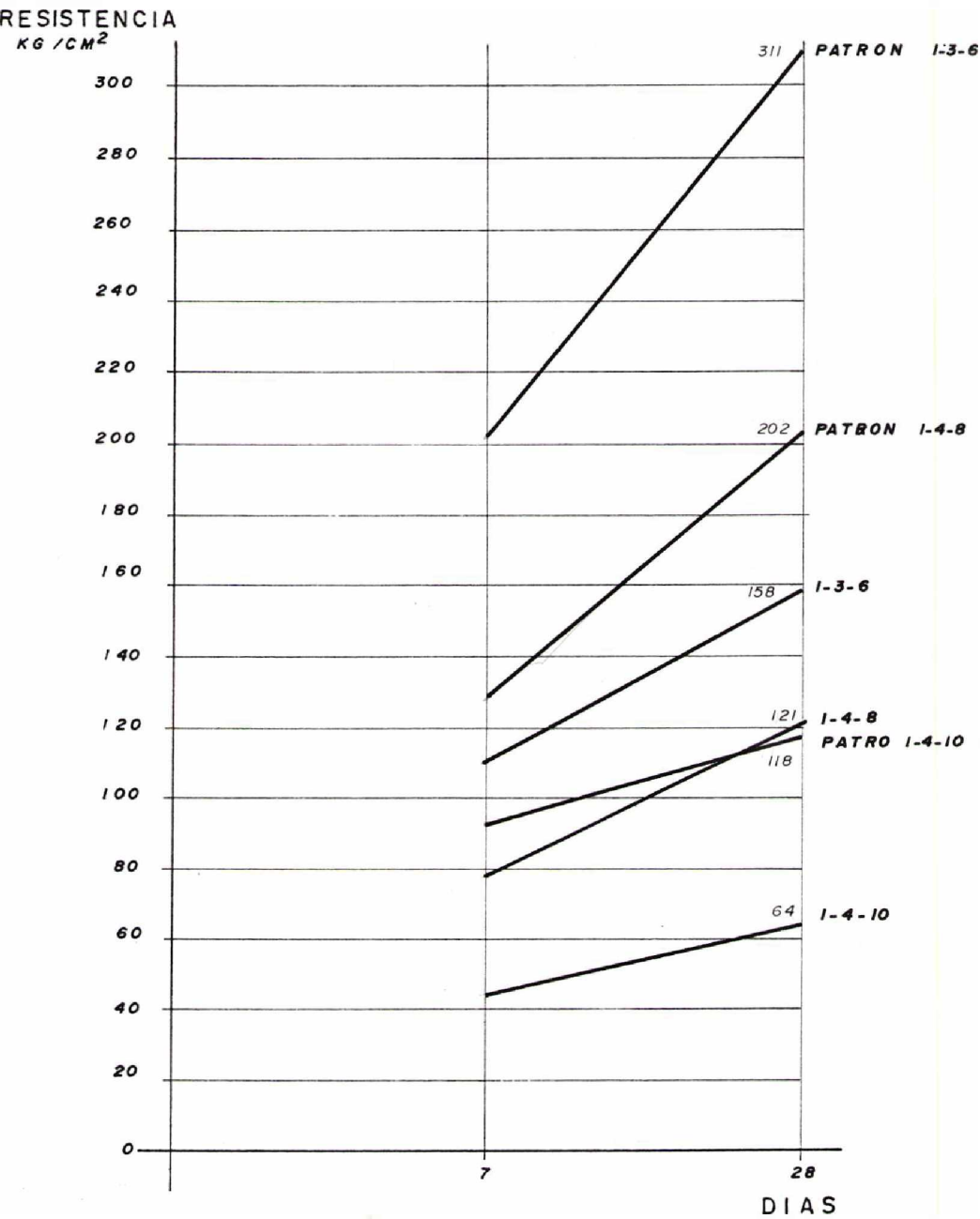
OBSERVACIONES _____

CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

PROCEDENCIA LLACAO

ESPECIFICACION: SUSTITUCION DE PUZOLANA POR CEMENTO EN UN 40 %

PROBETAS CUBICAS



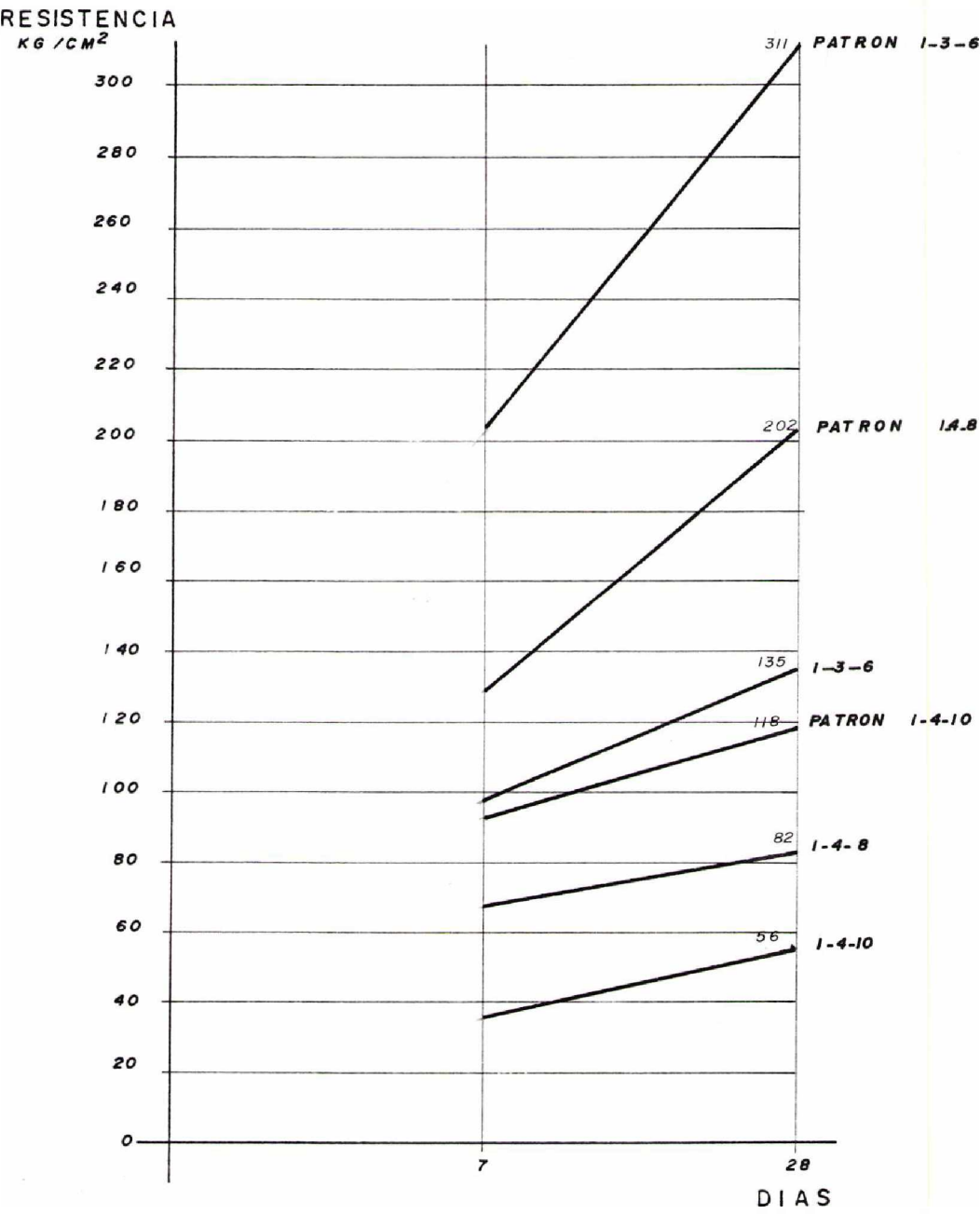
OBSERVACIONES _____

CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

PROCEDENCIA LLACAO

ESPECIFICACION: SUSTITUCION DE PUZOLANA POR CEMENTO EN UN 50 %

PROBETAS CUBICAS



OBSERVACIONES _____

SINTESIS DE RESULTADOS

PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESION

PROBETAS CUBICAS (LLACAO)

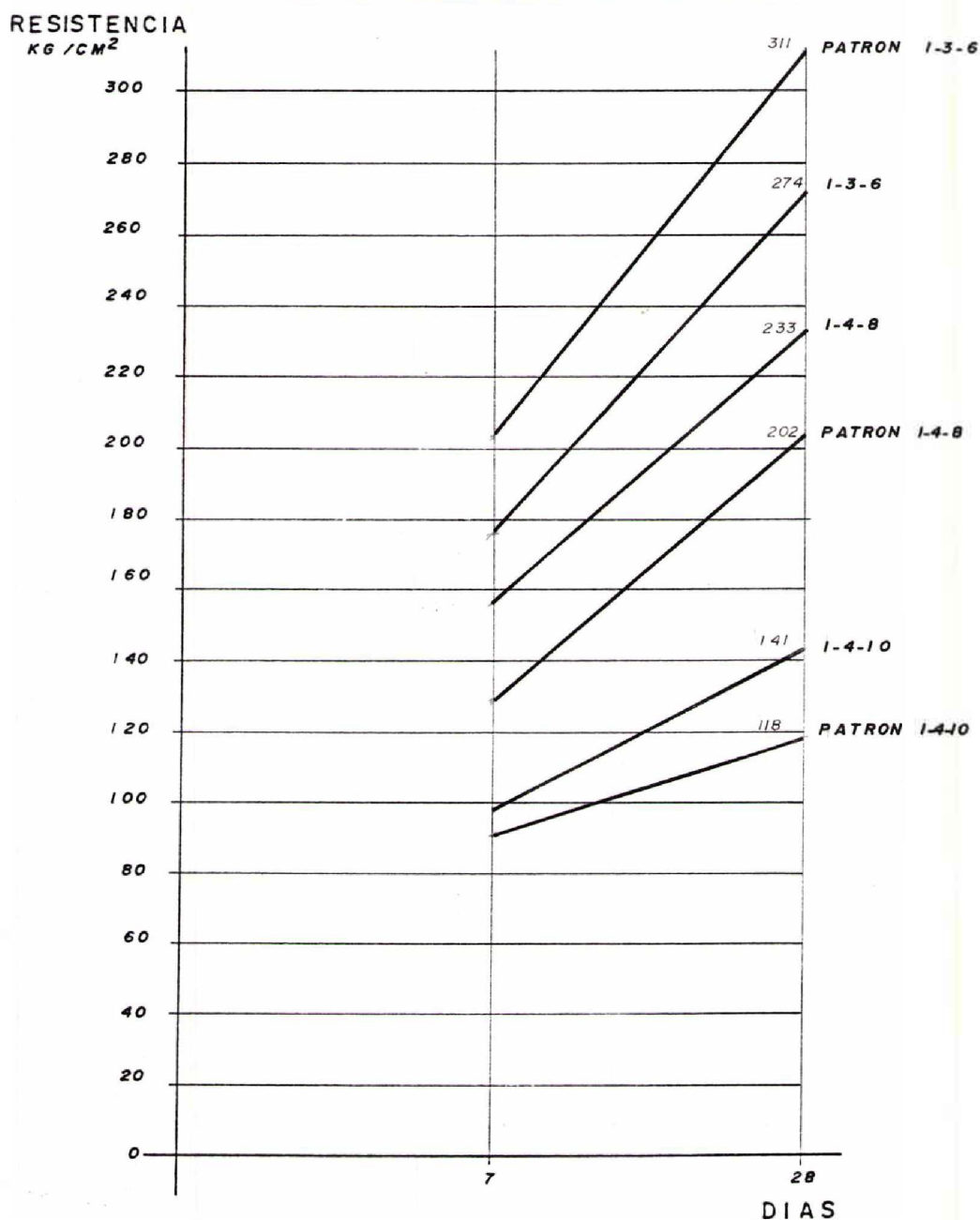
ESPECIFICACIONES	DOSIFICACION	FATIGA PROMEDIO 7 DIAS	FATIGA PROMEDIO 28 DIAS
MUESTRA PATRON	1- 3- 6	201.60	311.60
	1- 4- 8	128.40	202.40
	1- 4- 10	92.80	118.40
SUSTITUCION DE PUZOLANA POR <u>ARE</u> <u>NA</u> EN UN <u>30</u> %	1- 3- 6	176.00	274.80
	1- 4- 8	156.80	232.80
	1- 4- 10	96.40	141.60
SUSTITUCION DE PUZOLANA POR <u>ARE</u> <u>NA</u> EN UN <u>50</u> %	1- 3- 6	164.40	264.00
	1- 4- 8	108.80	154.40
	1- 4- 10	77.20	102.00
SUSTITUCION DE PUZOLANA POR <u>ARE</u> <u>NA</u> EN UN <u>70</u> %	1- 3- 6	168.00	231.20
	1- 4- 8	102.40	130.00
	1- 4- 10	62.40	88.00
SUSTITUCION DE PUZOLANA POR <u>ARE</u> <u>NA</u> EN UN <u>100</u> %	1- 3- 6	161.60	220.00
	1- 4- 8	105.60	149.60
	1- 4- 10	51.60	71.20

CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

PROCEDENCIA LLACAO

ESPECIFICACION: SUSTITUCION DE PUZOLANA POR ARENA EN UN 30 %

PROBETAS CUBICAS



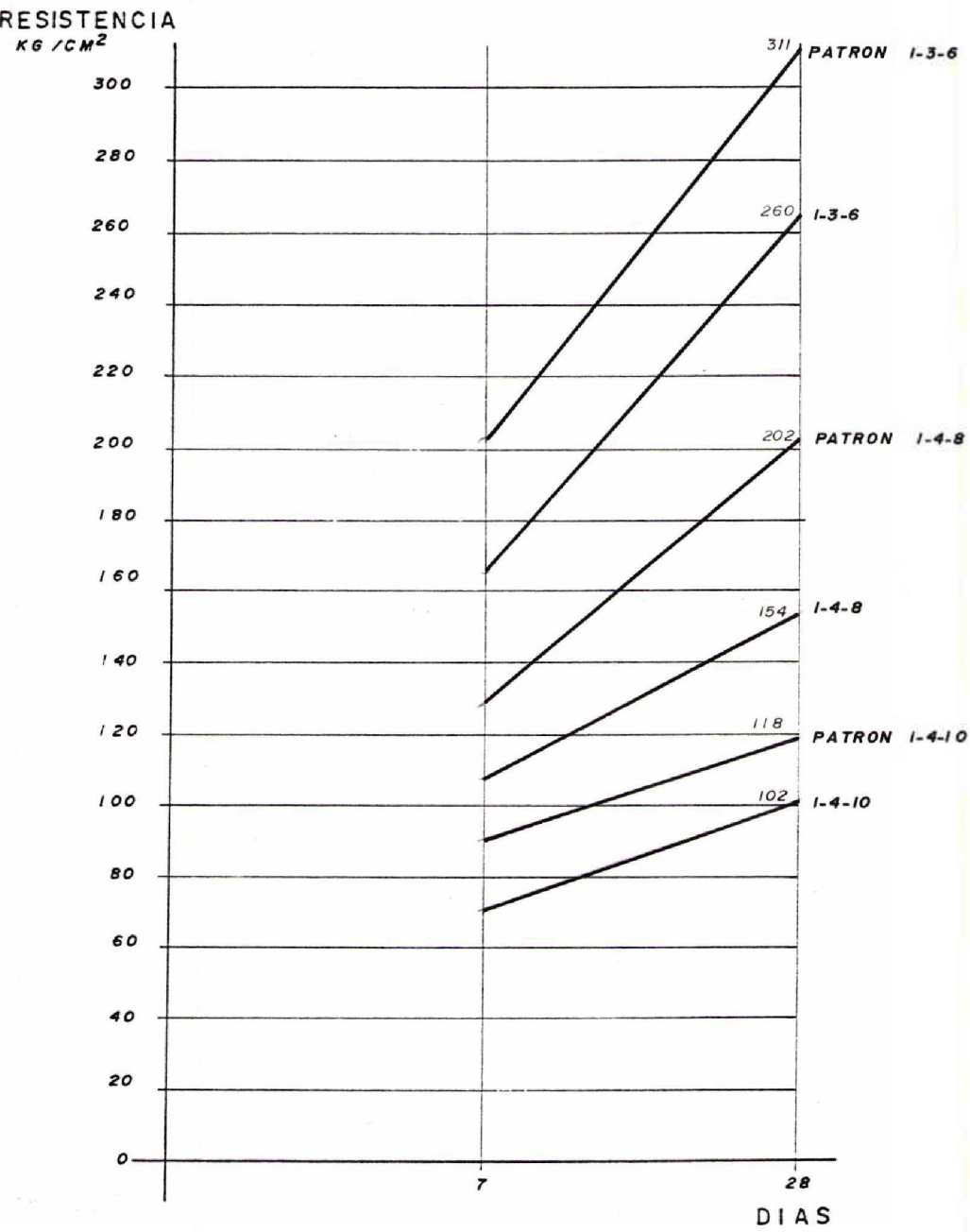
OBSERVACIONES _____

CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

PROCEDENCIA LLACAO

ESPECIFICACION: SUSTITUCION DE PUZOLANA POR ARENA EN UN 50 %

PROBETAS CUBICAS



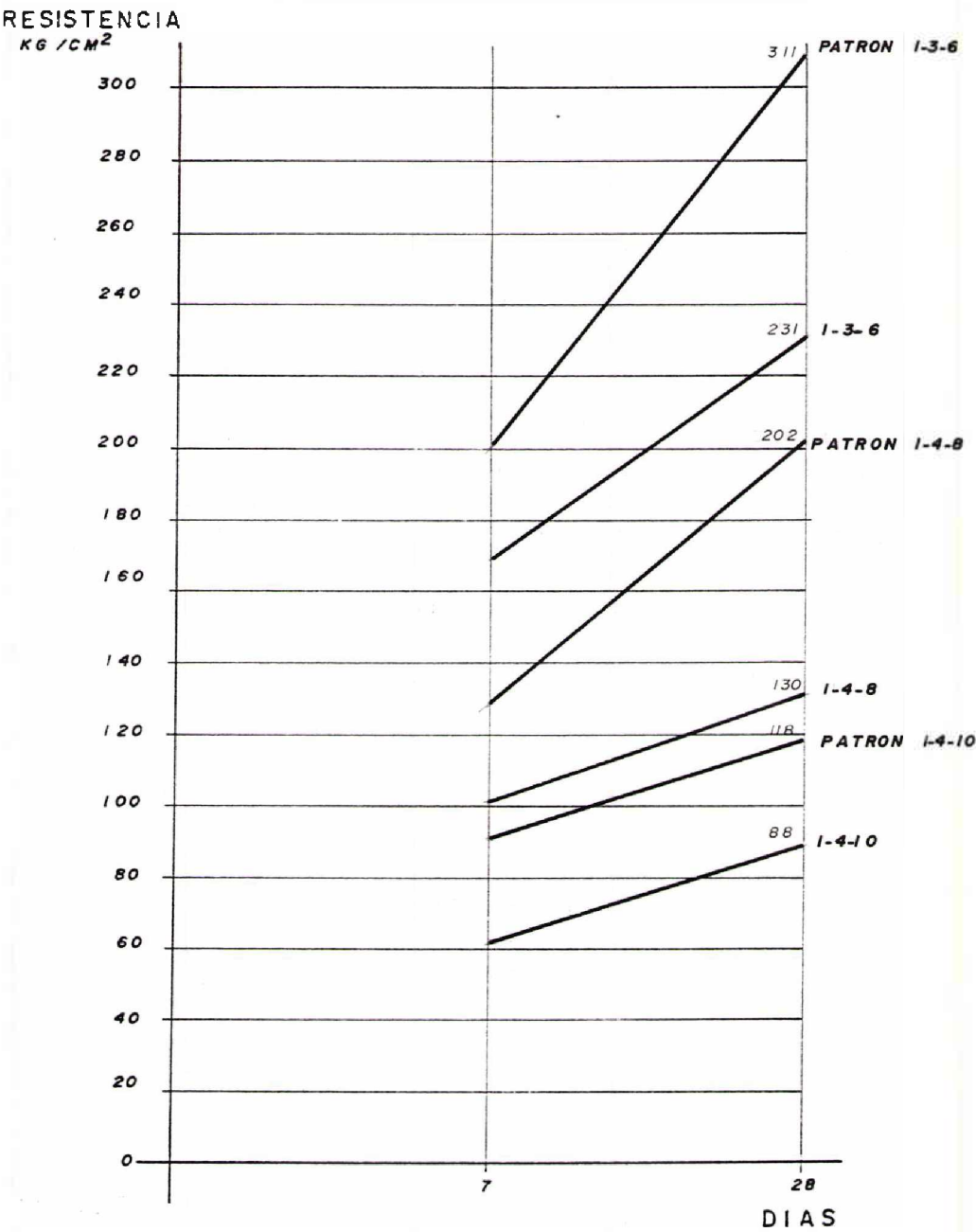
OBSERVACIONES _____

CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

PROCEDENCIA LLACAO

ESPECIFICACION: SUSTITUCION DE PUZOLANA POR ARENA EN UN 70 %

PROBETAS CUBICAS



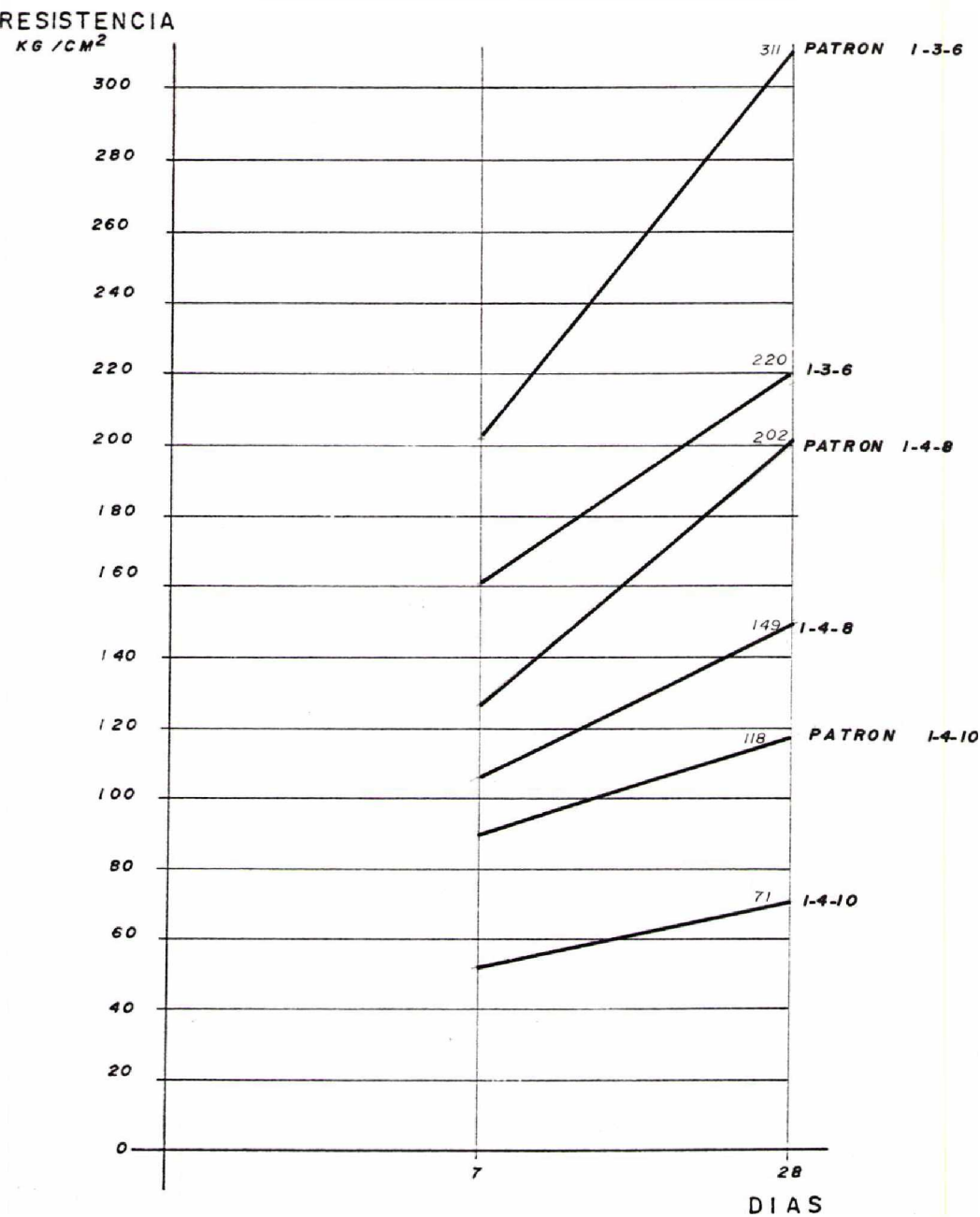
OBSERVACIONES _____

CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

PROCEDENCIA LLACAO

ESPECIFICACION: SUSTITUCION DE PUZOLANA POR ARENA EN UN 100%

PROBETAS CUBICAS



OBSERVACIONES _____

SINTESIS DE RESULTADOS

PRUEBAS DE RESISTENCIA

A COMPRESION

ESPECIFICACIONES: SE SUSTITUYE LA ARENA POR PUZOLANA EN UN 100 %.

BLOQUES MACIZOS

PROCEDENCIA	DOSIFICACION	FATIGA 7 DIAS Kg/cm ²	FATIGA 28 DIAS Kg/cm ²
L L A C A O	1- 3- 6	100.25	144.18
	1- 4- 8	88.18	121.92
	1- 4- 10	69.95	109.61
JAVIER LOYOLA	1- 3- 6	95.22	125.02
	1- 4- 8	74.88	113.55
	1- 4- 10	58.62	116.26

OBSERVACIONES Estas resistencias corresponden a los bloques
elaborados con sustitución de arena por puzolana en un 100%

CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

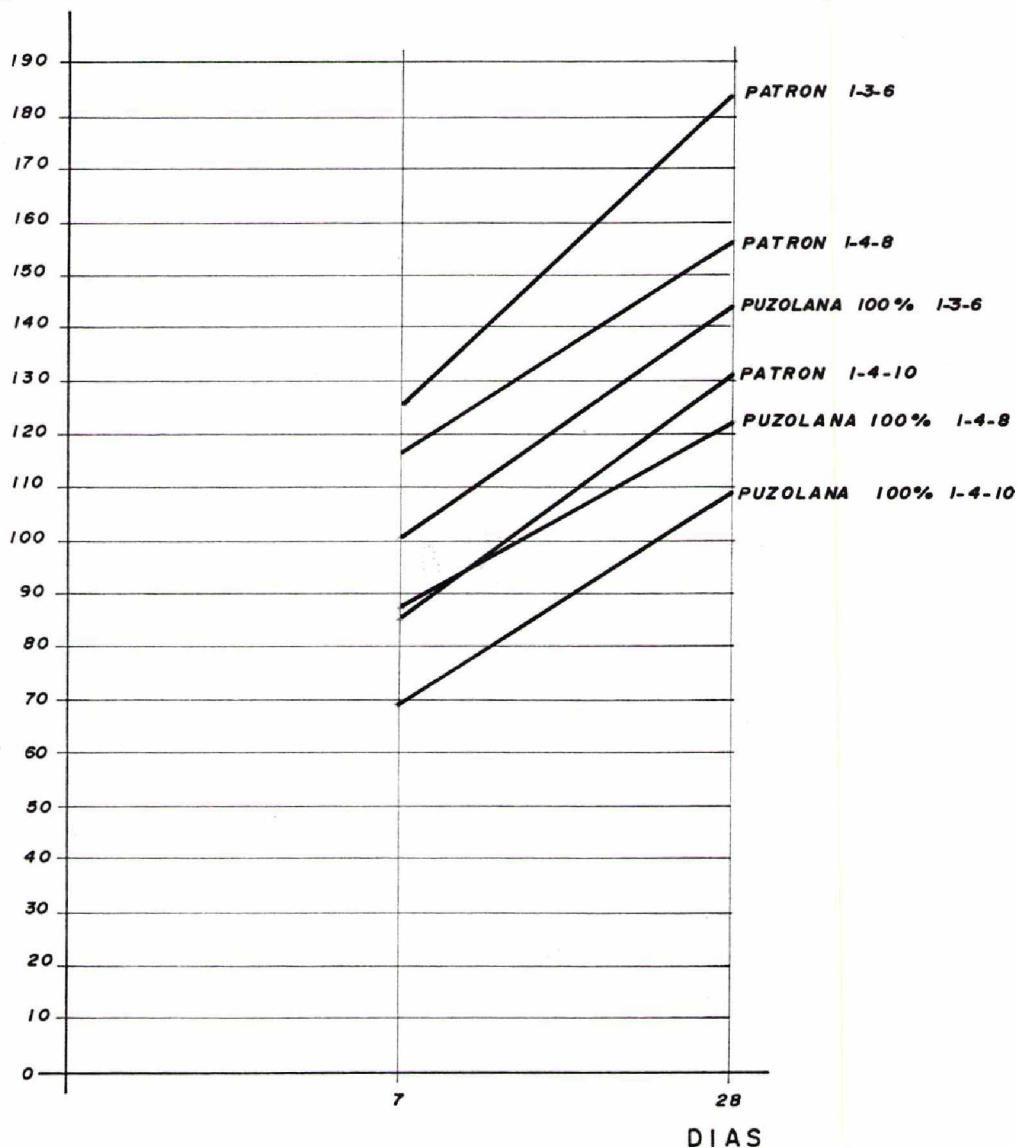
INDICADA

PROCEDENCIA

LLACAO

BLOQUES MACIZOS

RESISTENCIA
Kg/cm²



OBSERVACIONES

CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

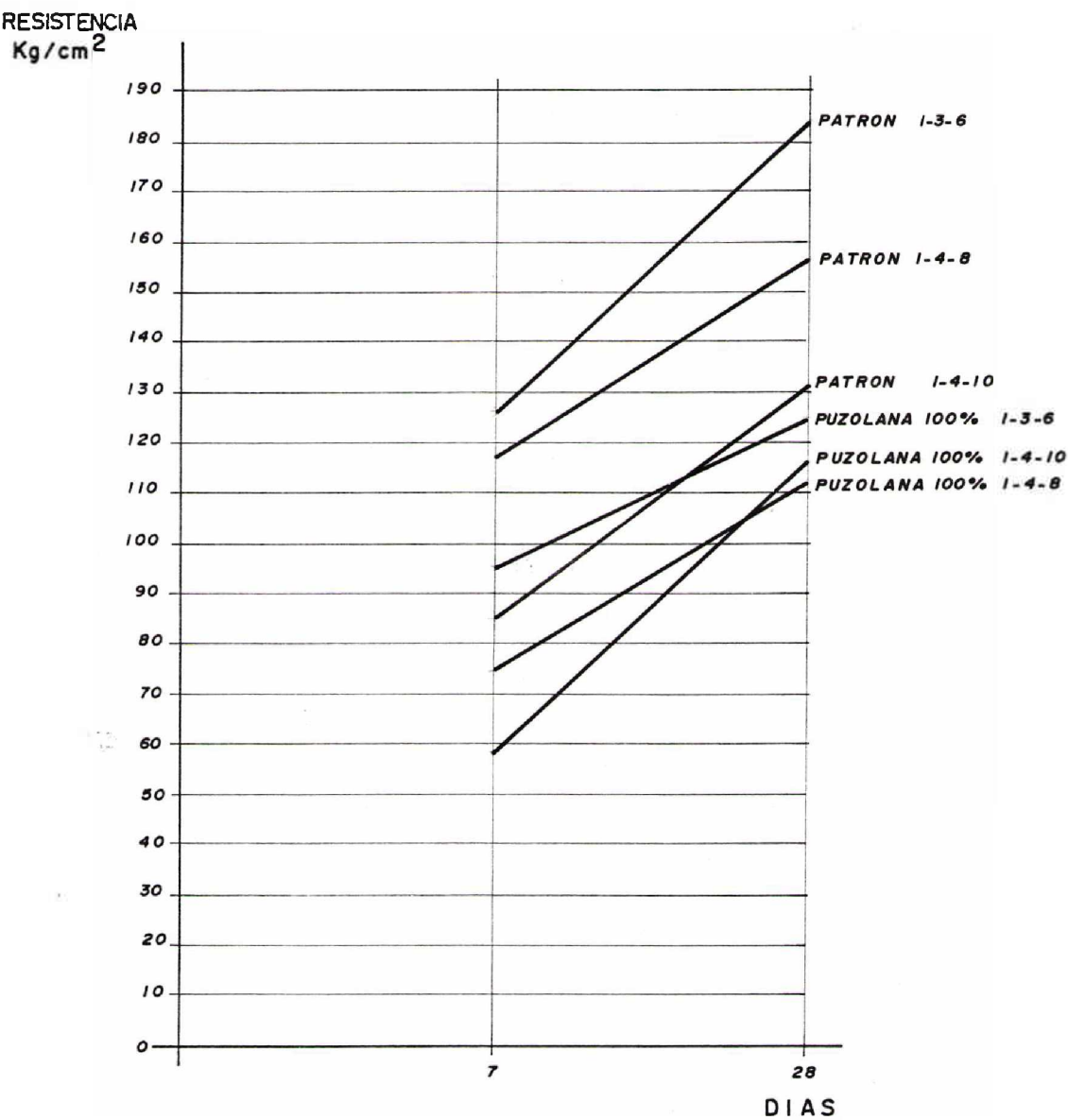
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

INDICADA

PROCEDENCIA

J. LOYOLA

BLOQUES MACIZOS



OBSERVACIONES

SINTESIS DE RESULTADOS

PRUEBAS DE RESISTENCIA

A FLEXION

ESPECIFICACIONES: SE SUSTITUYE LA ARENA POR PUZOLANA EN UN 100 %

BLOQUES MACIZOS

PROCEDENCIA	DOSIFICACION	FATIGA 7 DIAS Kg / cm ²	FATIGA 28 DIAS Kg / cm ²
L L A C A O	1- 3- 6	20.42	32.59
	1- 4- 8	14.39	20.53
	1- 4- 10	5.08	10.58
JAVIER LOYOLA	1- 3- 6	12.59	26.03
	1- 4- 8	14.29	19.26
	1- 4- 10	4.55	9.20

OBSERVACIONES _____

SINTESIS DE RESULTADOS

PRUEBAS DE ABSORCIÓN

ESPECIFICACIONES: SE SUSTITUYE LA ARENA POR PUZOLANA EN UN 100%.

BLOQUES MACIZOS

PROCEDENCIA	DOSIFICACION	% DE ABSORCION 15 DIAS
L L A C A O	1- 3- 6	3.44
	1- 4- 8	4.45
	1- 4- 10	6.85
JAVIER LOYOLA	1- 3- 6	3.91
	1- 4- 8	5.68
	1- 4- 10	8.50

OBSERVACIONES _____

SINTESIS DE RESULTADOS

PRUEBAS DE RESISTENCIA

A COMPRESION

ESPECIFICACIONES: SE SUSTITUYE LA ARENA POR PUZOLANA EN UN 100 %.

BLOQUES HUECOS

PROCEDENCIA	DOSIFICACION	FATIGA 7 DIAS Kg/cm ²	FATIGA 28 DIAS Kg/cm ²
L L A C A O	1- 3- 6	43.30	65.00
	1- 4- 8	28.98	42.33
	1- 4- 10	19.15	35.28
JAVIER LOYOLA	1- 3- 6	36.42	58.24
	1- 4- 8	24.72	40.62
	1- 4- 10	16.25	31.76

OBSERVACIONES Estas resistencias corresponden a los bloques
elaborados con sustitución de un 100% de puzolana por arena.

CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

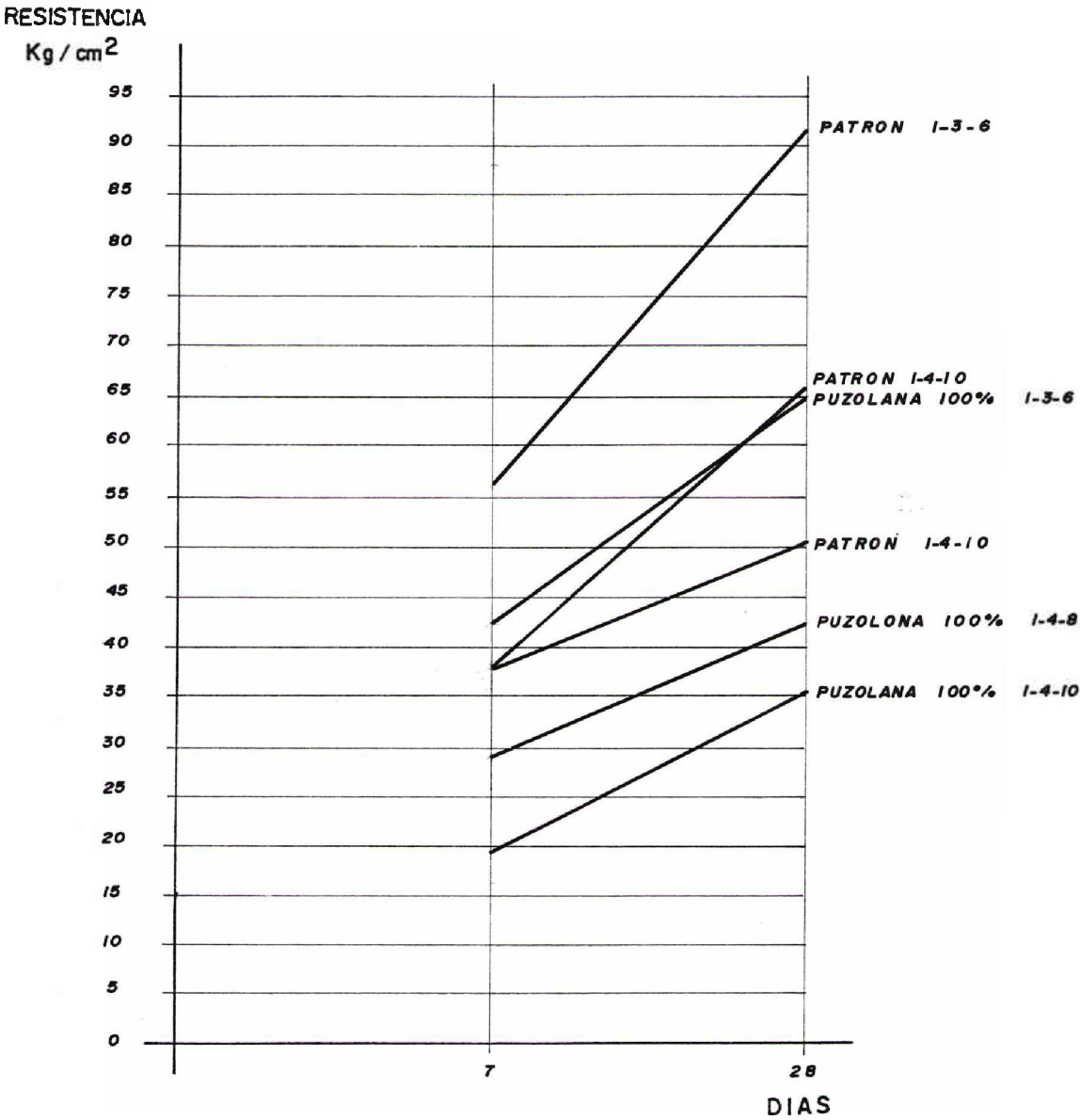
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

INDICADA

PROCEDENCIA

LLACAO

BLOQUES HUECOS



OBSERVACIONES

CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

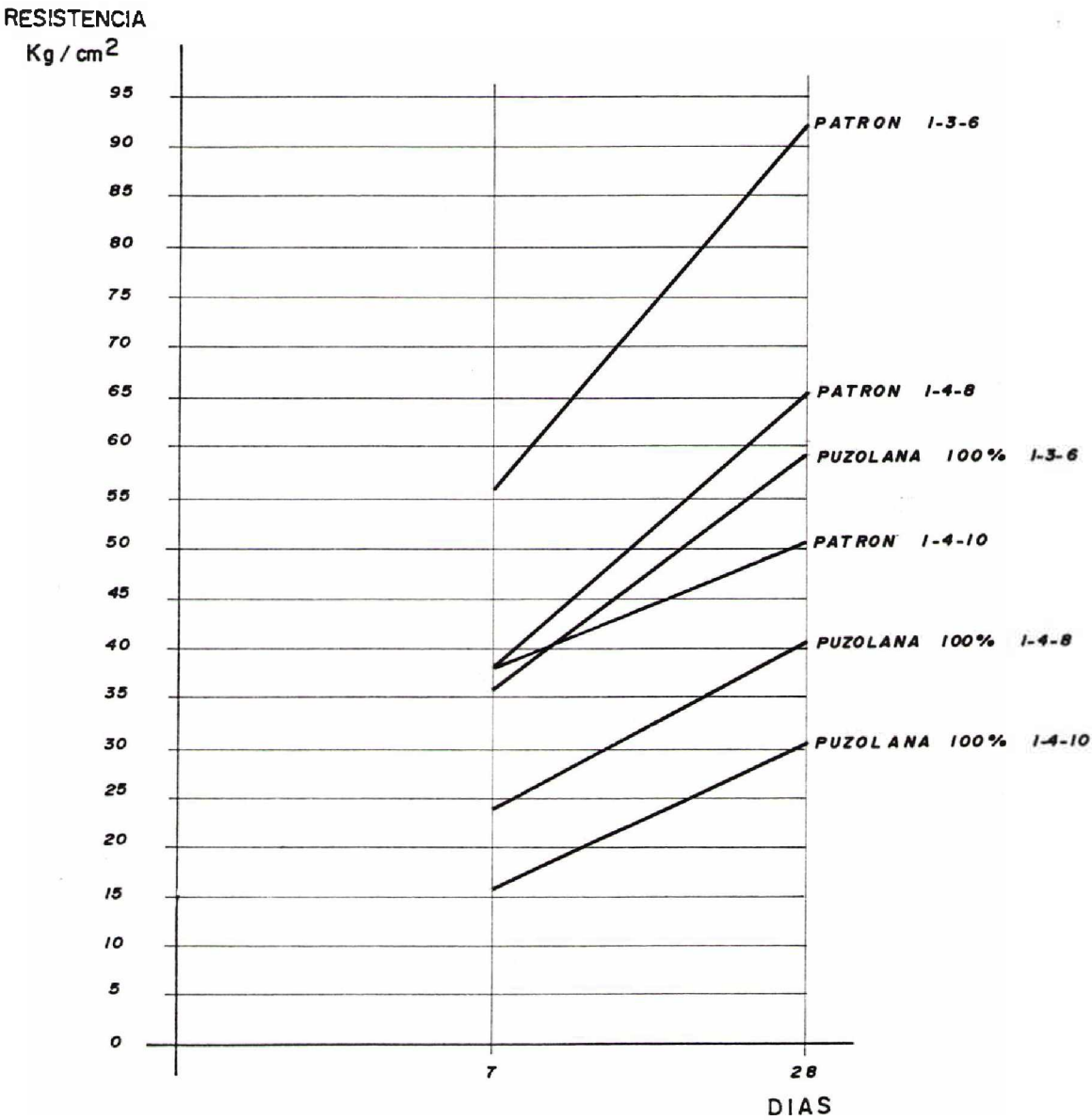
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE

INDICADA

PROCEDENCIA

J. LOYOLA

BLOQUES HUECOS



OBSERVACIONES

SINTESIS DE RESULTADOS

PRUEBAS DE ABSORCION

ESPECIFICACIONES: SE SUSTITUYE LA ARENA POR PUZOLANA EN UN 100%.

BLOQUES HUECOS

PROCEDENCIA	DOSIFICACION	ABSORCION 15 DIAS
L L A C A O	1- 3- 6	57.07
	1- 4- 8	116.82
	1- 4- 10	121.43
JAVIER LOYOLA	1- 3- 6	55.29
	1- 4- 8	111.54
	1- 4- 10	120.32

OBSERVACIONES _____

SINTESIS DE RESULTADOS

PRUEBAS DE CONTENIDO DE HUMEDAD

ESPECIFICACIONES: SE SUSTITUYE LA ARENA POR PUZOLANA EN UN 100%.

BLOQUES HUECOS

PROCEDENCIA	DOSIFICACION	% DE HUMEDAD 15 DIAS
L L A C A O	1- 3- 6	57.88
	1- 4- 8	44.41
	1- 4- 10	31.84
JAVIER LOYOLA	1- 3- 6	57.66
	1- 4- 8	49.74
	1- 4- 10	32.56

OBSERVACIONES _____

CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADOS

BLOQUE MACIZOS Y LADRILLO

PROCEDENCIA	DOSIFICAC.	PESO PROM. POR UNIDAD (g r.)	RESISTENCIA PROM.		ABSORCION
			COMPRESION (kg/cm ²)	FLEXION (kg/cm ²)	

LADRILLO DE SININCAY		5225	86.00	25.00	
LADRILLO DE LAS CALERAS		6720	118.00	27.00	
BLOQUE MACIZO DE LLACAO	1- 3- 6	7540	144.18	32.59	3.44
BLOQUE MACIZO DE LLACAO	1- 4- 8	7510	121.92	20.53	4.45
BLOQUE MACIZO DE LLACAO	1- 4- 10	7320	109.61	10.58	6.86

OBSERVACION Se dan estos datos para luego realizar un
un análisis sobre la calidad de los elementos producidos,
comparándolos con los elementos que se expenden en el mer
cado de la construcción.

CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADOS

BLOQUES HUECOS

PROCEDENCIA	DOSIFICAC	PESO PROM. POR UNIDAD (gr.)	RESISTENCIA PROM.		ABSORCION
			COMPRES. (kg /cm ²)	FLEXION (kg /c m ²)	
BLOQUE HUECO FAB. MILCHICHIG		13980	32.00		
BLOQUE HUECO FAB. TIGER		15300	36.00		
BLOQUE HUECO FAB. SAN FCO.		13520	17.00		
BLOQUE HUECO DE LLACAO	1- 3- 6	16800	65.00		57.07
BLOQUE HUECO DE LLACAO	1- 4- 8	16300	42.33		116.82
BLOQUE HUECO DE LLACAO	1- 4- 10	16120	35.28		121.43

OBSERVACION Estos datos nos servirán para realizar un
un análisis sobre la calidad de los elementos producidos.

ANALISIS COMO MORTERO

PUZOLANA DE SOLANO

PRUEBAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

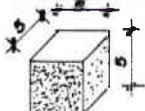
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 3 PROCEDENCIA SOLANO

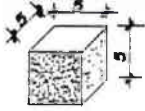
MATERIALES CEMENTO ARENA PUZOLANA AGUA

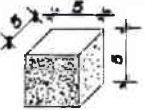
RELACION AGUA / CEMENTO 0.5 EDAD DE PROBETAS 7 DIAS

ESPECIFICACION : SUSTITUCION DE PUZOLANA POR ARENA EN UN 50% Y 100 %

PROBETAS CUBICAS

ESPECIFICACION	MUESTRA N°	PESO (gr)	CARGA DE RUPT. (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
 MUESTRA PATRON	1	310.32	8960	358.40
	2	306.44	8540	341.60
	3	312.14	8720	348.80
	PROMEDIO			349.60

ESPECIFICACION	MUESTRA N°	PESO (gr)	CARGA DE RUPT. (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
 SSTITUCION 50 %	1	302.70	8040	321.60
	2	296.48	7760	310.40
	3	295.73	8160	326.40
	PROMEDIO			319.47

ESPECIFICACION	MUESTRA N°	PESO (gr)	CARGA DE RUPT. (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
 SSTITUCION 100%	1	286.34	5020	200.80
	2	279.36	4860	194.40
	3	282.95	4700	188.00
	PROMEDIO			194.40

OBSERVACIONES _____

PRUEBAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

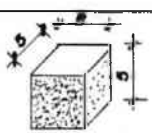
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1 - 3 PROCEDENCIA SOLANO

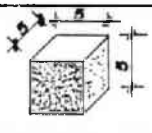
MATERIALES CEMENTO ARENA PUZOLANA AGUA

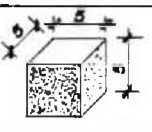
RELACION AGUA / CEMENTO 0.5 EDAD DE PROBETAS 28 DIAS

ESPECIFICACION : SUSTITUCION DE PUZOLANA POR ARENA EN UN 50% Y 100 %.

PROBETAS CUBICAS

ESPECIFICACION	MUESTRA N°	PESO (gr)	CARGA DE RUPT. (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
 MUESTRA PATRON	1	303.32	10680	427.20
	2	304.70	11440	457.60
	3	302.56	9660	386.40
	PROMEDIO			423.73

ESPECIFICACION	MUESTRA N°	PESO (gr)	CARGA DE RUPT. (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
 SSTITUCION 50 %.	1	291.78	8680	347.20
	2	291.44	11880	475.20
	3	290.37	10420	416.80
	PROMEDIO			413.07

ESPECIFICACION	MUESTRA N°	PESO (gr)	CARGA DE RUPT. (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
 SSTITUCION 100%.	1	271.14	5800	232.00
	2	269.24	6900	276.00
	3	267.36	6240	249.60
	PROMEDIO			252.53

OBSERVACIONES _____

PRUEBAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

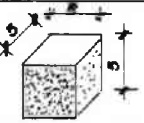
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 6 PROCEDENCIA SOLANO

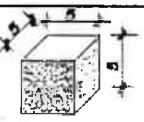
MATERIALES CEMENTO ARENA PUZOLANA AGUA

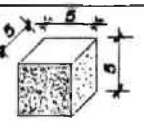
RELACION AGUA / CEMENTO 0.5 EDAD DE PROBETAS 7 DIAS

ESPECIFICACION : SUSTITUCION DE PUZOLANA POR ARENA EN UN 50% Y 100 %.

PROBETAS CUBICAS

ESPECIFICACION	MUESTRA N°	PESO (gr)	CARGA DE RUPT. (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
 MUESTRA PATRON	1	283.36	1400	56.00
	2	285.09	1820	72.80
	3	279.42	1460	58.40
	PROMEDIO			62.40

ESPECIFICACION	MUESTRA N°	PESO (gr)	CARGA DE RUPT. (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
 SISTITUCION 50 %.	1	283.44	2040	81.60
	2	279.86	1760	70.40
	3	286.25	2140	85.60
	PROMEDIO			79.20

ESPECIFICACION	MUESTRA N°	PESO (gr)	CARGA DE RUPT. (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
 SISTITUCION 100%.	1	272.46	2380	95.20
	2	278.06	2460	98.40
	3	275.31	2120	84.80
	PROMEDIO			92.80

OBSERVACIONES _____

PRUEBAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

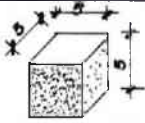
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1 - 6 PROCEDENCIA SOLANO

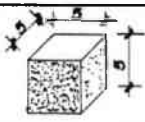
MATERIALES CEMENTO ARENA PUZOLANA AGUA

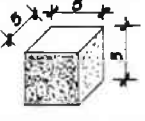
RELACION AGUA / CEMENTO 0.5 EDAD DE PROBETAS 28 DIAS

ESPECIFICACION : SUSTITUCION DE PUZOLANA POR ARENA EN UN 50% Y 100 %.

PROBETAS CUBICAS

ESPECIFICACION	MUESTRA N°	PESO (gr)	CARGA DE RUPT. (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
 MUESTRA PATRON	1	274.51	2300	92.00
	2	275.09	2920	116.80
	3	273.70	2620	104.80
	PROMEDIO			104.53

ESPECIFICACION	MUESTRA N°	PESO (gr)	CARGA DE RUPT. (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
 SISTITUCION 50 %.	1	274.62	4460	178.40
	2	276.64	4480	179.20
	3	272.27	4420	176.80
	PROMEDIO			178.13

ESPECIFICACION	MUESTRA N°	PESO (gr)	CARGA DE RUPT. (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
 SISTITUCION 100%.	1	262.28	4180	167.20
	2	265.99	4220	168.80
	3	263.51	4200	168.00
	PROMEDIO			168.00

OBSERVACIONES _____

PRUEBAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

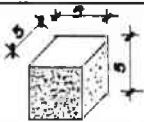
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1- 8 PROCEDENCIA SOLANO

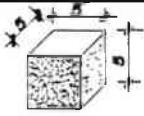
MATERIALES CEMENTO ARENA PUZOLANA AGUA

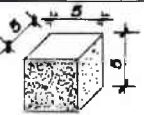
RELACION AGUA / CEMENTO 0.5 EDAD DE PROBETAS 7 DIAS

ESPECIFICACION : SUSTITUCION DE PUZOLANA POR ARENA EN UN 50% Y 100 %

PROBETAS CUBICAS

ESPECIFICACION	MUESTRA N°	PESO (gr)	CARGA DE RUPT. (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
 MUESTRA PATRON	1	276.40	1240	49.60
	2	277.29	1120	44.80
	3	272.35	980	39.20
	PROMEDIO			44.53

ESPECIFICACION	MUESTRA N°	PESO (gr)	CARGA DE RUPT. (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
 SSTITUCION 50 %.	1	274.42	1500	60.00
	2	270.69	1540	61.60
	3	272.43	1660	66.40
	PROMEDIO			62.67

ESPECIFICACION	MUESTRA N°	PESO (gr)	CARGA DE RUPT. (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
 SSTITUCION 100%.	1	270.34	1280	51.20
	2	276.22	1420	56.80
	3	269.58	1560	62.40
	PROMEDIO			56.80

OBSERVACIONES

PRUEBAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

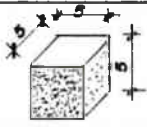
DOSIFICACION EN VOL. APARENTE 1 - 8 PROCEDENCIA SOLANO

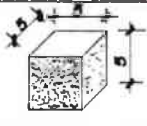
MATERIALES CEMENTO ARENA PUZOLANA AGUA

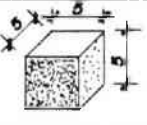
RELACION AGUA / CEMENTO 0.5 EDAD DE PROBETAS 28 DIAS

ESPECIFICACION : SUSTITUCION DE PUZOLANA POR ARENA EN UN 50% Y 100 %.

PROBETAS CUBICAS

ESPECIFICACION	MUESTRA N°	PESO (gr)	CARGA DE RUPT. (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
 MUESTRA PATRON	1	273.06	2000	80.00
	2	272.25	1420	56.80
	3	268.00	1560	62.40
	PROMEDIO			66.40

ESPECIFICACION	MUESTRA N°	PESO (gr)	CARGA DE RUPT. (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
 SISTITUCION 50 %.	1	274.40	2440	97.60
	2	270.69	2440	97.60
	3	270.34	2360	94.40
	PROMEDIO			96.53

ESPECIFICACION	MUESTRA N°	PESO (gr)	CARGA DE RUPT. (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
 SISTITUCION 100%.	1	265.65	2180	87.20
	2	266.20	2260	90.40
	3	263.40	2220	88.80
	PROMEDIO			88.80

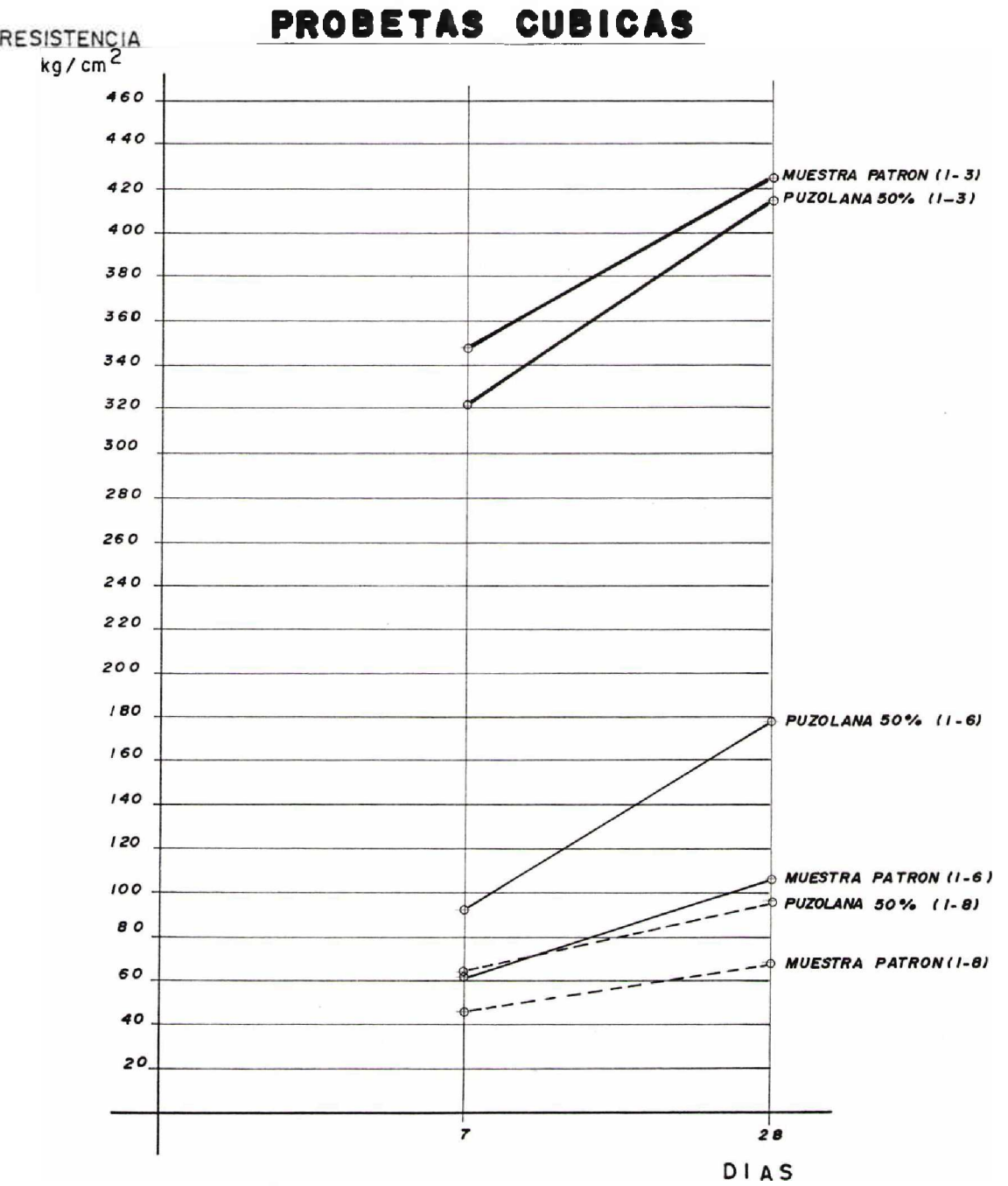
OBSERVACIONES _____

CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

PROCENCIA SOLANO

MATERIALES CEMENTO - PUZOLANA Y/O ARENA

ESPECIFICACION: SUSTITUCION DE PUZOLANA POR ARENA EN UN 50%

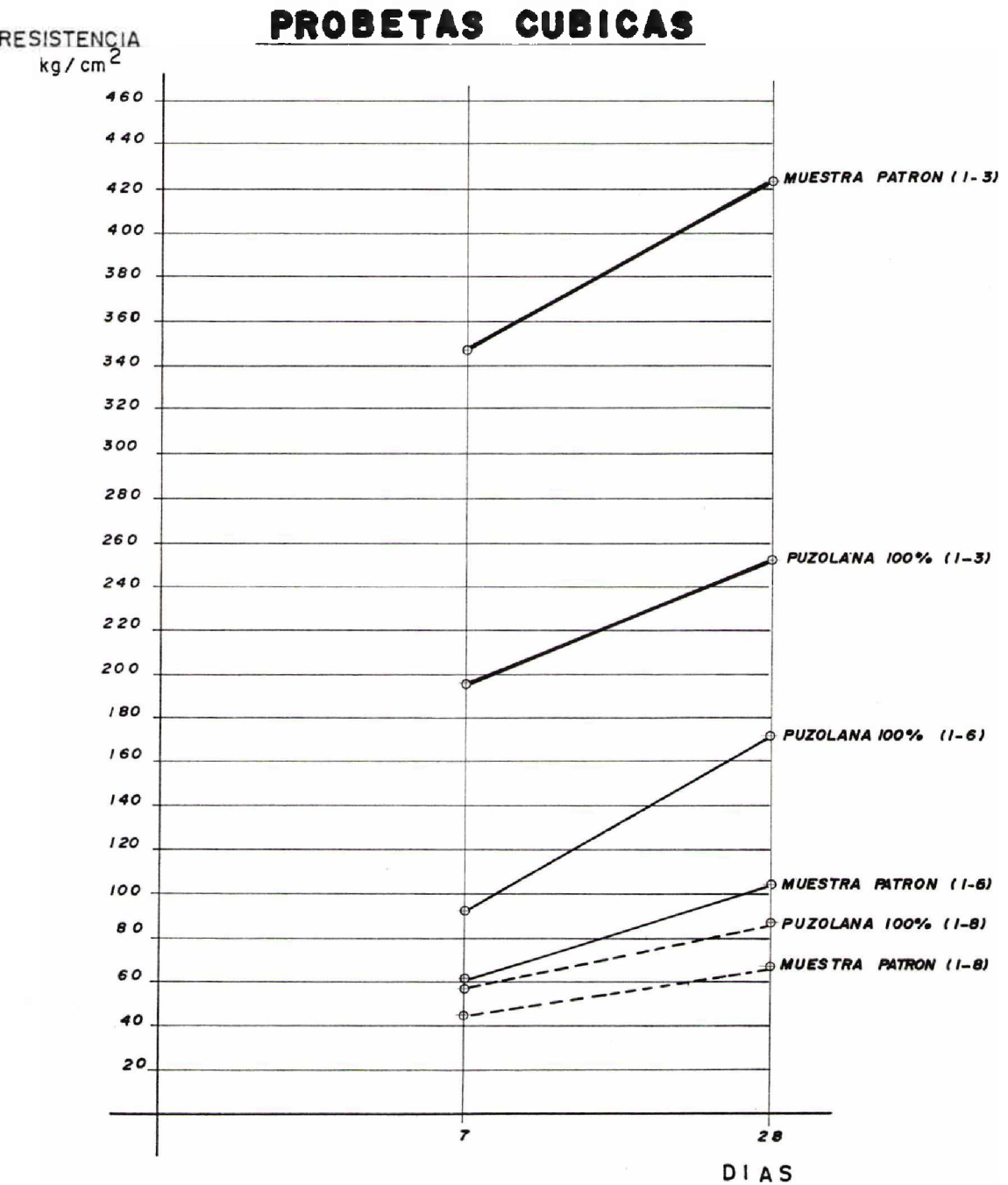


CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

PROCENCIA SOLANO

MATERIALES CEMENTO -- PUZOLANA Y/O ARENA

ESPECIFICACION: SUSTITUCION DE PUZOLANA POR ARENA EN UN 100%.

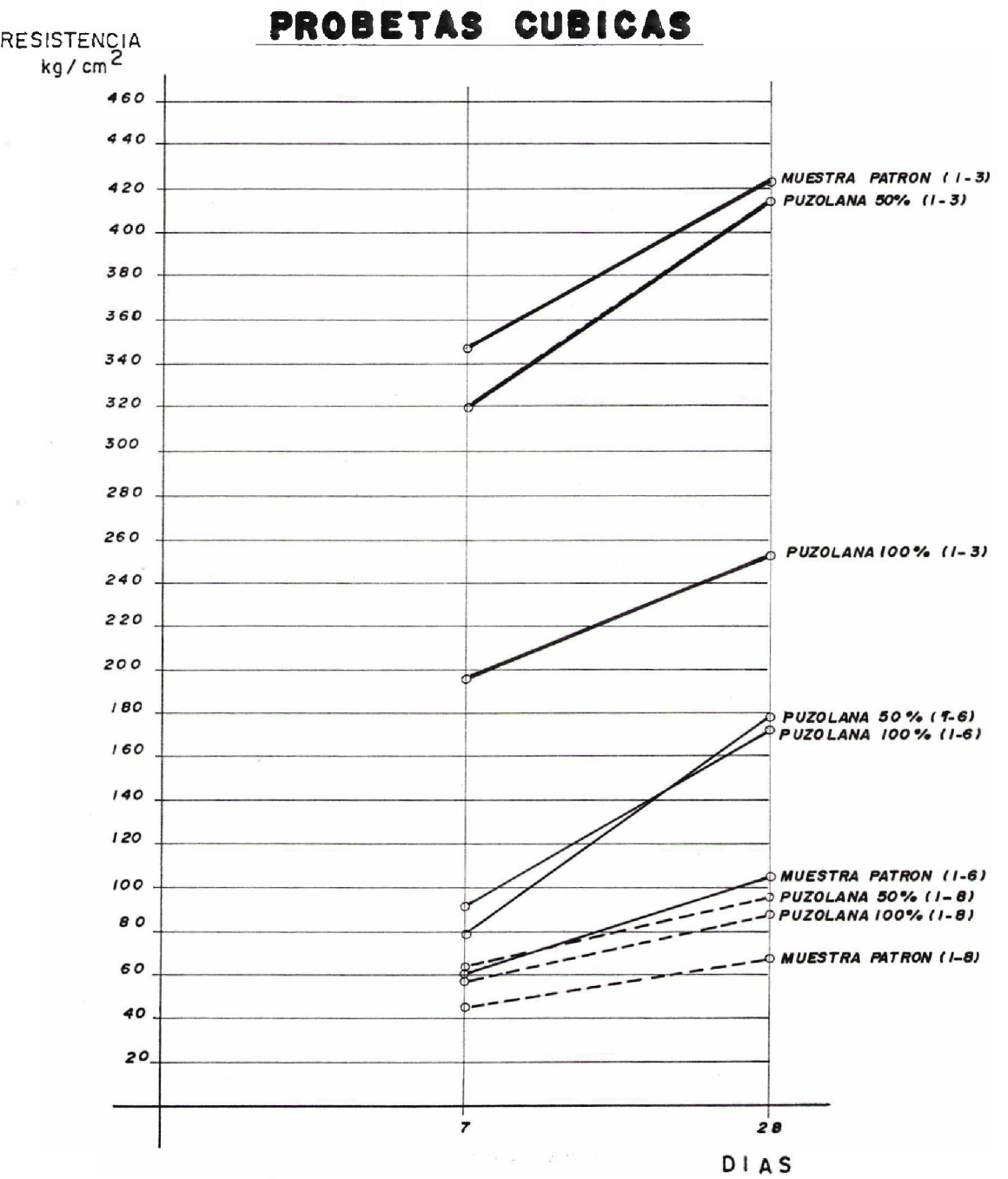


CURVAS DE RESISTENCIAS A COMPRESION

PROCENCIA SOLANO

MATERIALES CEMENTO - PUZOLANA Y/O ARENA

ESPECIFICACION: SUSTITUCION DE PUZOLANA POR ARENA EN UN 100% Y 50 %.



PESO VOLUMETRICO DE LOS BLOQUES

PESO VOLUMETRICO

Para obtener y determinar el peso volumétrico de los bloques, se tomó los datos obtenidos de las muestras sometidas a la prueba de compresión, es decir bloques huecos y macizos de Llacao y Javier Loyola.

Para realizar un análisis comparativo con los bloques producidos por nosotros, se determinó también el peso volumétrico de los ladrillos de Sinincay y Las Caleras (sector Virgen del Milagro) y de los bloques huecos de las fábricas Tiger, Milchichig, Y San Francisco; la última ubicada en la ciudad de Azogues.

PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCION DEL PESO VOLUMETRICO.

- Se numera y se toma las medidas de cada uno de los elementos a ser pesados (largo, ancho y espesor).
- Procedemos a obtener el peso de cada elemento (bloque).

CALCULOS.- Calculamos el peso volumétrico dividiendo el peso de cada uno de los ladrillos para su respectivo volumen, y se obtiene con la siguiente ecuación:

$$P_v = \frac{W}{V}$$

De donde:

PV = Peso volumétrico (Gr/cc)

W = Peso del espécimen (Gr)

V = Volumen del espécimen (cc)

El peso volumétrico será el promedio de los valores obtenidos en los especímenes sometidos al ensayo.

PESO VOLUMETRICO DEL BLOQUE MACIZO CON PUZOLANA DE JAVIER LOYOLA
SUSTITUCION DE ARENA POR PUZOLANA EN UN 100% DOSIFIC. 1-3-6

MUESTRA #	LARGO cm	ANCHO cm	ESPESOR cm	PESO Gr
1	29	14	9	7181
2	29	14	9	6973
3	29	14	9	7065
4	29	14	9	6928
5	29	14	9	7130

$$PV1 = \frac{7181}{3654} = 1.965 \text{ Gr/cc}$$

$$PV2 = \frac{6973}{3654} = 1.908 \text{ Gr/cc}$$

$$PV3 = \frac{7065}{3654} = 1.933 \text{ Gr/cc}$$

$$PV4 = \frac{6928}{3654} = 1.896 \text{ Gr/cc}$$

$$PV5 = \frac{7130}{3654} = 1.931 \text{ Gr/cc}$$

Peso Volumétrico promedio = 1.931 Gr/cc

PESO VOLUMETRICO DEL BLOQUE MACIZO CON PUZOLANA DE LLACAO
SUSTITUCION DE ARENA POR PUZOLANA EN UN 100% DOSIFIC. 1-3-6

MUESTRA #	LARGO cm	ANCHO cm	ESPESOR cm	PESO gr
1	29	14	9	6940
2	29	14	9	7250
3	29	14	9	7092
4	29	14	9	7460
5	29	14	9	7320

$$PV1 = \frac{6940}{3654} = 1.899 \text{ Gr/cc}$$

$$PV2 = \frac{7250}{3654} = 1.984 \text{ Gr/cc}$$

$$PV3 = \frac{7092}{3654} = 1.940 \text{ Gr/cc}$$

$$PV4 = \frac{7460}{3654} = 2.041 \text{ Gr/cc}$$

$$PV5 = \frac{7320}{3654} = 2.003 \text{ Gr/cc}$$

Peso Volumétrico promedio = 1.973 Gr/cc

PESO VOLUMETRICO DEL BLOQUE MACIZO PATRON
 SIN SUSTITUCION DE PUZOLANA DOSIFICACION 1-3-6

MUESTRA #	LARGO cm	ANCHO cm	ESPESOR cm	PESO gr
1	29	14	9	7328
2	29	14	9	7646
3	29	14	9	8112
4	29	14	9	7398
5	29	14	9	7829

$$PV1 = \frac{7328}{3654} = 2.001 \text{ Gr/cc}$$

$$PV2 = \frac{7646}{3654} = 2.093 \text{ Gr/cc}$$

$$PV3 = \frac{8112}{3654} = 2.220 \text{ Gr/cc}$$

$$PV4 = \frac{7398}{3654} = 2.025 \text{ Gr/cc}$$

$$PV5 = \frac{7829}{3654} = 2.143 \text{ Gr/cc}$$

Peso Volumétrico promedio = 2.102 Gr/cc

PESO VOLUMETRICO DE LADRILLOS DE SININCAY

MUESTRA #	LARGO cm	ANCHO cm	ESPESOR cm	PESO gr
1	29	14	9	5124
2	29	14	9	5173
3	29	14	9	5097
4	29	14	9	5314
5	29	14	9	5225

$$PV1 = \frac{5124}{3248} = 1.578 \text{ Gr/cc}$$

$$PV2 = \frac{5173}{3294} = 1.570 \text{ Gr/cc}$$

$$PV3 = \frac{5097}{3440} = 1.482 \text{ Gr/cc}$$

$$PV4 = \frac{5314}{3332} = 1.595 \text{ Gr/cc}$$

$$PV5 = \frac{5225}{3248} = 1.609 \text{ Gr/cc}$$

Peso Volumétrico promedio = 1.567 Gr/cc

PESO VOLUMETRICO DE LADRILLOS DE LAS CALERAS
(VIRGEN DEL MILAGRO)

MUESTRA #	LARGO cm	ANCHO cm	ESPESOR cm	PESO gr
1	29	14	8.5	6840
2	29	14	8.5	6820
3	29	14	8.5	6960
4	29	14	8.5	6720
5	29	14	8.5	6570

$$PV1 = \frac{6840}{3451} = 1.982 \text{ Gr/cc}$$

$$PV2 = \frac{6820}{3451} = 1.976 \text{ Gr/cc}$$

$$PV3 = \frac{6960}{3451} = 2.017 \text{ Gr/cc}$$

$$PV4 = \frac{6720}{3451} = 1.947 \text{ Gr/cc}$$

$$PV5 = \frac{6570}{3451} = 1.904 \text{ Gr/cc}$$

Peso Volumétrico promedio = 1.965 Gr/cc

PESO VOLUMETRICO DE BLOQUES HUECOS CON PUZOLANA DE LLACAO
SUSTITUCION DE ARENA POR PUZOLANA EN UN 100% DOSIFIC. 1-3-6

MUESTRA#	LARGOcm	ANCHOcm	ESPESORcm	VOL. MACIZOcc	PESOgr
1	40	15	20	7360	16896
2	40	15	20	7360	17015
3	40	15	20	7360	16944
4	40	15	20	7360	16825
5	40	15	20	7360	17221

$$PV1 = \frac{16896}{7360} = 2.296 \text{ Gr/cc}$$

$$PV2 = \frac{17015}{7360} = 2.312 \text{ Gr/cc}$$

$$PV3 = \frac{16944}{7360} = 2.302 \text{ Gr/cc}$$

$$PV4 = \frac{16825}{7360} = 2.286 \text{ Gr/cc}$$

$$PV5 = \frac{17221}{7360} = 2.340 \text{ Gr/cc}$$

Peso Volumétrico promedio = 2.307 Gr/cc

PESO VOLUMETRICO DEL BLOQUE HUECO CON PUZOLANA DE JAVIER LOYOLA
SUSTITUCION DE ARENA POR PUZOLANA EN UN 100% DISIFIC. 1-3-6

MUESTRA#	LARGOcm	ANCHOcm	ESPESORcm	VOL. MACIZOcc	PESOgr
1	40	15	20	7360	17158
2	40	15	20	7360	16949
3	40	15	20	7360	16812
4	40	15	20	7360	16935
5	40	15	20	7360	17112

$$PV1 = \frac{17158}{7360} = 2.331 \text{ Gr/cc}$$

$$PV2 = \frac{16949}{7360} = 2.303 \text{ Gr/cc}$$

$$PV3 = \frac{16812}{7360} = 2.284 \text{ Gr/cc}$$

$$PV4 = \frac{16935}{7360} = 2.301 \text{ Gr/cc}$$

$$PV5 = \frac{17112}{7360} = 2.325 \text{ Gr/cc}$$

Peso Volumétrico promedio = 2.309 Gr/cc

PESO VOLUMETRICO DEL BLOQUE HUECO DE LA FABRICA TIGER

MUESTRA#	LARGOcm	ANCHOcm	ESPESORcm	VOL. MACIZOcc	PESOgr
1	40	15	20	7360	15430
2	40	15	20	7360	15385
3	40	15	20	7360	14990
4	40	15	20	7360	15746
5	40	15	20	7360	15420

$$PV1 = \frac{15430}{7360} = 2.096$$

$$PV2 = \frac{15385}{7360} = 2.090$$

$$PV3 = \frac{14990}{7360} = 2.037$$

$$PV4 = \frac{15746}{7360} = 2.139$$

$$PV5 = \frac{15420}{7360} = 2.095$$

Peso Volumétrico promedio = 2.091 Gr/cc

PESO VOLUMETRICO DEL BLOQUE HUECO DE LA FABRICA MILCHICHIG					
MUESTRA#	LARGOcm	ANCHOcm	ESPESORcm	VOL. MACIZOcc	PESOgr
1	40	15	20	7360	13600
2	40	15	20	7360	13910
3	40	15	20	7360	13551
4	40	15	20	7360	13980
5	40	15	20	7360	13592

$$PV1 = \frac{13600}{7360} = 1.848 \text{ Gr/cc}$$

$$PV2 = \frac{13910}{7360} = 1.890 \text{ Gr/cc}$$

$$PV3 = \frac{13551}{7360} = 1.841 \text{ Gr/cc}$$

$$PV4 = \frac{13980}{7360} = 1.899 \text{ Gr/cc}$$

$$PV5 = \frac{13592}{7360} = 1.847 \text{ Gr/cc}$$

Peso Volumétrico promedio = 1.865 Gr/cc

PESO VOLUMETRICO DE BLOQUES HUECOS
DE LA FABRICA SAN FRANCISCO (AZOGUES)

MUESTRA#	LARGOcm	ANCHOcm	ESPESORcm	VOL. MACIZOcc	PESOgr
1	40	15	19	6992	13480
2	40	15	19	6992	13654
3	40	15	19.5	7102	13526
4	40	15	20	7360	13585
5	40	15	20	7360	13660

$$PV1 = \frac{13480}{6992} = 1.928 \text{ Gr/cc}$$

$$PV2 = \frac{13654}{6992} = 1.953 \text{ Gr/cc}$$

$$PV3 = \frac{13526}{7102} = 1.905 \text{ Gr/cc}$$

$$PV4 = \frac{13585}{7360} = 1.846 \text{ Gr/cc}$$

$$PV5 = \frac{13660}{7360} = 1.856 \text{ Gr/cc}$$

Peso Volumétrico promedio = 1.900 Gr/cc

Con los pesos volumétricos obtenidos de los respectivos bloques y ladrillos realizamos el siguiente cuadro resumen:

ELEMENTO	DIMENSIONEScm	PROCEDENCIA	PESO VOLUMETRICOgr/cc
Bloque macizo	29x14x9	Javier Loyola	1.931
Bloque maciso	29x14x9	Llacao	1.937
Bloque hueco	40x15x20	Javier Loyola	2.309
Bolque hueco	40x15x20	Llacao	2.307
Bloque macizo	20x14x9	Sin puzolana	2.102
Ladrillo	28.7x14x8.2	Sinincay	1.567
Ladrillo	29x14x8.5	Las Caleras	1.965
Bloque hueco	40x15x20	Fabr. Tiger	2.091
Bloque hueco	40x15x20	Fabr. Milchichig	1.865
Bloque hueco	40x15x19.5	San Francisco	1.900

ANALISIS DE COSTOS DE
LOS BLOQUES PRODUCIDOS

ANALISIS DE COSTOS

Actualmente los bloques que se producen en el mercado tienen un precio de 270 sucres cada uno; éstos tienen las siguientes dimensiones:

Largo = 40 cm

Ancho = 15 cm

Alto = 20 cm

El ladrillo que se vende en nuestro medio tiene un precio promedio de 120 sucres por unidad.

Los costos de los materiales que se utilizan en la elaboración de bloques huecos de hormigón están al rededor de los siguientes precios:

m3 de arena \$ 8750

m3 de chispa \$ 8750

qq de cemento \$ 3500

En nuestro estudio se sustituye arena por puzolana y se mantienen los otros dos componentes. El precio promedio de la puzolana de Llacao (Huangarcucho) es de 4036.87 sucres.

Comparando los precios indicados de los materiales que intervienen para elaborar bloques, hallamos un material (puzolana) más económico que la arena.

A continuación detallaremos el análisis de la cantidad de material que intervienen en la elaboración de bloques huecos y macizos según la dosificación en volumen aparente empleada, este análisis lo realizamos con la puzolana de Llacao.

BLOQUES MACIZOS

DOSIFICACION EN VOLUMEN APARENTE 1 - 3 - 6

$$\text{CEMENTO} = \frac{39.10 \text{ Kg}}{33} = 1.18 \text{ Kg} \quad (14.11\%)$$

$$\text{PUZOLANA} = \frac{65.79 \text{ Kg}}{33} = 1.99 \text{ Kg} \quad (23.80\%)$$

$$\text{GRAVA} = \frac{144.89 \text{ Kg}}{33} = 4.54 \text{ Kg} \quad (54.32\%)$$

$$\text{AGUA} = \frac{21.6 \text{ lt}}{33} = 0.65 \text{ lt} \quad (7.77\%)$$

120 litros de mezcla dan 33 bloques.

Los 120 litros están compuestos por:

$$\text{Cemento} = 39.10 \text{ Kg}$$

$$\text{Puzolana} = 65.74 \text{ Kg}$$

$$\text{Grava} = 149.89 \text{ Kg}$$

$$\text{Agua} = 21.60 \text{ lt}$$

DOSIFICACION EN VOLUMEN APARENTE 1 - 4 - 8

$$\text{CEMENTO} = \frac{31.45 \text{ Kg}}{33} = 0.95 \text{ Kg} \quad (11.19\%)$$

$$\text{PUZOLANA} = \frac{70.38 \text{ Kg}}{33} = 2.13 \text{ Kg} \quad (25.09\%)$$

$$\text{GRAVA} = \frac{160.63 \text{ Kg}}{33} = 4.87 \text{ Kg} \quad (57.36\%)$$

$$\text{AGUA} = \frac{18.00 \text{ lt}}{33} = 0.54 \text{ lt} \quad (6.36\%)$$

120 litros de mezcla dan 33 bloques.

Los 120 litros están compuestos por:

$$\text{Cemento} = 31.45 \text{ Kg}$$

$$\text{Puzolana} = 70.58 \text{ Kg}$$

Grava = 160.63 Kg

Agua = 18.00 lt

DOSIFICACION EN VOLUMEN APARENTE 1 - 4 - 10

CEMENTO = $\frac{27.07 \text{ Kg}}{33}$ = 0.82 Kg (9.69%)

PUZOLANA = $\frac{60.57 \text{ Kg}}{33}$ = 1.84 Kg (21.75%)

GRAVA = $\frac{173.37 \text{ Kg}}{33}$ = 5.25 Kg (62.06%)

AGUA = $\frac{18.00 \text{ lt}}{33}$ = 0.55 lt (6.50%)

120 litros de mezcla dan 33 bloques.

Los 120 litros están compuestos por:

Cemento = 27.07 Kg

Puzolana = 60.57 Kg

Grava = 173.37 Kg

Agua = 18.00 lt

BLOQUES HUECOS

DOSIFICACION EN VOLUMEN APARENTE 1 - 3 - 6

$$\text{CEMENTO} = \frac{71.69 \text{ Kg}}{30} = 2.39 \text{ Kg} \quad (14.11\%)$$

$$\text{PUZOLANA} = \frac{120.62 \text{ Kg}}{30} = 4.02 \text{ Kg} \quad (23.80\%)$$

$$\text{GRAVA} = \frac{274.81 \text{ Kg}}{30} = 9.16 \text{ Kg} \quad (54.32\%)$$

$$\text{AGUA} = \frac{39.6 \text{ lt}}{30} = 1.32 \text{ lt} \quad (8.10\%)$$

220 litros de mezcla dan 30 bloques.

Los 220 litros están compuestos por:

$$\text{Cemento} = 71.69 \text{ Kg}$$

$$\text{Puzolana} = 120.62 \text{ Kg}$$

$$\text{Grava} = 274.81 \text{ Kg}$$

$$\text{Agua} = 39.60 \text{ lt}$$

DOSIFICACION EN VOLUMEN APARENTE 1 - 4 - 8

$$\text{CEMENTO} = \frac{57.66 \text{ Kg}}{30} = 1.92 \text{ Kg} \quad (11.19\%)$$

$$\text{PUZOLANA} = \frac{129.04 \text{ Kg}}{30} = 4.30 \text{ Kg} \quad (25.09\%)$$

$$\text{GRAVA} = \frac{294.50 \text{ Kg}}{30} = 9.82 \text{ Kg} \quad (57.36\%)$$

$$\text{AGUA} = \frac{33.00 \text{ lt}}{30} = 1.10 \text{ lt} \quad (6.36\%)$$

220 litros de mezcla dan 30 bloques.

Los 220 litros están compuestos por:

$$\text{Cemento} = 57.66 \text{ Kg}$$

$$\text{Puzolana} = 129.04 \text{ Kg}$$

Grava = 294.50 Kg

Agua = 33.00 lt

DOSIFICACION EN VOLUMEN APARENTE 1 - 4 - 10

CEMENTO = $\frac{49.63 \text{ Kg}}{30}$ = 1.65 Kg (9.69%)

PUZOLANA = $\frac{111.05 \text{ Kg}}{30}$ = 3.70 Kg (21.75%)

GRAVA = $\frac{317.84 \text{ Kg}}{30}$ = 10.59 Kg (62.06%)

AGUA = $\frac{33.00 \text{ lt}}{30}$ = 1.10 lt (6.50%)

220 litros de mezcla dan 30 bloques.

Los 220 litros de mezcla están compuestos por:

Cemento = 49.63 Kg

Puzolana = 111.05 Kg

Grava = 317.84 Kg

Agua = 33.00 lt

COSTOS

BLOQUE MACIZO **CON PUZOLANA DE LLACAO-DOSF.** 1 - 3 - 6

CEMENTO: 1.18 Kg EQUIVALE AL 14.11%

PRECIO DEL KILOGRAMO DE CEMENTO = S/. 3500.00 / 50Kg = S/. 70.00

EL PRECIO DEL CEMENTO POR BLOQUE ES DE :

S/. 82.60

GRAVA: 4.54 Kg EQUIVALE AL 54.32%

PRECIO DEL METRO CUBICO DE GRAVA S/. 8750.00

$1 \text{ M}^3 = 1000 \text{ LITROS} \times \text{PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA (} \underline{2.50} \text{ Gr/cc)} = \underline{2500} \text{ Kg.}$

2500 Kg \$ 8750

4.54 Kg

X

EL PRECIO DE LA GRAVA POR BLOQUE ES

S/. 15.89

PUZOLANA: 1.99 Kg EQUIVALE AL 23.80%

PRECIO DEL METRO CUBICO DE PUZOLANA S/. 4036.87

$1 \text{ M}^3 = 1000 \text{ LITROS} \times \text{PESO ESPECIFICO DE LA PUZOLA (} \underline{2.66} \text{ Gr/cc)} = \underline{2660} \text{ Kg}$

2660 Kg \$ 4036.87

1.99 Kg

X

EL PRECIO DE LA PUZOLANA POR BLOQUE ES

S/. 3.02

AGUA: 0.65 lt EQUIVALE AL 7.77%

EL PRECIO DE UN METRO CUBICO DE AGUA ES DE S/. 165.00

$1 \text{ M}^3 \text{ DE AGUA} = 1000 \text{ LITROS}$

1000 lt \$ 165.00

0.65lt

X

EL PRECIO DEL AGUA POR BLOQUE ES DE

S/. 0.107

NOTA: POR EL CURADO SE UTILIZA UNA MAYOR CANTIDAD DE AGUA, ENTONCES TENEMOS:

PRECIO DEL AGUA POR BLOQUE

S/. 1.07

PRECIO DEL CEMENTO + GRAVA + PUZOLANA + AGUA \$ 102.58

PRECIO DE LA MANO DE OBRA POR BLOQUE S/. 10.00

PRECIO POR OTROS GASTOS (HERRAMIENTAS Y MAQUINARIA) 5% DEL PRECIO TOTAL

HASTA AHORA ENCONTRADO S/. 5.63

CADA BLOQUE MACIZO **CON PUZOLANA DE LLACAO CON DOSIFICACION**

1 - 3 - 6 **COSTARIA**

S/. 118.21

COSTOS

BLOQUE MACIZO **CON PUZOLANA DE LLACAO - DOSF.** 1 - 4 - 8

CEMENTO: 0.95 Kg EQUIVALE AL 11.19%

PRECIO DEL KILOGRAMO DE CEMENTO = S/. 3500.00 / 50Kg = S/. 70.00

EL PRECIO DEL CEMENTO POR BLOQUE ES DE : S/. 66.50

GRAVA: 4.87 Kg EQUIVALE AL 57.36%

PRECIO DEL METRO CUBICO DE GRAVA S/. 8750.00

$1 \text{ M}^3 = 1000 \text{ LITROS} \times \text{PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA (} \underline{2.50} \text{ Gr/cc)} = \underline{2500} \text{ Kg.}$

2500 Kg \$ 8750

4.87 Kg X EL PRECIO DE LA GRAVA POR BLOQUE ES S/. 17.04

PUZOLANA: 2.13 Kg EQUIVALE AL 25.09%

PRECIO DEL METRO CUBICO DE PUZOLANA S/. 4036.87

$1 \text{ M}^3 = 1000 \text{ LITROS} \times \text{PESO ESPECIFICO DE LA PUZOLA (} \underline{2.66} \text{ Gr/cc)} = \underline{2660} \text{ Kg}$

2660 Kg \$ 4036.87

2.13 Kg X EL PRECIO DE LA PUZOLANA POR BLOQUE ES S/. 3.23

AGUA: 0.54 lt EQUIVALE AL 6.36%

EL PRECIO DE UN METRO CUBICO DE AGUA ES DE S/. 165.00

$1 \text{ M}^3 \text{ DE AGUA} = 1000 \text{ LITROS}$

1000 lt \$ 165.00

0.54 lt X EL PRECIO DEL AGUA POR BLOQUE ES DE S/. 0.089

NOTA: POR EL CURADO SE UTILIZA UNA MAYOR CANTIDAD DE AGUA, ENTONCES TENEMOS:

PRECIO DEL AGUA POR BLOQUE S/. 0.89

PRECIO DEL CEMENTO + GRAVA + PUZOLANA + AGUA \$ 87.66

PRECIO DE LA MANO DE OBRA POR BLOQUE S/. 10.00

PRECIO POR OTROS GASTOS (HERRAMIENTAS Y MAQUINARIA) 5% DEL PRECIO TOTAL

HASTA AHORA ENCONTRADO S/. 4.88

CADA BLOQUE MACIZO **CON PUZOLANA DE LLACAO CON DOSIFICACION**

1 - 4 - 8 **COSTARIA**

S/. 102.54

COSTOS

BLOQUE MACIZO **CON PUZOLANA DE LLACAO - DOSF.** 1 - 4 - 10

CEMENTO: 0.82 Kg EQUIVALE AL 9.69%

PRECIO DEL KILOGRAMO DE CEMENTO = S/. 3500.00 / 50Kg = S/. 70.00

EL PRECIO DEL CEMENTO POR BLOQUE ES DE :

S/. 57.40

GRAVA: 5.25 Kg EQUIVALE AL 62.06%

PRECIO DEL METRO CUBICO DE GRAVA S/. 8750.00

1 M³ = 1000 LITROS x PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA (2.50 Gr/cc) = 2500 Kg.

2500 Kg \$ 8750

5.25 Kg X EL PRECIO DE LA GRAVA POR BLOQUE ES S/. 18.37

PUZOLANA: 1.84 Kg EQUIVALE AL 21.75%

PRECIO DEL METRO CUBICO DE PUZOLANA S/. 4036.87

1 M³ = 1000 LITROS x PESO ESPECIFICO DE LA PUZOLA (2.66 Gr/cc) = 2660 Kg

2660 Kg \$ 4036.87

1.84 Kg X EL PRECIO DE LA PUZOLANA POR BLOQUE ES S/. 2.79

AGUA: 0.55 lt EQUIVALE AL 6.50%

EL PRECIO DE UN METRO CUBICO DE AGUA ES DE S/. 165.00

1 M³ DE AGUA = 1000 LITROS

1000 lt \$ 165.00

0.55 lt X EL PRECIO DEL AGUA POR BLOQUE ES DE S/. 0.090

NOTA: POR EL CURADO SE UTILIZA UNA MAYOR CANTIDAD DE AGUA, ENTONCES TENEMOS:

PRECIO DEL AGUA POR BLOQUE

S/. 0.90

PRECIO DEL CEMENTO + GRAVA + PUZOLANA + AGUA \$ 79.46

PRECIO DE LA MANO DE OBRA POR BLOQUE S/. 10.00

PRECIO POR OTROS GASTOS (HERRAMIENTAS Y MAQUINARIA) 5% DEL PRECIO TOTAL

HASTA AHORA ENCONTRADO S/. 4.47

CADA BLOQUE MACIZO **CON PUZOLANA DE LLACAO CON DOSIFICACION**

1 - 4 - 10

COSTARIA

S/. 93.93

COSTOS

BLOQUE HUECO **CON PUZOLANA DE LLACAO-DOSF.** 1 - 3 - 6

CEMENTO: 2.39 Kg EQUIVALE AL 14.11%

PRECIO DEL KILOGRAMO DE CEMENTO = S/. 3500.00 / 50Kg = S/. 70.00

EL PRECIO DEL CEMENTO POR BLOQUE ES DE :

S/. 167.30

GRAVA: 9.16 Kg EQUIVALE AL 54.32%

PRECIO DEL METRO CUBICO DE GRAVA S/. 8750.00

$1 \text{ M}^3 = 1000 \text{ LITROS} \times \text{PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA (} \underline{2.50} \text{ Gr/cc)} = \underline{2500} \text{ Kg.}$

2500 Kg \$ 8750

9.16 Kg X EL PRECIO DE LA GRAVA POR BLOQUE ES S/. 32.06

PUZOLANA: 4.02 Kg EQUIVALE AL 23.80%

PRECIO DEL METRO CUBICO DE PUZOLANA S/. 4036.87

$1 \text{ M}^3 = 1000 \text{ LITROS} \times \text{PESO ESPECIFICO DE LA PUZOLA (} \underline{2.66} \text{ Gr/cc)} = \underline{2660} \text{ Kg}$

2660 Kg \$4036.87

4.02 Kg X EL PRECIO DE LA PUZOLANA POR BLOQUE ES S/. 6.10

AGUA: 1.32 EQUIVALE AL 7.77%

EL PRECIO DE UN METRO CUBICO DE AGUA ES DE S/. 165.00

$1 \text{ M}^3 \text{ DE AGUA} = 1000 \text{ LITROS}$

1000 lt \$ 165.00

1.32 lt X EL PRECIO DEL AGUA POR BLOQUE ES DE S/. 0.21

NOTA: POR EL CURADO SE UTILIZA UNA MAYOR CANTIDAD DE AGUA, ENTONCES TENEMOS:

PRECIO DEL AGUA POR BLOQUE

S/. 2.10

PRECIO DEL CEMENTO + GRAVA + PUZOLANA + AGUA \$ 207.56

PRECIO DE LA MANO DE OBRA POR BLOQUE S/. 10.00

PRECIO POR OTROS GASTOS (HERRAMIENTAS Y MAQUINARIA) 8 % DEL PRECIO TOTAL

HASTA AHORA ENCONTRADO S/. 17.40

CADA BLOQUE HUECO **CON PUZOLANA DE LLACAO CON DOSIFICACION**

1 - 3 - 6 **COSTARIA**

S/. 234.96

COSTOS

BLOQUE HUECO **CON PUZOLANA DE LLACAO - DOSF.** 1 - 4 - 8

CEMENTO: 1.92 Kg EQUIVALE AL 11.19%

PRECIO DEL KILOGRAMO DE CEMENTO = S/. 3500.00 / 50Kg = S/. 70.00

EL PRECIO DEL CEMENTO POR BLOQUE ES DE : S/. 134.40

GRAVA: 9.82 Kg EQUIVALE AL 57.36%

PRECIO DEL METRO CUBICO DE GRAVA S/. 8750.00

1 M³ = 1000 LITROS x PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA (2.50 Gr/cc) = 2500 Kg.

2500 Kg \$ 8750

9.82 Kg X EL PRECIO DE LA GRAVA POR BLOQUE ES S/. 34.37

PUZOLANA: 4.30 Kg EQUIVALE AL 25.09%

PRECIO DEL METRO CUBICO DE PUZOLANA S/. 4036.87

1 M³ = 1000 LITROS x PESO ESPECIFICO DE LA PUZOLA. (2.66 Gr/cc) = 2660 Kg

2660 Kg \$ 4036.87

4.30 Kg X EL PRECIO DE LA PUZOLANA POR BLOQUE ES S/. 6.53

AGUA: 1.10 lt EQUIVALE AL 5.36%

EL PRECIO DE UN METRO CUBICO DE AGUA ES DE S/. 165.00

1 M³ DE AGUA = 1000 LITROS

1000 lt \$ 165.00

1.10 lt X EL PRECIO DEL AGUA POR BLOQUE ES DE S/. 0.18

NOTA: POR EL CURADO SE UTILIZA UNA MAYOR CANTIDAD DE AGUA, ENTONCES TENEMOS:

PRECIO DEL AGUA POR BLOQUE S/. 1.80

PRECIO DEL CEMENTO + GRAVA + PUZOLANA + AGUA \$ 177.43

PRECIO DE LA MANO DE OBRA POR BLOQUE S/. 10.00

PRECIO POR OTROS GASTOS (HERRAMIENTAS Y MAQUINARIA) 8 % DEL PRECIO TOTAL

HASTA AHORA ENCONTRADO S/. 14.99

CADA BLOQUE HUECO **CON PUZOLANA DE LLACAO CON DOSIFICACION**

1 - 4 - 8 **COSTARIA**

S/. 202.42

COSTOS

BLOQUE HUECO **CON PUZOLANA DE LLACAO - DOSF.** 1 - 4 - 10

CEMENTO: 1.65 Kg EQUIVALE AL 9.69%

PRECIO DEL KILOGRAMO DE CEMENTO = S/. 3500.00 / 50Kg = S/. 70.00

EL PRECIO DEL CEMENTO POR BLOQUE ES DE :

S/. 115.50

GRAVA: 10.59 Kg EQUIVALE AL 62.06%

PRECIO DEL METRO CUBICO DE GRAVA S/. 8750.00

$1 \text{ M}^3 = 1000 \text{ LITROS} \times \text{PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA (} \underline{2.50} \text{ Gr/cc)} = \underline{2500} \text{ Kg.}$

2500 Kg \$ 8750

10.59 Kg X EL PRECIO DE LA GRAVA POR BLOQUE ES S/. 36.99

PUZOLANA: 3.70 Kg EQUIVALE AL 21.75%

PRECIO DEL METRO CUBICO DE PUZOLANA S/. 4036.87

$1 \text{ M}^3 = 1000 \text{ LITROS} \times \text{PESO ESPECIFICO DE LA PUZOLA (} \underline{2.66} \text{ Gr/cc)} = \underline{2660} \text{ Kg}$

2660 Kg \$ 4036.87

3.70 Kg X EL PRECIO DE LA PUZOLANA POR BLOQUE ES S/. 5.61

AGUA: 1.10 lt EQUIVALE AL 6.50%

EL PRECIO DE UN METRO CUBICO DE AGUA ES DE S/. 165.00

$1 \text{ M}^3 \text{ DE AGUA} = 1000 \text{ LITROS}$

1000 lt \$ 165.00

1.10 lt X EL PRECIO DEL AGUA POR BLOQUE ES DE S/. 0.18

NOTA: POR EL CURADO SE UTILIZA UNA MAYOR CANTIDAD DE AGUA, ENTONCES TENEMOS :

PRECIO DEL AGUA POR BLOQUE

S/. 1.80

PRECIO DEL CEMENTO + GRAVA + PUZOLANA + AGUA \$ 159.90

PRECIO DE LA MANO DE OBRA POR BLOQUE S/. 10.00

PRECIO POR OTROS GASTOS (HERRAMIENTAS Y MAQUINARIA) 8 % DEL PRECIO TOTAL

HASTA AHORA ENCONTRADO S/. 13.59

CADA BLOQUE HUECO **CON PUZOLANA DE LLACAO CON DOSIFICACION**

1 - 4 - 10 **COSTARIA**

S/. 183.49

SINTESIS DE PRECIOS DE BLOQUES HUECOS Y MACIZOS CON PUZOLANA DE LLACAO

BLOQUE	DOSIFICACION	PRECIO
Macizo	1-3-6	118.13
Macizo	1-4-8	102.54
Macizo	1-4-10	93.93
Hueco	1-3-6	234.96
Hueco	1-4-8	202.42
Hueco	1-4-10	183.49

PRECIOS ACTUALES DE BLOQUES EN EL MERCADO

Bloque Hueco de Hormigón	270.00
Ladrillo Cerámico	120.00

NOTA: El presente presupuesto de bloques y los precios anotados, corresponden a mayo de 1991.

EXPLOTACION DEL MATERIAL

Al material (puzolana) del sector de Huangarcucho situado a 15 Km de la ciudad de Cuenca en la Panamericana Norte, se lo puede explotar A CIELO ABIERTO, ya que éste permite la suficiente facilidad para que un equipo constituido por un tractor de orugas y un cargador frontal hagan dicho trabajo de explotación.

Este trabajo de explotación incluirá el almacenamiento del material en el mismo lugar de la mina, lo que incluiría el transporte al sector antes mencionado.

Según datos obtenidos en la Cámara de la Construcción de Cuenca, la explotación del material en mina incluye los siguientes aspectos:

- | | |
|------------------|---------------|
| 1.- Equipo | \$ 394.51 |
| 2.- Material | \$ 000.00 |
| 3.- Transporte | \$ 672.75 (*) |
| 4.- Mano de Obra | \$ 16.51 |

(*) incluye solo al almacenamiento

COSTO DIRECTO TOTAL DE EXPLOTACION \$ 1083.77

TRANSPORTE DEL MATERIAL

Una vez extraído el material de la mina y almacenado, éste debe ser transportado a los lugares donde va a tener utilidad; al igual que la explotación para realizar un análisis de costos se recurrió a la Cámara de la Construcción para obtener datos sobre el transporte del material por Km de recorrido incluyendo éste los siguientes aspectos:

- | | |
|----------------------------------|-----------|
| 1.- Material transportado por Km | \$ 157.34 |
| 2.- Mano de obra | \$ 6.20 |

COSTO DIRECTO TOTAL POR TRANSPORTE \$ 163.54/Km

La puzolana que será traída a la ciudad de Cuenca hará un recorrido de 15 Km, entonces cada m³ de material en la ciudad costará \$ 2453.10

COSTO RELATIVO DEL MATERIAL EN LA MINA

Con el objeto de realizar el análisis en el costo del material producido (bloque) con la puzolana, hemos establecido un precio relativo. Este precio a sido establecido por una investigación realizada en el sector sobre el posible precio de venta de este material, el cual se estableció en \$ 500 el m³

Sumando todos los procesos necesarios para la adquisición de este material en la ciudad tenemos:

Explotación	\$ 1083.77
Transporte	\$ 2453.10
Costo del material	\$ 500
Total	\$ 4036.87



EXPLORACION DE LA MINA A CIELO ABIERTO

CONCLUSIONES

CALIDAD DE LOS BLOQUES

El tipo de construcción que durante muchos años predominó en nuestro medio es el Tapial, el Adobe, elementos de arcilla cocida como el ladrillo: los mismos que van siendo despalzados por elementos prefabricados como bloques de pómez y concreto y paneles.

Nuestro estudio tuvo como finalidad experimentar con un material cuyo uso no era muy conocido, y se realizó y se realizó con éste elementos de construcción, como son los bloques macizos y huecos.

Luego de haber realizado los respectivos ensayos, podemos afirmar que la calidad de los elementos que hemos producido es satisfactoria. Las resistencias obtenidas demuestran superioridad tanto a la de los ladrillos, como a la de los bloques de concreto que en la actualidad se expenden en el mercado.

Los resultados obtenidos de las pruebas realizadas con los bloques de las fábricas Tiger, Milchichig y San Francisco (Azoges) son los siguientes:

<u>TIPO</u>	<u>RESISTENCIA A LA COMPRESION</u>
- Bloque hueco de concreto Fábrica Milchichig	32 Kg/cm ²
- Bloque hueco de concreto Fábrica Tiger	36 Kg/cm ²
- Bloque hueco de concreto Fábrica San Francisco (Azoges)	17 Kg/cm ²

Los resultados obtenidos en las pruebas realizadas con ladrillos de Sinincay y Las Caleras son los siguientes:

RESISTENCIAS A LOS 28 DIAS DE EDAD		
TIPO	RESISTENCIA A LA COMPRESION	RESISTENCIA A LA FLEXION
Ladrillo de Sinincay	86 Kg/cm ²	25 Kg/cm ²
Ladrillo de Las Caleras	118 Kg/cm ²	27 Kg/cm ²

Los resultados que se obtuvieron al realizar las pruebas con los bloques elaborados con puzolana de llacao son los siguientes:

RESISTENCIAS A LOS 28 DIAS DE EDAD			
TIPO	DOSIFIC.	RESIST. A LA COMPR.	RESIST. A LA FLEXION
Bloque macizo	1-3-6	144.18 Kg/cm ²	32.59 Kg/cm ²
Bloque macizo	1-4-8	121.92 Kg/cm ²	20.53 Kg/cm ²
Bloque macizo	1-4-10	109.61 Kg/cm ²	10.58 Kg/cm ²

RESISTENCIAS A LOS 28 DIAS DE EDAD		
TIPO	DOSIFICACION	RESISTENCIA A LA COMPRESION
Bloque hueco	1-3-6	65.00 Kg/cm ²
Bloque hueco	1-4-8	42.33 Kg/cm ²
Bloque hueco	1-4-10	35.28 Kg/cm ²

También podemos indicar que los bloques producidos no solo poseen una calidad aceptable en cuanto a resistencias se refiere, sino también estéticamente. Además estos bloques poseen las mismas características de los bloques producidos en la fábricas de nuestro medio, es decir con cualidades acústicas, térmicas, etc.

USOS QUE SE DARA AL MATERIAL

Con nuestro estudio y habiendo demostrado que con las puzolanas de Llacao y Javier Loyola se obtienen bloques de iguales y/o mejores características que los disponibles en nuestro medio, creemos que este tipo de elemento puede tener un gran número de aplicaciones entre las que podemos anotar: La construcción de residencias, escuelas, iglesias, edificios industriales y toda clase de construcciones agrícolas.

Este material debido a su resistencia ofrece un coeficiente de seguridad suficiente o superior al exigido usualmente para paredes por ejemplo.

Como se indicó anteriormente estos elementos son resistentes a las condiciones climáticas y a la acción del fuego, los que nos lleva a afirmar las múltiples ventajas que este material posee, no solo en los referente a la parte técnica, sino también en cuanto a la seguridad psicológica que ofrece al usuario.

Los usos que se puede dar a los bloques huecos, entre otros son:

- Como paredes soportantes, por la gran resistencia mecánica que poseen
- Para muros de cerramiento, enlucidos o dejados vistos con su propia textura
- En columnas, para aumentar su sección
- En tabiquería, se puede elaborar bloques de 10x20x40 cm que servirán para separación de ambientes
- En dinteles, antepechos, repizas, etc.

El bloque por su forma es un material que presenta gran facilidad para el tipo de instalaciones perdidas.

Los usos que podrían tener los bloques macisos son los mismos que tiene un ladrillo cerámico, indicando además que éste elemento constructivo presenta mejores características en la resistencia a los agentes climáticos y humedad.

DIMENSIONES OPTIMAS

Para que la construcción sea eficiente y rápida, es indispensable que sea modular, es decir, que los elementos constitutivos producidos por la industria sean normalizados.

En nuestro país las dimensiones para bloques y ladrillos son establecidos por las normas dictadas por el INEN, y son las siguientes:

BLOQUES HUECOS.

Tipo A: Utilizados en muros de carga exteriores sin revestimiento; las dimensiones nominales son 20x20x40 cm, 20x15x40 cm, y 14x20x39 cm.

Tipo B: Utilizados en muros de carga exteriores con revestimiento y en muros de carga interiores con o sin revestimiento; sus dimensiones nominales son: 20x20x40 cm y 15x20x40 cm; mientras que las dimensiones reales son de 19x20x39 cm y 14x20x39 cm.

Tipo C: Utilizados en tabiques divisorios exteriores sin revestimientos; sus dimensiones nominal son: 10x20x40 cm y la dimensión real es de 9x20x39 cm.

Tipo D: Estos bloques son utilizados en tabiques divisorios exteriores o interiores con o sin revestimiento, y sus dimensiones son iguales a las del Tipo C.

LADRILLOS.-

- El ladrillo común de máquina tiene como dimensiones normalizadas las siguientes: 39x19x9 cm y 29x14x9 cm.
- El ladrillo reprensado tiene como dimensiones normalizadas las siguientes: 29x19x9 cm y 29x14x9 cm.
- En el ladrillo hueco se puede encontrar las siguientes dimensiones: 29x19x19 cm, 29x19x14 cm y 29x19x9 cm.

En nuestro estudio por conveniencia se ha elegido como dimensión óptima para el bloque hueco la siguiente:

a = Ancho = **15 cm**

h = Altura = **20 cm**

l = Largo = **40 cm**

Estas dimensiones son las más utilizadas en bloques que se expenden en el mercado.

Para el bloque macizo se ha utilizado las siguientes dimensiones:

a = Ancho = **14 cm**

h = Altura = **9 cm**

l = Largo = **29 cm**

FORMAS DE LOS BLOQUES (SUGERENCIAS)

Debido al aumento considerable del uso de los bloques de hormigón en la construcción en estos últimos años, daremos en esta parte del estudio, algunas sugerencias para confeccionar nuevos tipos y formas de bloques, los mismos que nos permitirán superar errores formales y estéticos, así como constructivos.

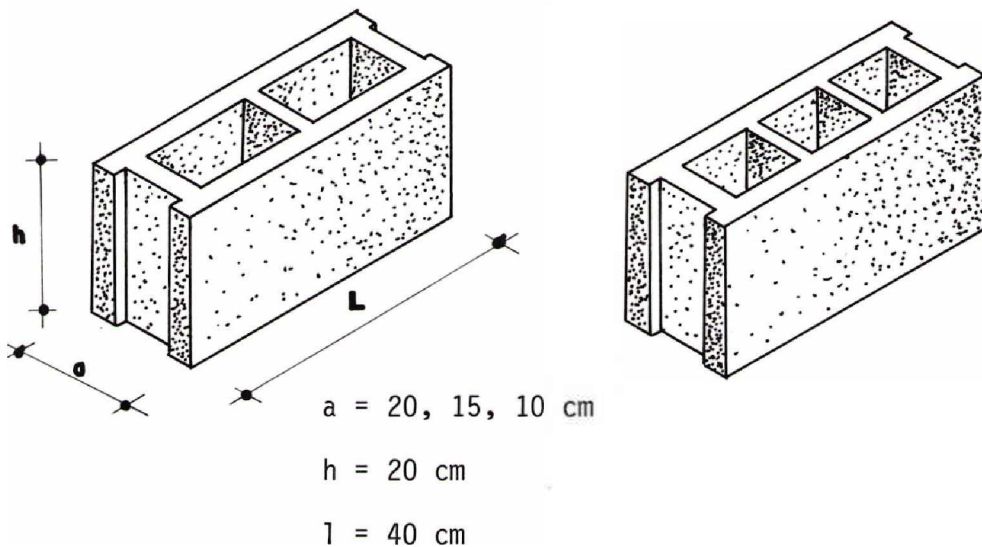
Por lo dicho anteriormente, indicamos que se hace necesaria la confección de nuevos moldes que permitan la elaboración de las nuevas formas de bloques.

BLOQUES HUECOS

BLOQUE NORMAL.-

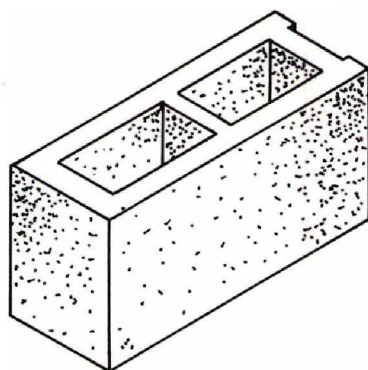
Es el más empleado en la construcción por su excelente mecánica y gran duración. Además las bloqueras locales están diseñadas para producir este tipo de bloque.

Estos bloques pueden ser de 2 o 3 huecos.



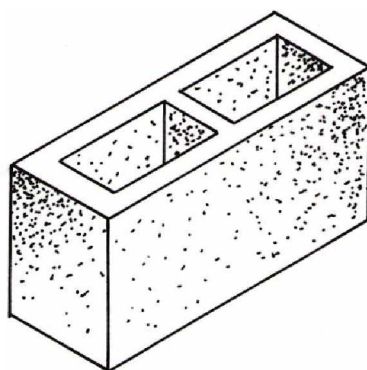
BLOQUE DE ESQUINA.

Se pueden emplear en la solución de esquinas y en aberturas de ventanas y puertas.



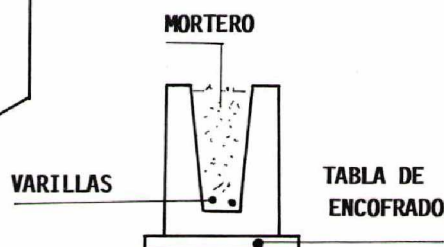
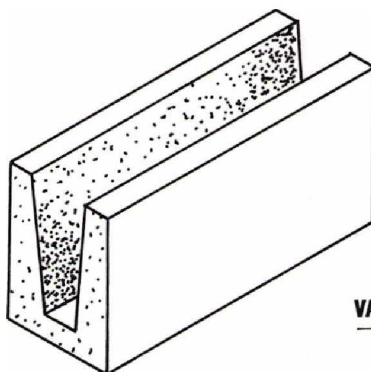
BLOQUE DE DOBLE ESQUINA O PILAR.-

Se los podrá utilizar en la construcción de pilares, pilastras y/o en otras aplicaciones en donde vayan a ser visibles los dos extremos del bloque.



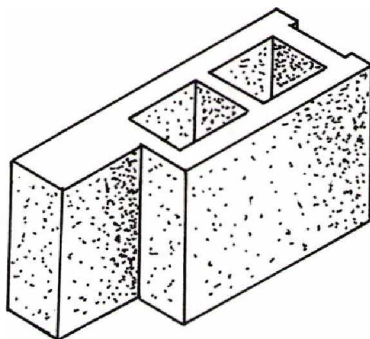
BLOQUE PARA DINTELES.-

Se pueden emplear en la construcción de vigas o dinteles armados convenientemente. Se conforma un canal en donde se alojan las varillas del armado y luego lo rellenamos con hormigón.



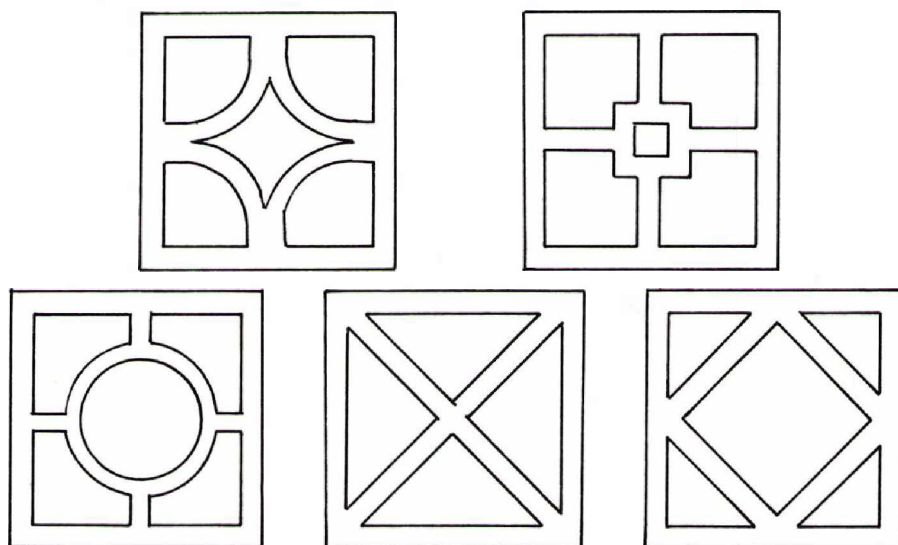
BLOQUE DE MARCO DE VENTANA.-

La "patilla" del bloque deja alojar el marco de la ventana, sea ésta de cualquier tipo, como por ejemplo la doble deslizante.



En nuestro medio se utilizan también los bloques de pantalla calada, especialmente dentro del campo decorativo y cuando se necesita separar ambientes.

Con el material experimentado (puzolana), también se puede elaborar este tipo de bloque.



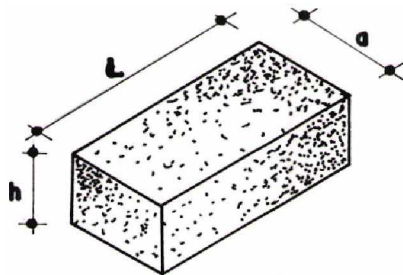
BLOQUES MACIZOS.-

BLOQUE MACIZO NORMAL.

La variedad que pueda existir es en base a sus dimensiones. Las más conocidas por ser muy prácticas son los siguientes

tipos:

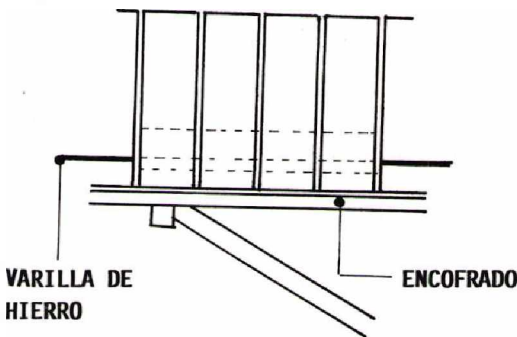
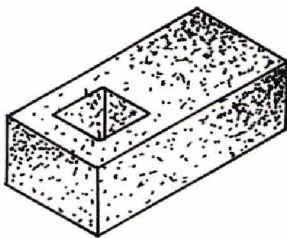
TIPO	LARGO cm	ANCHO cm	ALTO cm
Gigante	39	19	9
Panelón	29	14	9
Tejuelo	29	14	3



El más utilizado en nuestro medio es el panelón.

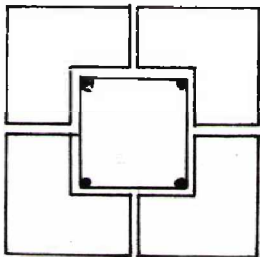
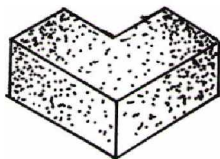
BLOQUE PARA DINTEL.-

Se propone una porma que permite colocar los bloques del dintel en "sardinel"



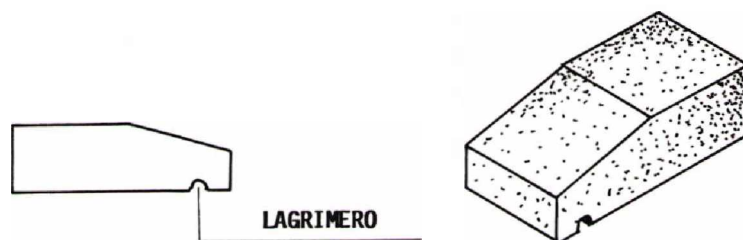
BLOQUE MACIZO TIPO L.-

A este bloque se le puede dar muchos usos, como por ejemplo para formar columnas o esquinas.



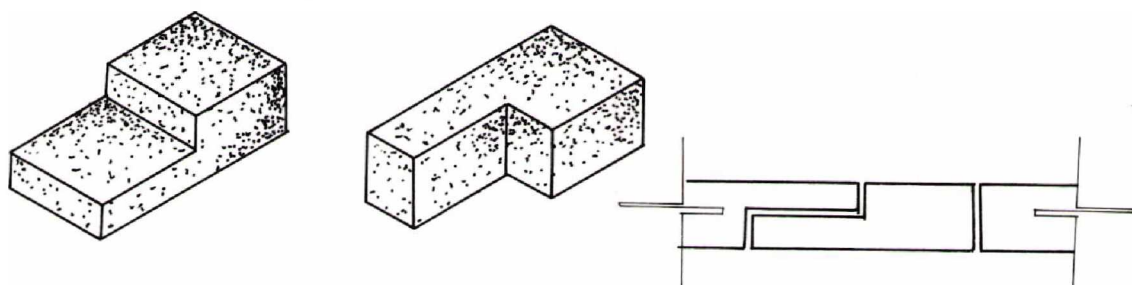
BLOQUE PARA ANTEPECHOS DE VENTANA.

Se utilizarán como remate del antepecho, y servirán para impedir que se almacene el agua.



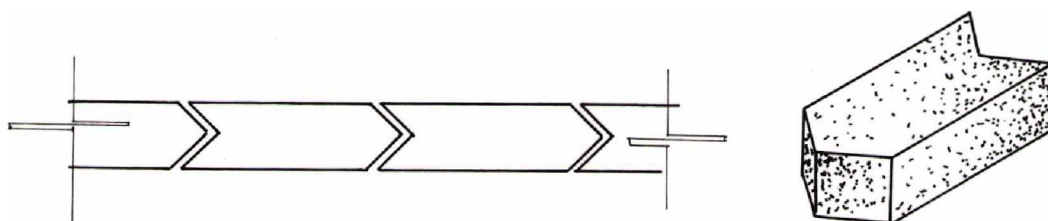
BLOQUE CON DESTAGE.

Para permitir un mejor trabado en los muros, se pueden conbinar con los bloques en L macizos.



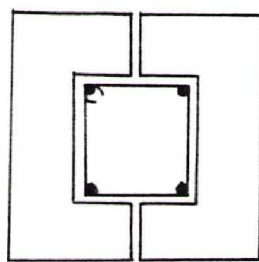
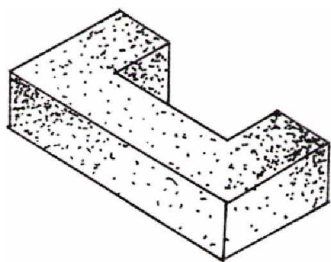
BLOQUES CON MACHIMBRE.-

Dan mayor estabilidad a los muros y un mejor amarre.



BLOQUES MACIZOS TIPO C.-

Este tipo de bloque permitirá el levantamiento de columnas y cadenas; en las primeras se ahorraría en parte el encofrado.



Además indicamos que para optimizar el tiempo de construcción, se hace necesaria la fabricación de "medios" y "tres cuartos" de bloque.

El dimensionamiento de los tipos de bloques aquí expuestos, quedaría condicionado a un estudio de modulación.

Finalmente, queremos dejar abierta la posibilidad de buscar nuevas formas de bloques, que permitan nuevos sistemas constructivos más fáciles y rápidos y aseguren un aspecto formal y estético aceptable. También hemos creído conveniente de acuerdo a lo antes mencionado hacer un avance en cuanto a la posibilidad de utilizar la puzolana en la elaboración de bloques con diferentes formas.

CONCLUSIONES GENERALES

Como complemento, queremos sintetizar nuestro estudio en algunas conclusiones generales, las mismas que nos presentan en forma muy concreta los alcances logrados.

El empleo de la puzolana local como material para la elaboración de bloques, implica la utilización de equipos y herramientas sencillas que permitirán al interesado autoconstruir dichos elementos.

Luego de haber realizado los ensayos en los bloques producidos, se puede asegurar que éstos son resistentes, económicos y de buena calidad.

La dosificación 1-4-10 en volumen aparente es suficiente como para producir bloques macizos y huecos que llegarán a competir en calidad y economía con los ladrillos y bloques de concreto disponibles actualmente en el mercado de la construcción.

Con la dosificación 1-3-6 en volumen aparente, y de acuerdo con las normas INEN, se obtiene un bloque tipo A (resistencia mayor a 60 Kg/cm²). Con la dosificación 1-4-8 de igual manera obtenemos un bloque tipo B, y con la 1-4-10, un elemento tipo C.

Las mezclas se pueden realizar manualmente con la ayuda de palas, ya que la incorporación de la puzolana da mayor trabajabilidad a las mismas.

Tanto la puzolana de Llacao como la de Javier Loyola, son aptas para ser utilizadas en la elaboración de bloques.

Se obtuvo buenas resistencias, considerado el bajo porcentaje de cemento que se trató de utilizar.

Las resistencias disminuyen al aumentar el porcentaje de puzolana como agregado fino más de los límites máximos

establecidos.

Los bloques fabricados pueden sustituir al ladrillo y a los bloques que se expenden en el mercado tanto en lo técnicos como en lo económico. Con ésto hemos logrado producir un elemento de construcción más económico que los existentes, a más que se está habriendo la posibilidad de emplear un material de fácil explotación, con el cual se produzca una reducción del precio de construcción al menos dentro de este rubro.

Se obtuvo bloques con un bajísimo porcentaje de absorción y contenido de humedad, por lo tanto se diría que son resistentes a las condiciones climáticas y a intemperie.

La puzolana puede ser empleada en cualquier tipo de obra. Habiendo realizado los correspondientes estudios técnicos, se puede garantizar la calidad de la misma y motivar a la búsqueda de nuevas aplicaciones con este material en el campo de la construcción.

El bloque debe salir al mercado o ser utilizado después de haber concluido completamente el proceso de curado, para así garantizar su calidad.

Dentro del aspecto estético de los bloques, se ha logrado una mejoría, ya que la adición de finos (puzolana) ha permitido rellenar fallas en la textura del bloque, y se ha conseguido un elemento muy poco rugoso.

Finalmente indicamos que hemos podido realizar esta investigación, sobre las cualidades y virtudes que poseen las puzolanas en las mezclas, y en particular en la elaboración de bloques, y mediante la realización de este trabajo pretendemos aportar información a todas aquellas personas interesadas en este tema.

ANEXOS

SEGUIMIENTO FOTOGRAFICO DE LOS ENSAYOS



ENSAYO PARA ENCONTRAR LA DENSIDAD
DE LAS PUZOLANAS (BALON DE
LE CHETELIER).

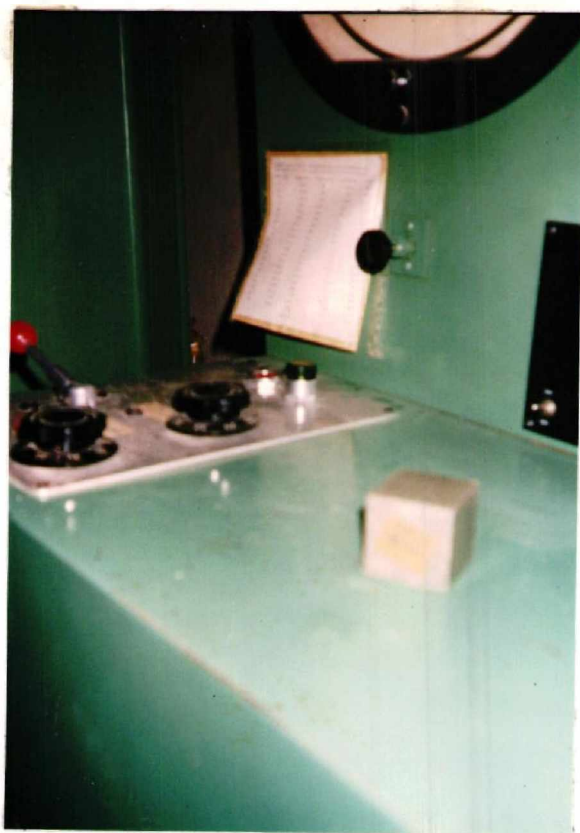


DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y
COMPROBACION DE LA TEMPERATURA.



ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE LA ACTIVIDAD PUZOLANICA.-ELABORACION Y CURADO DE PROBETAS (CAMARA HUMEDA).





ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE LA ACTIVIDAD PUZOLANICA Y DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESION.





ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE LA CONSISTENCIA NORMAL DE PASTA Y TIEMPO DE FRAGUADO.





ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE LA SUPERFICIE ESPECIFICA Y DETERMINACION DE LA GRANULOMETRIA.

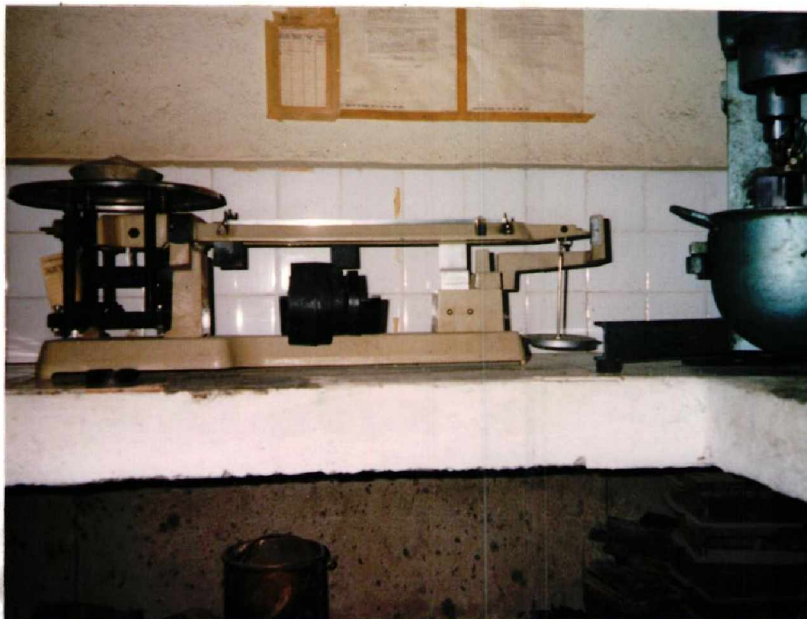




MAQUINA DE COMPRESION (PROVISTA DE UN PLATO CON ROTULA DE SEGMENTO ESFERICO).



MEZCLADORA



BALANZA UTILIZADA PARA LOS DIFERENTES ENSAYOS.



TANQUES DE ALMACENAMIENTO PARA
EL CURADO DE LOS BLOQUES.



ENSAYO DE COMPRESION EN BLOQUES HUECOS Y MACIZOS.





ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD Y ABSORCION DE AGUA.
EN BLOQUES HUECOS.



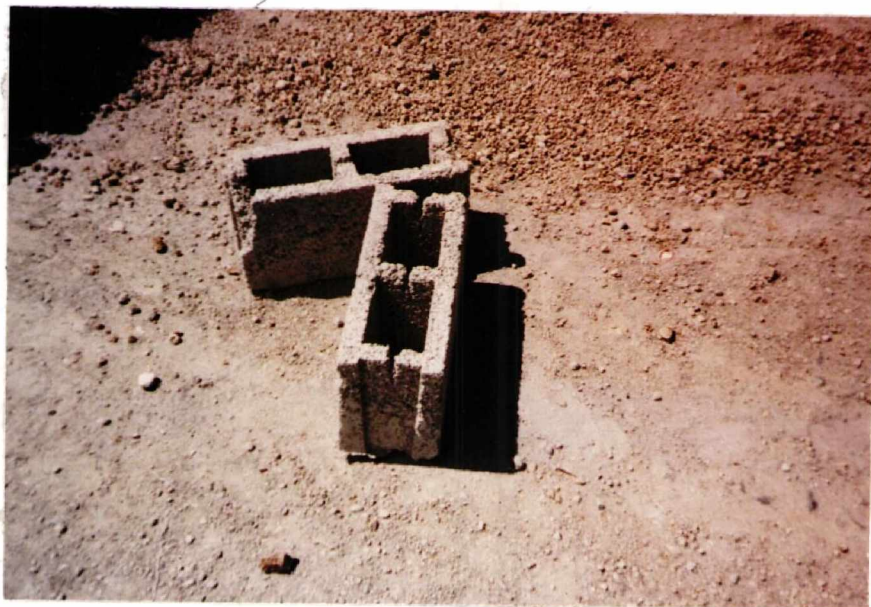


PRUEBAS DE FLEXION EN BLOQUES MACIZOS.





BLOQUES SUMERGIDOS EN AGUA DURANTE 64 DIAS PARA ANALISIS DE RESISTENCIA A LAS CONDICIONES CLIMATICAS.



BLOQUES DEJADOS A LA INTERPERIE DURANTE 64 DIAS PARA ANALISIS DE RESISTENCIA A LAS CONDICIONES CLIMATICAS.



BLOQUES SOMETIDOS A LA ACCION DEL FUEGO.



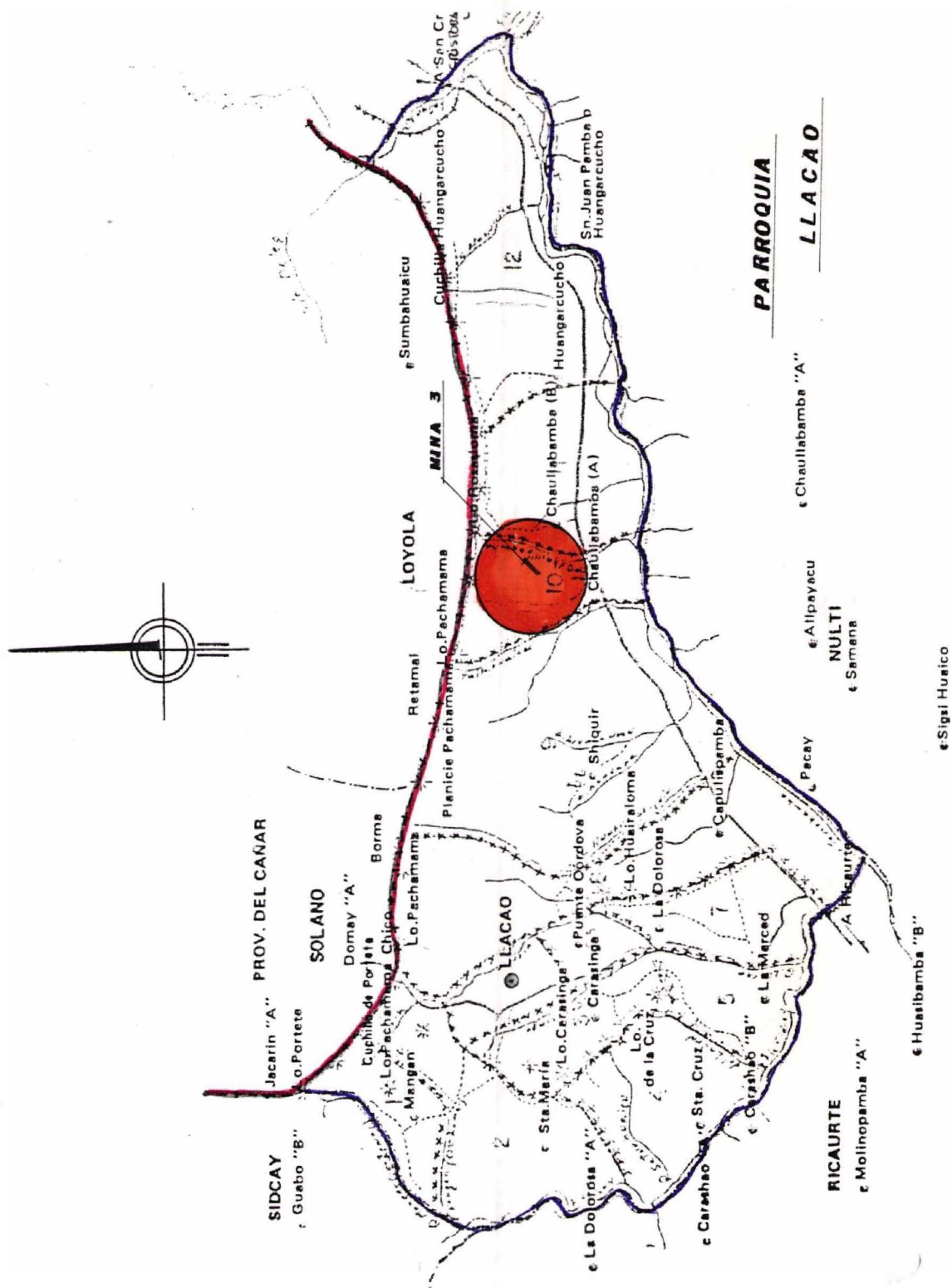
BLOQUES DESPUES DE HABER SIDO SOMETIDO AL FUEGO

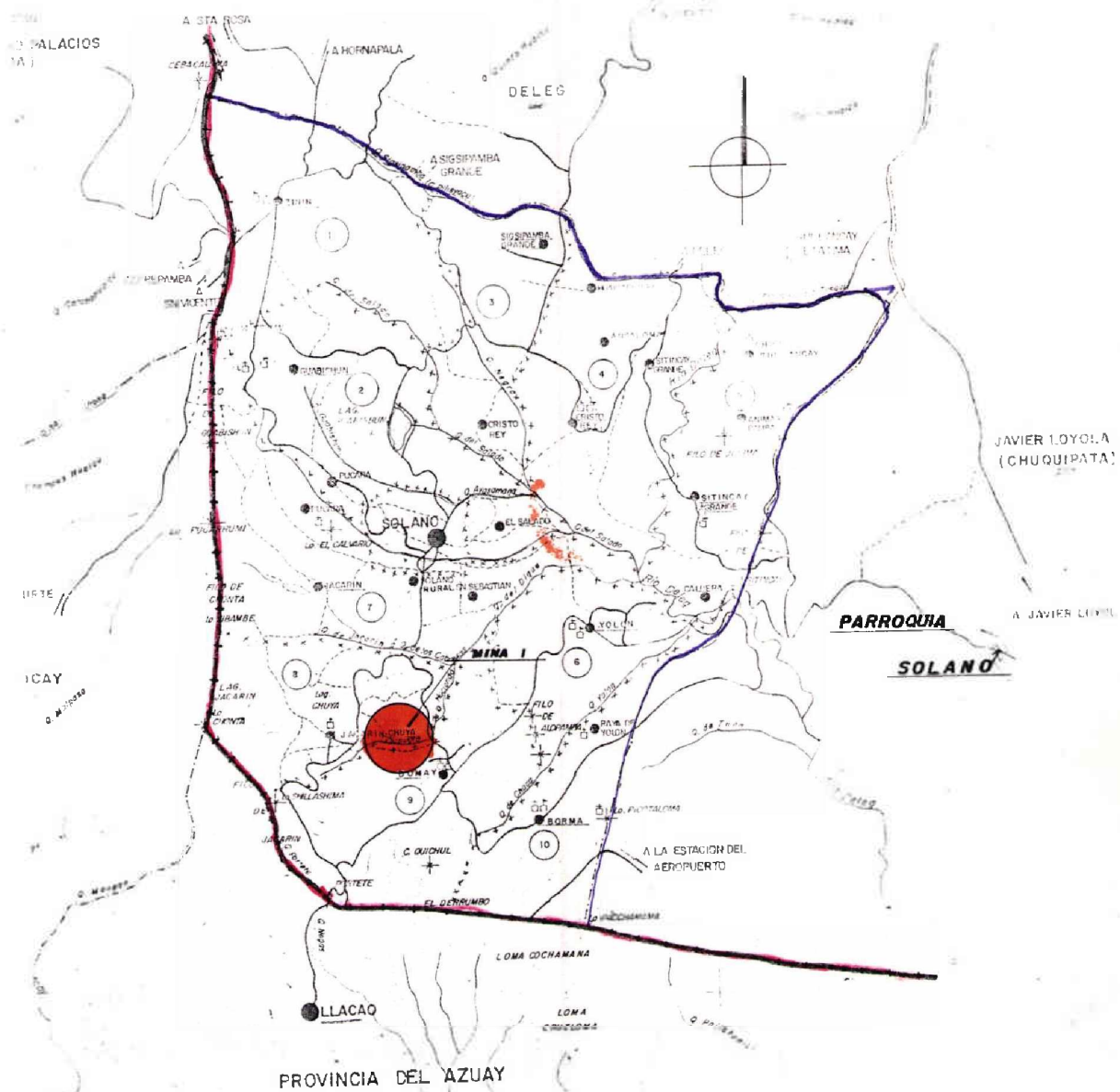


PARED DE BLOQUES SOMETIDO DIRECTAMENTE A LA ACCION DEL FUEGO

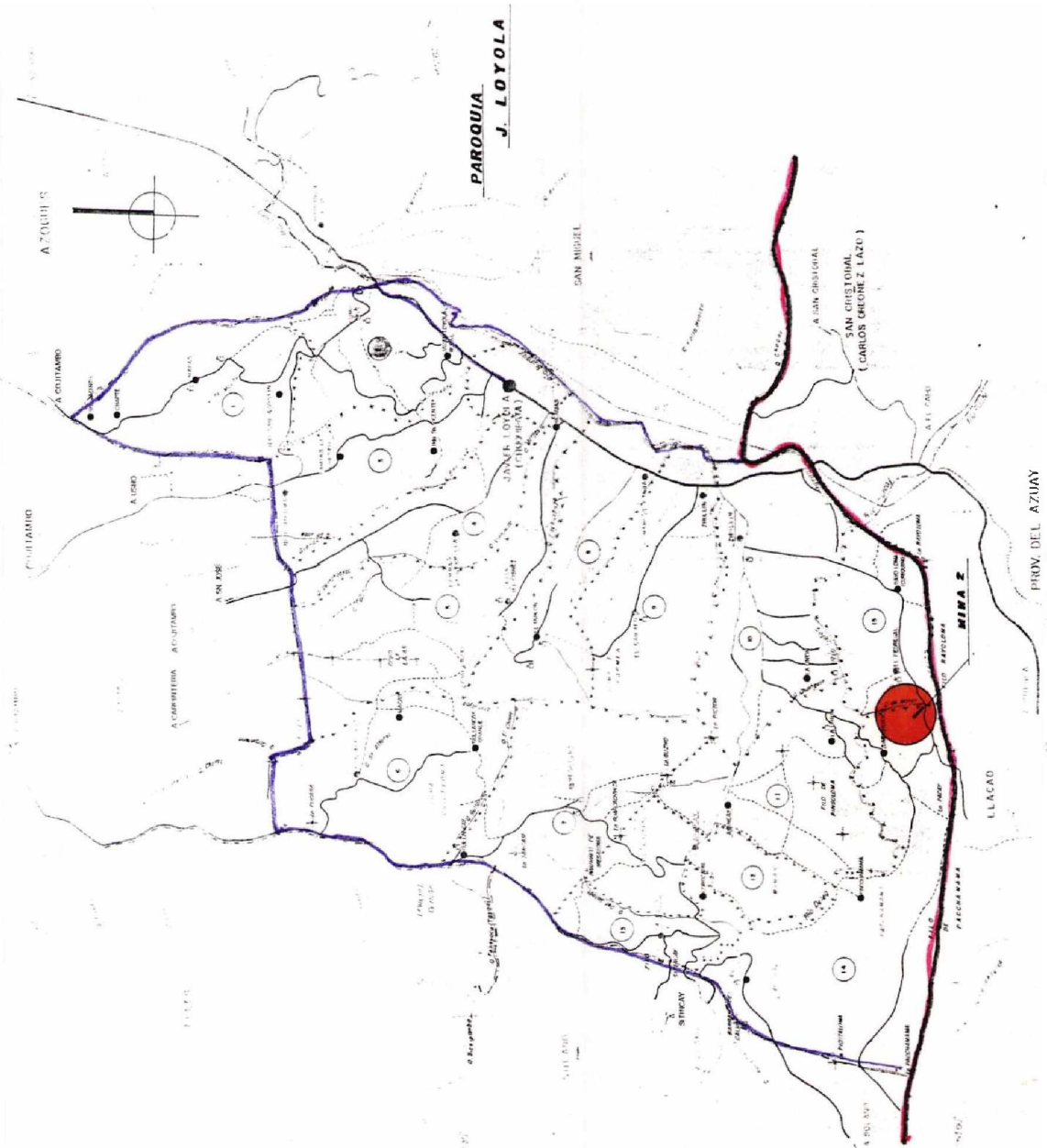


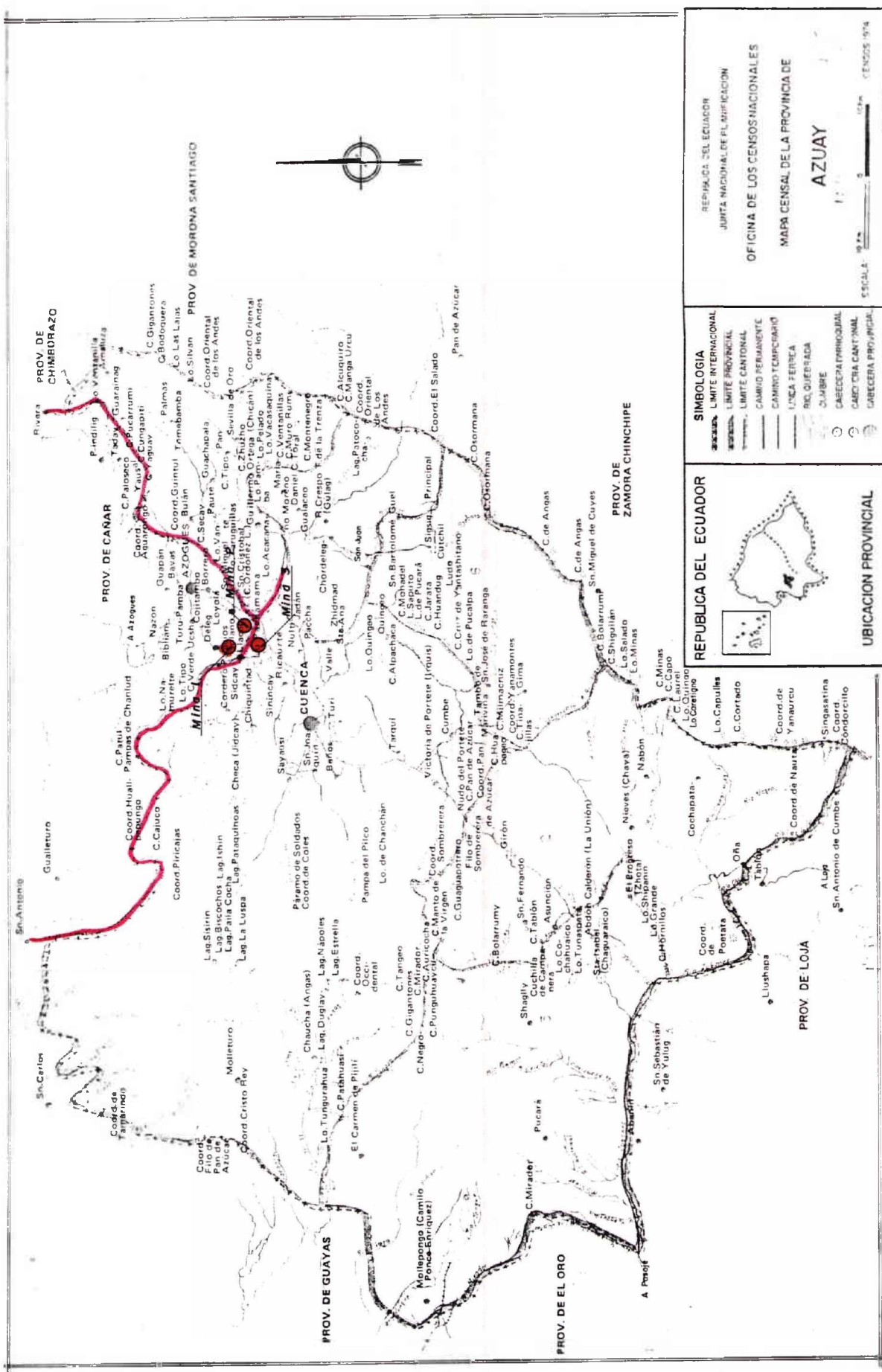
PARED NO SOMETIDA A LA ACCION DEL FUEGO (ESTA PARED ALCANZA 200° C. A MAS DE LAS 2 HORAS).





LEONARDO E. CAMERON, EL DISEÑO DE LA CARTA - AZORES - 1967
 Cartas, Escala: 1:50,000, 1967, 1968, 1969, 1970, 1971, 1972
 Publicado en el R.O. Nº 843, el 31 de Diciembre del 1967





REPUBLICA DEL ECUADOR
JUNTA NACIONAL DE PLANEACION

OFICINA DE LOS CENSOS NACIONALES

MAPA CENSAL DE LA PROVINCIA DE

AZUAY

ESCALA: 1:100,000

10 km

CENSO 1974

SIMBOLOGIA

- LIMITE INTERNACIONAL
- LIMITE PROVINCIAL
- LIMITE CANTONAL
- CAMINO PERMANENTE
- CAMINO TEMPORARIO
- LUGAR FERIA
- RIO QUEMADA
- RIO CHACHI
- CARRERA PRINCIPAL
- CARRERA CANTONAL
- CARRERA PROVINCIAL

REPUBLICA DEL ECUADOR

UBICACION PROVINCIAL

B I B L I O G R A F I A

- FIMP "Inspección de Obras Civiles I y IV
Colegio de Ingenieros Civiles de Venezuela.
- CABRERA-CARDENAS "Utilización del lastre en la
elaboración de bloques"
Tesis de Arquitectura, Universidad de Cuenca.
- CRIOLLO, Rosendo "Estudio experimental del probable uso de la
Puzolana en morteros de cal y cemento
y hormigones.
Tesis de Ingeniería Civil, Cuenca, 1974
- ROMERO-CAMPOS "Morteros pobres de cemento mejorados
con Puzolana"
Tesis de Arquitectura, Cuenca, 1978.
- CAÑIZAREZ, Iván "Investigación del empleo de la Puzolana
En la sustitución de tierra-cemento
Tesis de Ingeniería Civil Cuenca, 1977
- NUEVA SERIE/IMCYC/4 "Cartilla del concreto (aci-sp-1)"
Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto
- JIMENEZ, Montoya "Hormigón Armado"
Editorial Gustavo Gili S.A.
- BORRERO-RAMOS-GRASES "Manual del Concreto fresco"
Asociación Venezolana de Sistemas de
Paredes Estructurales.
- STAFF PORTLAND CEMENT ASOCIATION
"Proyecto de control de mezclas de concreto
Editorial Limusa.
- ING. CAÑIZARES, Iván "Mapas (Archivos del INEN)"
Instituto Geográfico Militar
- Lara, Lauro "Manual visualizado para ensayos de
materiales de construcción"
Tesis de ingeniería Civil,
Universidad Pontificia del Ecuador, Quito
- SEGARRA, Lucía "El bloque de concreto y su aplicación
en la vivienda"
Tesis de Arquitectura, Cuenca.
- INEN "Normas para bloques"

- DAIZELL, J. "Construcciones con bloques de hormigón"
E.P.A./O.E.E.C. "Coordinación Modular"
- RIVAS, Fernando "Patología de Muros de ladrillo y bloque"
Tesis de Arquitectura, Cuenca
- GONZALES, Rolando "El Terro-cemento,
Optimización para la construcción"
Tesis de Arquitectura, Cuenca.
- MOIA, José Luis "Como se Construye una Vivienda"
Editorial Gustavo Gili, Barcelona-España