

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**BLOQUES DE CONCRETO CON DOLOMITA**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**SABINO CLAUDIO CHUMPITAZ QUISPE**

**LIMA - PERU**

**1995**

## INDICE

	Pág
AGRADECIMIENTOS.....	..
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I ESTUDIO DE LOS DE LOS MATERIALES.....	4
1.- AGREGADOS.....	4
1.1.- Dolomita .....	5
1.1.1.- Ubicación y Explotación de la dolomita...7	
1.1.2.- Estabilidad de Volumen de cal dolomitica.8	
1.1.3.- Propiedades físicas de la dolomita.....8	
1.1.4.- Análisis químico de la dolomita.....9	
1.2.- Otros gregados.....	10
1.2.1.- Hormigón.....	12
2.0.- CEMENTO.....	13
2.1.- Fabricación del Cemento.....	13
CAPITULO II MORTEROS Y CONCRETOS.....	15
1.- MORTEROS.....	15
1.1.- Componentes del mortero.....	16
1.2.- Resistencia del Mortero.....	17
2.- CONCRETOS.....	18
2.1.- Dosificación del concreto para bloques.....	18

CAPITULO III FABRICACION DE LOS BLOQUES DE CONCRETO

1.-	Definiciones.....	20
2.-	Procedimiento de fabricación de bloques.....	22
3.-	Moldeo y desmoldeo.....	22
4.-	Curado y Secado.....	23
5.-	Rendimientos.....	24
6.-	Costo de bloques de dolomita.....	25
7.-	Comparación de Costo de Albañilería.....	28
8.-	Costo de Albañilería con Bloques.....	29
9.-	Costo de Albañilería con Ladrillos .....	30

CAPITULO IV ENSAYO DE UNIDADES DE ALBANILERIA.....31

1.-	Ensayo de Dimensionamiento.....	31
2.-	Ensayo de Absorción.....	32
3.-	Ensayo de Succión.....	34
4.-	Ensayo de Compresión Axial.....	37
5.-	Ensayo de Densidad.....	38

CAPITULO V ENSAYOS DE PILAS Y MURETES.....

1.-	Ensayo de Corte Directo.....	40
2.-	Ensayo de Compresión Axial de Pilas.....	43
3.-	Modulo de Elasticidad.....	47
4.-	Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes....	49
5.-	Comportamiento del Murete en el Ensayo.....	51
6.-	Cuadro comparativo de Ensayos con otros..... materiales.....	51

CAPITULO VI EVALUCION DE LAS CONSTRUCCIONES EN TINGO M.

1.-	Evaluacion de lconstrucciones en T. M.....	52
2.-	Agrietamiento .....	54
3.-	Encadenados y refuerzos horizontales.....	56
4.-	Formas de Trabajo en la Zona.....	58

CAPITULO VI EJEMPLO DE APLICACION

1.-	Ejemplo de Aplicacion.....	61
2.-	Análisis.....	61
3.-	Metrado de Cargas.....	63
4.-	Fuerzas Sísmica de Diseño.....	64
5.-	Cálculo del centro de Rigidez.....	66
6.-	Diseño de muros.....	67

CAPITULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....70

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

ANEXO N°1.....	80
Composición química del cemento .....	81
Compuestos principales del cemento.....	81
Análisis químico del cemento Andino.....	83
Propiedades físicas del cemento.....	84
Propiedades químicas del cemento.....	84
Peso específico y absorción de la dolomita.....	88
Peso específico y absorción de la arena.....	89

ANEXO N°2.....	89
Ensayo de compresión axial de cubos de mortero.....	90
Ensayo de compresión axial de bloques.....	93
Ensayo de compresión de probetas cilíndricas.....	97
ANEXO N°3.....	99
Ensayo de dimensionamiento.....	100
Ensayo de absorción.....	101
Ensayo de succión.....	102
Ensayo de densidad.....	103
ANEXO N°4.....	103
Ensayo de corte directo sin confinamiento.....	104
Ensayo de corte directo con confinamiento.....	105
Ensayo compresion axial en pilas.....	108
Resultado de laboratoriode pilas.....	109
Módulo de elasticidad.....	114
Ensayo de compresión diagonal.....	115
ANEXO N°5.....	116
Ejemplo de aplicación.....	117
ANEXO N°6.....	122
Fotografías y gráficos.....	123

## INTRODUCCION

Tingo María una ciudad enclavada en la ceja de selva, con 58 años de fundada, se caracteriza por ser una ciudad de migrantes provenientes de todos los lugares del país.

Su clima es tropical-húmedo, con una temperatura promedio máxima de 34°C .El clima de esta ciudad es casi constante en todas las épocas del año, pese a que en invierno se producen fuertes precipitaciones pluviales, el calor es constante y uniforme a través de todo el año; el suelo de esta ciudad es arcilloso, con todas las particularidades que presentan estos tipos de suelos tanto en el verano como en el invierno.

En lo que respecta a las características de las construcciones de esta ciudad, materia de estudio del presente trabajo, se ha podido apreciar que todas las viviendas son de material convencional; es casi imperceptible ver construcciones con quincha u otros materiales de menor costo.

Observamos que muchas de las edificaciones que se construyen en esta ciudad se hacen con bloques de concreto, constatandose que son fabricados sin técnica

alguna. Estos bloques son fabricados empleando como materia prima la dolomita, material que se puede encontrar con cierta facilidad por los alrededores de Tingo María; sin embargo las características físicas y químicas de la dolomita varían de una cantera a otra. Esta particularidad no es tomada en cuenta por los fabricantes de ladrillos, quienes empíricamente y buscando reducir sus costos en la producción de éstos tratan de obtener la mayor cantidad de bloques por bolsa de cemento, lo que al final se ve reflejado en la mala calidad de la construcción.

Como consecuencia dichos bloques no pueden cumplir funciones portantes y el sistema constructivo usado es el aporticado, por lo que se puede apreciar que el costo de la construcción de una vivienda es encarecido enormemente, más aun considerando que en zona de selva, los costos de los materiales de construcción tienden a elevarse.

Considerando estas características, y con el ánimo de contribuir a la reducción de costos en la construcción de las viviendas, es que tomo como tesis el presente trabajo a fin de investigar las posibilidades de normalizar la fabricación y uso de los bloques ya que existe poca información técnica respecto a los materiales

que se utilizan en esta ciudad y particularmente en la Universidad Agraria de la Selva donde me encuentro laborando, y en el que se están efectuando grandes construcciones, se ha podido observar que los bloques utilizados, posteriormente crean grandes problemas por las rajaduras o fisuras que presentan las construcciones terminadas.

El estudio ha comprendido los análisis físicos y químicos de los materiales, diseño de los morteros y de concretos, fabricación de unidades de ensayo, ensayos de unidades según normas técnicas, ensayos de pilas y muretes, e interpretación de los resultados, también se incluye un ejemplo de aplicación en una vivienda de dos pisos, se da recomendaciones para el uso de estos bloques ya que existe la tendencia de utilizarlo como si se trataran de ladrillos de arcilla. Terminando con una serie de conclusiones y recomendaciones. Se incluye material fotográfico donde se muestra todo el proceso de fabricación.



## **CAPITULO I**

### **ESTUDIO DE LOS MATERIALES**

#### **1.- AGREGADOS**

Existen muchas variedades de agregados naturales o artificiales, pesados o livianos, con los cuales pueden fabricarse los bloques. Evidentemente, la selección de los mismos estará influida por la existencia de agregados locales, por razones económicas o para lograr la mayor calidad de aquéllos. Se debe usar en lo posible agregados con granulometrías continuas a fin de obtener superficies de textura fina, al mismo tiempo que uniformidad en los bloques

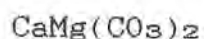
La obtención de la granulometría de los agregados, es decir de las proporciones o cantidades de las partículas de diferentes diámetros que integran el agregado, permitirán distinguir el grado de compacidad que puede lograrse en una mezcla. Las partículas de diámetro similar producen mayor número de vacíos, en cambio de existir una precisa diferencia de tamaños la acomodación de las partículas se produce con una mejor compacidad, lo

que implica menor volumen de vacíos y por consiguiente menor cantidad de pasta de cemento para rellenarlos.

El análisis granulométrico de los agregados también permite determinar la cantidad de finos (arcillas y limos) que contiene el agregado, los que se consideran perjudiciales por retardar el fraguado y debilitar la resistencia. Así mismo, elevadas proporciones de finos, inclusive no arcillas y limos, en el agregado van a constituir mezclas con mayores necesidades de cemento al tener que distribuirse la pasta de cemento en una mayor superficie generada por el gran número de partículas finas.

### 1.1.- Dolomita

La dolomita estudiada físicamente es de aspecto blanquecino, es una roca sedimentaria Carbonatada . Cuya composición es:



En el cuadro N°1 se presenta los componentes de la dolomita

Componentes	Rango (%)
MgO	16.3 - 19.00
CaO	28.9 - 40.00
Mn	0.17 - 0.26
Fe	1.45 - 2.85
S	N.E. - 0.44
N <sub>2</sub> O	0.05 - 0.10
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.05 - 0.10
SiO <sub>2</sub>	3.65 - 4.34
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N.E. - 3.32

CUADRO N°1

La Dolomita está asociada íntimamente con la Calcita en ciertas Calizas. Es difícil, por lo general distinguir entre estos dos minerales, se diferencia de la Calcita en su composición por ser un carbonato doble de Calcio y magnesio. Las calizas reaccionan rápidamente con el ácido clorhídrico diluido. Se presenta junto con la Calcita en las mismas condiciones ambientales y con hábitos semejantes pero sin embargo, el ámbito de su composición es limitado no conociéndose una serie completa de cristales desde la calcita pasa a la dolomita pura.

La Dolomita en forma de estratos masivos es abundante en la Provincia de Leoncio Prado sobre todo en la Ciudad de Tingo María.

#### 1.1.1.- Ubicación y explotación de la dolomita

En los tramos finales de la Cordillera Azul se encuentra abundante dolomita y en la Ciudad de Tingo María se lo emplea para la fabricación de bloques de concreto destacando las siguientes canteras:

- La Moyuna
- Mapresa
- Las Palmas

la forma de explotación de las canteras es mediante triturado de las rocas y clasificado mediante mallas luego este material es transportado mediante volquetes a la Ciudad. Para el presente estudio se eligio la cantera de Mapresa.

La dolomita contiene cal dolomítica y es uno de los causantes del cambio de volumen es por eso que se tiene que realizar la prueba de estabilidad de volumen.

### 1.1.2.- Estabilidad de Volumen

En este caso se opto por el método rápido que señala la Norma y consiste en comprobar que una torta de cal después del tratamiento a una hora de vapor no modifique su volumen ni presente grietas producidas por expansión.

#### Procedimiento

Se mezcla 100 gr. de cal dolomítica con agua hasta lograr una pasta suave pero fluida. Esta pasta se vierte sobre una superficie absorbente previamente espolvoreada con arena fina; las tortas (3) aproximadamente 10cm. de diámetro y un centímetro de altura al centro.

Después de 15 minutos, retiramos las tortas para colocarlos sobre planchas de vidrio dejandolas en reposo durante 24 horas. Después de este tiempo, se colocan las tortas sobre una parrilla de alambre del baño de vapor durante una hora.

El resultado de la prueba nos dio como resultado la no presencia de grietas producidas por expansión.

### 1.1.3.- Propiedades físicas de la dolomita

#### Análisis granulométrico

Se puede apreciar en el gráfico que la granulometría de la dolomita es variable de grueso a fino y cumple con las

condiciones de fabricación de bloques de concreto.

Se presenta la granulometría de la dolomita en estado natural.

MALLA	PESO RETE. (GR)	% (RETE.)	% RETE. ACUMULA.	% PASA
3/8"	49.80	1.30	1.30	98.70
N°4	1497.50	39.10	40.40	59.60
N°8	540.00	14.09	54.49	45.51
N°16	651.10	17.00	71.49	28.51
N°30	540.10	14.10	85.59	14.41
N°50	283.40	7.40	92.99	7.01
N°100	191.50	5.00	97.80	2.20

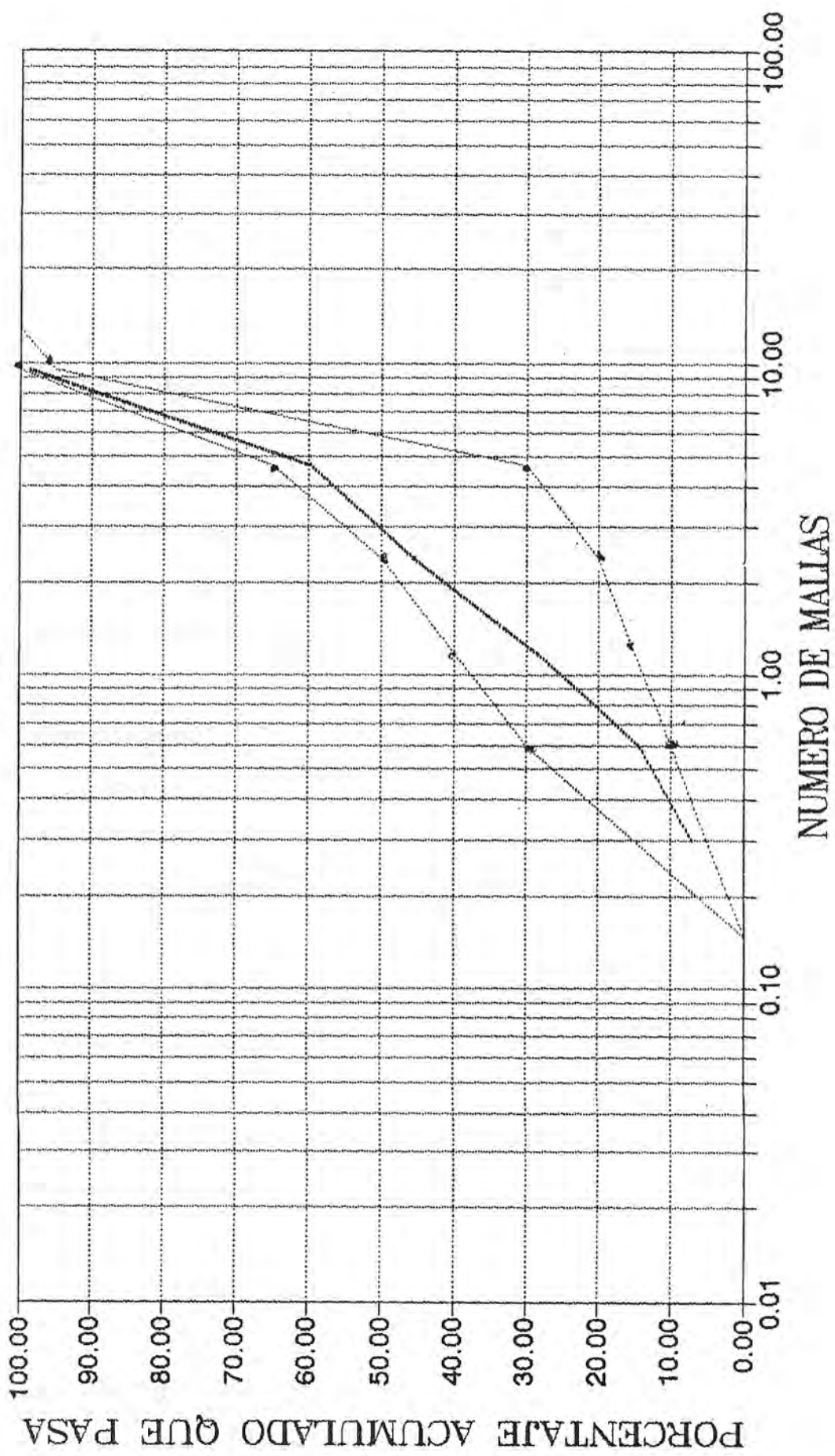
CUADRO N°2

El conocimiento de estas propiedades es de gran importancia para los efectos de diseño, ya que la dolomita constituye un considerable porcentaje en el concreto.

Peso específico de masa	2.56
Peso específico de masa superficialmente seco	2.58
Peso específico aparente	2.63
Porcentaje de Absorción	0.97%

Los cálculos de los valores anteriores se presentan en el anexo N°1.

# ANALISIS GRANULOMETRICO DOLOMITA



LIMITES    
  DOLOMITA

#### 1.1.4.- Análisis químico de la dolomita

##### Sales y Sulfatos

El análisis químico de la dolomita para determinar el contenido de cloruros y sulfatos ha sido realizado mediante las Normas ITINTEC 400.014 y 400.037 respectivamente.

##### Resultados:

- Cloruros: 0.0036%
- Sulfatos: 0.0052%
- Sales Solubles Totales 0.0186%

El contenido de cloruros es menor al máximo de 0.1% estipulado en la Norma

El contenido de sulfatos, de 0.0052% está por debajo del máximo permitido por la norma 1%.

#### 1.2.- Otros Agregados

En general los agregados para concreto de bloques deben cumplir los mismos requisitos que para concretos normal. Deben cumplir con las especificaciones de contaminación de agregados (materia orgánica, partículas fiabiles,





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

Apartado Postal 1301 - Lima 100 - Perú Teléfono (51-14) 811070 anexo 295 Telefax 819845

Laboratorio N.2-Mecánica de Suelos

INFORME N.S94-367

SOLICITADO : SABINO CLAUDIO CHUMPITAZ QUISPE  
PROYECTO : Tesis : Bloques de Concreto con Dolomita"  
LUGAR : Provincia de Leoncio Prado - Huánuco  
FECHA : 26 de Julio de 1994

RESULTADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ANALISIS QUIMICO

I.- SALES SOLUBLES TOTALES : 0.0186 %  
II.-SULFATOS EXPRESADO COMO ION  $SO_4^{=}$  : 0.0052 %  
III.-CLORUROS EXPRESADO COMO ION  $Cl^-$  : 0.0036 %

Nota : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante en nuestro Laboratorio.

  
MANUEL F. CORREA MOROCHO  
ING. JEFE DEL AREA DE  
Experimentos



  
JOSE WILFREDO GUTIERREZ LAZARES  
ING. JEFE DEL LAB. No. 2  
Mecánica de Suelos - UNI

material fino arcillas, etc), de no contar con las propiedades especificados puede reducirse la resistencia final del bloque, modificarse la durabilidad y dañar la apariencia externa.

Un factor importante es la textura del bloque. Las partículas del agregado deberán estar unidas por la pasta de cemento para formar una estructura relativamente abierta sobre la base de una compactación parcial bajo la influencia de la Vibración.

Así mientras el concreto está siendo vibrado, la pasta de cemento debe fluir a los puntos de contacto de las partículas del agregado uniéndolas. Cuando la vibración cesa, la pasta de cemento deja de ser un fluido y el bloque puede ser desmoldado manteniéndose firme su estructura en un manipuleo posterior.

Todo esto se consigue con graduaciones correctas del agregado, en caso de que éstas no sean adecuadas, la resistencia del bloque solo podrá ser obtenida, aumentando la compactación y la densidad provocando una superficie cerrada parecida a la del concreto normal. La Textura abierta de una unidad correctamente elaborada es superior a la textura tipo concreto convencional, porque otorga una mejor adhesión con el mortero y porque tiene una capilaridad más reducida que impide la penetración de la humedad.

De manera que el estudio de la granulometría del agregado

es muy importante para producir mezclas de mayor compacidad más resistentes y económicas.

Se recomienda por otro lado usar una combinación del agregado con un tamaño máximo compatible con el espesor de las paredes del molde. Así, se puede obtener una apreciable reducción del contenido de cemento para las resistencias requeridas y al mismo tiempo una disminución del contenido de agua la cual conduce a una mejora notable en la calidad y una mayor economía.

#### 1.2.1.- Hormigón

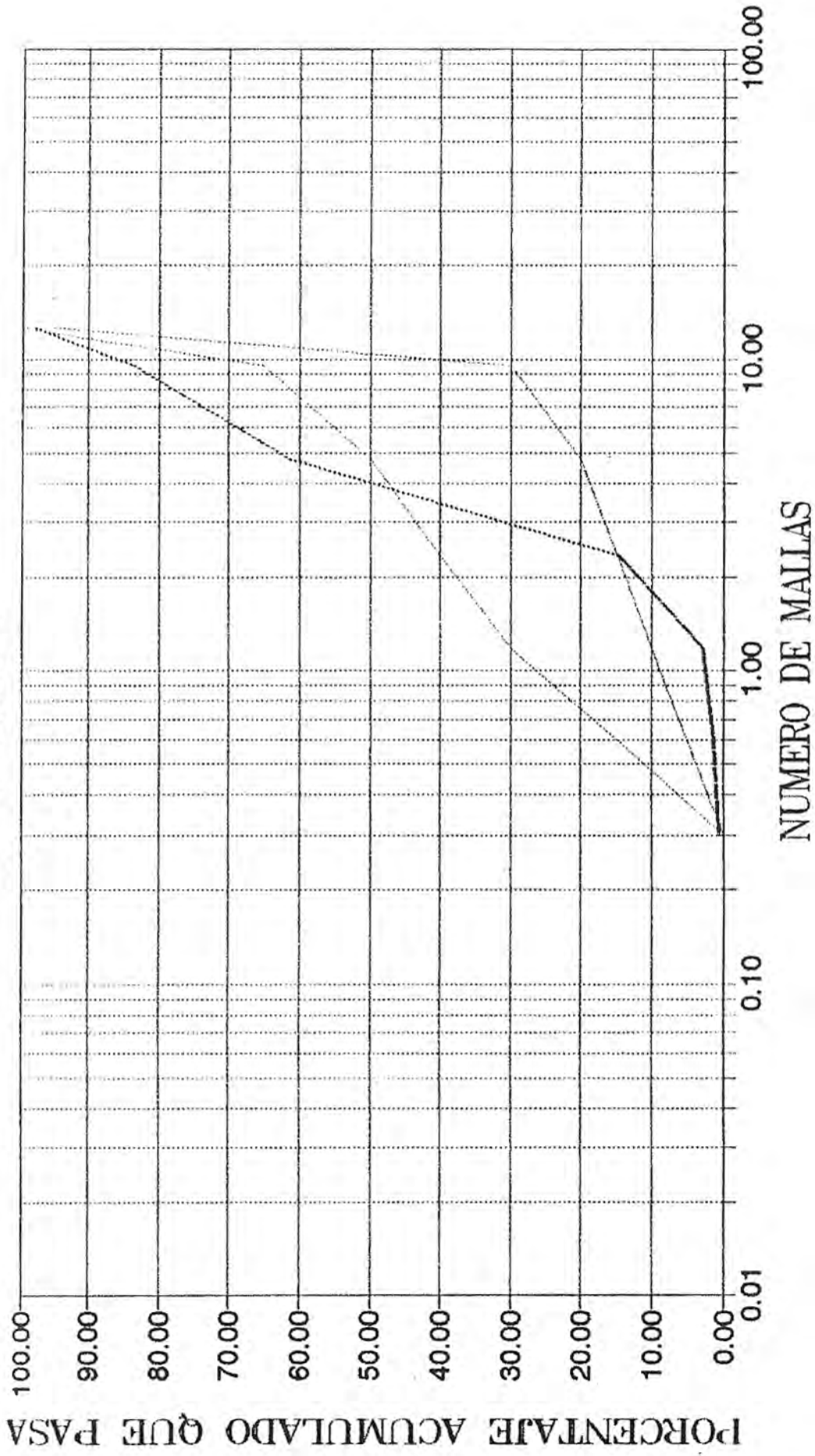
La granulometría del hormigón mostrada en el cuadro N°3 corresponde al hormigón extraído de la cantera de las Palmas cerca de la ciudad de Tingo María.

se presenta la granulometría del hormigón

MALLA	PESO RETE. (GR)	% (RETE.)	% RETE. ACUMULA.	% PASA
3/8"	80.00	2.20	2.20	97.80
N°4	520.00	14.34	16.54	83.46
N°8	800.00	22.07	38.61	61.39
N°16	1690.10	46.62	85.23	14.77
N°30	435.10	12.00	97.23	2.77
N°50	60.40	1.65	98.88	1.12
N°100	20.00	0.55	99.43	0.57

GRAFICO N°3

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO  
HORMIGÓN**



— LIMITES      - - - - - HORMIGÓN

Este hormigón se lo emplea en la fabricación de bloques mezclándolo con dolomita.

En el gráfico se puede apreciar que el hormigón no cumple con las condiciones de agregados para concretos.

## **2.0.- CEMENTO (ANEXO N°1)**

El cemento es el aglomerante obtenido de rocas calizas y arcillosas por vía seca o húmeda.

El cemento Portland llamada también hidráulico, es obtenido de la pulverización de un clinker, el cual consiste de silicatos de calcio hidráulicos y que no se ha hecho ninguna adición posteriormente a la calcinación, que no sea agua y/o sulfato de calcio.

En este estudio tomaremos como referencia al Cemento Andino producido en Tarma que es el único que se vende en la Zona de Tingo María.

### **2.1.- Fabricación del cemento**

Para la fabricación del cemento existen dos procesos. El de vía húmeda y el de vía seca. La fábrica de cemento Andino emplea el proceso por vía seca que a continuación describimos.

Las materias primas seleccionadas, que deben contener proporciones adecuadas de cal, sílice, alúmina y

componentes de hierro, se pulverizan y dosifican de tal manera que la mezcla resultante tenga la composición química deseada, esta mezcla y molienda se hace con materiales seco en el proceso seco.

Después de preparada la mezcla se alimenta el extremo del horno por donde pasa a una velocidad controlada por la pendiente y la velocidad con que gira. El combustible empleado es el petróleo produciendo temperaturas de 1427°C a 1650°C. Durante este proceso ocurren varias reacciones que producen la formación del clinker.

El clinker se enfría y pulveriza, durante esta operación se ha añadido una pequeña cantidad de yeso para regular el tiempo de fraguado del cemento. Luego es almacenado en silos de donde se distribuye a las ensacadoras para el despacho de bolsas ó para la venta a granel. La bolsa son de 1pie<sup>3</sup> ó de 42.5 kg de peso.

## **CAPITULO II**

### **MORTEROS Y CONCRETOS**

#### **1.- MORTERO**

El mortero cumple con dos funciones principales. En primer lugar debe proveer una cama uniforme y adaptable para las unidades de albañilería. Esta función exige del mortero trabajabilidad, de tal manera que se extienda con facilidad bajo la acción del badilejo y que penetre las irregularidades y hendiduras de la unidad de albañilería, corrigiendo así sus imperfecciones e irregularidades. En segundo lugar el mortero debe unir las unidades de albañilería creando una masa monolítica. El mortero endurecido debe tener la resistencia suficiente para mantener unidas las unidades de albañilería. La resistencia a la compresión de la albañilería la proveen las unidades. La resistencia a la tracción de la albañilería la provee la adhesividad del mortero. Esta adhesividad tiene dos variables. Primero su valor

propiamente dicho. En segundo lugar su extensión.

En resumen, el mortero mantiene a las unidades de albañilería a una distancia mínima suficiente para absorber sus irregularidades y las une para formar un todo monolítico. Finalmente, esta adhesión debe ser durable, es decir capaz de atender sin falla las tendencias a destruirla tales como trabajo estructural, asentamientos, deformaciones e intemperismo para garantizar de este modo la integridad permanente de la albañilería. Tampoco debe sufrir cambios volumétricos.

Para el presente estudio el mortero a diseñarse es de cemento, arena.

#### 1.1.- Componentes del mortero

La arena actuando como agregado inerte en la mezcla del mortero, reduce la riqueza de los aglomerantes permitiendo aumentar su rendimiento y reduciendo los efectos nocivos del exceso de cemento. La arena utilizada es de la Cantera las Palmas Tingo María y sus características físicas son:

Peso específico de masa	2.72
Peso específico de masa superficialmente seco	2.74
Peso específico aparente	2.75
Porcentaje de Absorción	0.36%



El cemento da al mortero resistencia a la compresión y valor de adhesión, el Cemento utilizado es el Cemento Andino Portland I.

El agua es el componente principal para que el mortero posea su cualidad fundamental en estado plástico es decir la trabajabilidad. La cantidad de agua debe ser la máxima posible sin llegar a causar segregación de los componentes del mortero.

#### 1.2.- Resistencia del mortero

Para medir la resistencia a la compresión del mortero se somete a compresión hasta la rotura cubos de morteros de 5 X 5 X 5 cms. de lado a los 14 días y 28 días de edad. Se ensayaron las siguientes proporciones

CEMENTO	ARENA
1	4
1	5
1	6

CUADRO N°4

De los ensayos a compresión axial se obtuvieron los resultados promedios que se resume en el cuadro N°5 y los resultados de laboratorio se presentan en el anexo N°2.

Cemento	Arena	Resistencia Kg/cm <sup>2</sup> 14 días	Resistencia Kg/cm <sup>2</sup> 28 días
1	4	74.73	99.97
1	5	66.88	90.93
1	6	48.87	84.16

CUADRO N°5

Se elige la proporción 1:5 porque es la resistencia aproximada para los bloques tipo " C " (1:10)

## 2.0 .- CONCRETOS

### 2.1.- Dosificación del Concreto para los bloques

Para determinar las proporciones a utilizar se deben realizar mezclas de pruebas y ensayar series de bloques a la compresión, se utilizo cemento dolomita y hormigón, este hormigón se emplea mucho en la fabricación de bloques en la Zona de Tingo María. Las dosificaciones son en volúmenes:

Tipo	Cemento	Dolomita	Hormigón
A	1	6	-
B	1	8	-
C	1	10	-
D	1	4	4

CUADRO N°6

El resultado de los ensayos de compresión para cuatro bloques de cada tipo se presentan en el cuadro N°7 y los resultados de laboratorio se presentan en el anexo N°2.

TIPO	RESISTENCIA AREA BRUTA Kg/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA AREA NETA Kg/cm <sup>2</sup>
A	59.56	107.27
B	51.64	98.59
C	47.68	84.92
D	47.61	86.48

CUADRO N°7

Se puede apreciar que todos los tipos de mezcla utilizados cumplen con el requisito de la mínima resistencia de bloques que indica la Norma 60 Kg/cm<sup>2</sup>.

El tipo C es la Mezcla con el hormigón, y se nota que la resistencia es menor de la mezcla en que solo se usa la dolomita, por lo tanto se descarta el uso de este hormigón en la fabricación de bloques porque resulta más caro la mezcla de dos agregados de diferentes canteras, por tanto elegimos la mezcla de (1 : 10)

También se tomaron probetas cilíndricas de cada proporción de bloques y los resultados se presentan en el anexo N°2

## **CAPITULO III**

### **FABRICACION DE BLOQUES DE CONCRETO**

Los bloques de concreto son Unidades de albañilería en formas de prismas rectos con cavidades interiores transversales que pueden ser ciegas por uno de sus extremos, y cuyos ejes son paralelos a uno de sus aristas premoldeados y fabricados con una pasta de cemento agua y agregados.

#### **1.- Definiciones**

Dimensiones nominales.- es la dimensión real más una junta de mortero.

Dimensiones.- Son las dimensiones reales que tiene determinada unidad de albañilería.

Largo .- Es la mayor dimensión de la superficie de asiento del ladrillo.

Ancho.- Es la menor dimensión de la superficie de asiento del ladrillo.

Alto.- Es la dimensión perpendicular a la superficie de asiento del ladrillo.

Area Bruta.- Es el área nominal al eje de los huecos sin descontar el área ocupada por éstos. Se obtiene de multiplicar sus dimensiones: largo por ancho.

Area Neta.- es el área bruta, descontando el área de los huecos

Dimensiones nominales de los bloques utilizados:

Para pared: Largo 39cm.  
Ancho 19cm.  
Alto 14cm.  
espesor 1"

Para " U " Largo 39cm.  
Ancho 19cm.  
Alto 14cm.  
espesor 1"

Para techo Largo 25cm.  
Ancho 30cm.  
Alto 15cm.  
espesor 3/4"

no se considero la fabricación manual porque en la zona donde se desarrolla en el presente estudio no se realiza

## **2.- Procedimiento de fabricación de bloques**

La dolomita no necesita ser saturado ni de otro proceso antes de ser mezclado

Definidas las dosificaciones se preparó cada mezcla mediante volteos a "pulso" Este mezclado debe ser en forma totalmente homogénea dando dos vueltas en seco y tres vueltas cuando se añadió el agua .La incorporación del agua al conjunto de agregados y cemento se realiza cuidadosamente hasta conseguir una mezcla uniforme y semiseca porque si es muy seca produce desmoronamiento y fisuración del bloque, y si es muy húmeda origina la modificación de las dimensiones por el asentamiento de la mezcla. En nuestro caso se empleo 40 litros de agua por bolsa de cemento.

## **3 .- Moldeo y desmolde**

-Después de mezclado se lleva el material a los moldes de la máquina vibro-compactadora, la duración del vibrado y el método del llenado deben permitir la distribución correcta y uniforme del concreto en todas las partes del molde, También el tiempo de vibrado y la potencia del

motor de la máquina vibradora son factores que influyen notablemente en la resistencia de los bloques. Los bloques son sacados de la máquina en unas tablas (parihuelas) que a su vez sirven para transportarlo cuidadosamente al lugar donde se inicia el proceso de secado y curado para no alterar las dimensiones y características de los bloques, este proceso se realiza bajo sombra produciendo cuatro bloques por tanda debiendo resultar el compactado y acabado de los bloques sin segregación ni exudación, para poder desmoldar con facilidad y no se presenten fisuras ni agrietamiento de las unidades.

- Otra forma consiste en llevar la mezcla a un molde que es colocado sobre una mesa vibradora por un tiempo de 15" para luego desmoldarlo sobre una superficie debidamente acondicionada para iniciar el secado del bloque.

#### **4.- Curado y Secado**

El curado es importante en la calidad y uniformidad de los bloques, más aún considerando la consistencia muy seca del concreto .

Después de 6 horas de su fabricación y durante las primeras 24 horas de secado se cura por aspersion hasta que adquiriera una resistencia que permita el manipuleo de los bloques para luego sumergirlos en la poza de curado

durante siete días como mínimo Luego son apilados para su secado final, debiéndose emplear en obra después de 28 días de fabricados

#### **5.- Rendimiento**

El rendimiento fue de 32 bloques por bolsa de cemento (1:10) produciendo una cuadrilla de 1 operario + 1 peón 350 bloques en una jornada de 24 horas, para los ladrillos de techo de 50 por bolsa de cemento y para los bloques " U " 42 por bolsa de cemento.



## 6.- ANALISIS DE COSTO DE LOS BLOQUES

COSTO DE INSTALACION

EQUIPO VIBRO-COMPACTADORA

MESA VIBRADORA CON MOLDES (3 AÑOS)

1080Días x 360 bloque/día

$$S/ = \frac{1,500.0}{1080 \times 360} = 0.00514/\text{bloque}$$

Total S/. 0.00514/bloque

GASTOS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

$$S/ = \frac{500.00}{1080 \times 360} = 0.00128/\text{bloque}$$

Total S/ 0.00128/bloque

INSTALACION (10 AÑOS = 3600 días x 360 bloques/día)

Area de fabricación y almacenado

$$200m^2 \times S/20.00/m^2 = 4,000.00$$

$$\frac{4,000.00}{3600 \times 360} = S/ 0.003/\text{bloque}$$

Total S/ 0.003/bloque

COSTO DE FABRICACION

MATERIALES

CEMENTO = 0.03125 bls/bloque x 11.50 = S/ 0.359  
DOLOMITA = 0.0088 m3/bloque x 25.0 = S/ 0.220  
AGUA = 0.0015m3 x 5.00 = S/ 0.0075  
-----  
S/ 0.5865

Total S/ 0.5865/bloque

MANO DE OBRA

OPERARIO (1) =  $\frac{1 \times 8H \times 3.65}{360}$  = S/ 0.0811  
OPERARIO (1) =  $\frac{1 \times 8H \times 2.92}{360}$  =  $\frac{S/ 0.065}{S/ 0.146/BLOQUE}$

HERRAMIENTAS (3 % DESGASTE)

0.03 X 0.146 = S/. 0.0044 BLOQUE

CURADO

Riego por 1 día c/6 horas

agua = 0.005m3 x 5.0 = S/ 0.03  
mano de obra =  $\frac{S/ 0.03}{S/ 0.06/bloque}$

Costo Total: S/ 0.803/bloque

RESUMEN DE ANALISIS DE COSTOS PARA BLOQUES

PARTIDA : BLOQUE DE CONCRETO CON DOLOMITA UNIDAD :UN

=====  
Descripción Unid. Cantidad Precio Parcial Total  
=====

MATERIALES

Cemento	BOL	0.031	11.50	0.359	
Dolomita	M3	0.009	25.00	0.220	
Agua	M3	0.002	2.00	0.003	
			Costo de Materiales		0.58

-----  
MANO DE OBRA

Operario	HH	0.022	3.65	0.081	
Peón	HH	0.022	2.92	0.065	
			Costo de mano de Obra		0.15

-----  
EQUIPO, HERRAMIENTAS

Herramienta	3%M.O.	0.03	0.15	0.004	
Mesa Vibradora	Es	1.000	0.006	0.006	
Curado y Insta	Est	1.000	0.063	0.006	
			Costo Equipo, Herram.		0.073

-----  
COSTO TOTAL 0.803

**7.- Comparación de m<sup>2</sup> de albañilería con bloques vs  
albañilería con ladrillos**

Comparando los resultados de los análisis de Costos Unitarios por m<sup>2</sup> de muros construidos con bloques de concreto así como los construidos con ladrillos de arcillas podemos apreciar que resulta menor el costo tanto por materiales como en la mano de obra para los primeros, además de la posible eliminación de los revoques.

8.- ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

PARTIDA: ALBAÑILERIA DE BLOQUE CON DOLOMITA UNIDAD :M2

=====

Descripción	Unid.	Cantidad	Precio	Parcial	Total
-------------	-------	----------	--------	---------	-------

=====

MATERIALES

Bloque	U	12.50	1.20	15.00	
Cemento	BOL	0.16	11.50	1.84	
Arena	M3	0.02	34.00	0.78	
			Costo de Materiales		17.02

-----

MANO DE OBRA

Operario	HH	0.67	5.51	5.51	
Peón	HH	0.50	4.49	2.25	
			Costo de mano de Obra		5.94

-----

EQUIPO, HERRAMIENTAS

Herramientas:3% M.O.		0.03	5.94	0.18	
			Costo Equipo, Herram.		0.18

-----

			Costo Total		23.14
--	--	--	-------------	--	-------

9.- ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

PARTIDA : ALBAÑILERIA DE LADRILLO UNIDAD :M2

---

---

Descripción	Unid.	Cantidad	Precio	Parcial	Total
-------------	-------	----------	--------	---------	-------

---

---

MATERIALES

Ladrillo	U	39.00	0.45	17.55	
Cemento	BOL	0.22	11.50	2.51	
Arena	M3	0.03	34.00	1.05	
			Costo de Materiales		21.11

---

MANO DE OBRA

Operario	HH	0.88	5.51	4.85	
Peón	HH	0.65	4.49	2.92	
			Costo de mano de Obra		7.77

---

EQUIPO, HERRAMIENTAS

Herramientas:3% M.O.		0.03	7.77	0.23	
			Costo Equipo, Herram.		0.23

---

COSTO TOTAL 29.11

## CAPITULO IV

### ENSAYO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA

#### 1 .- ENSAYO DE DIMENSIONAMIENTO

En términos generales ningún ladrillo conforma perfectamente con sus dimensiones especificadas. Existen diferencias de largo ancho y alto estas imperfecciones geométricas inciden en la resistencia de la albañilería por esto se realiza el ensayo de la geometría de los bloques de concreto tomando en cuenta la Norma ITINTEC 339.005.

Se calcula la variación de cada dimensión con la siguiente ecuación:

$$T = DE - MP$$

donde:

T es Variación dimensional

DE es Dimensión especificada

MP es Medida promedio de cada dimensión

% T es Porcentaje de Variación

$$\% T = ( T/DE)100$$

DE	MP	T	%
39	38.35	0.65	1.67
14	14.08	0.08	0.57
19	19.05	0.05	0.27

CUADRO N°8

Se toman muestra al azar compuestas de 5 bloques cada una.

A las muestras se les toma las medidas cuatro por cada una de las dimensiones principales. En el cuadro N°8 se presenta el resumen y los resultados de laboratorio en el anexo N°3.

**Resultado:**

Podemos ver que los porcentaje de Variación Dimensional de los bloques de concreto son menores al 4% que indica la Norma E-070.

**2 .- ENSAYO DE ABSORCION**

El ensayo de absorción se realizó de acuerdo a la Norma ITINTEC 331.018.

Se considera la absorción de agua de un bloque al peso de agua expresada en porcentaje del peso seco. Se utilizaron para el ensayo medios bloques .



### Equipo

- Una balanza con una precisión de 0.5gr.
- Un horno de secado
- Un recipiente de agua

### Procedimiento:

Los bloques se calientan en el horno a una temperatura de 110°C a 115°C, se pesan después de enfriados a temperatura ambiente, se repite este procedimiento hasta no tener variación en el peso obteniéndose G3, luego se introducen los bloques en un recipiente con agua durante 24 horas, la temperatura del agua comprendida entre 15°C á 30°C, retirándose después los bloques, secando el agua superficial con un paño húmedo y se pesa obteniéndose G4.

$$A = \frac{G4 - G3}{G3} \times 100$$

donde:

A = Contenido de agua absorbida, en porcentaje

G3 = Peso del bloque seco, en gramos

G4 = Peso del bloque saturado en gramos

**Resultado:**

La absorción obtenida es el promedio de cinco bloques (Anexo N°3) el promedio es de 5.94% y es menor del 12% que la Norma indica como máximo.

**3.- ENSAYO DE SUCCION**

Es una medida normalizada de la velocidad inicial de absorción de agua, índice de la avidez de agua que tiene la unidad de albañilería y de la tendencia a quitársela del mortero de asentado; se expresa en unidades de grs/200cm<sup>2</sup>/min.

Para efectuar este ensayo se uso Norma ITINTEC 331.018. utilizamos medios ladrillos.

**Equipo**

- Un recipiente para agua con una profundidad no mayor de 1.25 cm y un largo y ancho cuya area no sea mayor de 2000cm<sup>2</sup>, la base del recipiente debe ser plana y horizontal manteniendo el nivel del agua de 2.5 mm. por encima de los soportes.
- Soporte para ladrillo, se usará dos barras idénticas de metal no corrosibles de sección rectangular de 0.5mm de altura y un ancho no mayor de 1.0cm.
- Una balanza de precisión a 0.5gr.

- Un horno de secado
- Un Cronómetro

**Procedimiento:**

Los bloques se secan en el horno a una temperatura de 110°C a 115°C, luego se pesan, se miden con precisión de 1mm, el largo y ancho de la superficie del bloque que estará en contacto con el agua.

Se coloca el bloque encima de los soportes del recipiente de agua tomando el tiempo de contacto durante un minuto, se mantiene el nivel de agua, agregando según sea necesario, al final del tiempo se saca el bloque y se seca el agua superficial con un paño húmedo, luego se pesa.

Si el área neta del bloque en contacto con el agua difiere de  $\pm 2.5\%$  de 200cm<sup>2</sup>, será necesario utilizar la fórmula:

$$A = \frac{200W}{L \times b}$$

Donde:

A = es el aumento del peso corregido en gr.

W = es el aumento de peso en gr.

L x b = el área neta de la superficie en contacto en cm<sup>2</sup>.

### **Resultado**

La succión promedio obtenida es de 25.5grs/200cm<sup>2</sup>/min. con un coeficiente de variación de 15.74% (los resultados se presentan en el anexo N°3) lo cual nos indica valores relativamente altos.

Se da como parámetro mínimo para el ladrillo de arcilla cocida 20gr/200cm<sup>2</sup>/min. Por lo cual es necesario saturar el material o humedecer las unidades como recomendación previa al asentado.

Los inconvenientes de una alta succión son uniones inadecuadas entre el mortero y unidad esto debido a la rápida pérdida de parte del agua absorbida, se deforma y endurece no logrando contacto completo e íntimo con la cara de la siguiente unidad, en el gráfico N° 8 se observa el efecto de succión del ladrillo en la adherencia del mortero aquí se aprecia que con succiones mayores de 20grs/200cm<sup>2</sup>/min. la influencia en la adherencia es significativa si no se humedece los bloques antes de asentarlos.

La succión es indispensables para que exista adhesión con el mortero, ya que ella es responsable de que los solubles del cemento, disueltos en el agua absorbida se incrustan y luego cristales en los microporos de la unidad dado así la adhesión, es decir que si no hay succión no hay adhesión con el mortero y la unidad. Sin

EFFECTO DE LA SUCCION DEL TABIQUE EN LA  
ADHERENCIA CON EL MORTERO

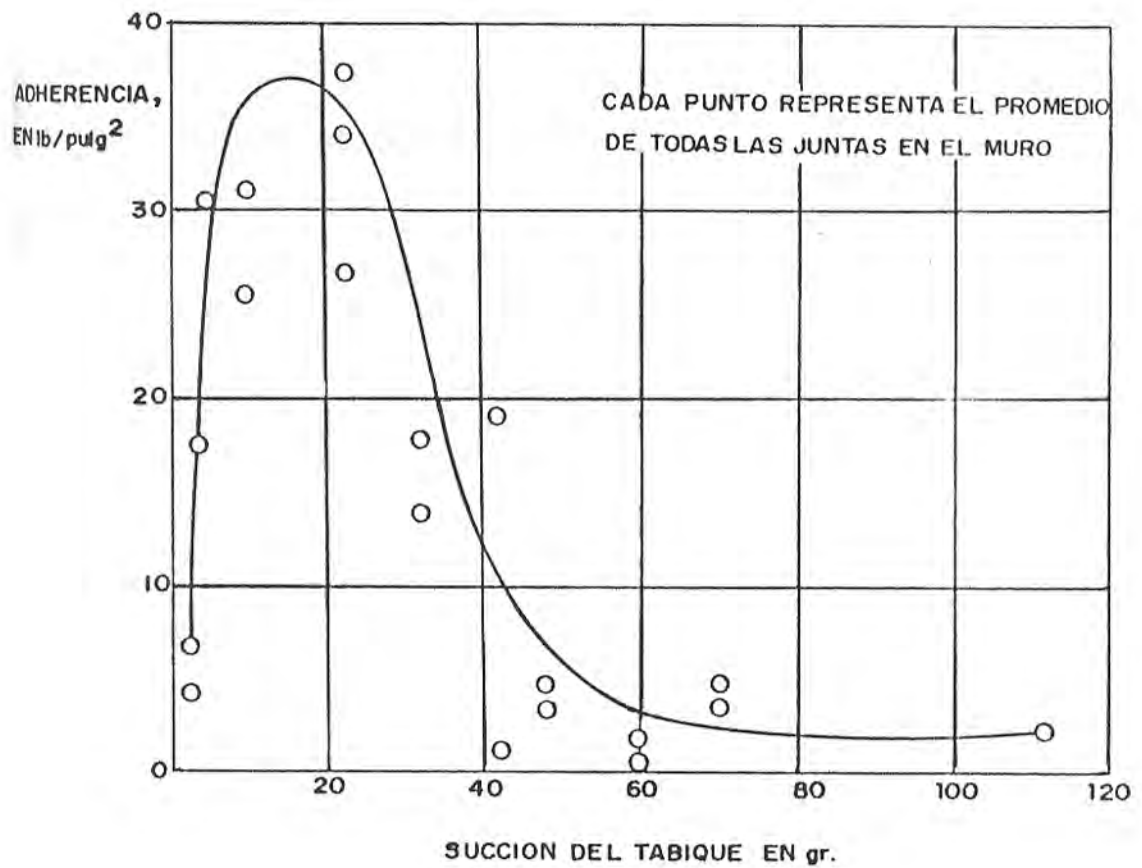


GRAFICO N°8

Gráfico obtenido del estudio de ININVI N°2167 Uso de Piedra pómez en la construcción primera etapa

embargo cuando es elevada ocasiona absorciones excesivas de agua, al poner en contacto el mortero con la primera unidad o bloque, impidiendo que la segunda (que se coloca encima) encuentre el agua y solubles necesarios.

#### 4.- ENSAYO DE COMPRESION AXIAL

El ensayo de compresión se realizo de acuerdo a la Norma de ITINTEC N° 339.007, siendo este ensayo indice de calidad de la resistencia más común.

$$f_b = \frac{F}{A}$$

F = fuerza de rotura en Kg.

A = Area del bloque en cm<sup>2</sup>

Se utilizaron unidades completas para el ensayo, a los bloques se enrazaron las caras con una capa de mortero plástico en volumen de (1:3) con un espesor de 3mm, esto evitará efectos de torcedura del bloque, obteniéndose de esta manera resultados más consistentes, esta capa se aplica por lo menos 24 horas antes del ensayo.

### **Equipo**

Se utilizó la máquina de compresión (TINIUS OLSEN ) con capacidad de carga hasta 150 Tn.

### **Procedimiento :**

El bloque coloca en la máquina de carga a compresión, cuyo plato está provisto de una rotula esférica.

El bloque debe estar centrado, la velocidad de carga fue de 6Tn. por minuto, se carga hasta la rotura del bloque.

### **Resultado:**

De los ensayo realizados (los resultados de laboratorio se presentan en el anexo N°3) obtuvimos:

$f'b = 86.5 \text{kg/cm}^2$  calificando como bloque tipo II de la Norma E-070

### **5.- ENSAYO DE DENSIDAD**

Nos permite determinar si un bloque es pesado o liviano, además nos da el indice de esfuerzo de la mano de obra o de equipos requeridos para su manipulación desde su fabricación hasta su asentado.

Para el cálculo de la densidad se ha dividido el peso del bloque entre su volumen (area neta por su altura  $290\text{cm}^2 \times$

19cm).

**Resultado:**

Es el promedio de 5 unidades (los resultados de laboratorio se presentan en el anexo N°3) 2.6g/cm<sup>3</sup>, lo cuales nos resultarán bloques pesados

La Norma de Albañilería E-070 indica:

Bloque tipo I Densidad Mínima 1.7 g/cm<sup>3</sup>

Bloque tipo II Densidad Mínima 1.6 g/cm<sup>3</sup>



## **CAPITULO V**

### **ENSAYO DE PILAS Y MURETES**

#### **ENSAYO DE PILAS**

##### **1.- ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

Este ensayo nos permite determinar la adherencia que existe entre el mortero y las piezas.

Se realizaron ensayos de corte directo sin confinamiento y confinados, se utilizaron pilas de tres unidades, para obtener la adherencia y el coeficiente de fricción.

Se fabricaron pilas:

Pila con bloque Tipo A (1:10) de cemento y dolomita y mortero de (1 : 5) de cemento, arena.

Las juntas de mortero es de 1.5cm, teniendo cuidado en su construcción en la horizontalidad y verticalidad.

Se ensayó después de los 28 días de asentado los bloques se enrazó las caras que estarían sometido a esfuerzo, con un mortero (1 : 3) de cemento - yeso.

**Equipo:**

Marco metálico de carga

Gata hidráulica provista con celda de 20 Tn. de capacidad.

Medidor de Deformaciones en milivoltios (STRAIN METER)

**Procedimiento:**

La pila se coloca en el marco de carga, luego es aplicado la carga con la gata, centrando en la cara del bloque del medio, si lleva confinamiento esto es aplicado por medio de otra gata en el sentido transversal, se aplica la carga hasta la falla de la pila.

Los resultados del ensayo de corte de pilas se corrigieron al promedio por

$$C = 1.5 ( 1 - CV )$$

$$\text{Esfuerzo corregido} = \text{esfuerzo promedio} \times C$$

$$C = \text{Corrección por el coeficiente de Variación}$$

$$CV = \text{Coeficiente de Variación}$$

Resumen del ensayo de corte directo, corregido por coeficiente de variación.

Pilas: con bloque tipo A (1 : 10) cemento , dolomita, Mortero (1 : 5) cemento, arena,

Confinamiento kg/cm <sup>2</sup>	Sobre Area Bruta kg/cm <sup>2</sup>	Sobre Area Neta kg/cm <sup>2</sup>
0.00	1.05	1.93
1.00	1.71	3.04
2.00	2.89	5.12

CUADRO N°8

Ajuste de la curva de esfuerzo cortante por el método de mínimos cuadrados

$$V = \mu + f\sigma$$

Donde:

V = Esfuerzo Cortante resistente

$\mu$  = Resistencia por Adherencia

f = Coeficiente de fricción

$\sigma$  = Esfuerzo de Compresión Normal a la junta

$$Y = a_0 + a_1X$$

$$Y = a_0N + a_1\Sigma X$$

$$XY = a_0\Sigma X + a_1\Sigma X^2$$

$$\Sigma Y \Sigma X^2 - \Sigma XY \Sigma X$$

$$a_0 = \frac{\Sigma Y \Sigma X^2 - \Sigma XY \Sigma X}{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$$

$$N \Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y$$

$$a_1 = \frac{N \Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$$

Donde

a. = Constante

a1 = Coeficiente de Regresión

N = Números de especimenes

$$V = 0.96 + 0.92\sigma$$

$$V = 1.77 + 1.60\sigma$$

De los resultados del ensayo de corte, se concluye, que tiene una buena adherencia y un alto coeficiente de fricción, esto por tener la superficie de los bloques áspera de tal manera que el mortero "agarre" o pegue mejor, también se justifica su alto resultado en adherencia y fricción por tener el bloque huecos, donde el mortero trabaja al corte como un trabe mecánico.

## 2.- ENSAYO DE COMPRESION AXIAL DE PILAS

Este ensayo nos sirve para determinar el f'm resistencia de la mampostería ante cargas verticales. Este esfuerzo depende del efecto de interacción entre el bloque y el mortero ya que se trata de un material heterogéneo y anisotrópico, los componentes que la constituyen tienen características distintas de esfuerzo deformación al ser sometidas a cargas de compresión .

Las deformaciones verticales y transversales tienen un

comportamiento que depende de las propiedades elásticas de los materiales. En general el mortero es más deformable que la unidad o pieza de albañilería, por lo tanto esta aceptara mayores deformaciones transversales que la pieza sino hubiese restricciones debido a la adherencia y fricción en las caras o superficies de contacto que impide el deslizamiento relativo entre ambos, resultado de ello se tendrá una deformación transversal intermedia entre ambas.

El mortero más deformable, estará sometido a un estado de tensiones transversales en ambas direcciones, además de la compresión axial resultando un elemento en estado de carga triaxial con lo que se incrementa su resistencia en comparación con la compresión simple, en cambio el material más rígido la pieza reducirá su resistencia debido a las tensiones transversales. A todo esto se le denomina efecto de junta, resultado de ello se esperan valores de  $f'_m$  menores que el  $f'_b$  de la unidad.

Para esto se fabricaron cinco pilas con una relación altura-espesor ( $h/t$ ) aproximadamente de cuatro, las que tenían tres unidades de altura, los bloques se asentaron con una junta de mortero de 1.5cm, la construcción de las pilas se debe realizarlo un solo operario ya que la mano de obra influye en el mampostería teniendo cuidado en la verticalidad y nivelando cada bloque; 24 horas antes del

ensayo se enrazó con una capa de yeso cemento (1:3) de 3mm. de espesor. Las muestras se ensayaron después de los 28 días de construidos.

#### Características de las Pilas

Espesor de la junta	1.5 cm.
Número de hiladas	3
Espesor de la pila	14 cm.
Altura de la Pila	60 cm.
Esbeltez	4.28
Número de Pilas	5
Edad de Ensayo	28 días

#### Equipo:

- Marco metálico de aplicación de carga
- Gata hidráulica de 20 Tn. de capacidad, con celda de carga
- Medidor de deformaciones (Stain Meter)
- 2 Deformómetros.

#### Procedimiento

- Las pilas se colocaron en el marco de carga de tal manera que se encuentre verticalmente, se puso en la cara inferior y superior una plancha metálica, para

distribuir la carga uniformemente aplicada por la gata, sobre la plancha van los deformómetros a la izquierda y derecha para luego sacar un promedio de los dos deformómetros.

Se inicio el ensayo aplicando la carga, se toma lectura de la carga y deformación cada 500kg/cm<sup>2</sup>, se carga hasta la falla de la pila

El cálculo de la resistencia se realizo de cuerdo a la Norma de Albañilería que dice. El valor de  $f'_m$  será calculado dividiendo la carga de rotura por compresion de la pila entre el área neta cuando se trate de unidades huecas de albañilería . Se considerara como carga de rotura de la pila aquella que ocasiona la primera fisura de tracción en la unidad de albañilería.

La Norma indica que si el coeficiente de Variación de las muestras probadas excede del 10% el valor de  $f'_m$  sera obtenido multiplicando el promedio de todos los resultados por un coeficiente de Corrección por esbeltez ( C )

Depende de la relación altura- espesor de la pila  
Corrección por coeficiente de Variación

$$C = 1 - 1.5(CV - 0.10)$$

siendo la resistencia a compresión corregida

$$f'_m = C \times f_m (1 - 1.5 (CV - 0.10))$$

$f_m$  = resistencia promedio  
 $C$  = corrección por esbeltez  
 $CV$  = coeficiente de variación  
 $f'_m$  = resistencia corregida.

### Resultado

El promedio de 5 pilas es  $f'_m = 58.62 \text{ kg/cm}^2$  (los cálculos se presentan en el Anexo N°4) en nuestro caso el coeficiente de Variación es menor del 10% por esta razón no se corrige.

### 3.- MODULO DE ELASTICIDAD

Una de las propiedades importantes de la albañilería es el módulo de Elasticidad (  $E$  ), la cual se determina en base a los gráficos de carga deformación, la misma que varia con los materiales ,se toma la pendiente a los esfuerzos del 20% y 60% de resistencia a la rotura se calcula mediante la fórmula:

$$E = \frac{P_1 - P_2}{\text{Area} \times \frac{\Delta L}{L}}$$

donde :

$P_1$  = 60% de la carga de rotura

$P_2$  = 20% de la carga de rotura



A = deformación entre el 20% y 60%

L = longitud de la pila

**Resultado:**

El resultado del módulo de elasticidad es 14,691 kg/cm<sup>2</sup>  
(el cálculo se presenta en el anexo N°4

**Comportamiento de las pilas durante el ensayo**

Cuando llega a 80% de la carga máxima aproximadamente, se nota en las pilas fisuras verticales que se forman en las caras cortas, manifestándose mediante crujidos, la fisura se extiende a medida que se incrementa la carga llegando a la falla, la pila queda dividida en dos partes. Considerándose a esta falla tipo frágil, siendo la más común.

La formación de las grietas depende de la relación altura-espesor, si la relación es mayor que cuatro, la grieta se manifiesta vertical, y si es de menor que cuatro la grieta tiende a ser inclinada.

En los gráficos carga-deformación de las pilas se nota una deformación inicial fuerte, debido al reacomodo del caping (yeso-cemento) luego se estabiliza siguiendo un tramo lineal, hasta un 80% de la carga de rotura, luego aumenta el desplazamiento hasta la falla.

#### 4.- ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL DE MURETES

##### Fabricación de Muretes

Este ensayo tiene por finalidad determinar el comportamiento a carga lateral de la mampostería, también su resistencia a tensión y el mecanismo de falla.

Se fabricaron muretes con una longitud de dos bloques y una altura de cuatro hiladas, obteniéndose un murete cuadrado de 80x80 cm. se utilizó 6 bloques y cuatro medios bloques por cada murete.

Los muretes deben ser construidos por un mismo operario porque la mano de obra influye en la calidad de la mampostería verificando las juntas de 1.5cm. Se dejó bajo sombra por 28 días, para luego ensayarlos, pero 24 horas antes del ensayo se colocó un caping de cemento yeso (1:3) con un espesor de 3mm en las esquinas opuestas en la que se va aplicar la carga.

##### Equipo

- Marco metálico para la aplicación de las cargas
- Gata Hidráulica de 20Tn. de capacidad, con celda eléctrica de carga.
- Un medidor de deformaciones

### Procedimiento de Ensayo

Los muretes son montados en el marco de carga de tal manera que pueda recibir la carga diagonalmente, en las esquinas que reciben la carga se colocan unos perfiles metálicos en "L" para distribuir la carga. A continuación se aplica la carga mediante la gata, tomándose mediciones de carga-deformación cada 500kg. hasta la falla del murete.

### Cálculos

Para calcular el esfuerzo cortante ( $V_m$ ) se considera la carga de compresión dividida entre el área neta de la sección.

El esfuerzo cortante se corrigió por el coeficiente de variación (CV)

$$V_m = \frac{\text{carga aplicada}}{\text{Area neta}}$$

Esfuerzo cortante corregido  $V_m = 1.5 (1 - CV)$

para hallar el módulo de corte se considera la expresión

$G = 0.4E$  de las Normas de Albañilería.

$G =$  Módulo de corte

$E =$  Módulo de elasticidad

### **Comportamiento del Murete en el Ensayo**

En cuanto al tipo de falla, los muretes pueden fallar en diferente forma;

Falla por deslizamiento de las juntas (corte)

Falla por tensión diagonal y

Falla aplastamiento en compresión

Las fallas por tensión diagonal se produce en forma violenta la falla por corte produce primero fisuras en las juntas para luego fallar por deslizamiento de los bloques

### **6.- CUADRO COMPARATIVO DE ENSAYO CON OTROS MATERIALES**

La dolomita es un material que por su alto contenido de óxido de cal se puede emplear en la fabricación de bloques de concreto que comparandolo con bloques similares fabricados con otro tipo de agregados estos resultan de mayor resistencia

En el cuadro siguiente se resume las características de los bloques hechos con dolomita Vs los fabricados con otro tipo de agregados

## CUADRO COMPARATIVO DE ENSAYOS

### CON OTROS MATERIALES

(\*) KG/CM<sup>2</sup>

	DOSI FICA CION	ABSORCION ( % )	RESISTEN CIA EN LA UNIDAD f'c (*)	RESISTEN CIA EN PILA f'm (*)	MODULO DE ELASTICIDAD ( * )
BLOQUE PREVI CON ARENA EOLICA (MAQUINA)	1:4	13.50	75.00	43.04	26,574
BLOQUE PREVI CON ARENA EOLICA (MANUAL)	1:4	14.00	75.30	36.86	141,558
BLOQUE PREVI CON PIEDRA POMEZ	1:8	18.00	56.40	49.76	12,578
BLOQUE PREVI CON CONFITILLO	1:6	14.00	94.00	43.20	60,300
BLOQUE PREVI CON DOLOMITA	1:10	6.00	74.00	58.62	14,691
LADRILLO K.K. DE ARCILLA	---	12.00	160.00	86.00	15,000
LADRILLO K.K. REX	---	13.00	366.00	138.00	---
LADRILLO SILICO- CALCAREO	---	14.60	181.00	135.00	---

**CAPITULO VI**  
**EVALUACION DE LAS CONSTRUCCIONES**  
**EN TINGO MARIA**

**1.- EVALUACION DE LAS CONSTRUCCIONES EN TINGO MARIA**

En las edificaciones de la ciudad de Tingo María se emplea los bloques de concreto con dolomita existen pequeñas fabricas dispersas por toda la ciudad donde fabrican estos bloques, quienes empíricamente y buscando reducir sus costos tratan de obtener la mayor cantidad de bloques por bolsa de cemento.

Entre los problemas que se presentan en las edificaciones estan las rajaduras de las paredes en los alfeizer y en los dinteles, es notorio la falta de mano de obra calificada tanto en la fabricacion como en el uso apropiado de estos bloques, existe la tendencia de usar estos bloques como si se tratara de ladrillos de arcilla.

Análogamente a lo que ocurre con otros materiales de construcción, el concreto tiende a contraer al disminuir su contenido de humedad y cuando el bloque forma la pared, al estar restringida su libertad de movimiento, se desarrollan tensiones de tracción y corte, que según sea sus magnitudes, pueden provocar la aparición de grietas. El contenido de humedad, que generalmente se descuida, es el principal causante de las grietas que a veces se presentan en las paredes constituidas con bloques.

La condición ideal de humedad de un bloque, en el momento de su colocación en obra, es la que se aproxima más al grado de humedad promedio del ambiente seco al cual estarán expuestas las paredes una vez terminadas.

El contenido máximo de humedad de los bloques debe ser de 40% de su absorción.

Los bloques deben mantenerse en condición seca desde su entrega en obra hasta su colocación en la pared. Para ello se recomienda que se apilen sobre tablas o en otros soportes que los aíslen del contacto con el suelo. Las pilas se protegen de la humedad ambiente y de las lluvias cubriéndolas con láminas de polietileno u otras cubiertas impermeables.

El mojar los ladrillos es una práctica usual, en la mampostería con ladrillos de arcilla; pero para los bloques depende de la succión.

Otra precaución adicional que se debe tomar cuando se

interrumpe el trabajo, especialmente si amenaza lluvia, es la de cubrir la hilada superior con tablas u otro material similar. Todas estas recomendaciones son pocas costosas y asegurarán una construcción libre de defectos. Por otra parte la experiencia ha demostrado que los bloques demasiados húmedos pueden secarse, por estacionamiento adecuado y necesario después de su fabricación y de modo artificial y económicamente, soplando aire caliente, con un sencillo dispositivo, a través de los huecos y espacios entre los bloques apilados convenientemente y cubiertos con cubiertas impermeables. Todo ello hace que no se justifique, de modo alguno, que se coloquen bloques en las paredes con un contenido de humedad mayor del especificado.

## 2 .- Control de Agrietamiento

Las causas que pueden provocar el agrietamiento en la mampostería de bloques de concreto son similares a las que se originan en las mamposterías construidas con otros materiales, con la sola diferencia que la mayor rigidez de los elementos de la primera y la mayor distancia entre las juntas, hace que las grietas se definan con más nitidez que cuando se usan unidades de arcillas, que por sus menores medidas, no lo acusan en análoga forma.

En general las grietas eventuales no tienen importancia



estructural, pues no afectan la resistencia de la construcción y dado que están localizadas, su relleno puede ejecutarse fácil y económicamente con un mortero de cemento plástico.

No obstante, desde un punto de vista estético y aún psicológico conviene proyectar la construcción y usar una técnica constructiva adecuada, de manera de eliminar prácticamente la posibilidad de que se formen grietas.

Las causas de la fisuración pueden ser varias pero pueden agruparse en :

- 1) Proyecto o ejecución inadecuados
- 2) Deficiente calidad de los materiales.

En el primer grupo corresponde incluir a los siguientes factores:

a) Cimentación sobre suelos expansivos de baja capacidad portante sin tomar las precauciones correspondientes, utilizando bases incorrectamente diseñadas o ejecutadas.

b) Empuje o fuerzas laterales provocadas por techos, vigas, etc. ya sea derivados de una acción mecánica o por dilatación térmica de las estructuras, como ocurre en los techos con deficiente aislación.

c) Planos de debilitamiento puestos de manifiesto en correspondencia de aberturas o en irregularidades de la distribución.

d) Omisión de juntas de control, cuando éstas sean necesarias.

e) Bloques colocados con un contenido de humedad superior al especificado.

f) Mano de obra no calificada.

Entre las causas originadas en la deficiente calidad de los materiales, caben mencionar las siguientes:

a) Bloques de mala calidad, inicialmente fisurados.

b) Mortero inadecuado. Cada una de estas causas pueden actuar aisladas o concurrentemente con otras.

### **3.- Encadenados y refuerzos horizontales**

Los encadenados y refuerzos horizontales continuos se usan donde existe una tendencia a la contracción de tensiones, en especial sobre aberturas o correspondencia con los apoyos de los entrepisos. Estos refuerzos horizontales, además de contribuir a controlar el fisuramiento, confieren monolitismo a las paredes.

Un sistema económico y de fácil ejecución está constituido por bloques especiales para encadenados, en forma de " U " en cuyo interior se colocan en general, 2 barras de acero de 1.2cm. de diámetro, rellinando el interior con concreto.

Generalmente se disponen dos encadenados dentro de la pared, uno a nivel de la cimentación y otro en la parte superior de la pared, el que además de su función propia, sirve de apoyo a la cubierta, cualquiera sea el tipo adoptado para la misma.

Cuando la altura de la pared no es excesiva, y la distancia entre los dinteles y el borde superior de aquélla es reducida, una o dos hiladas a lo sumo, puede disponerse en encadenado superior a nivel de los dinteles, eliminándose éstos.

En paños de paredes sin aberturas, de gran extensión y altura, conviene disponer de un tercer encadenado a media altura y vincular a los tres encadenados entre sí, mediante refuerzos verticales en forma de columnas, ubicados cada tres o cuatro metros, que se obtiene armando los agujeros de los bloques que se corresponden en vertical, que luego se rellenan con concreto.

Otro sistema consiste en disponer dos barras de acero de 6mm. de diámetro, cada una, dentro del mortero de las juntas horizontales, en una o más hiladas. Estas armaduras deben circundar el perímetro de la construcción y su ubicación depende del tipo o pared a construir.

Otra forma apropiada de refuerzos horizontales consiste en emplear una malla de acero formada por dos barras longitudinales de 3.6mm. de diámetro cada una unidas mediante barras transversales soldadas cada 20 cm. La

longitud de empalme será de 25 cm. en este caso.

Este tipo de refuerzo debe preverse también en los alfeizer de ventanas y debe extenderse como mínimo 40 cm. a cada lado del vano.

Se debe modular las dimensiones de los muros tanto en ancho como en altura para de esta manera utilizar bloques enteros o medios bloques para reducir desperdicio en bloques, sobre todo cuando se trata de tabiquería para porticos porque en las bruñas de las uniones del muro con vigas o las columnas estas revientan.

Las tuberías de las instalaciones eléctricas y sanitarias deben ser empotradas en los huecos de los bloques y de ninguna manera picar los muros.

#### **4.- Características de los bloques y forma de trabajo en la zona**

-Las dimensiones de los ladrillos no son uniformes porque los moldes que se emplean difieren en dimensiones y espesores esto no permite uniformidad en los muros.

-Los moldes son de tres huecos, y las dimensiones son (15x20x40cm) y (1.9cm) de espesor obteniendose entre 50-70 bloques de concreto por bolsa de cemento

-El asentado de los bloques no es hasta una altura de

1.2m por jornada.

-La altura de las viviendas en esta zona (altura mínima = 3.00m) por estética se debe colocar dinteles en puertas y ventanas.

-Como los muros son tabiquería para porticos muchas veces el tarrajeo lo realizan después de 24 horas de asentado los bloques.

-No tienen el cuidado necesario para colocar las tuberías de instalaciones sanitarias y eléctricas, el muro lo pican en diagonal y muchas veces por completo.

-El espesor de las juntas no es uniformes dándose el caso muchas veces pasan de 3cm.

-La dosificación de los bloques para techo son mayores que para los bloques de pared .

-Para la fabricacion de los bloques la dolomita lo mezclan con hormigón de cantera. Dando como resultado un bloques de baja resistencia.

-No se acostumbra a curar los bloques de concreto.

-Existe la tendencia de construir con los bloques de concreto como si fueran los ladrillos de arcillas

- Actualmente La Universidad Agraria de La Selva (UNAS) ha implementado un centro de producción de bloques de concreto utilizando la dolomita donde se fabrican bloques de pared ladrillos de techo ,de cerco, ornamentales , etc.

- Los bloques estudiados se están empleando actualmente en las construcciones que realiza la UNAS, estos bloques son fabricados bajo un buen control de calidad superando las malas costumbres constructivas y de esta manera proyectarse a la comunidad

## **CAPITULO VII**

### **EJEMPLO DE APLICACION**

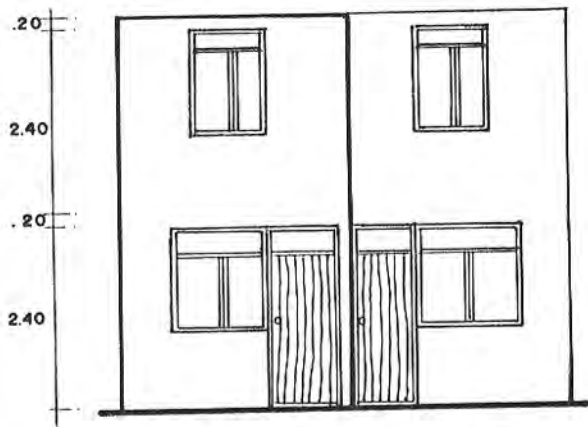
#### **1.- EJEMPLO DE APLICACION**

Para el ejemplo de aplicación mostrado se diseña una vivienda de albañilería de dos pisos cuyo plano en planta se presenta en la siguiente pagina, para el análisis se emplea el método de las rigideces, el cual nos determina la fuerza actuante en cada muro.

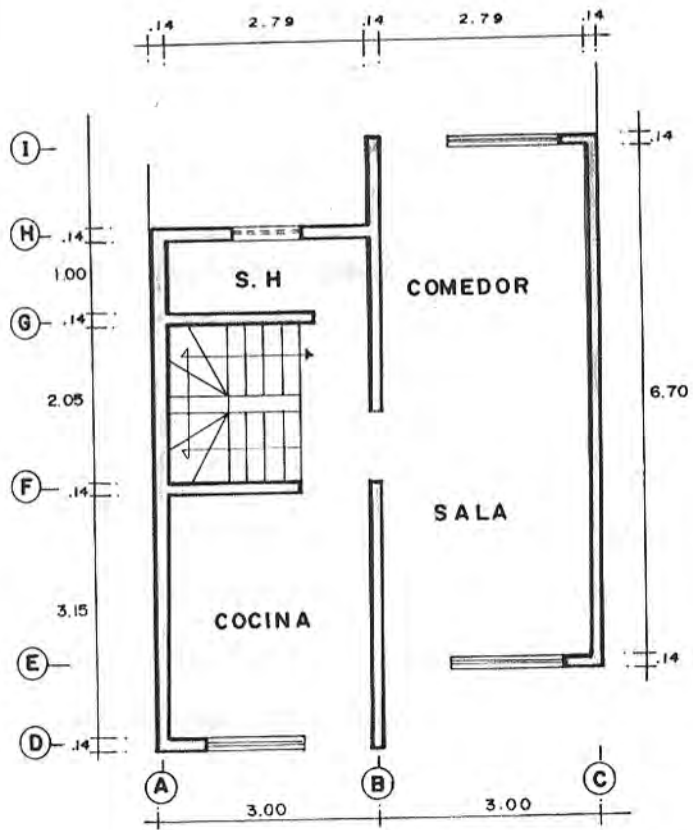
#### **2.- ANALISIS POR RIGIDECES**

Este análisis considera a los muros como placas rectangulares homogénea; se toma en cuenta las rigideces de los muros en el sentido que se realiza el estudio.

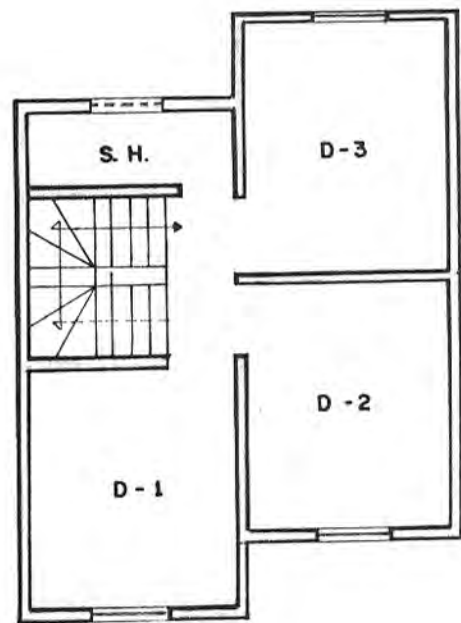
Se considera que la rigidez total del muro debido a los efectos de la deformación por flexión y corte viene dado por la siguiente fórmula



ELEVACION FRONTAL



1° PISO



2° PISO

PLANTA

Escala : 1/100



$$K = \frac{E t}{4 \left(\frac{h}{L}\right)^3 + 3 \left(\frac{h}{L}\right)}$$

K = Rigidez Kg/cm

E = Módulo de elasticidad de la  
Albañilería Kg/cm<sup>2</sup>

t = Espesor del muro (cm)

L = Longitud del muro (cm)

h = altura del muro (m.)

Area Techada 84m<sup>2</sup>

Muros = 14cm.

Losa aligerada = 20cm de espesor

a) Carga muerta por piso 350 kg/cm<sup>2</sup>

b) Peso del Muro 2600 kg/cm<sup>3</sup>

c) Carga Viva = 200kg/cm<sup>2</sup>

Esfuerzos obtenidos en laboratorio en especímenes

f'm = 58.62 kg/cm<sup>2</sup> (area neta)

f'm = 32.24 kg/cm<sup>2</sup> (area bruta)

V'm = 7.89 kg/cm<sup>2</sup> (area neta)

V'm = 4.36 kg/cm<sup>2</sup> (area bruta)

E = 14,691 kg/cm<sup>2</sup>

Altura del piso = 2.4m  
Peso de la albañilería = 2600kg/m<sup>3</sup>  
Espesor de muros = 14cm  
Longitud total de muros

1° piso = 28.80ml

2do piso = 35.20ml

### 3.- Metrado de cargas

Area techada 1er piso = 41.40

Area techada 2do piso = 41.40

-----  
Total = 82.80

2do nivel

Peso del muro =  $0.14 \times 35.2 \times 1.2 \times 2.60 = 15.38 \text{ T}$

Peso de la losa =  $42 \times 0.35 = 14.70 \text{ T}$

Peso de acabados =  $42 \times 0.1 = 4.2 \text{ T}$

25% C. V. =  $0.25 \times 0.2 \times 42 = 2.10 \text{ T}$

-----  
36.38T

1er nivel

Peso del muro	=	0.14 x 28.8 x 1.2 x 2.60	
+0.14 x 35.2 x 1.2 x 2.6			= 27.96T
Peso de la losa	=	42.0 x 0.35	= 14.70T
Peso de acabados	=	42 x 0.1	= 4.20T
25 % de C. V.		0.25 x 0.20 x 50	= 2.5T
			-----
			49.36T

$$P = 36.38 + 49.35 = 85.74T$$

CALCULO DEL CENTRO DE LA FUERZA CORTANTE

#### 4.- FUERZA SISMICA DE DISEÑO

$$H = \frac{ZUSC P}{RD}$$

H = fuerza cortante total en la base debido a la acción sísmica

Z = factor de zona: zona sísmica (2) Z = 0.7

U = factor de uso e importancia, U = 1

S = factor de suelo, suelo II S = 1.2

C = coeficiente sísmico C = 0.4

RD = factor de ductibilidad RD = 2.5

P = peso de la edificación

$$H = \frac{0.7 \times 1.0 \times 1.2 \times 0.4 \times 85.74}{2.5} = 11.52 \text{ T}$$

Fuerza Cortante en cada piso

$$F = \frac{FH \times W_i H_i}{\sum W_i H_i}$$

NIVEL		W <sub>i</sub> (Tn)	H <sub>i</sub> (m)	W <sub>i</sub> H <sub>i</sub>	F <sub>i</sub> (Tn)	V <sub>i</sub> (Tn)
2		36.38	4.8	174.62	6.86	
	2					6.86
1		49.35	2.4	118.44	4.66	
	1					11.54
		85.73		293.06	11.54	

CUADRO N°9

Cortante total

$$V_T = V_d + V_t$$

Cálculo del esfuerzo cortante directo (V<sub>d</sub>)

$$V_{dx} = \frac{K_i X / E}{\sum K_i X / E} \times H$$

$$V_{dy} = \frac{K_i Y / E}{\sum K_i Y / E} \times H$$

Cálculo de la fuerza cortante por torsión ( $V_t$ )

$$V_{tx} = \frac{M_x K_i X Y_i}{J}$$

$$V_{ty} = \frac{M_x K_i Y X_i}{J}$$

$$J = (\sum Y_i^2 K_i X + \sum X_i^2 K_i Y)$$

$$J = (9.609 + 221.598) = 231.21$$

$$Y = (\pm Y_{cr} - Y_i)$$

$$X = (\pm X_{cr} - X_i)$$

### 5.- Cálculo del centro de rigidez ( $X_{cr}$ , $Y_{cr}$ )

$X_{cr}$  ,  $Y_{cr}$  son abcisa y ordenada del centro de rigidez del total de muros respecto a sus ejes referenciales X,Y

$X_i$  ,  $Y_i$  son abcisa y ordenada del centro de rigidez del muro " i " respecto a los ejes referenciales

Los valores de  $\sum K_i Y X_i$ ,  $\sum K_i Y$ ,  $\sum K_i X Y_i$  y  $\sum K_i X$  son hallados en el anexo N°5

$$X_{cr} = \frac{\sum K_i Y X_i}{\sum K_i Y} = \frac{19.126}{4.096} = 4.68$$

$$Y_{cr} = \frac{\sum K_i X Y_i}{\sum K_i X} = \frac{104.41}{33.99} = 3.07$$

Centro de gravedad:

$$X_{cg} = 3.02m.$$

$$Y_{cg} = 3.94m.$$

Momento torsor actuante

$$M_x = H ( \pm Y_{cr} \mp Y_{cg} )$$

$$M_y = H ( \pm X_{cr} \mp X_{cg} )$$

$M_x$ ,  $M_y$  son momento torsor producido por  $H$  (fuerza sísmica) en el sentido  $x, y$ , respectivamente.

$X_{cg}$ ,  $Y_{cg}$  son abscisa y ordenada del centro de gravedad con respecto al eje de referencia  $x, y$ .

$$M_x = 11.88 ( 4.67 - 3.94 ) = 8.66$$

$$M_y = 11.88 ( 3.08 - 3.02 ) = 0.625$$

### Diseño de muros

Se considera el muro F1 en el sentido  $X$  esfuerzo 4,713Kg. El cálculo de este valor se presentan en el anexo N°5

**Determinación de la sección de concreto AC**

$$AC = \frac{0.9 V}{\sqrt{f'c}}$$

$f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$   
 $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$   
 $V = 4,713 \text{ kg.}$   
 $t = 0.14 \text{ m}$

$$AC = \frac{0.9 \times 4713}{\sqrt{175}} = 321 \text{ cm}^2$$

$$AC > 20t = 20 \times 14 = 280 \text{ cm}^2$$

tomamos 14 x 25 cm.

**Area de acero mínimo**

$$A_{\text{min}} = \frac{0.1 f'c \times AC}{f_y}$$

$$A_{\text{min}} = \frac{0.1 \times 175 \times 350}{4200} = 1.46 \text{ cm}^2$$

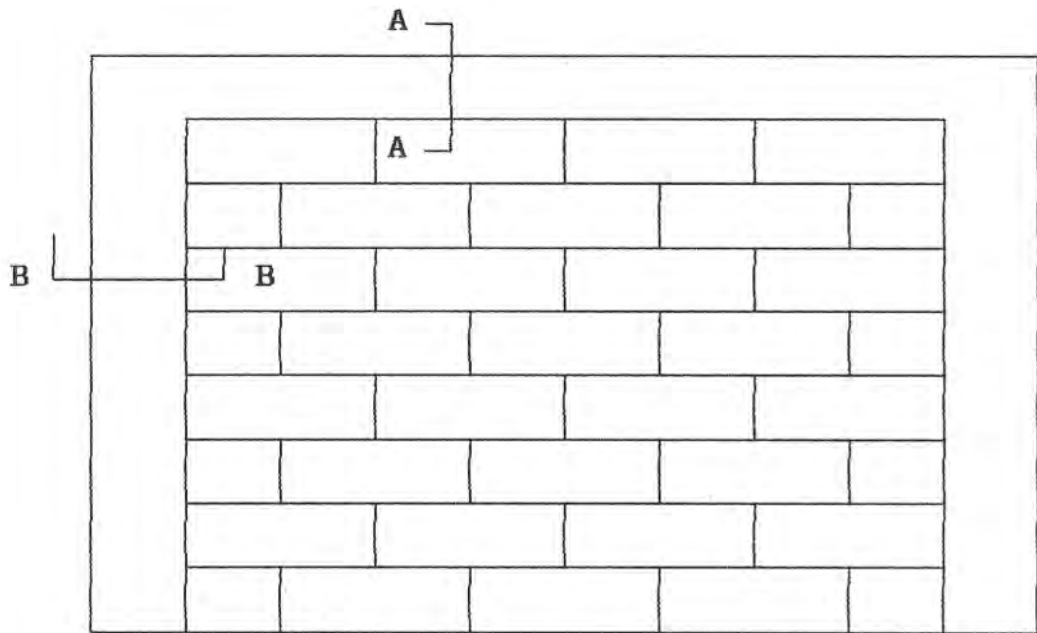


FIGURA N°5

Refuerzo horizontal (A - A)

$$1.4 V$$

$$A_{sh} = \frac{1.4 V}{f_y}$$

$$f_y$$

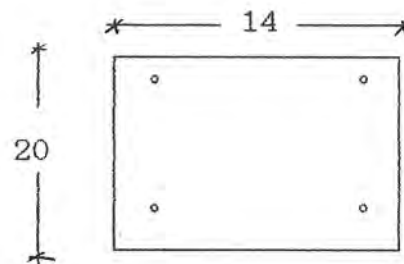
$$1.4 \times 4713$$

$$A_{sh} = \frac{1.4 \times 4713}{4200} = 1.57 \text{ cm}^2$$

$$4200$$

$$1.57 > 1.46 \text{ cm}^2$$

Usar  $4 \phi \text{ } 3/8''$





**Refuerzo vertical (B - B)**

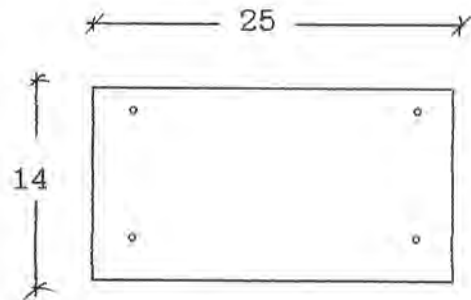
$$A_{sv} = \frac{1.4 V \times H}{f_y \times L}$$

$$A_{sv} = \frac{1.4 \times 4713 \times 240}{4200 \times 210} = 1.80 \text{ cm}^2$$

$$1.80 \text{ cm}^2 > 1.46 \text{ cm}^2$$

Usar 4  $\phi$  3/8"

Estribos de confinamiento



$$A_v/S = 1.5V/df_y$$

$$S = \frac{A_v f_y d}{1.5 V}$$

$$S = \frac{0.62 \times 4200 \times 21}{1.5 \times 4713} = 7.74$$

$$S_{min} = 21/2 = 10.5$$

Distancia mínima que se estribará

$$- 2.5d = 2.5 \times 21 = 52.5 \text{ cm.}$$

$$- 50 \text{ cm.}$$

$$\phi \ 1/4" \ 1 \ @ \ 05 \text{ cm, } 8 \ @ \ 7 \text{ cm } r \ @ \ 20 \text{ cm.}$$

### Verificación por compresión axial

El esfuerzo admisible está dado por:

$$F_a = 0.2 f'_m ( 1 - (h/35t)^2 )$$

$$F_a = 8.9 \text{ kg/cm}^2$$

Para el Muro B1

$$f_d = \frac{11150}{14 \times 360} = 2.2 \text{ kg/cm}^2$$

$$2.2 \text{ kg/cm}^2 < F_a \quad \text{OK!}$$

## **CAPITULO VIII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- Las propiedades de las unidades de albañilería están en función de la materia prima con que son elaboradas. En el presente trabajo se ha empleado la dolomita como materia prima, la dolomita es un material que por su alto contenido de óxido de cal se puede emplear en la fabricación de bloques de concreto que comparandolo con bloques similares fabricados con otro tipo de agregados estos resultan de mayor resistencia
- Respecto al análisis químico efectuado a la dolomita estudiada no presentan elementos que puedan dañar el concreto ni razgos que pueda presentarse efloroscencia.
- La imcoprporación de agua al conjunto de agregados y cemento se realiza cuidadosamente hasta conseguir una mezcla uniforme y semiseca porque si es muy seca produce desmoronamiento y fisuración del bloque y si es húmeda

origina las modificaciones en las dimensiones por el asentamiento de la mezcla

- El tiempo de vibrado y la potencia del motor son factores que influyen en la resistencia de los bloques.

- La resistencia promedio a la compresión de los bloques son:

con respecto al área bruta es: 39.64 kg/cm<sup>2</sup>

con respecto al área neta es : 70.55 kg/cm<sup>2</sup>

Los bloques se clasifican como bloque tipo II.

- La resistencia obtenida al mezclar la dolomita con hormigón de otra cantera no mejora la resistencia por lo no se recomienda esta practica.

- La resistencia promedio a compresión axial de pilas son:

Con respecto al área bruta es : 32.24 kg/cm<sup>2</sup>

Con respecto al área neta es : 58.62

Los bloques se clasifican como bloques tipo II

- Comparando el m<sup>2</sup> de albañilería construido con ladrillos vs la albañilería construida con bloques de concreto estos últimos son mas económicos, esta economía se debe al tamaño de los bloques demandan menor tiempo de

mano de obra y de mortero.

- Las Variaciones de las dimensiones cumplen con la Norma E-070 Las variaciones de todas las dimensiones son menores de 4% resultando de buena calidad para el asentado.

- La absorción es de 5.94% la Norma indica 12% como máximo, para bloques similares con piedra pomez la absorción es de 18.00%.

- La Succión es de 25.5gr por lo que se recomienda mojar los bloques antes de asentarlos. El R.N.C. indica que para los bloques no deben mojarse antes del asentando. Esta es una prueba que no necesita de equipo sofisticado por lo que se recomienda realizarlo para todo bloque cualquiera sea el agregado utilizado

-La densidad promedio es 2606 kg/m<sup>3</sup> resultando un bloque pesado otros bloques similares tienen una densidad en un rango de 500 - 2300kg/m<sup>3</sup>.

- El módulo de Elasticidad obtenido es de: 14,691kg/cm<sup>2</sup> y es similar a otras referencias que dan valores que varían entre (8500 - 20000kg/cm<sup>2</sup>)

- La relación  $E/f'm$  para pilas dan como resultado 251 según la Norma E-070 Albañilería da  $E/f'm=500$ . Para otros bloques similares estan en el rango de (250-450).
  
- Para las rajaduras que se presentan en las paredes por ser estas de gran altura y ancho se recomienda colocar encadenamiento en las paredes en la parte de la cimentación a media altura y la ultima hilada de la pared.
  
- Para los porticos tanto en altura como en ancho debe darsele medidas multiples de las diemisiones de los bloques
  
- Se deberá utilizar únicamente mano de obra calificada porque la calidad de la albañilería mejora con la mano de obra y la supervigilancia.
  
- Se recomienda la difusión de las Normas de Albañilería y las INDECOPI a nivel de toda la provincia de Leoncio Prado a traves de la Municipalidad.