

Santa Fe de Bogotá, D.C. 17 de Junio de 1998

Ingeniería **María Fernanda Salazar** Ciudad.-

Gustosamente me permito remitir a usted el Informe de Ensayos de Carga Lateral sobre muros "Royalco", armados transversal y longitudinalmente.

Estos ensayos fueron desarrollados desde febrero a mayo del año en curso.

Cordialmente,

LABORATORIO
DE MATERIALES
ENCUELA COLOMBIANA DE INGENIEMA

Carlos Alberto Rodríguez.

Anexo. Fotografías.



LUIS GUILLERMO AYCARDI · ARMANDO PALOMINO I. ALFREDO SANTANDER P. LGA 1540-08 AL CONTESTAR CITE ESTE NUMERO

Santafé de Bogotá D.C., Octubre 1 de 1998

Doctor: JORGE SIERRA ROYALCO Ciudad.

REF: SISTEMA ROYALCO

Nº 2117

Apreciado Doctor:

Me permito adjuntar los resultados y análisis del estudio de los muros del sistema ROYALCO.

Del análisis de los 12 modelos ensayados se concluye, a pesar de haber realizado muchas pruebas con elementos en los cuales no existirá perfecta coincidencia de las perforaciones horizontales, que los muros construidos con este sistema pueden ser diseñados como muros continuos de 10 cmt de espesor y con las normas NSR-98.

Atentamente,

LUIS GUILLERMO AYCARDI

LGA/pca



MUROS SISTEMA ROYALCO

ESTUDIO DE COMPORTAMIENTO



MUROS SISTEMA ROYALCO ESTUDIO DE COMPORTAMIENTO

1.- EL SISTEMA

El sistema ROYALCO es un sistema de construcción de muros de concreto mediante el uso de formaletas compuestas por módulos de la altura de un piso, que se ensamblan lateralmente hasta alcanzar la longitud deseada del muro.

Los elementos básicos se rellenan verticalmente de concreto y éste fluye también horizontalmente hasta llenar totalmente el muro gracias a que los módulos tienen perforaciones horizontales de 6.5x6.0 cmts aproximadamente con espacios de 2.5 cmts entre ellos.

Los paneles motivo del estudio son de 10 cm de espesor. En el sistema se pueden disponer armaduras tanto horizontales como verticales según los requisitos de cálculo y diseño estructurales.

La formaleta no se retira; se pretende que ella sea también el acabado final del muro.

Con el sistema puede emplearse naturalmente cualquier tipo de entrepiso.

2.- CONDICIONES ESTRUCTURALES

2.1. Características Generales



El sistema no es un sistema prefabricado; se trata de un sistema de construcción con muros vaciados en sitio, cuya única diferencia con un sistema de formaletas corrientes radica en el hecho de que no hay una conexión continua entre el concreto entre módulos; las conexiones horizontales son intermitentes porque ocurren solamente a través de las perforaciones horizontales de los módulos.

Esto equivale a decir que hay un aparente debilitamiento del concreto en los planos verticales de unión entre los módulos de formaleta, pero el sistema permite la colocación de refuerzo vertical donde lo requiera el diseño estructural y de refuerzo horizontal en las perforaciones horizontales que se quiera.

2.2 Conveniencia del estudio

Se hace conveniente efectuar un estudio para establecer hasta qué punto existe debilitamiento del concreto en los planos verticales ocasionado por el sistema de formaleta, lo cual podría alterar las condiciones de diseño habituales; debe establecerse en el diseño si el muro puede seguir siendo considerado integral y en qué condiciones.

3.- PROGRAMA DEL ESTUDIO

Por lo expresado, no es necesario un estudio de los elementos para falla por flexión, pues para este tipo de solicitación se cumplen todas las condiciones para la validez de las hipótesis comientes de diseño. Deben efectuarse solamente pruebas



que provoquen falla por fuerza cortante con el objeto de estudiar la magnitud de los esfuerzos resistentes de este sistema en tal condición.

Se estableció entonces un plan de pruebas básicas de las siguientes características:

- a) Muros de 2.40 mts de altura, lo que se considera altura de un piso, y anchos de 90, 135 y 236 centímetros; el espesor del muro, como se ha dicho es de 10 cm.
- b) Los muros fueron ensayados en posición horizontal, colocados sobre el piso, con un sistema de rodillos para evitar el rozamiento y sometidos a una aplicación monotónica de carga en el extremo superior.
- c) Se realizaron pruebas con y sin armadura horizontal.

4.- CONSTRUCCION DE LOS ELEMENTOS

Los elementos fueron también vaciados horizontalmente abriendo unas ventanas en el plano superior, en los primeros muros ensayados, no hubo coincidencia exacta entre las perforaciones horizontales debido a irregularidades en la fabricación de la formaleta. Esta circunstancia debilita aún más los planos verticales, pero en esas condiciones se efectuaron las pruebas.

Los muros fueron construidos y probados en los laboratorios de la Escuela Colombiana de Ingeniería bajo la supervisión del Ingeniero Carlos Alberto Rodríguez Florez.



5.- CARACTERISTICAS DE LOS MUROS

MURO	DIMENSIONES	ARMADURA VERTICAL	ARMADURA HORIZONTAL	RESISTENCIA DEL CONCRETO fo kg/cm²
1	92x240	12N6 - A37	NO	175
2	92x240	12N6 - A37	NO	175
3	135x240	12N6 - A37	NO	175
4	135x240	12N6 - A37	NO	189
5	236x240	12N6 - A37	NO	175
6	236x240	12N6 - A37	NO 8	168
7	114x240	12N6 - A37	NO	175
8	114x240	12N6 - A37	NO	175
9	90x240	12N6 - A37	N3 C25 A60	175
10	90x240	12N6 - A37	N4 C33 A60	175
11	135x240	12N6 - A37	N3 C25 A60	175
12	135x240	12N6 - A37	N4 C33 A60	175

6. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Se adjuntan gráficas carga - deformación de todos los elementos ensayados. En los siguientes cuadros presentamos un resumen de los resultados obtenidos.



6.1 Esfuerzos para los Muros sin Refuerzo Horizontal

MURO	ANCHO (cm)	CARGA MAXIMA (Kg)	$\frac{\Delta}{H}$ x1000 PARA CARGA MAXIMA	ESFUERZO CORTANTE APARENTE T (kg/cm ²)	EQUIVALENCIA
1	92	6640	6.3	7.21	$0.55\sqrt{f_{e}^{\cdot}}$
2	92	6000	2.7	6.52	$0.49\sqrt{f_c}$
3	135	10150	1.3	7.52	$0.57\sqrt{f_e'}$
4	135	14420	0.8	10.68	$0.78\sqrt{f_e^{'}}$
5	236	20100	4.6	8.52	$0.64\sqrt{f_e}$
6	236	20800	3.7	8.81	$0.68\sqrt{f_e}$
*7 -	114	9000	7.3	7.89	$0.60\sqrt{f_c}$
*8	114	9500	11.5	8.33	$0.63\sqrt{f_c}$

^{*} En los muros 7 y 8 existió perfecta coincidencia de las perforaciones horizontales.

6.2 Análisis

- a) En todos los casos anteriores la falla se produjo longitudinalmente por fuerza cortante, en los planos de unión entre los módulos de formaleta.
- No hay evidencia de influencia del ancho del muro en el valor del esfuerzo cortante.



- c) No hubo influencia clara de la no coincidencia exacta de las perforaciones horizontales en los valores de los esfuerzos de corte. (Muros 1 a 6 comparados con muros 7 y 8).
- d) En general los valores de Δ/H para la carga máxima son perfectamente aceptables y aunque no siguen una ley, sí fueron mayores para los muros 7 y 8 en los cuales hubo perfecta coincidencia de las perforaciones horizontales.
- e) El promedio del esfuerzo de corte de falla de estos muros sin refuerzo horizontal es $0.62\sqrt{f_c}$, bien acorde con el valor $0.53\sqrt{f_c}$ recomendado por el Código ACI y la Norma Colombiana de Construcciones Sismoresistentes NSR-98.

6.3. Resultados de Muros con Refuerzo Horizontal

MURO	ANCHO '	REFUERZO HORIZONTAL	CUANTIA	CARGA (Kg)
9	90	N3 C25 A60	0.0028	8970
10	90	N4 C33 A60	0.0038	8640
11	135	N3 C25 A60	0.0028	20700
12	135	N4 C33 A60	0.0038	19800

En todos los casos la falla fué por flexión, con manifestaciones claras de fluencia del acero longitudinal en la zona de tensión y en estados avanzados de deformación por compresión en la zona correspondiente.



7.- COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

- a) Los muros construidos con el sistema ROYALCO tienen condiciones completamente análogas a las que tienen los muros de concreto vaciado en sitio con formaletas corrientes.
- Las discontinuidades horizontales del concreto que se ocasionan por el sistema de formaleta no tienen influencia que deba tomarse en cuenta en el diseño estructural.
- El diseño estructural con el sistema de formaletas ROYALCO puede seguir las normas corrientes consignadas en los códigos vigentes.
- d) Deben colocarse siempre las armaduras mínimas tanto verticales como horizontales especificadas por las normas.



ANEXO A

ALL LYTES SUROSEO SESSO MERCEO

GRAFICAS DE COMPORTAMIENTO



ENSAYO: CARGA LATERAL MUESTRA: MURO "ROYALCO" ARMADO LONGITUDINAL Y TRANSVERSALMENTE

(Modulación no coincidente)

Cliente:

ROYALCO

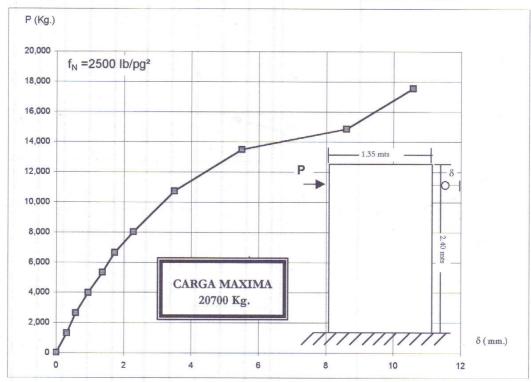
Fecha de ensayo abril 4 de 1998.

Fecha:

Junio 1 de 1998.

Informe:

No. 237



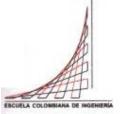
P = Carga (kg)

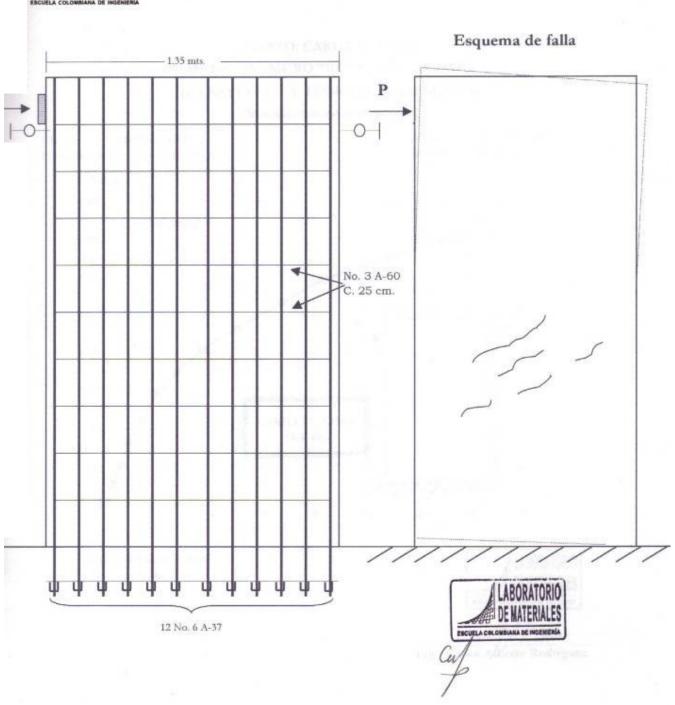
L = Lectura Deformimetro (mm.)

ESCUELA COLOMBIANA DE INGEN

Ing. Carlos Alberto Rodríguez









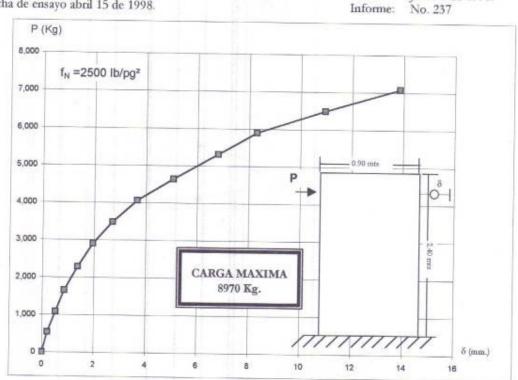
ENSAYO: CARGA LATERAL MUESTRA: MURO "ROYALCO" ARMADO TRANSVERSAL Y LONGITUDINALMENTE

(Modulación no coincidente)

Cliente: ROYALCO Fecha de ensayo abril 15 de 1998.

Fecha: Juni

Junio 1 de 1998.



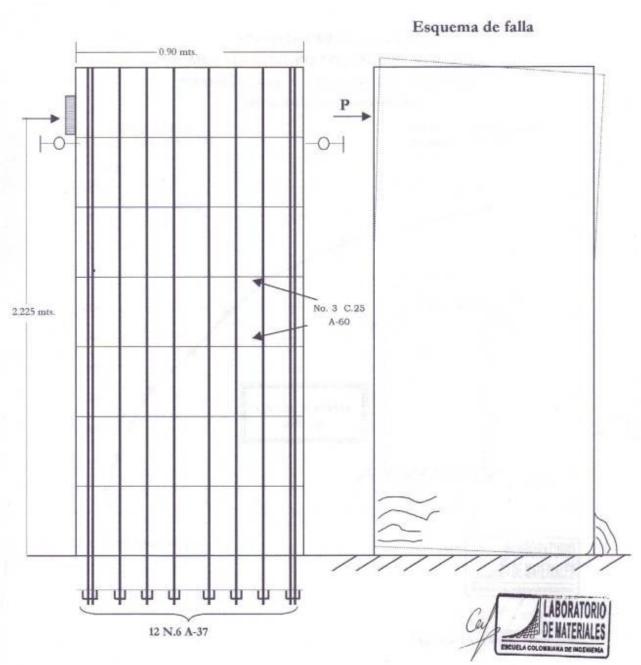
P = Carga (kg)

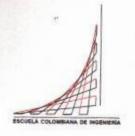
L = Lectura Deformimetro (mm.)

LABORATORIO
DE MATERIALES
ENCUELA COLONNIANA DE INGENIENTA

Ing. Carlos Alberto Rodríguez



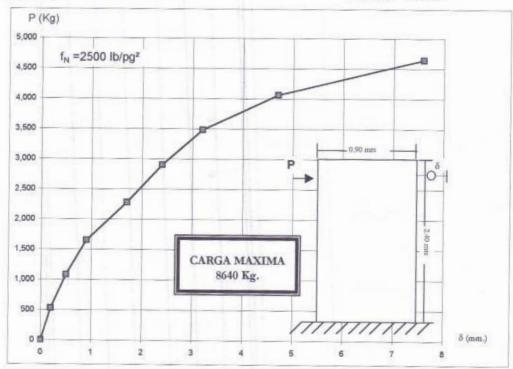




ENSAYO: CARGA LATERAL MUESTRA: MURO "ROYALCO" ARMADO TRANSVERSAL Y LONGITUDINALMENTE (Modulación no coincidente)

Cliente: ROYALCO Fecha de ensayo abril 18 de 1998.

Fecha: Junio 1 de 1998. Informe: No. 237

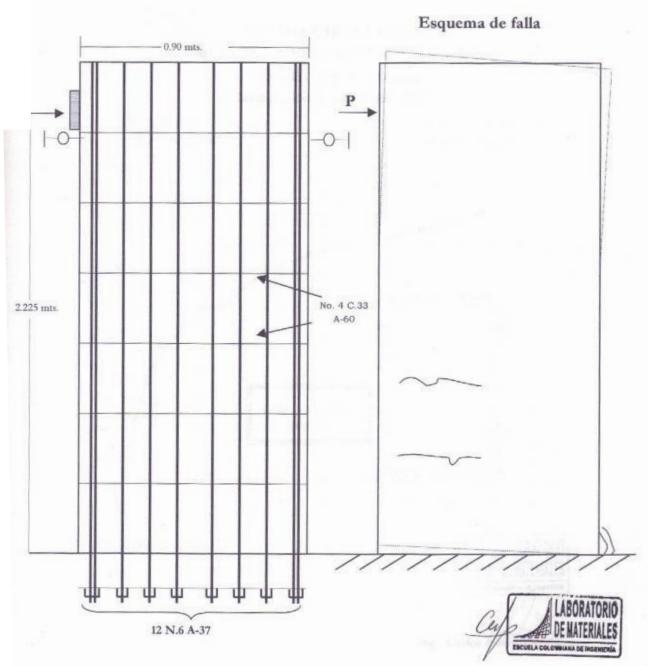


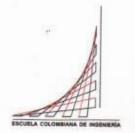
P = Carga (kg) L = Lectura Deformimetro (mm.)

DE MATERIALES
ENCUELA COLOMBIANA DE INGENIENA

Ing. Carlos Alberto Rodriguez







ENSAYO: CARGA LATERAL MUESTRA: MURO "ROYALCO" ARMADO

LONGITUDINALMENTE

Modulación Coincidente (M.C.)

Cliente:

ROYALCO

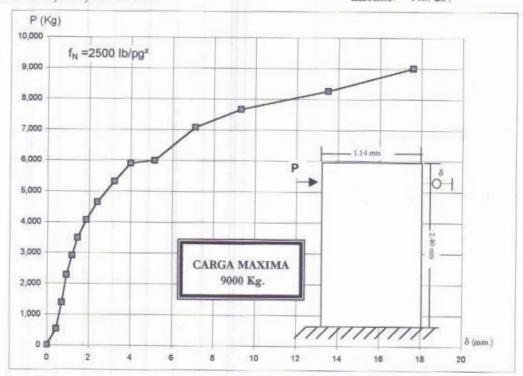
Fecha de ensayo mayo 20 de 1998.

Fecha:

Junio 1 de 1998.

Informe:

No. 237



P = Carga (kg)

L = Lectura Deformimetro (mm.)

LABORATORIO
DE MATERIALES
ENCUELA COLOMBIAMA DE INCENTEMA

Ing. Carlos Alberto Rodríguez



Esquema de falla - 1.14 mts. Grietas por juntas de módulos 12 N.6 A-37

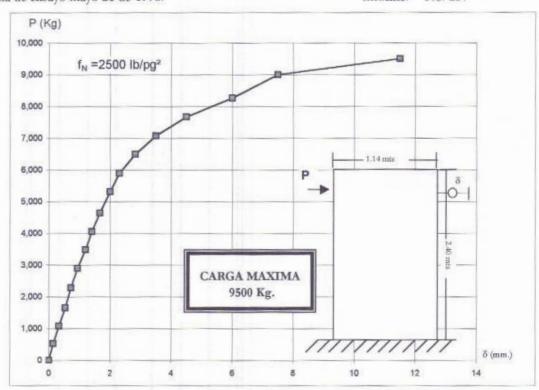


ENSAYO: CARGA LATERAL MUESTRA: MURO "ROYALCO" ARMADO

LONGITUDINALMENTE

Modulación Coincidente (M.C.)

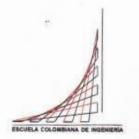
Cliente: ROYALCO Fecha de ensayo mayo 26 de 1998. Fecha: Junio 1 de 1998. Informe: No. 237

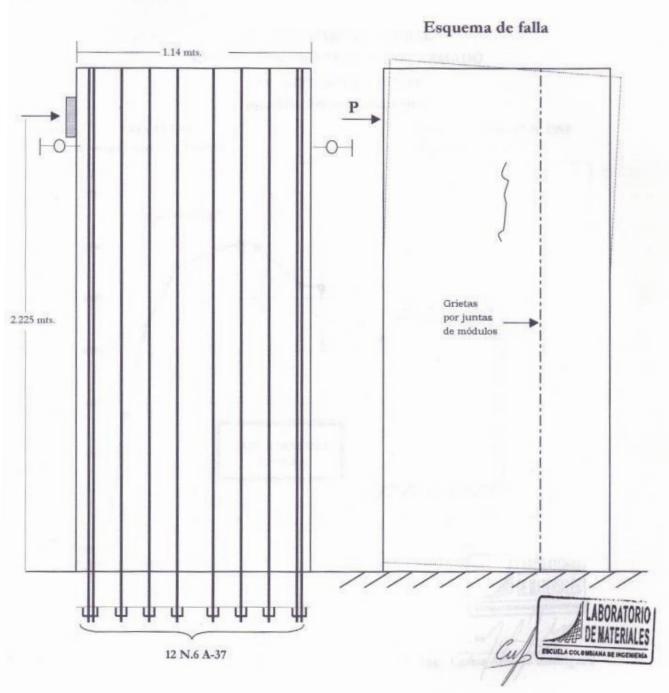


P = Carga (kg) L = Lectura Deformimetro (mm.)

LABORATORIO
DE MATERIALES
EBCUELA COLOMBIANA DE INGENIENIA

Ing. Carlos Alberto Rodríguez







ENSAYO: CARGA LATERAL MUESTRA: MURO "ROYALCO" ARMADO

LONGITUDINALMENTE

(Modulación no coincidente)

Cliente:

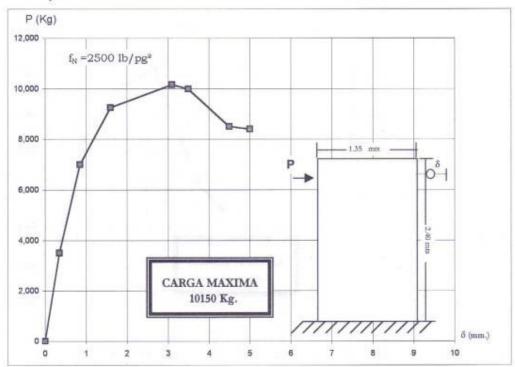
ROYALCO

Fecha:

Junio 12 de 1998.

Fecha de ensayo febrero 2 de 1998.

Informe: No. 274



P = Carga (kg)

L = Lectura Deformimetro (mm.)



Ing. Carlos Alberto Rodríguez



ENSAYO: CARGA LATERAL MUESTRA: MURO "ROYALCO" ARMADO LONGITUDINALMENTE

(Modulación no coincidente)

Cliente:

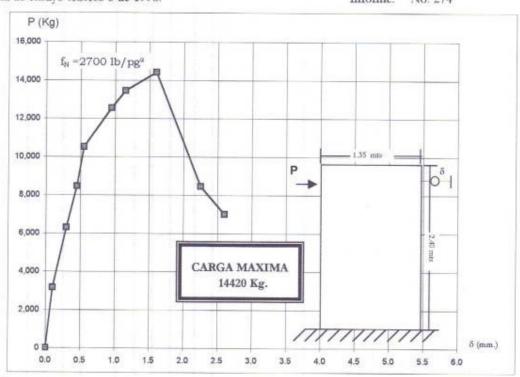
ROYALCO

Fecha de ensayo febrero 5 de 1998.

Fecha:

Junio 12 de 1998.

Informe: No. 274



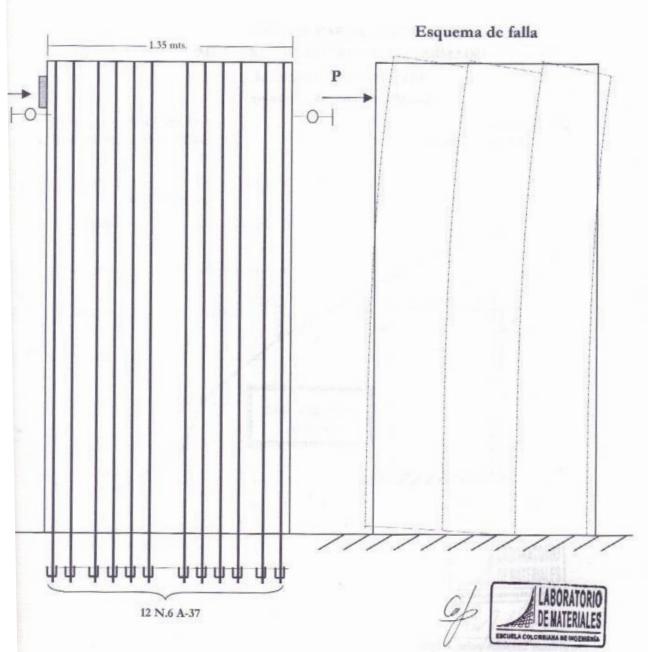
P = Carga (kg)

L = Lectura Deformimetro (mm.)

LABORATORIO
DE MATERIALES
ESCUELA COLOMBIANA DE INCEMENIA

Ing. Carlos Alberto Rodriguez







ENSAYO: CARGA LATERAL MUESTRA: MURO "ROYALCO" ARMADO

LONGITUDINALMENTE

(Modulación no coincidente)

Cliente:

ROYALCO

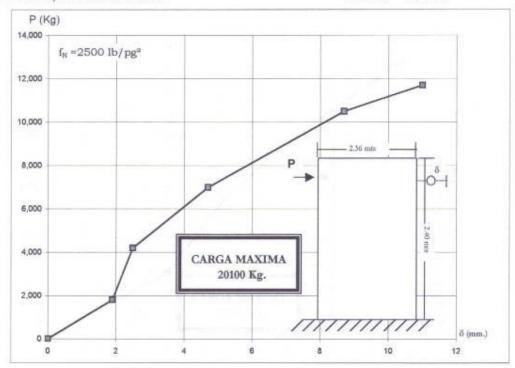
Fecha de ensayo febrero 25 de 1998.

Fecha:

Junio 12 de 1998.

Informe:

No. 276



P = Carga (kg)

L = Lectura Deformimetro (mm.)

LABORATORIO
DE NATERIALES
ENCUELA COLONDIAMA DE INGENIENA

Ing. Carlos Alberto Rodriguez



ENSAYO: CARGA LATERAL MUESTRA: MURO "ROYALCO" ARMADO

LONGITUDINALMENTE

(Modulación no coincidente)

Cliente:

ROYALCO

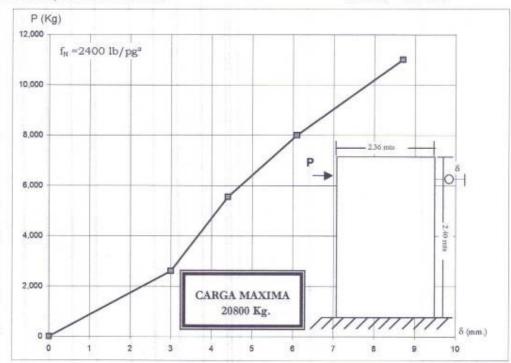
Fecha:

Junio 12 de 1998.

Fecha de ensayo febrero 10 de 1998.

Informe:

No. 276



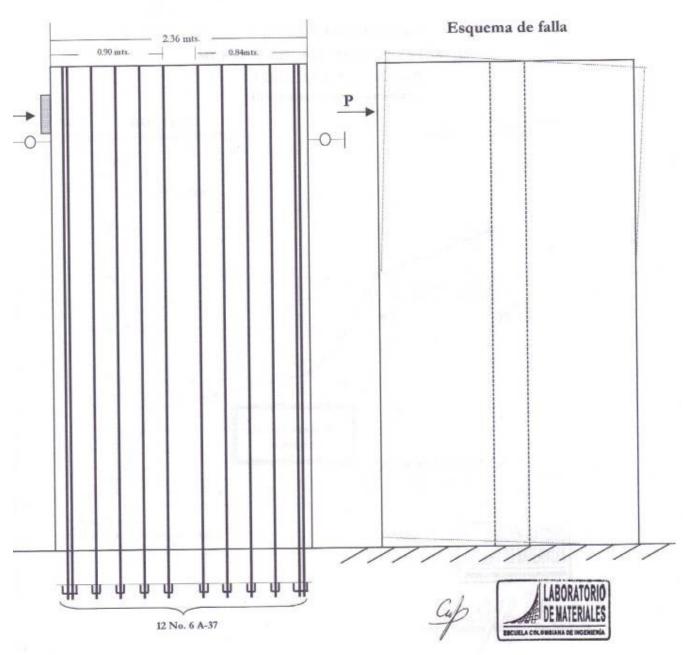
P = Carga (kg)

L = Lectura Deformimetro (mm.)

LABORATORIO
DE MATERIALES
ENCURLA COLOMBIANA DE MODEMENIA

Ing. Carlos Alberto Rodriguez







ENSAYO: CARGA LATERAL
MUESTRA: MURO "ROYALCO" ARMADO

LONGITUDINALMENTE

(Modulación no coincidente)

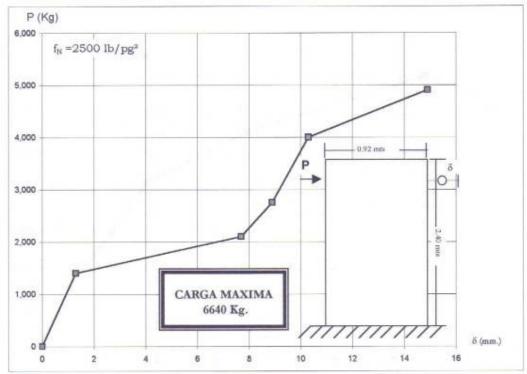
Cliente:

ROYALCO

Fecha de ensayo febrero 27 de 1998.

Fecha: Informe: Junio 1 de 1998.

No. 275



P = Carga (kg)

L = Lectura Deformimetro (mm.)

LABORATORIO
DE MATERIALES

Ing. Carlos Alberto Rodriguez



ENSAYO: CARGA LATERAL

MUESTRA: MURO "ROYALCO" ARMADO

LONGITUDINALMENTE

(Modulación no coincidente)

Cliente:

ROYALCO

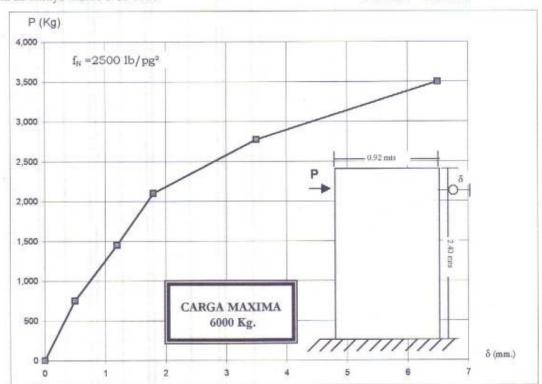
Fecha de ensayo marzo 3 de 1998.

Fecha:

Junio 1 de 1998.

Informe:

No. 275

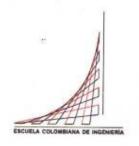


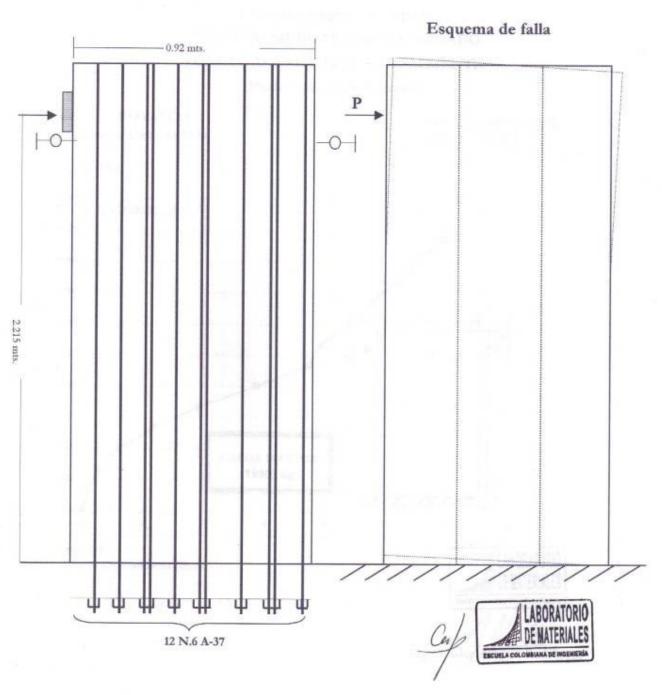
P = Carga (kg)

L = Lectura Deformimetro (mm.)

LABORATORIO
DE MATERIALES
EBCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA

Ing. Carlos Alberto Rodriguez







ENSAYO: CARGA LATERAL MUESTRA: MURO "ROYALCO" ARMADO LONGITUDINAL Y TRANSVERSALMENTE

(Modulación no coincidente)

Cliente:

ROYALCO

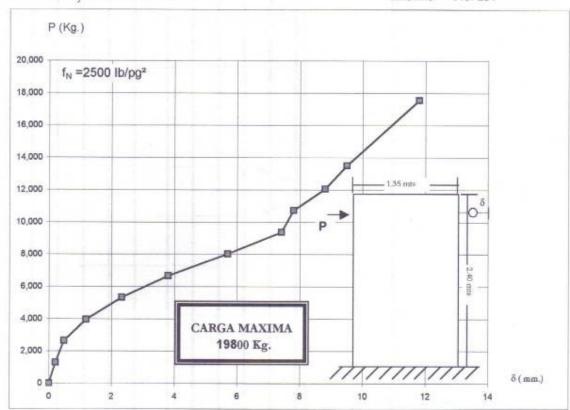
Fecha de ensayo abril 1 de 1998.

Fecha:

Junio 1 de 1998.

Informe:

No. 237



P = Carga (kg)

L = Lectura Deformimetro (mm.)

LABORATORIO
DE MATERIALES
ESCUELA COLOMBIANA DE INCENIENTA

Ing. Carlos Alberto Rodríguez

