

ANALISIS PARAMETRICO AL VARIAR LA GEOMETRIA
DE LOS MUROS DE MAMPOSTERIA EN CASAS DE
UNO Y DOS PISOS

JOSE FRANCISCO CONSUEGRA MURGAS
CONSTANTINO NIÑO PINTO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA
2007

ANALISIS PARAMETRICO AL VARIAR LA GEOMETRIA
DE LOS MUROS DE MAMPOSTERIA EN CASAS DE
UNO Y DOS PISOS

JOSE FRANCISCO CONSUEGRA MURGAS
CONSTANTINO NIÑO PINTO

Trabajo de Grado para optar al titulo
de Ingenieros Civiles

Director:
GUSTAVO CHIO CHO
Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA
2007

A DIOS,
A nuestros padres,
A nuestros amigos,
A nuestros hermanos,
A nuestros docentes.

AGRADECIMIENTOS

A Gustavo Chio Cho, Ingeniero Civil, director del proyecto, por su respaldo, confianza y colaboración oportuna.

A nuestros padres que nos brindaron todo su apoyo y respaldo, a lo largo de toda nuestra vida para alcanzar nuestras metas.

A la Universidad Industrial de Santander y todos los docentes que nos brindaron sus conocimientos para formarnos como excelentes profesionales.

A todos nuestros amigos.

Jose Francisco Consuegra Murgas
Constantino Niño Pinto

CONTENIDO

	pág.
OBJETIVOS	1
RESEÑA HISTORICA	2
INTRODUCCION	7
1. GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA	9
2. DESCRIPCION DE LA INFORMACION	11
3. DESCRIPCION DE LA METODOLOGIA SEGUIDA	13
4. MARCO TEORICO	15
4.1 Evaluacion de la masa	15
4.2 Calculo del periodo fundamental	16
4.3 Analisis de los esfuerzos obtenidos	28
4.4 Esfuerzos admisibles para compresión	28
4.5 Esfuerzos admisibles para compresión por flexion	29
4.6 Esfuerzos admisibles para traccion por flexion	29
4.7 Esfuerzos admisibles para cortante en muros	29
4.7.1 Esfuerzo cortante admisible en muros de mampostería no reforzada	30
4.8 Transformacion de esfuerzo plano	30
4.9 Esfuerzos principales	32
4.10 Circulo de mohr para esfuerzos	33
5. DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO DE CALCULO	35
6. ANALISIS DE RESULTADOS	72
6.1 Casa 1 de 1 piso	73
6.2 Casa 2 de 1 piso	87
6.3 Casa 3 de 1 piso	101
6.4 Casa 1 de 2 piso	115
6.5 Casa 2 de 2 piso	141
6.6 Casa 3 de 2 piso	168
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	195
8. BIBLIOGRAFIA	

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Nivel de Amenaza Sísmica	17
Tabla 2. Valores de Coeficiente de sitio	20
Tabla 3. Valores del coeficiente de importancia	22
Tabla 4. Esfuerzos admisibles para tracción por flexión en muros	29
Tabla 5. Evaluación de masas	40
Tabla 6. Evaluación de masas (continuación)	40
Tabla 7. Evaluación de rigidez	43
Tabla 8. Coeficiente de importancia	48
Tabla 9. Coeficiente de sitio	48
Tabla 10. Centro de cortante en X	51
Tabla 11. Centro de cortante en Y	52
Tabla 12. Centro de torsión en X	53
Tabla 13. Centro de torsión en Y	54
Tabla 14. Datos generales del nivel 1	54
Tabla 15. Evaluación de fuerzas en dirección X	56
Tabla 16. Evaluación de fuerzas en dirección Y	57
Tabla 17. Evaluación de efectos en dirección X	57
Tabla 18. Evaluación de efectos en dirección Y	59
Tabla 19. Cortante de diseño en dirección X	60
Tabla 20. Cortante de diseño en dirección Y	61
Tabla 21. Análisis de esfuerzos	62
Tabla 22. Análisis de esfuerzos (Continuación)	62
Tabla 23. Cálculo del módulo de cortante	64
Tabla 24. Esfuerzo admisible para compresión por flexión	64
Tabla 25. Esfuerzo admisible para tracción por flexión	65
Tabla 26. Esfuerzo efectivo para compresión	66
Tabla 27. Esfuerzo admisible para cortante	66
Tabla 28. Círculo de Mohr	68
Tabla 29. Círculo de Mohr (Continuación)	68
Tabla 30. Tabla principal de resultados casa 1 – 1 piso	78
Tabla 31. ICx (max) VS f'm, casa 1 – 1 piso	85
Tabla 32. ICy (max) VS f'm, casa 1 – 1 piso	87
Tabla 33. Tabla principal de resultados casa 2 – 1 piso	92
Tabla 34. ICx (max) VS f'm, casa 2 – 1 piso	97
Tabla 35. ICy (max) VS f'm, casa 2 – 1 piso	99
Tabla 36. Tabla principal de resultados casa 3 – 1 piso	106
Tabla 37. ICx (max) VS f'm, casa 3 – 1 piso	111
Tabla 38. ICy (max) VS f'm, casa 3 – 1 piso	113

Tabla 39. Tabla principal de resultados casa (1) 1 – 2 piso	120
Tabla 40. ICx (max) VS f'm, casa (1) 1 – 2 piso	125
Tabla 41. ICy (max) VS f'm, casa (1) 1 – 2 piso	127
Tabla 42. Tabla principal de resultados casa (2) 1 – 2 piso	133
Tabla 43. ICx (max) VS f'm, casa (2) 1 – 2 piso	138
Tabla 44. ICy (max) VS f'm, casa (2) 1 – 2 piso	140
Tabla 45. Tabla principal de resultados casa (1) 2 – 2 piso	147
Tabla 46. ICx (max) VS f'm, casa (1) 2 – 2 piso	152
Tabla 47. ICy (max) VS f'm, casa (1) 2 – 2 piso	154
Tabla 48. Tabla principal de resultados casa (2) 2 – 2 piso	160
Tabla 49. ICx (max) VS f'm, casa (2) 2 – 2 piso	165
Tabla 50. ICy (max) VS f'm, casa (2) 2 – 2 piso	167
Tabla 51. Tabla principal de resultados casa (1) 3 – 2 piso	174
Tabla 52. ICx (max) VS f'm, casa (1) 3 – 2 piso	179
Tabla 53. ICy (max) VS f'm, casa (1) 3 – 2 piso	181
Tabla 54. Tabla principal de resultados casa (2) 3 – 2 piso	187
Tabla 55. ICx (max) VS f'm, casa (2) 3 – 2 piso	192
Tabla 56. ICy (max) VS f'm, casa (2) 3 – 2 piso	194

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Las Pirámides de Egipto	3
Figura 2. Coliseo romano	4
Figura 3. La Basílica de San Pedro	5
Figura 4. Localización del municipio de Floridablanca	9
Figura 5. Losa de Entrepiso	15
Figura 6. Mapa de valores Aa	18
Figura 7. Tipos de perfiles	20
Figura 8. Transformación de esfuerzos	30
Figura 9. Transformación de esfuerzos actuantes	31
Figura 10. Plano Casa 1 – 1 piso	35
Figura 11. Selección de parámetros de calidad del ladrillo	39
Figura 12. Selección de datos para el periodo fundamental	46
Figura 13. Selección de parámetro para el espectro de diseño	46
Figura 14. Mapa de valores Aa	47
Figura 15. Espectro de diseño	49
Figura 16. Selección de parámetros para el cálculo del cortante basal	50
Figura 17. Cálculo de la fuerza horizontal equivalente	50
Figura 18. Gráfica ICx(max) VS Altura, casa 1 – 1 piso	79
Figura 19. Gráfica ICy(max) VS Altura, casa 1 – 1 piso	80
Figura 20. Gráfica ICx(prom) VS Altura, casa 1 – 1 piso	81
Figura 21. Gráfica ICy(prom) VS Altura, casa 1 – 1 piso	82
Figura 22. Gráfica ICx(max) VS f'm, casa 1 – 1 piso	84
Figura 23. Gráfica ICy(max) VS f'm, casa 1 – 1 piso	85
Figura 24. Gráfica ICx(max) VS Altura, casa 2 – 1 piso	93
Figura 25. Gráfica ICy(max) VS Altura, casa 2 – 1 piso	94
Figura 26. Gráfica ICx(prom) VS Altura, casa 2 – 1 piso	95
Figura 27. Gráfica ICy(prom) VS Altura, casa 2 – 1 piso	96
Figura 28. Gráfica ICx(max) VS f'm, casa 2 – 1 piso	98
Figura 29. Gráfica ICy(max) VS f'm, casa 2 – 1 piso	99
Figura 30. Gráfica ICx(max) VS Altura, casa 3 – 1 piso	107
Figura 31. Gráfica ICy(max) VS Altura, casa 3 – 1 piso	108
Figura 32. Gráfica ICx(prom) VS Altura, casa 3 – 1 piso	109
Figura 33. Gráfica ICy(prom) VS Altura, casa 3 – 1 piso	110
Figura 34. Gráfica ICx(max) VS f'm, casa 3 – 1 piso	112
Figura 35. Gráfica ICy(max) VS f'm, casa 3 – 1 piso	113
Figura 36. Gráfica ICx(max) VS Altura, casa (1) 1 – 2 piso	121
Figura 37. Gráfica ICy(max) VS Altura, casa (1) 1 – 2 piso	122

Figura 38. Grafica ICx(prom) VS Altura, casa (1) 1 – 2 piso	123
Figura 39. Grafica ICy(prom) VS Altura, casa (1)1 – 2 piso	124
Figura 40. Grafica ICx(max) VS f´m, casa (1) 1 – 2 piso	126
Figura 41. Grafica ICy(max) VS f´m, casa (1) 1 – 2 piso	127
Figura 42. Grafica ICx(max) VS Altura, casa (2) 1 – 2 piso	134
Figura 43. Grafica ICy(max) VS Altura, casa (2) 1 – 2 piso	135
Figura 44. Grafica ICx(prom) VS Altura, casa (2) 1 – 2 piso	136
Figura 45. Grafica ICy(prom) VS Altura, casa (2)1 – 2 piso	137
Figura 46. Grafica ICx(max) VS f´m, casa (2) 1 – 2 piso	139
Figura 47. Grafica ICy(max) VS f´m, casa (2) 1 – 2 piso	140
Figura 48. Grafica ICx(max) VS Altura, casa (1) 2 – 2 piso	148
Figura 49. Grafica ICy(max) VS Altura, casa (1) 2– 2 piso	149
Figura 50. Grafica ICx(prom) VS Altura, casa (1) 2 – 2 piso	150
Figura 51. Grafica ICy(prom) VS Altura, casa (1) 2 – 2 piso	151
Figura 52. Grafica ICx(max) VS f´m, casa (1) 2 – 2 piso	153
Figura 53. Grafica ICy(max) VS f´m, casa (1) 2 – 2 piso	154
Figura 54. Grafica ICx(max) VS Altura, casa (2) 2 – 2 piso	161
Figura 55. Grafica ICy(max) VS Altura, casa (2) 2 – 2 piso	162
Figura 56. Grafica ICx(prom) VS Altura, casa (2) 2 – 2 piso	163
Figura 57. Grafica ICy(prom) VS Altura, casa (2) 2 – 2 piso	164
Figura 58. Grafica ICx(max) VS f´m, casa (2) 2 – 2 piso	166
Figura 59. Grafica ICy(max) VS f´m, casa (2) 2 – 2 piso	167
Figura 60. Grafica ICx(max) VS Altura, casa (1) 3 – 2 piso	175
Figura 61. Grafica ICy(max) VS Altura, casa (1) 3– 2 piso	176
Figura 62. Grafica ICx(prom) VS Altura, casa (1) 3 – 2 piso	177
Figura 63. Grafica ICy(prom) VS Altura, casa (1) 3 – 2 piso	178
Figura 64. Grafica ICx(max) VS f´m, casa (1) 3 – 2 piso	180
Figura 65. Grafica ICy(max) VS f´m, casa (1) 3 – 2 piso	182
Figura 66. Grafica ICx(max) VS Altura, casa (2) 3 – 2 piso	188
Figura 67. Grafica ICy(max) VS Altura, casa (2) 3 – 2 piso	189
Figura 68. Grafica ICx(prom) VS Altura, casa (2) 3 – 2 piso	190
Figura 69. Grafica ICy(prom) VS Altura, casa (2) 3 – 2 piso	191
Figura 70. Grafica ICx(max) VS f´m, casa (2) 3 – 2 piso	193
Figura 71. Grafica ICy(max) VS f´m, casa (2) 3 – 2 piso	194

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Planos Arquitectonicos de las casas analizadas.	198
Anexo B. Isometricas de las casas analizadas.	203

RESUMEN

TITULO:

ANALISIS PARAMETRICO AL VARIAR LA GEOMETRIA DE LOS MUROS DE MAMPOSTERIA EN CASAS DE UNO Y DOS PISOS *

AUTORES:

Jose Francisco Consuegra Murgas

Constantino Niño Pinto **

PALABRAS CLAVES:

Mampostería, Índices de Comportamiento, Correlación.¹

DESCRIPCION:

El objetivo de este proyecto es dotar a la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander, de una hoja electrónica que pueda utilizarse para mejorar el conocimiento del comportamiento estructural de las casas en mampostería no estructural construidas en el área metropolitana de Bucaramanga al variar diversos parámetros de la geometría y calidad de los muros de mampostería.

Este análisis se realiza variando diversos parámetros de la geometría y calidad de los muros en mampostería con el fin de graficar sus Índices de Comportamiento Vs los parámetros analizados, para obtener las ecuaciones de correlación entre estos.

A la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, le interesa ser una institución de apoyo para este estudio (proyecto de investigación 8523 de Floridablanca).

Los escenarios en el que se realiza este trabajo son los barrios Santa ana, Altos de villabel, Carmen 5º etapa, Zapamanga 4º, 5º y 6º etapa, y por supuesto el barrio la Cumbre.

Estos barrios además presentan circunstancias socioeconómicas que pueden incidir en la construcción de viviendas.

El propósito de esta investigación es de acuerdo a una información recopilada en campo de los parámetros más importantes en las construcciones de la zona, para poder predecir su comportamiento ante un posible evento sísmico.

* Proyecto de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Gustavo Chio Cho.

SUMMARY

TITLE:

ANALYSIS PARAMETRICO ON HAVING CHANGED THE GEOMETRY OF THE WALLS OF MASONRY IN HOUSES OF ONE AND TWO FLATS *

AUTHORS:

Jose Francisco Consuegra Murgas

Constantino Niño Pinto **

KEY WORDS:

Masonry, Indexes of Behavior, Correlation².

DESCRIPTION:

The objective of this project is to endow to the school of Civil Engineering of the Industrial University of Santander, of a spreadsheet that can be in use to improve the knowledge of the structural behavior of the houses in not structural masonry built in the Bucaramanga's metropolitan area.

This analysis is realized changing diverse parameters of the geometry and quality of the walls of masonry in order to represent graphically its Indexes of Behavior Vs the analyzed parameters, to obtain the equations of correlation between these.

For UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, a supportive institution for this study he is interested in being (fact-finding project 8523 of Floridablanca).

The scenarios that this work comes true in are neighborhoods Santa Ana, Altos de Villabel, Carmen 5 stage, Zapamanga 4, 5 and 6 stage, and of course the neighborhood the Cumbre. These neighborhoods besides show socioeconomic circumstances that they can have an effect on residential construction.

The purpose of this investigation is according to information compiled at field of more important parameters at the zone's constructions, to be able to predict his behavior in front of a possible seismic event.

* Degree Project.

** Physical-Mechanical Engineer Faculty, Civil Engineering, Eng. Gustavo Chio Cho.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la separación, del espesor, altura y calidad del ladrillo de los muros en casas de vivienda de mampostería de uno y dos pisos, que se encuentran ubicadas en el área metropolitana de Bucaramanga

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar una hoja de cálculo en Microsoft Office Excel para realizar el análisis dinámico de casa de uno o dos pisos en mampostería.
- Variar los parámetros de altura, espesor y ancho de los muros en cada una de las edificaciones para poder analizar y comparar los resultados de los análisis dinámicos.
- Obtener graficas que correlacionen los parámetros con respecto al índice de comportamiento de las casas de 1 y 2 pisos.

RESEÑA HISTORICA³

Los primeros intentos del hombre para protegerse del frío y de los animales, se basaron en una mínima modificación del medio natural. La adecuación de cuevas a cavernas naturales y la confección de chozas rudimentarias con piedras pegadas con barro eran tentativas para lograr una morada estable que no presuponia una idea clara de construcción. En las burdas construcciones primitivas los grandes bloques de piedra eran utilizados sin modificaciones sensibles en su estado general. El empleo de unidades de material excesivamente grandes, determino una preponderancia exagerada de la estructura y en consecuencia una manifiesta desproporción entre el volumen del material de cerramiento y el espacio cerrado.

Para detallar lo que ha sido el desarrollo de la construcción basado en bloques a través de la historia, nos remontaremos a sumeria (4.000 A.C) donde inventaron la ciudad, la irrigación, la escritura, los números, la rueda y el molde. Produjeron ábacos de barro con paja, elaborados en moldes de madera y secados al sol.

Luego perfeccionaron la técnica y se producen los primeros ladrillos (adobe al horno), que se pegaban con betún o alquitrán.

En el antiguo Egipto, fueron muchas las obras construidas en mampostería. En donde predominaban las construcciones mortuorias como pirámides, cementerios y observatorios astronómicos, los cuales han sobrevivido a guerras, terremotos y decadencia, siendo hoy testimonio de una extraordinaria civilización. Sobresalen monumentos como los de Tebas, Karnak, Luzón; y Tumbas como las de Kefren, Micerino y Keops; esta última, llamada Pirámide de Gizeh, que es una de las mayores construcciones individuales que se hayan realizado. Su construcción se inicio en el año 2.700 A.C y duro aproximadamente veinte años, esta tiene una altura de 146.59 metros, una masa en piedra de 2'500.000 m³ y 2'300.000 bloques de piedra, con un peso promedio de 2,5 toneladas cada uno y pegados con mortero de yeso impuro, marcando el máximo desarrollo en la construcción de este tipo de tumbas, tanto por su tamaño como por la envergadura de los medios empleados en su erección.

³ H. Gallegos, H. Ramirez de Alba. Las Estructuras de Mampostería, Capitulo 1



Figura 1. Las Pirámides de Egipto.

Es en Caldea (Mesopotámica) donde la utilización del ladrillo (arcilla cocida) de características pétreas toma fuerza, dando lugar a construcciones como Babilonia, Tello, Ur y Nipur. Las mayores construcciones fueron los “Zigurats”, o montañas sagradas, hasta de 80 metros de altura y con la primera utilización registrada de mampostería en forma de arcos, bóvedas y revestimientos calcáreos. Las construcciones de tres y cuatro pisos escalonadas eran muy comunes. En el año de 1.275 A.C la construcción de Caldea se prolonga a Asiría, resultado del dominio de este pueblo, dándose la construcción de fortalezas y palacios (Nivine y Korsadad) con la mezcla de piedra con ladrillo y el adobe. Los persas comandados por Darío destruyeron la cultura Mesopotámica en el 538 A.C.

La cultura Persa no aportó nada de interés a las técnicas constructivas, utilizó el bloque de piedra copiado de los egipcios y los unieron con grapas de hierro.

El desarrollo del arte lleva a la construcción a su pináculo de nacionalización y estética. Es en Grecia donde el mármol y el granito equiparan los materiales en el adorno y continúan con su función de soporte. La construcción del palacio del Rey Minos comienza 3.000 A.C., donde se mezcla la madera y la piedra en bloques, pegada con mortero de barro. Luego se amplía la utilización del sistema a murallas, torreones y tumbas (marca el periodo Prehelénico). Del 700 A.C al 146 A.C se refina la arquitectura en monumentos civiles y religiosos de armonía y funcionalidad. Como muestra de ello, se encuentran los templos de Atenas en Tegea, el Tesio Y el Partenón en Atenas y el Apolo en Délos los cuales fueron construidos en mármol y el Templo de Zeus en Olimpia, Poseidón en

Paestum y muchos otros fueron construidos con piedra, generalmente la caliza. En todos ellos es posible constatar el perfeccionamiento constante que le imprimían los griegos a sus obras, los elementos eran meticulosamente estudiados y sus proporciones rigurosamente comprobadas.

En Roma es donde el trabajo en piedra llega a su cúspide, construyéndose un templo para cada Dios y un estadio para cada atleta. Se desarrollaron nuevas técnicas de construcción que facilitaron grandemente los trabajos de los constructores. Consistía en una mezcla de mortero y pequeños bloques que le permiten elevar muros muy gruesos y robustos, y también lanzar atrevidos arcos, bóvedas y cúpulas de enormes dimensiones. Para el siglo II A.C se difundió en el imperio el uso del ladrillo por sus cualidades de resistencia y economía. El ladrillo se empleó para formar el núcleo de los muros y para sus paramentos. El gusto de los romanos por las diversiones y los juegos crio nuevas estructuras colosales. En los anfiteatros se asistía a los combates de gladiadores, los teatros ofrecían el espectáculo de comedias y juegos escénicos, en los circos se celebraban ejercicios, desfiles y carrera de carruajes que apasionaban a los espectadores. Fueron muchos los monumentos que se construyeron en Roma, de los cuales se conservan hasta la fecha el coliseo romano con capacidad para 250.000 personas, el Panteón de Romano construido por Adriano (100-125 D.C) con 43 metros de diámetro y paredes en concreto con 6 metros de espesor, las Termas de Caracalla y Dioclesiano, los puentes de Alcalá, y de Gard en Francia, el viaducto de Segovia, de Mérida, Terragona en España y otros monumentos; dando testimonios incomparables de la majestuosidad del Imperio Romano.



Figura 2. El coliseo romano.

Para las civilizaciones antiguas, dominar la roca aprovechando su contundencia, bordes cortantes, soporte estructural o adorno; principalmente en construcciones de vivienda y religiosas fue algo excepcional. Es como vemos construcciones que perduraran hasta hoy, ejemplo de ello es la Gran Muralla China, Macchu Picchu, y Tenochtitlan entre otros; con materiales pétreos, muy bien seleccionados, con un detallado sorprendente y en los cuales su estabilidad se aseguro por reglas empíricas intuitivas; muy relacionadas con la experiencia de los fracasos.

Con el paso de los años la arquitectura pierde la unidad griega del contenido y de las formas artísticas como valor estético, o la grandiosidad y decoración romana; entrando a la edad media y renacimiento trayendo la conjunción de la forma y el espíritu en construcciones especialmente religiosas. La edad media se caracterizo por la construcción de castillos y catedrales, todos construidos totalmente en mampostería como soporte estructural, y sin ningún tipo de metal o madera. La mayoría de la catedrales europeas que se construyeron en esta época son de estilo Gótico, entre las mas importantes podemos citar la de Paris, Chartres y Reims en Francia, la de Milán en Italia, la de Colonia en Alemania y las catedrales de Lincoln en Inglaterra.

En el renacimiento, las catedrales son escasas y por lo general no alcanzan dimensiones majestuosas exceptuando la Basílica de San Pedro en Roma.



Figura 3. La Basílica de San Pedro.

Pasan los años y se llega a la utilización de hierro como material estructural, merced de la revolución industrial que posibilito su uso y cambio la

mentalidad arquitectónica hacia formas abiertas y aéreas. Los responsables fueron los Darby de Coalbrookdale que entre años 1709 y 1750 iniciaron a convertir el hierro bruto en un material apto para construir. La producción masiva del hierro, gracias a los trabajos y descubrimientos de Darby, fue un pilar decisivo en la evolución del mundo de la construcción, tanto así que “muere la mampostería”.

Aunque la mampostería ha estado ligada al desarrollo del hombre en toda la historia, hasta el momento se había utilizado sin refuerzo, y es en 1813 cuando se emplea refuerzo en una chimenea y en túneles en Inglaterra, contruidos con piezas de arcilla.

En 1824 se inventa y patenta el cemento Pórtland, por el ingles Joseph Aspdin. Con el descubrimiento del cemento se pensó en productos que no tuvieran que ser labrados, como la piedra y se desarrollo en 1850 el bloque de concreto. El bloque de concreto era sólido hechos a mano en cimbras de madera, muy pesado ya que era elaborado en un tamaño muy grande, y por ello difícil de manejar. A finales del siglo XIX se ideo hacer el bloque hueco, observando que sus propiedades continuaban siendo satisfactorias a pesar de los huecos y desde ese momento los bloques sólidos empezaron a desaparecer.

En el mismo año en que se inventa el bloque de concreto, se patenta el concreto reforzado. Y dieciséis años después, el francés Francois Hennebique construye factorías en Nantes y silos en Génova y Estrasburgo, utilizando por primera vez el concreto reforzado.

En 1866 se inventa el ladrillo silito-calcáreo, trayendo otra alternativa diferente para la construcción en mampostería.

En 1880, se construyen en Chicago, edificios destinados a almacenes, con muros de carga de ladrillos hasta de trece pisos; en dirección descendente el espesor de los muros se aumentaba en 10 cm. por cada piso de manera que en la planta baja, el espesor de los muros era de 1,80 m. Se había alcanzado un límite en muros de carga de mampostería pues se perdía una gran parte de las áreas útiles en las plantas bajas y la construcción resultaba antieconómica.

La mampostería había alcanzado su punto culminante y parecía que su uso había desaparecido. Y es en Francia, en el año 1889 donde se patenta un método para reforzar y construir edificios en mampostería, salvándola de desaparecer como método constructivo.

INTRODUCCION

Por milenios la humanidad ha construido toda clase de estructuras utilizando mampuestos de piedras, tierra, arcilla cocida, y en tiempos mas recientes, compuestos de cemento. Aun mas, en nuestro país la mayor parte de todas las edificaciones que se construyen anualmente están estructuradas con ladrillo de arcilla cocida o en concreto.

Los sismos fuertes que han tenido lugar hasta la fecha en nuestro país, un ejemplo es el sismo de Armenia en 1999; han mostrado en la mayoría de los casos, que las estructuras de mampostería estructural han sido las mas afectadas y han producido perdidas de vidas humanas considerables, comparadas con otros sistemas estructurales. En la mayoría de los casos, este tipo de falla ha estado relacionado con las deficiencias características de esta topología constructiva, como son: diseños deficientes, malas conexiones, diagramas de piso excesivamente flexibles y morteros de mala calidad, entre otros.

El sistema social y económico además de las elevadas tasa de crecimiento demográfico, lo que ha incrementado la densificación de ciudades obligan a diagnosticar, cuantificar y solucionar las situaciones planteadas cuando nos aquejan fenómenos naturales que afectan a una parte importante de nuestra población.

Colombia no escapa de esta problemática, pues debido a su geografía se ve amenazado por deslizamientos, erupciones volcánicas y movimientos telúricos. Por esta razón se han hecho estudios en diferentes ciudades del país (entre ellas el área metropolitana de Bucaramanga) que contribuyan a prevenir y mitigar eventos sísmicos, buscando así un mayor control sobre sus efectos.

Nuestra investigación se centra en el municipio de Floridablanca, Santander el cual es un importante asentamiento humano con peculiares características sismo-geotectónicas, evidenciando un sistema de fallas que la ubica en una zona alta de riesgo sísmico (zona DES según la NSR-98).

A la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, le interesa ser una institución de apoyo para este estudio (proyecto de investigación 8523 de Floridablanca).

Los escenarios en el que se realiza este trabajo son los barrios Santa ana, Altos de villabel, Carmen 5° etapa, Zapamanga 4°, 5° y 6° etapa, y por supuesto el barrio la Cumbre.

Estos barrios además presentan circunstancias socioeconómicas que pueden incidir en la construcción de viviendas.

El propósito de esta investigación es de acuerdo a una información recopilada en campo de los parámetros más importantes en las construcciones de la zona, para poder predecir su comportamiento ante un posible evento sísmico.

1. GENERALIDADES FISICAS DEL MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA

Floridablanca se encuentra localizada a ocho kilómetros al sur de Bucaramanga, capital del departamento de Santander, tiene una extensión de 100,35 kilómetros cuadrados, ubicado a 925 metros sobre el nivel del mar, temperatura promedio de 23 grados centígrados; limita al norte con los municipios de Bucaramanga y Tona, al Oriente con Tona y Piedecuesta, al sur con Piedecuesta y al occidente con Girón y Bucaramanga.

Su posición fisiográfica y su topografía quebrada, contribuyen a la formación de diferentes pisos térmicos que permiten la variedad de climas distribuidos así: cálido un 28% del territorio, con una temperatura promedio 23° C; templado el 49%, con una temperatura promedio 17,5° C y frío el 23% con temperatura promedio 12° C y a la existencia de una gran riqueza hídrica, representada en las subcuencas del Río Frío y Río de Oro bajo y medio; la primera está conformada por las microcuencas de Río Frío alto y bajo, Zapamanga y Aranzoque Mensulí y la segunda por la Microcuenca de Ruitoque.



Figura 4. Localización del municipio de Floridablanca.

Los suelos del municipio de manera general se pueden clasificar en tres zonas características:

1) Los suelos del macizo Santander localizados en la parte oriente entre los 1.200 y 3.200 m.s.n.m, con pendientes fuertes, desde las veredas Santa Bárbara, Vericute y Agua Blanca hasta el cerro la Judía, Ventanas y Morro Negro, con suelos de actividad agrícola, de conservación y reserva forestal respectivamente.

2) La zona de la Mesa de Ruitoque, al norte, entre los 1.000 y 1.400 m.s.n.m, clasificados como suelos de ladera y de meseta

3) La zona entre el macizo Santander y la mesa de Ruitoque, con una contextura ligeramente ondulada, entre los 600 y 1.000 m.s.n.m, que alberga a los valles de Mensulí y Río Frío y el casco urbano. Estas características fisiográficas y topográficas son condiciones propicias para un municipio con un gran potencial ecológico.

Floridablanca se encuentra localizada en una zona tectónicamente compleja y con alto grado de sismicidad, al hacer parte del denominado “Nido sísmico de Bucaramanga “a la presencia de importantes fallas activas como la “Falla Bucaramanga-Santa Marta” y la “Falla Suárez - Río de Oro”, por lo cual ha sido catalogada como “Zona de muy alto grado de sismicidad”

Corresponden a los datos recopilados desde 1.979 en la estación agrometereológica la Esperanza, de la C.D.M.B, localizada en Floridablanca a una altura de 1.000 m.s.n.m.⁴

⁴ P.O.T Municipio de Floridablanca-Santander. Oficina de planeacion, Alcaldía de Floridablanca.

2. DESCRIPCION DE LA INFORMACION

La información recopilada anteriormente y con la que trabajaremos fue captada en los barrios populares del municipio de Floridablanca. Para este estudio de acuerdo al **PROYECTO DE INVESTIGACION 8523 DE FLORIDABLANCA** fueron:

Santa ana, Altos de villabel, Carmen 5º etapa, Zapamanga 4º, 5º y 6º etapa, y por supuesto el barrio la Cumbre.

Este sector es en su mayoría estrato 2, en lo que respecta a uso de las viviendas casi la totalidad es para morada permanente, y en las pocas viviendas que hay negocio, los propietarios de estos son los dueños de las casas.

En lo referente a las características de las edificaciones, en general estaban constituidas de mampostería de ladrillo, las cuales son perfectas para el objetivo de nuestra investigación.

El la información que se nos fue facilitada para esta investigación encontramos que el proceso constructivo en los barrios Santa ana, Altos de villabel y la Cumbre es autoconstrucción, los barrios Zapamanga y el Carmen fueron construidos por urbanizadoras, pero varias de las viviendas de estos barrios presentan notorias reformas.

También podemos mencionar que muchos de los predios mencionados en la información suministrada no poseen confinamiento en ninguna de las plantas, aunque en general los muros presentan buena condición, y posee dimensiones constantes y correcta colocación. Además las casas de dos ó más pisos cuentan con una placa de entrepiso aligerada, y la cubierta casi siempre esta constituida por teja de asbesto-cemento.

La descripción de las viviendas se puede dar a nivel arquitectónico y estructural.

La gran mayoría de las casas se encuentran ubicadas en el estrato 2. Los lotes geoméricamente hablando presentan irregularidades en la mayoría de las casas, ya que el área de cada predio difiere la una de la otra.

Los materiales empleados en la construcción de las edificaciones son el concreto reforzado y el ladrillo cocido de arcilla.

Las casas por dentro presentan frisos y detalles, acabados en “obra blanca”, y la fachada en la gran mayoría de estos barrios esta terminada. Esto es muy importante resaltarlo para el análisis dinámico.

En la información suministrada observamos que predominaba el primer método de cimentación (terraceo).

El material más utilizado es el ladrillo cocido de arcilla, lo que respecta a ladrillo temoso, y el empleo de tapia pisada y adobe, no es una técnica representativa del sector.

3. DESCRIPCION DE LA METODOLOGIA SEGUIDA

La metodología con la que decidimos tomar curso a nuestra investigación, consiste en base a una información tomada en campo suministrada de investigaciones anteriores realizadas por el grupo de investigación INME, seleccionamos la información que concierne a planos de casas típicas en los sectores populares de Floridablanca, de los cuales procedimos a clasificarlas de acuerdo a la cantidad de pisos y al tipo de mampostería utilizada para su construcción, que cada una de estas casas poseen, esto con el fin de tener un registro para seleccionar las casas mas comunes y proceder a realizar el análisis dinámico por el método de la Fuerza Horizontal Equivalente (FHE).

Al haber seleccionado las casas de mampostería no estructural más comunes de 1 y 2 pisos, dimos comienzo al análisis dinámico por el método FHE.

Para alcanzar los objetivos planteados se llevo a cabo la siguiente metodología:

RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN GENERAL DEL TEMA A ANALIZAR

Recopilación de Información general que se pueda obtener de investigaciones anteriores, y independientes.

REVISIÓN DE INFORMACIÓN EXISTENTE

Revisión de información existente

Datos estructurales

Datos arquitectónicos

RECOLECCION DE INFORMACION ARQUITECTONICA.

Recopilación de nuevos planos arquitectónicos de casas en mampostería de 1 o 2 pisos, que contengan la información necesaria para poder efectuar el análisis parametrico y dinámico a cada una de estas casas.

ANALISIS DINAMICO

Analizar el comportamiento del método dinámico de fuerza horizontal equivalente en muros de mampostería, y sus posibles modificaciones.

Desarrollar una hoja de cálculo que facilite la utilización del método de fuerza horizontal equivalente para así, poder realizar el análisis dinámico final de estas casas.

CREACION DE GRAFICAS DE CORRELACION PARA CADA UNO DE LOS PARAMETROS EN MICROSOFT OFFICE EXCEL.

Creación de graficas de correlación que contengan la variación de parámetros de altura, espesor y calidad de las unidades de mampostería, con respecto al índice de comportamiento de las casas de 1 y 2 pisos.

REDACCIÓN DEL APORTE

Esta actividad se realizará a lo largo de todo el proceso, presentando informes al director del proyecto cada cinco (5) semanas con previa aprobación del tutor asignado.

4. MARCO TEORICO

4.1 EVALUACIÓN DE LA MASA

Para la evaluación de este parámetro se tuvo en cuenta la masa de los ladrillos, la del mortero de pega, de la placa, de la cubierta, los acabados. Vale la pena hacer la mención que los muros en dirección **X** los designamos con números de arriba hacia abajo, y los muros que se encuentra en la dirección **Y** se designaron con letras mayúsculas de izquierda a derecha

MAMPOSTERIA

- ❖ **LADRILLO**: el ladrillo mas utilizado en estas construcciones de estratos económicos 1 y 2 es el de arcilla hueco o bloque de absorción media de densidad 1800 Kg. /m³ densidades establecidas en la NSR 98 B.3.2.
- ❖ **MORTERO DE PEGA**: según las indagaciones realizadas a los habitantes propietarios en cuanto a la forma constructiva que utilizaron en la elaboración de sus casas se llevo a la conclusión de que la dosificación de la mezcla para el mortero de pega cumple con una densidad media de 2100 Kg. /m³ densidades establecidas en la NSR 98 B.3.2.
- ❖ **LOSA DE ENTREPISO**: en la mayoría de edificaciones ubicadas en ese sector se llevo a cavo un sistema de prefabricados de losa de entrepiso la cual tiene las siguientes dimensiones en cm.

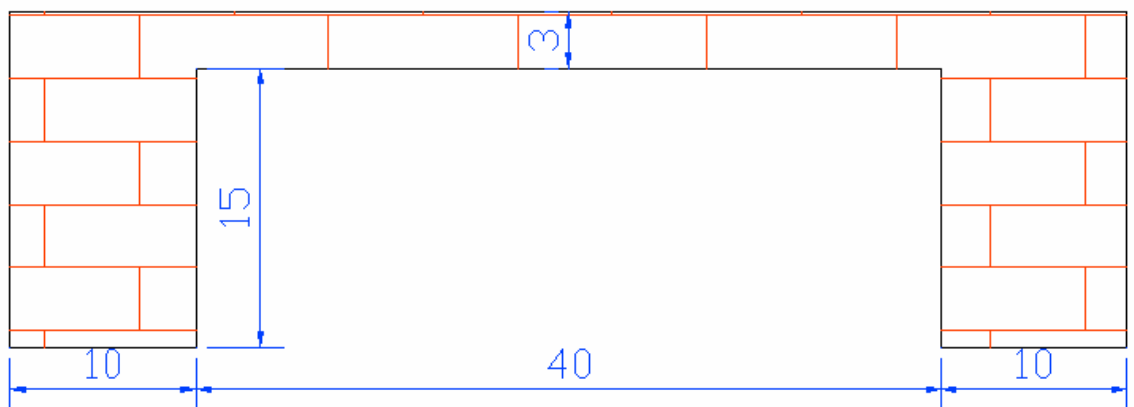


Figura 5. Losa de Entrepiso

Utilizando concreto reforzado de 2400 Kg. /m³ para la fundida de la placa superior y las viguetas.

- ❖ ACABADOS DE PLACA: se tomo como referencia un mortero de pega según la NSR 98 de 2100 Kg/m³ y un baldosín cerámico de 17 Kg/m².
- ❖ CUBIERTA: la cubierta de estas viviendas es de asbesto cemento de una densidad de 18 Kg/m².

4.2 CALCULO DEL PERIODO FUNDAMENTAL

Dentro de los estudios dinámicos de edificaciones se ha recurrido a la utilización de las teorías vistas en el libro **ANALISIS SISMICO DE EDIFICACIONES** de autoría de **ESPERANZA MALDONADO RONDON Y GUSTAVO CHIO CHO**.

Para nuestra investigación, vamos analizar las edificaciones por el método de Fuerza Horizontal Equivalente, teniendo en cuenta las limitaciones que este tiene. Para llevar a cabo la implementación del método de FHE, se deben determinar ciertos parámetros como:

- ✓ Localización Geográfica
- ✓ Determinación del Nivel de Riesgo Sísmico
- ✓ Coeficiente de Aceleración pico Efectiva para Diseño
- ✓ Efectos Locales
- ✓ Coeficiente de Importancia

- ✓ **LOCALIZACION GEOGRAFICA**

Según la NSR 98 en el capítulo A.2 se especifica que el lugar destinado para una edificación debe estar ubicado dentro del mapa allí consignado.

Para este trabajo se desea realizar una caracterización que conlleve a una microzonificación de la comuna dentro del municipio de Floridablanca para así tener un punto de referencia mas acorde a las condiciones locales y no estar dependiendo de un promedio regional dado la actividad sísmica presentada a diario en la zona andina y en caso específico en Floridablanca como parte del área metropolitana de Bucaramanga.

Todo este estudio es realizado con el objetivo de contribuir en una caracterización como base para mejorar el sistema constructivo futuro y así disipar un mayor impacto en la eventualidad de un sismo de magnitudes importantes.

✓ **DETERMINACION DEL NIVEL DE RIESGO SISMICO**

La comuna la cumbre de Floridablanca se encuentra situada en una zona según la NSR 98 clasificada como de alto riesgo sísmico en el Cap. A.2.; ya que es una zona donde los valores de Aa son mayores de 0.20.

TABLA A.2-1		
VALOR DE Aa Y NIVEL DE AMENAZA SISMICA		
SEGÚN LA REGION DEL MAPA DE LA FIGURA		
A.2-2		
Región No	Aa	Amenaza Sísmica
10	0.45	Alta
9	0.40	Alta
8	0.35	Alta
7	0.30	Alta
6	0.25	Alta
5	0.20	Intermedia
4	0.15	Intermedia
3	0.10	Baja
2	0.0075	Baja
1	0.05	Baja

Tabla 1. Nivel de Amenaza Sísmica

Se considera ZONA DE AMENAZA SISMICA BAJA, en aquellos lugares donde Aa es menor o igual a 0.10, la ZONA DE AMENAZA SISMICA INTERMEDIA es en aquellos lugares donde el valor de Aa es mayor de 0.10

pero no excede 0.20; y la ZONA DE AMENAZA SISMICA ALTA es en aquellos lugares donde el valor de A_a es mayor de 0.20.

Mapa de valores A_a

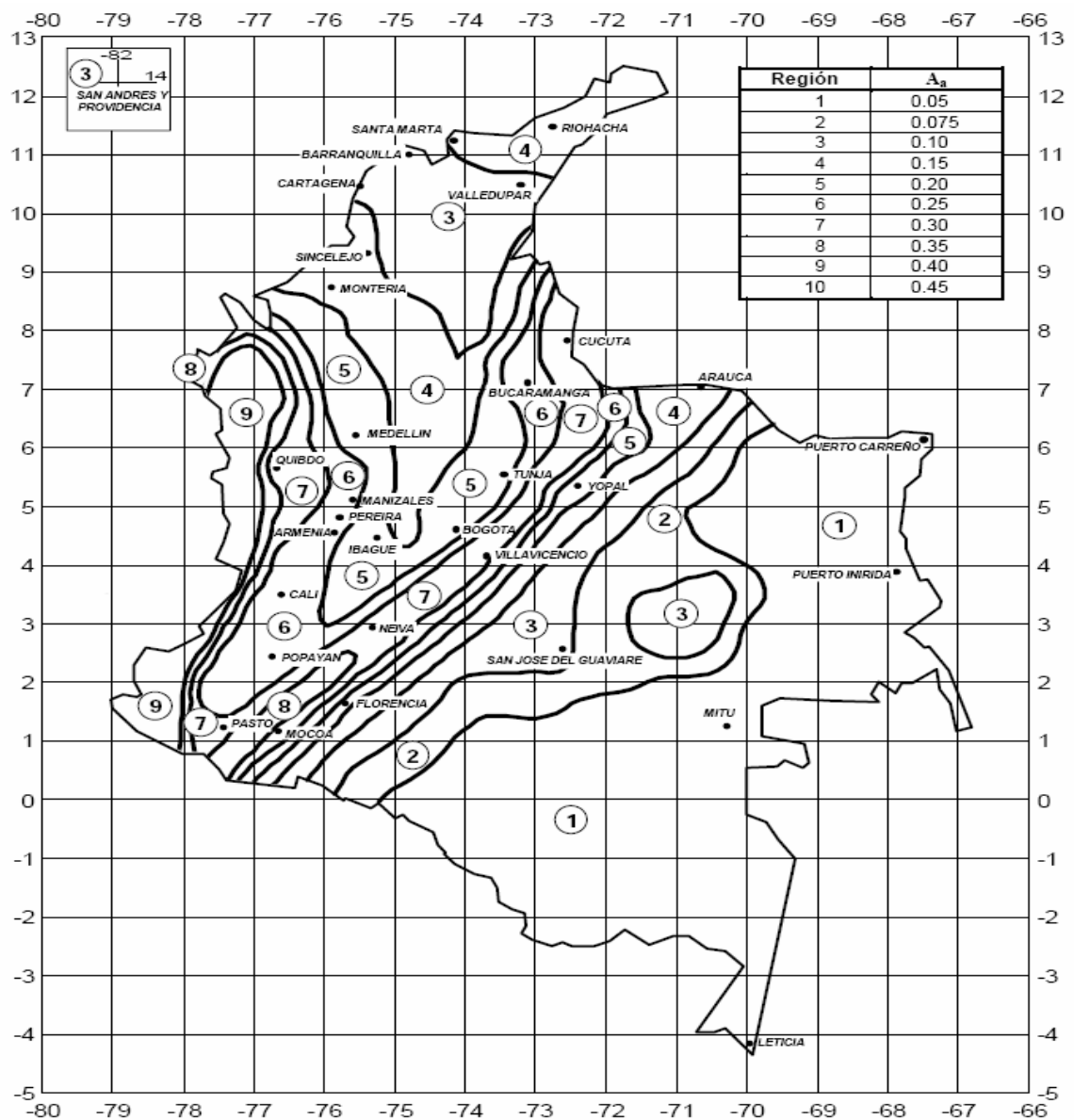


Figura 6. Mapa de valores A_a

✓ **COEFICIENTE DE ACELERACION PICO EFECTIVA PARA DISEÑO**

Este coeficientes se obtienen por medio del mapa de la figura 6 y de la tabla A.2-1 del capítulo A.2 de la NSR 98; con los cuales se determina el número de la región en donde está localizada la edificación usando para **A_a** el Mapa de la figura 6. Luego el valor de **A_a** se obtiene de la tabla A.2-1, en función del número de la región determinado por medio del mapa de la figura A.2-2. Con esta información se determina el valor de **A_a** obteniéndose para nuestro caso un valor de **A_a**= 0.25.

✓ **EFFECTOS LOCALES**

En esta sección se dan los tipos de perfil de suelo y los valores del coeficiente de sitio. El perfil de suelo debe ser determinado por el ingeniero geotecnista a partir de unos datos geotécnicos debidamente sustentados. En los sitios en donde las propiedades de los suelos no sean conocidas con suficiente detalle, debe usarse el tipo de perfil S3.

En esta sección se dan los tipos de perfil de suelo y los valores del coeficiente de sitio.

✓ **TIPOS DE PERFIL DE SUELO**

Los efectos locales de la respuesta sísmica de la edificación deben evaluarse con base en los perfiles de suelo dados en A.2.4.1.2, de la NSR 98 independientemente del tipo de cimentación empleado (Véase la figura A.2-3(b)). La identificación del perfil de suelo se realiza a partir de la superficie del terreno.

En nuestro caso se trabajo con un perfil de suelo **S₂**, el cual tiene las siguientes propiedades:

- ✓ perfiles en donde entre la roca y la superficie existen más de 60 m de depósitos estables de suelos duros, o densos, compuestos por depósitos estables de arcillas duras o suelos no cohesivos, con una velocidad de la onda de cortante mayor o igual a 400 m/s, o
- ✓ perfiles en donde entre la roca y la superficie existen menos de 60 m de depósitos estables de suelos de consistencia media compuestos por materiales con una velocidad de la onda de cortante cuyo valor está entre 270 y 400 m/seg.

A continuación se muestra un esquema del tipo de perfil.

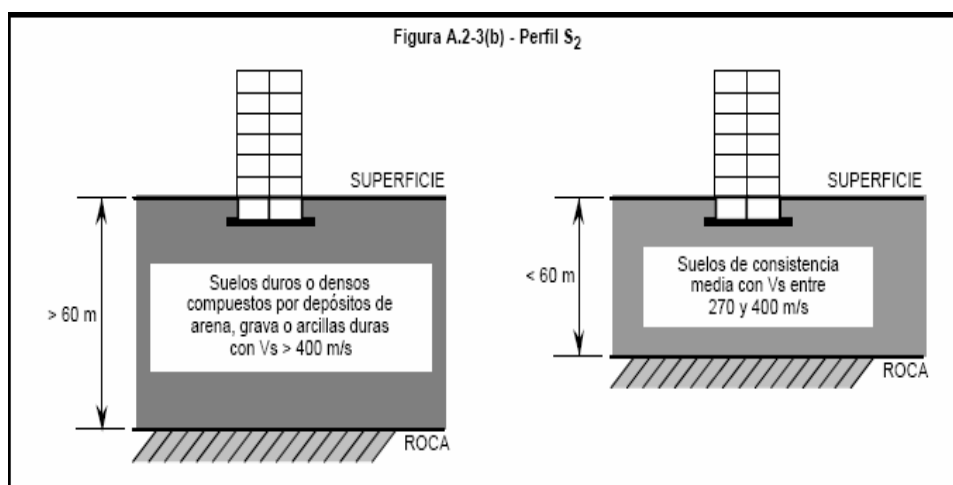


Figura 7. Tipos de perfiles

TABLA A.2-3	
VALORES DEL COEFICIENTE SE SITIO, S	
Tipo de Perfil de Suelo	Coefficiente de Sitio, S
S1	1.0
S2	1.2
S3	1.5
S4	2.0

Tabla 2. Valores de Coeficiente de Sitio

✓ **DEFINICIÓN DEL COEFICIENTE DE IMPORTANCIA**

El Coeficiente de Importancia, **I**, modifica el espectro de acuerdo con el grupo de uso a que esté asignada la edificación. Los valores de **I** se dan en la tabla A.2-4.

Esta definición como la mayoría de las aquí presentadas, serán remitidas dada la teoría seguida para el estudio que se encuentra regida por la: NORMA SISMORESISTENTE NSR-98; establecida en su última revisión para la republica de Colombia en 1998. Correspondiente al artículo A.2.5.2.

✓ **GRUPO DE USO**

Las edificaciones objeto de estudio pertenecen al grupo de uso I según el artículo A.2.5.1 de la NSR 98

$$T_a = C_t(h_n)^{3/4} \quad \text{Ec.1}$$

Donde:

- T_a : es el periodo de vibración fundamental de la estructura.
- C_t : coeficiente que depende del material y del sistema estructural

Donde C_t toma los siguientes valores, según la NSR 98 A.4.2.2:

$C_t = 0.08$ para pórticos resistentes a momentos de concreto reforzado
y
para pórticos de acero estructural con diagonales excéntricas.

$C_t = 0.09$ para pórticos resistentes a momentos de acero estructural.

$C_t = 0.05$ para los otros tipos de sistema de resistencia sísmica.

H_n : es la altura en metros medida desde la base hasta la cubierta de la estructura.

Una vez realizado este cálculo se procede a la determinación del cortante basal para lo que es necesario hallar:

$$S_a = 2.5 A_a I \quad \text{Ec.2}$$

- S_a : valor del espectro elástico de aceleraciones como fracción de la gravedad determinado a partir del periodo fundamental aproximado, este valor se obtiene entrando a la grafica generada mediante calculado con la ecuación **Ec.1**
- A_a : coeficiente que representa la aceleración pico efectiva, dado en A.2.2(DE LA TABLA A.2-2)
- I : coeficiente de importancia definido en A.2.5.2

TABLA A.2-4	
Grupo de Uso	Coeficiente de Importancia, I
IV	1.3
III	1.2
II	1.1
I	1.0

Tabla 3. Valores del coeficiente de importancia

Una vez hallado el valor de S_a puedo determinar el valor del cortante en la base según la ecuación:

$$V_s = S a_{(T_d)}(g) M_T \quad \text{Ec.3}$$

Donde :

- M_T : es la masa total del edificio, es decir la masa de la estructura mas la masa de aquellos elementos tales como muros divisorios y particiones, equipos permanentes, tanques y sus contenidos.
- S_a : es el valor del espectro elástico de aceleraciones como fracción de la gravedad, determinado a partir del periodo fundamental aproximado calculado con la ecuación 2.
- g : aceleración debida a la gravedad, expresada en m/s^2

Ahora puedo proceder a evaluar los centros de cortante de cada muro, para así poder hallar el centro de cortante de la placa, recordemos que para evaluar las fuerzas sísmicas en cada elemento resistente de la estructura teniendo en cuenta el efecto de torsión, es necesario evaluar los puntos donde actúa el cortante

Ahora se evalúa el centro de torsión del entrepiso, el centro de torsión es el punto por el que debe pasar la línea de acción de la fuerza cortante sísmica

para que el movimiento relativo de los dos niveles consecutivos que limitan el entrepiso sea exclusivamente de traslación.

Las expresiones para evaluar el centro de torsión, de coordenadas C_{TX} , C_{TY} son:

$$C_{tx} = \frac{\sum (R_{jy} * x_j)}{\sum (R_{jy})} \quad \text{Ec.4}$$

$$C_{ty} = \frac{\sum (R_{jx} * y_j)}{\sum (R_{jx})} \quad \text{Ec.5}$$

Donde x_j , y_j son las coordenadas de los elementos resistentes y C_{tx} y C_{ty} son las coordenadas del centro de torsión del entrepiso en estudio.

Una vez hallado el centro de torsión de la placa, puedo empezar a completar las tablas siguiendo el formato del libro "ANALISIS SÍSMICO DE EDIFICACIONES" de la profesora Esperanza Maldonado, y el profesor Gustavo Chio Cho.

La tabla a completar es la siguiente:

Dirección	Vj(KN)	Cv(m)	Ct(m)	es(m)	b(m)	e1(m)	e2(m)	Mt1(KN-m)	Mt2(KN-m)
X									
Y									

Esta tabla contiene datos generales, de fuerza cortante, excentricidades y los momentos torsores (en las dos direcciones).

Donde:

- j: Dirección.
- V: Cortante.
- Cv: Coordenadas del centro de cortante.
- Ct: Coordenadas del centro de torsión.

- e_s : Excentricidad torsional del entrepiso, siendo en la dirección X igual a $C_{ty} - C_{vy}$ así $e_{sy} = C_{tx} - C_{vx}$.
- b : Máxima dirección en planta de entrepiso, medida perpendicularmente a la dirección del movimiento que se está analizando.
- e_1, e_2 : Excentricidades accidentales.
- Mt_1, Mt_2 : Momentos torsiones causados por el cortante horizontal, estos están evaluados con las dos excentricidades posibles más desfavorables:

$$M_{tx1} = V_x * e_1$$

$$M_{ty1} = V_y * e_2 \quad \text{Ec.6}$$

$$M_{tx2} = V_x * e_2$$

$$M_{ty2} = V_y * e_1 \quad \text{Ec.7}$$

Para la evaluación del cortante de diseño para los elementos resistentes en dirección X se va a utilizar la siguiente tabla:

EVALUACION DEL CORTANTE DE DISEÑO PARA LOS ELEMENTOS RESISTENTES							
Muro	R _{jx} (KN/m)	y _j ' (m)	R _{jx} *y _j (KN)	C _{ty} (m)	y _{jt} (m)	R _{jx} *y _{jt} (KN)	R _{jx} *(y _{jt}) ² (KN-m)

Donde:

- R_{jx}. Rigidez lateral del muro para el elemento resistente j, en dirección X
- y_j: Coordenada en la dirección Y, del elemento resistente respecto a un sistema referencial.
- C_{ty}: Coordenada del centro de torsión en la dirección Y.
- y_{jt}: Distancia del elemento resistente con respecto al centro de torsión del entrepiso igual a C_{ty}-y_j.

Para la evaluación del cortante de diseño para los elementos resistentes en dirección Y se va a utilizar la siguiente tabla:

EVALUACION DEL CORTANTE DE DISEÑO PARA LOS ELEMENTOS RESISTENTES							
Muro	R _{jy} (KN/m)	x _{j'} (m)	R _{jy} *x _j (KN)	C _{tx} (m)	x _{jt} (m)	R _{jy} *x _{jt} (KN)	R _{jy} *(x _{jt}) ² (KN-m)

Donde:

- R_{jy}: Rigidez lateral del muro para el elemento resistente j, en dirección Y.
- x_j: Coordenada en la dirección X, del elemento resistente respecto a un sistema referencial.
- C_{tx}: Coordenada del centro de torsión en la dirección X.
- x_{jt}: Distancia del elemento resistente con respecto al centro de torsión del entrepiso igual a C_{tx}-x_j.

Inmediatamente procedemos a completar:

Para la dirección X:

DIRECCION X							
EFECTO DE V _x						EFECTO DE V _y	
MURO	EDV _x (KN)	E _{mtx1} (KN)	TV _x +MT _{x1} (KN)	EMT _{x2} (KN)	TV _x +M _{tx2} (KN)	EMT _{y1} (KN)	EMT _{y2} (KN)

Donde:

- **EDV_x**: Fuerza cortante que debe resistir el elemento resistente por efecto directo de V_x, esta se evalúa según la siguiente expresión:

$$EDV_x = \frac{R_{jx}}{\sum R_{jx}} V_x \quad \text{Ec.8}$$

- **E_{mtx1}**: Fuerza cortante que debe resistir el elemento por efecto del momento torsionante del piso MT_{x1}.
- **TV_x+M_{tx1}**: Efecto combinado que debe resistir el elemento resistente por acción del cortante V_x y del momento M_{tx1}= V_x+M_{tx1}.

- **Emtx2:** Fuerza cortante que debe resistir el elemento resistente por efecto del momento torsionante del piso Mtx2.
- **Emty1, Emty2:** Fuerza cortante que debe resistir el elemento resistente por efecto del momento torsionante del piso MTy1, MTy2.

De las casillas Emtx1, Emtx2, Emty1, Emty2 tenemos la siguiente ecuación:

$$\frac{R_{jx}y_{jt}}{\sum R_{jx}y_{jt}^2 + \sum R_{jy}x_{jt}^2} M_t \quad \text{Ec.9}$$

Donde M_t puede ser Mtx1, Mtx2, Mty1 ó Mty2.

- **xjt, yjt:** son las distancias de los elementos resistentes con respecto al centro de torsión de entrepiso.
- **Rjx, Rjy:** son las rigideces de los elementos resistentes del entrepiso en cuestión.

Para la dirección Y:

DIRECCION Y							
EFFECTO DE Vy						EFFECTO DE Vx	
MURO	EDVy (KN)	Emty1 (KN)	TVy+MTy1 (KN)	EMTy2 (KN)	TVy+Mty2 (KN)	EMTx1 (KN)	EMTx2 (KN)

Donde:

- **ire:** Fuerza cortante que debe resistir el elemento resistente por efecto directo de Vy, esta se evalúa según la siguiente expresión:

$$EDVy = \frac{R_{jy}}{\sum R_{jy}} V_y \quad \text{Ec.10}$$

- **Emty1:** Fuerza cortante que debe resistir el elemento por efecto del momento torsionante del piso MTx1.

- **TVy+Mty1:** Efecto combinado que debe resistir el elemento resistente por acción del cortante Vx y del momento Mty1= Vy+Mty1.
- **Emty2:** Fuerza cortante que debe resistir el elemento resistente por efecto del momento torsionante del piso Mty2.
- **Emtx1, Emtx2:** Fuerza cortante que debe resistir el elemento resistente por efecto del momento torsionante del piso MTx1, MTx2.

De las casillas Emty1, Emty2, Emtx1, Emtx2 tenemos la siguiente ecuación:

$$\frac{R_{jy}x_{jt}}{\sum R_{jx}y_{jt}^2 + \sum R_{jy}x_{jt}^2} M_t \quad \text{Ec.11}$$

Donde M_t puede ser Mty1, Mty2, Mtx1 ó Mtx2.

- **xjt, yjt:** son las distancias de los elementos resistentes con respecto al centro de torsión de entrepiso.
- **Rjx, Rjy:** son las rigideces de los elementos resistentes del entrepiso en cuestión.

Finalmente:

Para la dirección **X**:

DIRECCION X				
	Vx+0,3*Vy	0,3*Vx+Vy	Vdiseño	r
MURO	(KN)	(KN)	(KN)	(%)

Donde:

- **Vx+0.3*Vy, 0.3*Vx+Vy=** Combinaciones para el cortante de diseño.
- **V Diseño:** Es el mayor valor de las combinaciones.

- **r**: Incremento en % del cortante de diseño con relación al cortante directo

Para la dirección Y:

DIRECCION Y				
MURO	$V_y+0,3*V_x$ (KN)	$0,3*V_y+V_x$ (KN)	Vdiseño (KN)	r (%)

Donde:

- **$V_y+0.3*V_x$, $0.3*V_y+V_x$** = Combinaciones para el cortante de diseño.
- **V Diseño**: Es el mayor valor de las combinaciones.
- **r**: Incremento en % del cortante de diseño con relación al cortante directo.

Con los valores del cortante de diseño podemos empezar a evaluar los esfuerzos de cortante, flexo compresión, compresión, los cuales serán explicados en el siguiente capítulo.

4.3 ANALISIS DE LOS ESFUERZOS OBTENIDOS

Los esfuerzos máximos calculados que se van a calcular en los elementos de estructuras de mampostería bajo cargas de servicio, en nuestro caso los muros, no deben exceder los valores establecidos de la sección D-A.5.1 de la NSR 98, utilizando tanto las dimensiones propias, como las características específicas de los materiales.

4.4 ESFUERZOS ADMISIBLES PARA COMPRESION

Los esfuerzos admisibles para compresión axial no deben exceder los siguientes valores:

Muros de mampostería

$$F_a = 0.2f'm Re$$

f'm: Es la resistencia a la compresión de la mampostería, **MPa**, como ya sabemos el valor de f'm es 2.1 MPa.

Re: Representa el coeficiente utilizado para tener en cuenta los efectos de esbeltez en elementos a compresión.

$$R_e = 1 - \left(\frac{h'}{40t} \right)$$

h': Altura efectiva del muro ó columna (mm).

T: Espesor efectivo de la sección para evaluar los efectos de pandeo mm.

4.5 ESFUERZOS ADMISIBLES PARA COMPRESION POR FLEXION

Para el valor de esfuerzo máximo admisible de trabajo para compresión por flexión (Fb) se debe tomar como 0.33 f'm, pero no puede ser mayor que 14 MPa, así

$$0.33 f'm \leq 14 MPa$$

4.6 ESFUERZOS ADMISIBLES PARA TRACCION POR FLEXION

La tracción desarrollada en las juntas de mortero por flexión en muros con aparejo trabado no pueden exceder los valores indicados en la tabla D-1.2. Cuando el mortero contenga cemento de mampostería, dichos valores deben reducirse en un 50%.

Esfuerzos admisibles para tracción por flexión en muros con aparejo trabado Ft (MPa)

	UNIDADES HUECAS		UNIDADES MACIZAS O RELLENAS	
	Mortero M ó S	Mortero N	Mortero M ó S	Mortero N
Tracción perpendicular a la junta horizontal	0.15	0.10	0.25	0.19
Tracción perpendicular a la junta vertical	0.30	0.22	0.50	0.37

Tabla 4. Esfuerzos admisibles para traccion por flexion en muros

En nuestro caso el valor de Ft= 0.15 Mpa.

4.7 ESFUERZOS ADMISIBLES PARA CORTANTE EN MUROS

Para el método de esfuerzos admisibles, al realizar el cálculo de cortante en muros de mampostería, se deben emplear los siguientes valores:

$$f_v = \frac{V}{bjd}$$

En donde j puede tomar el valor de 0.8 en caso de no realizar un análisis de compatibilidad de deformaciones.

4.7.1 ESFUERZO CORTANTE ADMISIBLE EN MUROS DE MAMPOSTERIA NO REFORZADA

$$F_v = \frac{\sqrt{f'm}}{40} \leq 0.56 MPa$$

4.8 TRANSFORMACION DE ESFUERZO PLANO⁵

Desde el punto de vista del material, las características propias determinan si es más resistente a las cargas normales o a las cargas cortantes, de aquí nace la importancia de transformar un estado de tensiones general en otro particular que puede ser más desfavorable para un material.

Se considera un trozo plano y un cambio de ejes coordenados rotando el sistema original en un ángulo α .

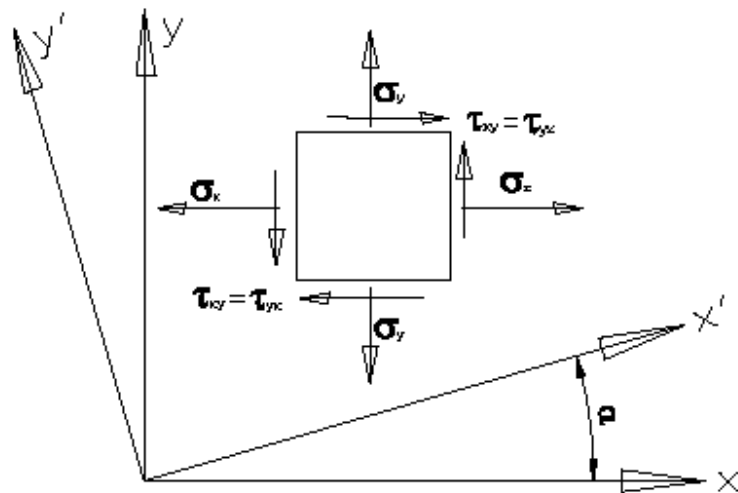


Figura 8. Transformación de esfuerzos

⁵ Beer, Ferdinand P. Mecánica de Materiales 1982. Capítulo 6 Pag 290.

El estado de esfuerzos cambia a otro equivalente $\sigma_{x'}$, $\sigma_{y'}$, $\tau_{x'y'}$ que deben calcularse en base a los esfuerzos originales. Tomando un trozo de elemento plano se tiene que:

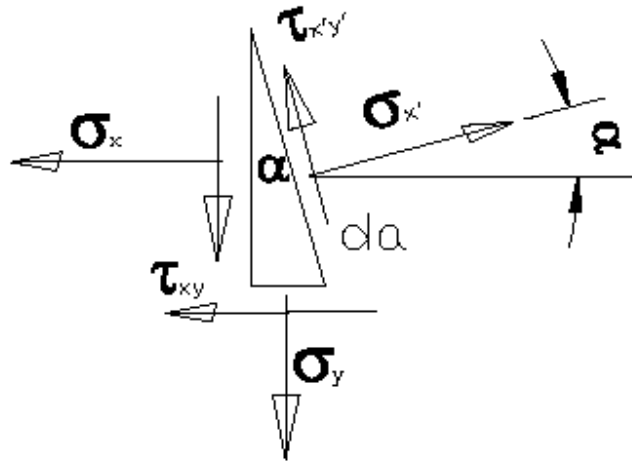


Figura 9. Transformación de esfuerzos actuantes

Para poder hacer suma de fuerzas y equilibrar este elemento, es necesario multiplicar cada esfuerzo por el área en la que se aplican para obtener las fuerzas involucradas. Considerando que los esfuerzos incógnitos se aplican en un área 'da'. Se tiene que este trozo de cuña tiene un área basal 'da cos α ' y un área lateral 'da sen α '

Suma de fuerzas en la dirección x':

$$\sigma_{x'} da = \sigma_x da \cos \alpha \cos \alpha + \sigma_y da \sin \alpha \sin \alpha + \tau_{xy} da \cos \alpha \sin \alpha + \tau_{xy} \sin \alpha \cos \alpha$$

$$\sigma_{x'} = \sigma_x \cos^2 \alpha + \sigma_y \sin^2 \alpha + 2 \tau_{xy} \cos \alpha \sin \alpha$$

$$\sigma_{x'} = (\sigma_x + \sigma_y)/2 + (\sigma_x - \sigma_y)/2 (\cos 2\alpha) + \tau_{xy} (\sin 2\alpha)$$

Suma de fuerzas en la dirección y':

$$\tau_{x'y'} da = \sigma_y da \cos \alpha \sin \alpha - \tau_{xy} da \sin \alpha \sin \alpha + \tau_{xy} \cos \alpha \cos \alpha - \sigma_x da \sin \alpha \cos \alpha$$

$$\tau_{x'y'} = \sigma_y \cos \alpha \sin \alpha - \tau_{xy} \sin^2 \alpha + \tau_{xy} \cos^2 \alpha - \sigma_x \sin \alpha \cos \alpha$$

$$\tau_{x'y'} = \tau_{xy} (\cos 2\alpha) - (\sigma_x - \sigma_y)/2 (\sin 2\alpha)$$

Con estas expresiones es posible calcular cualquier estado de esfuerzo equivalente a partir de un estado inicial. La siguiente aplicación permite calcular estos valores automáticamente. Compruebe los resultados que se obtienen.

4.9 ESFUERZOS PRINCIPALES

Siempre es importante obtener los valores máximos de los esfuerzos tanto los normales como los de corte para compararlos con los valores admisibles del material que se está evaluando.

El esfuerzo normal máximo se deduce derivando σ_x con respecto al ángulo α :

$$d\sigma_x / d\alpha = 0 = -(\sigma_x - \sigma_y) (\text{sen } 2\alpha) + 2 \tau_{xy} (\text{cos } 2\alpha)$$

$$\text{Tan } 2\alpha = 2 \tau_{xy} / (\sigma_x - \sigma_y)$$

La solución de esta ecuación son dos ángulos que valen: α y $\alpha + 90$.

Al evaluar usando estos valores para el ángulo α se obtienen los esfuerzos normales máximo (σ_1) y mínimo (σ_2). Es importante destacar que si se iguala $\tau_{xy} = 0$ se obtiene la misma expresión que la derivada, esto implica que cuando el elemento se rota para encontrar los esfuerzos principales (σ_1 y σ_2) se produce que el esfuerzo cortante vale cero.

En definitiva:

$$\sigma_1, \sigma_2 = (\sigma_x + \sigma_y) / 2 \pm \sqrt{((\sigma_x - \sigma_y) / 2)^2 + \tau_{xy}^2}$$

El esfuerzo cortante máximo se obtiene de forma similar, derivando la expresión correspondiente con respecto al ángulo α .

$$d\tau_{xy} / d\alpha = 0 = -2 \tau_{xy} (\text{sen } 2\alpha) - (\sigma_x - \sigma_y) (\text{cos } 2\alpha)$$

$$\text{Tan } 2\alpha = -(\sigma_x - \sigma_y) / 2 \tau_{xy}$$

Esta expresión nos entrega el ángulo para el cual se producen los esfuerzos cortantes máximos, queda en definitiva:

$$\tau_1 \text{ y } \tau_2 = \pm \sqrt{((\sigma_x - \sigma_y) / 2)^2 + \tau_{xy}^2}$$

A continuación se entrega otra aplicación que calcula los esfuerzos principales y el ángulo correspondiente. Compruebe las soluciones que entrega.

4.10 CIRCULO DE MOHR PARA ESFUERZOS

Las ecuaciones desarrolladas en los puntos anteriores pueden reescribirse para formar una ecuación de circunferencia:

Se tiene que:

$$\sigma_{x'} = (\sigma_x + \sigma_y)/2 + ((\sigma_x - \sigma_y)/2 \cos 2\alpha) + \tau_{xy} (\sin 2\alpha)$$

$$\tau_{x'y'} = \tau_{xy} (\cos 2\alpha) - ((\sigma_x - \sigma_y)/2) (\sin 2\alpha)$$

La primera ecuación se acomoda de la siguiente forma:

$$\sigma_{x'} - (\sigma_x + \sigma_y)/2 = ((\sigma_x - \sigma_y)/2 \cos 2\alpha) + \tau_{xy} (\sin 2\alpha)$$

Elevando al cuadrado se tiene:

$$(\sigma_{x'} - (\sigma_x + \sigma_y)/2)^2 = (\sigma_x - \sigma_y)^2/4 (\cos 2\alpha)^2 + (\sigma_x - \sigma_y) (\cos 2\alpha) \tau_{xy} (\sin 2\alpha) + \tau_{xy}^2 (\sin 2\alpha)^2$$

Elevando al cuadrado la segunda ecuación se tiene:

$$\tau_{x'y'}^2 = \tau_{xy}^2 (\cos 2\alpha)^2 - \tau_{xy} (\cos 2\alpha) (\sigma_x - \sigma_y) (\sin 2\alpha) + (\sigma_x - \sigma_y)^2/4 (\sin 2\alpha)^2$$

Sumando ambas expresiones:

$$(\sigma_{x'} - (\sigma_x + \sigma_y)/2)^2 + \tau_{x'y'}^2 = \tau_{xy}^2 + ((\sigma_x - \sigma_y)/2)^2$$

Los esfuerzos originales son datos, y por lo tanto constantes del problema, se tiene entonces:

$$\tau_{xy}^2 + ((\sigma_x - \sigma_y)/2)^2 = b^2$$

$$(\sigma_x + \sigma_y)/2 = a$$

Reescribiendo queda:

$$(\sigma_{x'} - a)^2 + \tau_{x'y'}^2 = b^2$$

Si los ejes son:

$$x = \sigma_x$$

$$y = \tau_{xy}$$

Tenemos:

$$(x - a)^2 + y^2 = b^2$$

Que representa a una circunferencia con centro en $x = a$; $y = 0$ con un radio $r = b$

Esta circunferencia se denomina Círculo de Mohr (Otto Mohr 1895) que en definitiva tiene las siguientes características:

Centro en: $x = (\sigma_x + \sigma_y)/2$; $y = 0$

Radio de: $r^2 = \tau_{xy}^2 + ((\sigma_x - \sigma_y)/2)^2$

5. DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

Una de las hojas electrónicas, que se explica a continuación, fue desarrollada para el análisis paramétrico de una casa de un piso en mampostería no reforzada; la cual se muestra a continuación.

✓ PRIMERA CASA DE UN PISO BAJO ANALISIS DINAMICO.

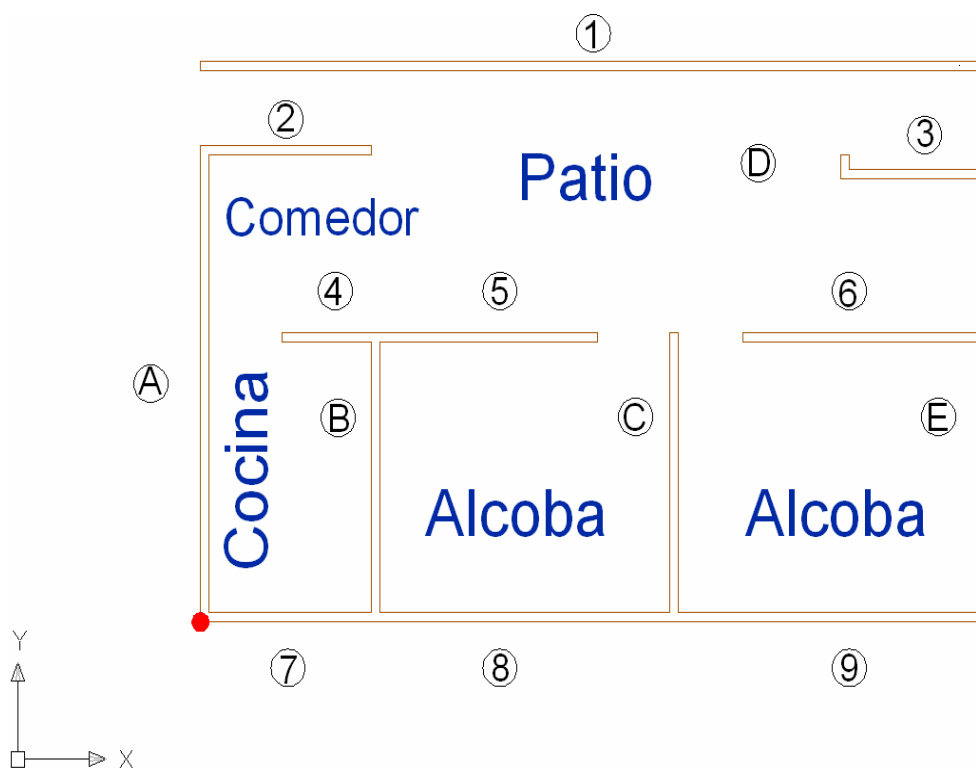


Figura 10. Plano Casa 1 – 1 piso

Los muros que se encuentran en la dirección **X**, llevan la nomenclatura que corresponde a números y los que están en la dirección **Y**, llevan la nomenclatura que corresponde a letras; el eje de referencia que usamos para calcular los centroides es el punto de color rojo indicado en la figura. Primero abrimos el archivo de nombre⁶:

PROYECTO DE GRADO CASA1 – 1 PISO.exe.

⁶ Microsoft® Office Excel 2003, Copyright © Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

Al abrir el archivo encontramos una serie de hojas electrónicas, las cuales están totalmente ligadas unas de otras, con el objetivo de facilitar su uso, a cualquier usuario que necesite estudiar el comportamiento de la casa, cuando se varían los parámetros específicos a analizar.

El programa consta de un análisis sísmico detallado por medio del método de fuerza horizontal equivalente y un análisis de esfuerzos permisibles en la norma NSR-98, el cual arroja como resultados, graficas que correlacionan el IC (Índice constructivo) VS Altura y IC (Índice constructivo) VS $f'm$ que varían de acuerdo a los parámetros seleccionados por el usuario.

El índice constructivo IC, esta definido como la relación entre el esfuerzo presente en el muro y el esfuerzo máximo admisible dado por la NSR – 98; Esta relación esta dada para el esfuerzo por tracción por la flexión en la mampostería no reforzada, para el esfuerzo por compresión por la flexión en la mampostería no reforzada y para el esfuerzo para compresión axial.

La primera hoja electrónica: Se llama “**Eval Masa**”, en esta hoja encontramos celdas de color **Azul** las cuales representan los datos de entrada para desarrollar el análisis, las celdas de color **Rojo** son las que contienen los resultados o datos de salida y las celdas de color **Negro** contienen datos de salida que son resultados intermedios que dependen de operaciones anteriores y son datos para operaciones posteriores.

Nota: *Los colores anteriores fueron establecidos, para todas las hojas electrónicas que contiene el programa, y tan solo las celdas de color azul pueden ser modificadas, ya que la hoja se encuentra protegida, y solo los autores pueden agregar modificaciones a estas.*

En esta hoja tenemos los datos de entrada más importantes del programa, los cuales representan los parámetros que podemos variar para obtener los resultados finales de estudio.

Estos parámetros iniciales están representados en color azul, y son los siguientes:

- *Tipo de ladrillo:* En esta celda podemos seleccionar cualquiera de los dos tipos de ladrillos mas utilizados en Colombia, el ladrillo H7 y el ladrillo H10.

- *Tipo de Colocación:* Esta celda permite seleccionar el tipo de colocación del ladrillo (Zoga, Tizón y Papelillo) con la cual se requiere efectuar el análisis dinámico.
- *Altura del Muro:* Aquí se selecciona la altura requerida del entre piso, tomada entre ejes, en metros.
- *Espesor del mortero de pega Horiz:* En esta celda se efectúa la entrada del espesor del mortero de pega horizontal, en metros.
- *Espesor del mortero de pega Vert:* En esta celda se efectúa la entrada del espesor del mortero de pega vertical y por defecto es el mismo valor del espesor del mortero de pega horizontal, en metros.
- *Densidad de la teja:* En esta celda se toma el valor de densidad propia de la teja a utilizar, en Kg/m^2 .
- f'_{cu} : Resistencia específica a la compresión de la unidad de mampostería en Mpa.
- f'_{cp} : Resistencia específica a la compresión del mortero en Mpa.

Para explicar el funcionamiento de la tabla, procedemos a realizar un ejemplo:

1. Seleccionamos en la parte superior de la hoja el ladrillo **H10**.



2. Seguidamente seleccionamos el tipo de colocación, haciendo clic en la celda correspondiente, para este caso seleccionamos la opción **Papelillo**.

Tipo de Colocacion	Papelillo
	Papelillo
	Zoga
	Tizon

3. Luego tomamos en la celda "Altura del muro", la altura en metros correspondiente, para este caso el valor de 2.

Altura del muro (m) =	2
	2
	2.5
	3

4. Luego debemos tomar el valor del espesor del mortero de pega tanto horizontal como vertical, nosotros tomamos 0.015 metros, para este caso.

Espesor del mortero de pega Horiz (m) =	0.015
Espesor del mortero de pega Vert (m) =	0.015

5. Antes de seguir adelante, procedemos a calcular el f'_m . Para esto debemos seleccionar:
El valor de K_p que depende del material a utilizar. El f'_m se encuentra en función de la calidad de la unidad de mampostería.
El valor de f'_{cu} , resistencia específica a la compresión de la unidad de mampostería.
El valor de f'_{cp} , resistencia específica a la compresión del mortero.

NSR-98. TITULO D CAPITULO D.3.7.5	
CALCULO DEL f'_m BASASO EN LA CALIDAD DE LOS MATERIALES	
$R_m = \left(\frac{2h}{75 + 3h} \right) f'_{cu} + \left(\frac{50k_p}{75 + 3h} \right) f'_{cp} \leq 0.8 f'_{cu}$	
$f'_m = 0.75 R_m$	
f'_{cp} (MPa) =	7.5
f'_{cu} (MPa) =	45
h (mm) =	200
K_p =	0.8
R_m =	27.11111111
$0.8 f'_{cu}$ =	36
f'_m (MPa) =	20.33333333

Figura 11. Selección de parámetros de calidad del ladrillo

Esta tabla realiza las siguientes operaciones:

Datos:

- $f'_{cp} = 7.5\text{Mpa}$
- $f'_{cu} = 45\text{Mpa}$
- $h = 200\text{mm}$
- $K_p = 0.8$

$$R_m = \left(\frac{2h}{75+3h} \right) f'_{cu} + \left(\frac{50k_p}{75+3h} \right) f'_{cp} = \left(\frac{2*200}{75+3*200} \right) * 45 + \left(\frac{50*0.8}{75+3*200} \right) * 7.5 = 27.11\text{MPa}$$

$$0.8 * f'_{cu} = 0.8 * 45 = 36$$

Como se cumple la condición, entonces se tiene que:

$$f'_m = 0.75 * R_m = 0.75 * 27.111 = 20.33\text{MPa}$$

$$f'_m = 20.33\text{MPa}$$

6. Al efectuar los pasos anteriores tenemos la tabla que contiene los siguientes resultados:

EVALUACION DE MASAS								
Muro	Ancho	Altura	Largo	Espesor del friso	Volumen del muro	Cantidad de ladrillos	Volumen de ladrillos	Volumen del mortero de pega
Ver Plano	(m)	(m)	(m)	(m)	(m³)		(m³)	(m³)
1	0.1	2	9.2	0.01	1.84	248.062016	1.6372093	0.202790698
2	0.1	2	2	0.02	0.4	53.9265251	0.35591507	0.044084934
3	0.1	2	1.5	0.02	0.3	40.4448938	0.2669363	0.033063701
4	0.1	2	1.05	0.02	0.21	28.3114257	0.18685541	0.02314459
5	0.1	2	2.55	0.02	0.51	68.7563195	0.45379171	0.056208291
6	0.1	2	2.75	0.02	0.55	74.148972	0.48938322	0.060616785
7	0.1	2	1.9	0.01	0.38	51.2301989	0.33811931	0.041880688
8	0.1	2	3.4	0.01	0.68	91.6750927	0.60505561	0.074944388
9	0.1	2	3.6	0.01	0.72	97.0677452	0.64064712	0.079352882
A	0.1	2	5.1	0.02	1.02	137.512639	0.90758342	0.112416582
B	0.1	2	3.1	0.02	0.62	83.5861139	0.55166835	0.068331648
C	0.1	2	3.1	0.02	0.62	83.5861139	0.55166835	0.068331648
D	0.1	2	0.25	0.02	0.05	6.74081564	0.04448938	0.005510617
E	0.1	2	5.8	0.01	1.16	156.386923	1.03215369	0.127846309

Tabla 5. Evaluación de masas

Densidad del mortero de pega	Masa del mortero de pega	Densidad del ladrillo	Masa del ladrillo	Densidad del friso	Volumen del friso	Masa del friso	Masa del ladrillo
(kg/m³)	(kg)	(kg/m³)	(kg)	(kg/m³)	(m³)	(kg)	(Mg)
2100	425.8604651	1850	3028.83721	2100	0.184	386.4	3.02883721
2100	92.57836198	1850	658.442872	2100	0.08	168	0.65844287
2100	69.43377149	1850	493.832154	2100	0.06	126	0.49383215
2100	48.60364004	1850	345.682508	2100	0.042	88.2	0.34568251
2100	118.0374115	1850	839.514661	2100	0.102	214.2	0.83951466
2100	127.2952477	1850	905.358948	2100	0.11	231	0.90535895
2100	87.94944388	1850	625.520728	2100	0.038	79.8	0.62552073
2100	157.3832154	1850	1119.35288	2100	0.068	142.8	1.11935288
2100	166.6410516	1850	1185.19717	2100	0.072	151.2	1.18519717
2100	236.0748231	1850	1679.02932	2100	0.204	428.4	1.67902932
2100	143.4964611	1850	1020.58645	2100	0.124	260.4	1.02058645
2100	143.4964611	1850	1020.58645	2100	0.124	260.4	1.02058645
2100	11.57229525	1850	82.3053589	2100	0.01	21	0.08230536
2100	268.4772497	1850	1909.48433	2100	0.116	243.6	1.90948433
	2096.899899		14913.731			2801.4	14.913731

Tabla 6. Evaluación de masas (Continuación)

Esta tabla realiza las siguientes operaciones (para la primera fila):

- Toma la nomenclatura y los valores de ancho, altura, largo y espesor del friso de cada uno de los muros (Columnas 1, 2, 3, 4 y 5).
- En la columna 6 se calcula el volumen del muro:

$$V_{muro} = Ancho * Altura * Largo$$

$$V_{muro} = 0.1 * 2 * 9.2 = 1.84m^3$$

- La columna 7 efectúa el cálculo de la cantidad de ladrillos presentes en el muro:

$$CL = \left(\frac{Altura}{A_{ladrillo} + Emh} \right) * \left(\frac{Largo}{B_{ladrillo} + Emv} \right)$$

$$CL = \left(\frac{2}{0.2 + 0.015} \right) * \left(\frac{9.2}{0.33 + 0.015} \right) = 248.06$$

Donde:

CL = Cantidad de ladrillos

$Altura$ = Altura del muro

$A_{ladrillo}$ = Altura de la unidad de ladrillo

$B_{ladrillo}$ = Base o largo del ladrillo

Emh = Espesor del mortero de pega horizontal

Emv = Espesor del mortero de pega vertical.

- El volumen de ladrillos se calcula en la columna 8:

$$V_{ladrillo} = B_{ladrillo} * A_{ladrillo} * An_{ladrillo} * CL$$

$$V_{ladrillo} = 0.33 * 0.2 * 0.1 * 248.06 = 1.6372m^3$$

Donde:

$B_{ladrillo}$ = Base del ladrillo

$A_{ladrillo}$ = Altura del ladrillo

$An_{ladrillo}$ = Ancho del ladrillo

- La columna 9 calcula el volumen del mortero de pega:

$$V_{mortero} = V_{muro} - V_{ladrillo} = 1.84 - 1.6372 = 0.2027m^3$$

- La densidad del mortero de pega para todos los muros se muestra en la columna 10

$$\rho_{\text{mortero}} = 2100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

- Se calcula la masa del mortero de pega en la columna 11:

$$M_{\text{mortero}} = \rho_{\text{mortero}} * V_{\text{mortero}} = 2100 * 0.2027 = 425.86 \text{kg}$$

- La densidad del ladrillo para todos los muros se muestra en la columna 12

$$\rho_{\text{ladrillo}} = 1850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

- Se calcula la masa del mortero de pega en la columna 13:

$$M_{\text{ladrillo}} = \rho_{\text{ladrillo}} * V_{\text{ladrillo}} = 1850 * 1.6372 = 3028.83 \text{kg}$$

- La densidad del friso para todos los muros se muestra en la columna 14

$$\rho_{\text{friso}} = 2100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

- La columna 15 calcula el volumen del friso:

$$V_{\text{friso}} = \text{Altura} * \text{Largo} * E_{\text{friso}}$$

$$V_{\text{friso}} = 2 * 9.2 * 0.01 = 0.184 \text{m}^3$$

- Se calcula la masa del friso en la columna 16:

$$M_{\text{friso}} = \rho_{\text{friso}} * V_{\text{friso}} = 2100 * 0.184 = 386.4 \text{kg}$$

7. Para obtener la masa total de la casa, debemos entrar el área de la cubierta, que nosotros tomamos de 42.82 m^2 , y una densidad de

12.2 $\frac{Kg}{m^2}$, tomada de las características de la teja de asbesto cemento.

Area de la cubierta (en teja de asbesto cemento) (m ²)	42.82
Densidad de la teja (asbesto cemento) (kg/m ²)	12.2
Masa de la cubierta (Kg) =	522.404

8. Al tener todos estos resultados, se determina la masa total de la casa que es de:

Masa total del piso (Kg) =	20334.4349
----------------------------	------------

La segunda hoja electrónica: Se llama “Eval Rigidez”, esta hoja esta destinada al calculo de la rigidez y los centroides principales de cada uno de los muros. Aquí no es necesario ingresar ninguna clase de dato puesto que la hoja esta programada para que realice los cálculos automáticamente, es por eso que solo encontramos datos de salida (en celdas de color **Rojo**).

Esta hoja contiene la siguiente tabla:

Muro	Ancho	Altura	Largo	Ixx	Iyy	Em	Deformacion	Rigidez	Xi	Yi	Xc	Yc	Xj	Yj
Ver Plano	(m)	(m)	(m)	(m ⁴)	(m ⁴)	(Mpa)	(m 10E-6)	(N/m)E6	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	0.1	2	9.2	0.00076667		15250	0.22808268	4.384375	4.6	5.95	4.6	3	0	2.95
2	0.1	2	2	0.00016667		15250	1.049180328	0.953125	1.1	5.05	4.6	3	3.5	2.05
3	0.1	2	1.5	0.000125		15250	1.398907104	0.71484375	8.35	4.8	4.6	3	3.75	1.8
4	0.1	2	1.05	0.0000875		15250	1.99843872	0.50039063	1.475	3.05	4.6	3	3.125	0.05
5	0.1	2	2.55	0.0002125		15250	0.822886532	1.21523438	3.375	3.05	4.6	3	1.225	0.05
6	0.1	2	2.75	0.00022917		15250	0.763040238	1.31054688	7.725	3.05	4.6	3	3.125	0.05
7	0.1	2	1.9	0.00015833		15250	1.104400345	0.90546875	1.05	0.05	4.6	3	3.55	2.95
8	0.1	2	3.4	0.00028333		15250	0.617164899	1.6203125	3.8	0.05	4.6	3	0.8	2.95
9	0.1	2	3.6	0.0003		15250	0.58287796	1.715625	7.3	0.05	4.6	3	2.7	2.95
A	0.1	2	5.1		1.105425	15250	0.000158187	6321.64922	0.05	2.5	4.6	3	4.55	0.5
B	0.1	2	3.1		0.24825833	15250	0.000704361	1419.72734	2.05	1.55	4.6	3	2.55	1.45
C	0.1	2	3.1		0.24825833	15250	0.000704361	1419.72734	5.55	1.6	4.6	3	0.95	1.4
D	0.1	2	0.25		0.00013021	15250	1.34295082	0.74462891	7.55	4.875	4.6	3	2.95	1.875
E	0.1	2	5.8		1.62593333	15250	0.000107546	9298.30625	9.15	3	4.6	3	4.55	0
				0.00232917	3.22800521			18473.4747						

Tabla 7. Evaluacion de rigidez

Esta tabla realiza las siguientes operaciones (para la primera fila):

- Las columnas 1, 2, 3 y 4, son similares a las de la hoja anterior.
- Columna 5: Efectúa el calculo de la inercia de los muros en la dirección X:

$$I_{xx} = \frac{1}{12} * l \text{ arg } o * (\text{ancho})^3$$

$$I_{xx} = \frac{1}{12} * 9.2 * (0.1)^3 = 0.0007667m^4$$

- Columna 6: Efectúa el calculo de la inercia de los muros en la dirección Y:

$$I_{yy} = \frac{1}{12} * l \text{ arg } o * (\text{ancho})^3$$

- Columna 7: Esta columna calcula el modulo de elasticidad de los muros:

$$Em = 750 * f'_m$$

$$Em = 750 * 20.333MPa = 15250MPa$$

- Columna 8: Calcula la deformación debida a una carga unitaria que sufre el muro:

$$\delta = \frac{(\text{Altura})^3}{Em * I}$$

$$\delta = \frac{(2)^3}{15250 * 0.0007667} = 0.22808 * 10^{-6} m$$

- Columna 9: Efectúa el calculo de la rigidez de los muros:

$$R = \frac{1}{\delta}$$

$$R = \frac{1}{0.22808m * 10^{-6}} = 4.3843 * 10^6 \text{ N/m}$$

- Columna 10: Calcula el centroide de cada muro en la dirección X con respecto al eje de referencia.
- Columna 11: Calcula el centroide de cada muro en la dirección Y con respecto al eje de referencia.
- Columna 12: Calcula el centroide de la casa en la dirección X con respecto al eje de referencia.
- Columna 13: Calcula el centroide de la casa en la dirección Y con respecto al eje de referencia.
- Columna 14: Calcula el centroide de cada uno de los muros en la dirección X con respecto al centroide de la casa.
- Columna 15: Calcula el centroide de cada uno de los muros en la dirección Y con respecto al centroide de la casa.

La tercera hoja electrónica: Se llama “**F.H.E**”, esta hoja esta destinada a realizar el análisis sísmica por el método de la fuerza horizontal equivalente de la casa en estudio. En esta hoja encontraremos algunos datos de entrada necesarios para el análisis (celdas de color **Azul**), y los datos de salida como resultado del análisis (celdas de color **Rojo**).

Nota: Esta hoja hace referencia al Título A, capítulo A.4 de la NSR-98

Esta hoja se divide en 4 partes:

1. Calculo del periodo fundamental (NSR-98, A.4.2):

En esta parte de la hoja se encuentra el siguiente cuadro:

Calculo del periodo fundamental A.4.2

<p>Formula A.4-2</p> $T_a = C_t h_n^{3/4}$	<p>Ct = <input style="width: 50px;" type="text" value="0.05"/></p> <p>hn (m) = <input style="width: 50px;" type="text" value="2"/></p> <p>Ta (seg) = <input style="width: 100px;" type="text" value="0.08408964"/></p>
--	--

Figura 12. Selección de datos para el periodo fundamental

El periodo fundamental se calcula de la siguiente manera:

$$T_a = C_t h_n^{3/4}$$

$$T_a = 0.05 * (2)^{3/4} = 0.084seg$$

El valor de Ct se selecciona de 0.05 puesto que es el utilizado para otros sistemas estructurales diferentes al de pórticos.

2. Análisis del Espectro de Diseño (NSR-98, A.2.6):

Para realizar este análisis, se presenta el siguiente cuadro:

Espectro de Diseño A.2.6

<p>Aa = <input style="width: 50px;" type="text" value="0.25"/></p> <p>I = <input style="width: 50px;" type="text" value="1.3"/></p> <p>S = <input style="width: 50px;" type="text" value="1"/></p>	<p>To (seg) = <input style="width: 50px;" type="text" value="0.3"/></p> <p>Tc (seg) = <input style="width: 50px;" type="text" value="0.48"/></p> <p>TL (seg) = <input style="width: 50px;" type="text" value="2.4"/></p>
<p>Ver mapa (A.2-2)</p> <p>Ver tabla 1 (A.2-4)</p> <p>Ver tabla 2 (A.2-3)</p>	<p>Sa = <input style="width: 100px;" type="text" value="0.8125"/></p>

Figura 13. Selección de parámetro para el espectro de diseño

El valor de Sa depende de:

- A_a = Coeficiente de Aceleración pico efectiva.
Este coeficiente se obtiene de la siguiente grafica:

Para nuestro caso, nos encontramos ubicados en Bucaramanga que se encuentra en la región 6, que tiene un coeficiente de aceleración sísmica de 0.25

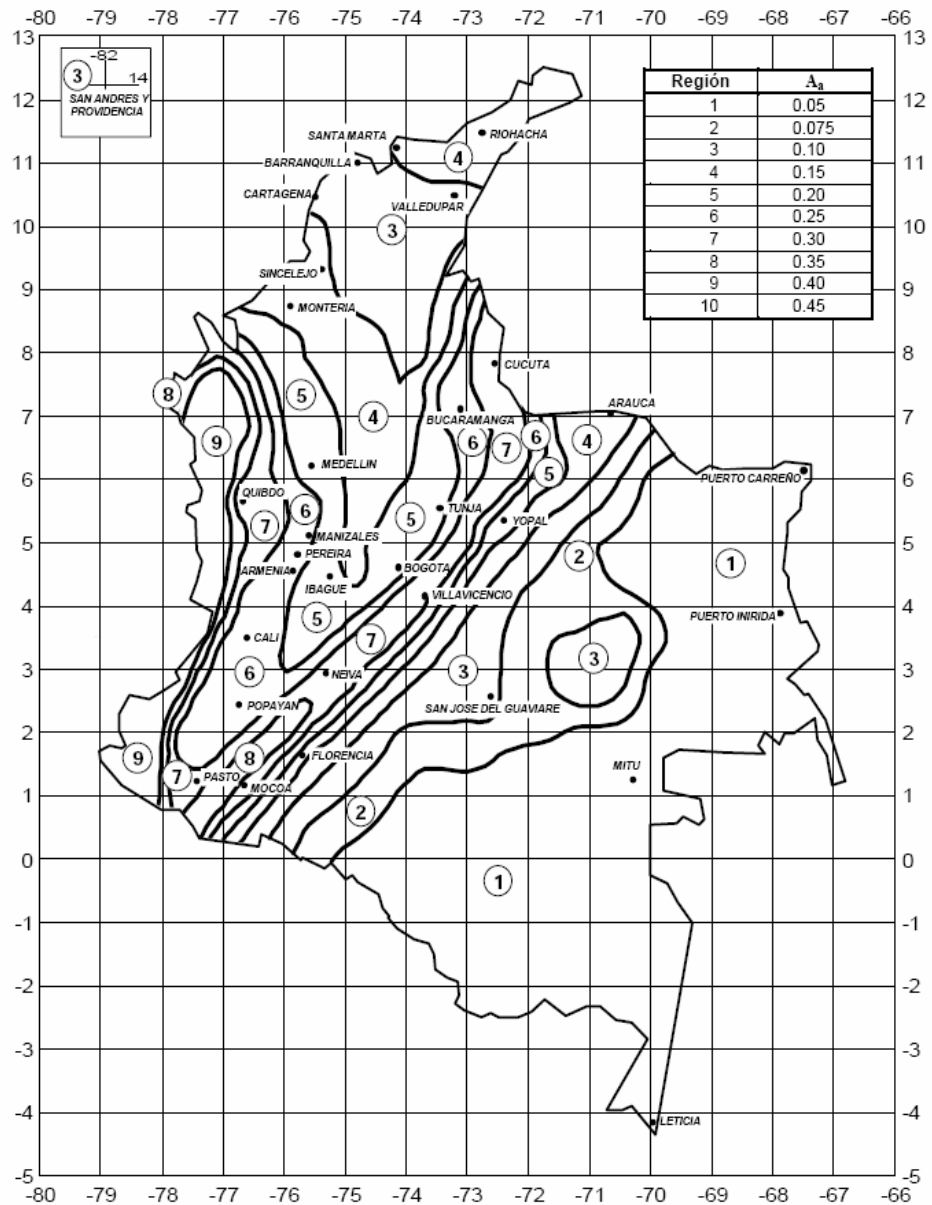


Figura 14. Mapa de valores A_a

- I = Coeficiente de importancia.

Depende del tipo de edificación a analizar.
 Este valor se obtiene de la siguiente tabla.
 Para nuestro análisis este valor I=1.3, para una vivienda

TABLA COEFICIENTE DE IMPORTANCIA I A.2.4	
Grupo de Uso	Coeficiente de Importancia, I
IV	1.3
III	1.2
II	1.1
I	1.0

Tabla 8. Coeficiente de importancia

- S = Coeficiente de sitio.

Depende del suelo donde se tiene construida la edificación.
 Este valor se obtiene de la siguiente tabla
 Para nuestro análisis este valor es de 1.0

TABLA COEFICIENTE DE SITIO S A.2.3	
Tipo de Perfil de Suelo	Coeficiente de Sitio, S
S ₁	1.0
S ₂	1.2
S ₃	1.5
S ₄	2.0

Tabla 9. Coeficiente de sitio

Teniendo el periodo fundamental y los anteriores coeficientes, se sigue a analizar el espectro de diseño:

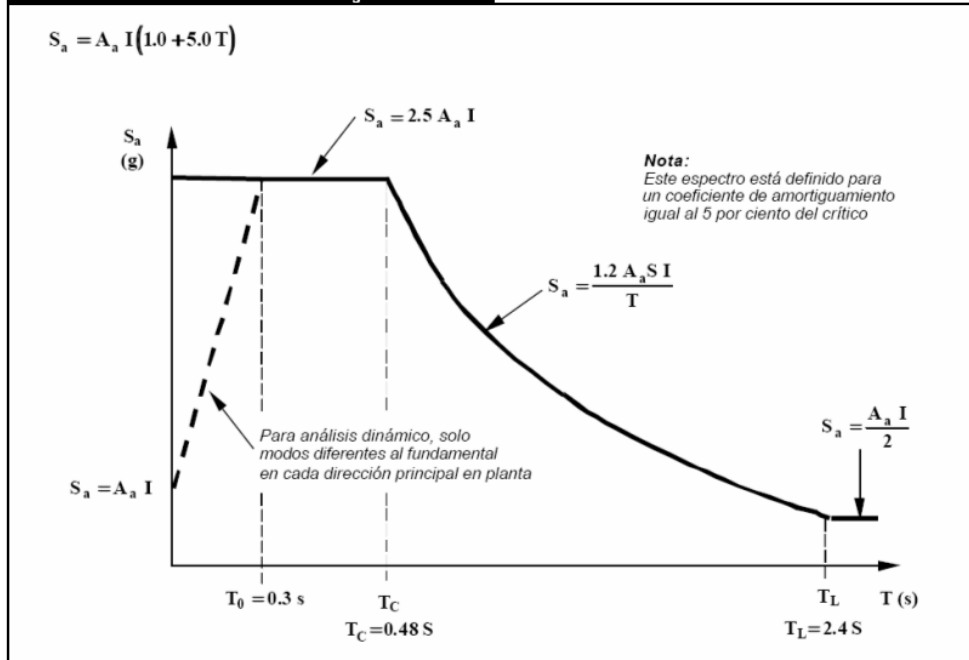


Figura 15. Espectro de diseño

Tenemos que:

$$T_0 = 0.3 * S = 0.3 * 1 = 0.3$$

$$T_c = 0.48 * S = 0.48 * 1 = 0.48$$

$$T_l = 2.4 * S = 2.4$$

Como el periodo fundamental es menor a T_0 , entonces tenemos que S_a , es:

$$S_a = 2.5 * 0.25 * 3 = 0.8125$$

3. Calculo del cortante basal (NSR-98, A.4.3):

En este cuadro se calcula el valor del cortante basal en KN, en función de la masa total de la edificación, el S_a y la gravedad.

Calculo del cortante basal A.4.3	
Formula A.4-5	Sa = 0.8125
$V_s = S_a g M$	g (m/s ²) = 9.81
	M (Kg) = 20334.4349
	Vs (KN) = 162.078155

Figura 16. Selección de parámetros para el calculo del cortante basal

El cuadro anterior, presente en esta hoja, realiza el siguiente cálculo:

$$V_s = S_a * g * M$$

$$V_s = 0.8125 * 9.81 \frac{m}{seg^2} * 20334.4349 Kg = 162.078 KN$$

$$V_s = 162.078 KN$$

4. Fuerzas sismicas horizontales equivalentes (NSR-98, A.4.3):

En este cuadro, se calcula la fuerza horizontal que actuan en cada piso de la edificación, en este caso como la casa es de 1 piso, la fuerza horizontal equivalente sera igual al cortante basal.

Fuerzas sismicas horizontales equivalentes A.4.3	
Formula A.4-7	m _x (Kg) = 20334.4349
$C_{vx} = \frac{m_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n (m_i h_i^k)}$	m _i (Kg) = 20334.4349
	h _x (m) = 2
	h _i (m) = 2
	K = 1
Formula A.4-6	C _{vx} = 1
$F_x = C_{vx} V_s$	F _x (KN) = 162.078155

Figura 17. Calculo de la fuerza horizontal equivalente

Este cuadro realiza las sigientes operaciones:

$$C_{vx} = \frac{m_x * h_x^k}{\sum_{i=1}^n (m_i * h_i^k)} = \frac{20334.4349 * 2^1}{20334.4349 * 2^1} = 1$$

$$C_{vx} = 1$$

$$F_x = C_{vx} * V_s = 1 * 162.078 = 162.078 KN$$

$$F_x = 162.078 KN$$

La cuarta hoja electrónica: Se llama “**Eval Centroides**”, esta hoja esta destinada a realizar el calculo de los centro de cortante y los centros de torsión de la casa en estudio. En esta hoja tan solo encontraremos datos de salida como resultado del calculo (celdas de color **Rojo**).

En esta hoja encontramos una tabla para el calculo del centro de gravedad y otra tabla para el calculo del centro de torsión en la direccion X; Ademas, tambien una tabla para el calculo del centro de gravedad y otra tabla para el calculo del centro de torsión en la direccion Y. Al final de la hoja se presenta una tabla que contiene los datos generales del nivel de la casa de 1 piso.

A continuación explicaremos como se efectuaron los calculos en las tablas de la direccion X y en la tabla que contiene los datos generales de la casa de 1 piso. (Los calculo en la direccion Y se efectuan de la misma manera que para la direccion X).

Centro de cortante en x.

SENTIDO X					
Muro	Rigidez (N/m)E6	Rig. total (N/m)E6	Vs KN	Fxx KN	Yi m
1	4.384375	13.3199219	162.078155	53.3495181	5.95
2	0.953125	13.3199219	162.078155	11.5977213	5.05
3	0.71484375	13.3199219	162.078155	8.69829099	4.8
4	0.50039063	13.3199219	162.078155	6.08880369	3.05
5	1.21523438	13.3199219	162.078155	14.7870947	3.05
6	1.31054688	13.3199219	162.078155	15.9468668	3.05
7	0.90546875	13.3199219	162.078155	11.0178353	0.05
8	1.6203125	13.3199219	162.078155	19.7161263	0.05
9	1.715625	13.3199219	162.078155	20.8758984	0.05
				162.078155	

Cvy (m) = 3.28631485

Tabla 10. Centro de cortante en X

En esta tabla se realizan los siguientes cálculos:

En la columna 1, se muestra la nomenclatura dada a cada muro en la dirección X.

En la columna 2, se retoman los valores de rigidez para cada muro calculados anteriormente en “**VAL RIGIDEZ**” pero en (N/m)E6.

En la columna 3, se calcula la rigidez total de la edificación en la dirección X, sumando cada una de las rigideces de los muros en esta dirección.

En la columna 4, se muestran los valores de la fuerza horizontal equivalente que para este caso son iguales al valor del cortante basal.

Para la columna 5, se realiza el cálculo de la fuerza cortante que actúa en cada muro debido a la acción directa del cortante basal, para eso se realiza la siguiente operación (Para el muro 1):

$$F_{xx} = \frac{V_s * Rigidez}{Rig.total} = \frac{162.078 * 4.384}{13.3199} = 53.349 KN$$

En la columna 6, se retoman los valores de Y_i , calculados en “**VAL RIGIDEZ**”, para cada muro.

Después de obtenidos todos los valores en las columnas de la tabla, se calcula el C_{vy} (Centro de cortante para la fuerza actuante en el sentido X).

$$C_{vy} = \frac{\sum F_{xx} * Y_i}{\sum F_{xx}} = 3.286m$$

Centro de cortante en y.

SENTIDO Y					
Muro	Rigidez (N/m)E6	Rig. total (N/m)E6	Vs KN	Fyy KN	Xi m
A	6321.64922	18460.1548	162.078155	55.503394	0.05
B	1419.72734	18460.1548	162.078155	12.465052	2.05
C	1419.72734	18460.1548	162.078155	12.465052	5.55
D	0.74462891	18460.1548	162.078155	0.00653776	7.55
E	9298.30625	18460.1548	162.078155	81.6381197	9.15
				162.078155	

$C_{vx} (m) = 5.21074365$

Tabla 11. Centro de cortante en Y

Centro de torsion en x.

SENTIDO X		
muro	F_{xx} KN	Y_j m
1	53.3495181	2.95
2	11.5977213	2.05
3	8.69829099	1.8
4	6.08880369	0.05
5	14.7870947	0.05
6	15.9468668	0.05
7	11.0178353	2.95
8	19.7161263	2.95
9	20.8758984	2.95
	162.078155	

Cty (m) = 2.16502683

Tabla 12. Centro de torsion en X

Esta tabla se explica así:

En la columna 1, se tiene nuevamente la nomenclatura de los muros para la dirección X.

En la columna 2, Al igual que la tabla inmediatamente anterior, se calcula el Fxx, de la misma manera.

En la columna 3, se retoma los valores de Yj, calculados anteriormente en "EVAL RIGIDEZ".

Una vez obtenidos estos valores en esta tabla se calcula el Ctv:

$$C_{TY} = \frac{\sum F_{XX} * Y_{ji}}{\sum F_{XX}} = 2.165m$$

Centro de torsion en y.

SENTIDO Y		
muro	Fyy KN	Xj m
A	55.503394	4.55
B	12.465052	2.55
C	12.465052	0.95
D	0.00653776	2.95
E	81.6381197	4.55
	162.078155	

Ctx (m) = 4.11925255

Tabla 13. Centro de torsion en Y

DATOS GENERALES DEL PISO 1.

DATOS GENERALES DEL NIVEL 1									
dirección	Vj(KN)	Cv(m)	Ct(m)	es(m)	b(m)	e1(m)	e2(m)	Mt1(KN-m)	Mt2(KN-m)
X	162.078155	3.28631	2.16503	-1.09	6.00	-0.4914911	-1.6914911	-79.6599711	-274.153758
Y	162.078155	5.21074	4.11925	-1.12	9.20	-0.20128801	-2.04128801	-32.6243901	-330.848196

Tabla 14. Datos generales del nivel 1

En esta tabla se tienen los siguientes cálculos:

En la columna 1, se indica el sentido de análisis para cada uno de los cálculos.

En la columna 2, se tiene la fuerza horizontal equivalente que actúan en la totalidad de la casa de 1 piso.

En la columna 3, se toman los valores del centro de cortante para cada una de las direcciones, calculados anteriormente.

En la columna 4, Se toman los valores de centro de torsión para cada una de las direcciones, calculados anteriormente.

En la columna 5, se calcula la excentricidad torsional del entrepiso, calculado de la siguiente manera:

$$e_s = C_t - C_v = 2.16503 - 3.28631 = -1.12m$$

$$e_s = C_t - C_v = 4.1192 - 5.2107 = -1.09m$$

En la columna 6, se calcula la máxima dirección en planta del entre piso medida perpendicular a la dirección del movimiento del terreno.

En la columnas 7 y 8 se calculan las excentricidades accidentales, que se calculan de la siguiente manera:

Para la primera fila:

$$e_1 = e_s + 0.1 * b = -1.09 * 0.1 * 6 = -0.4914m$$

$$e_2 = e_s - 0.1 * b = -1.09 - 0.1 * 6 = -1.6914m$$

Las columnas 9 y 10, calculan el momento torsional causado por el cortante horizontal.

Para la primera fila:

$$M_{T1} = e_1 * V_j = -0.4914 * 162.078 = -79.659KN - m$$

$$M_{T2} = e_2 * V_j = -1.6914 * 162.078 = -274.153KN - m$$

La quinta hoja electrónica: Se llama “**Eval Efectos**”, esta hoja esta elaborada y diseñada para el calculo de los cortantes de diseño teniendo en cuenta los efectos del cortante en las dos direcciones. En esta hoja tan solo encontraremos datos de salida como resultado del calculo (celdas de color **Rojo**).

En esta hoja aparecen 3 tablas de calculo para cada dirección, (3 en la dirección X y 3 en la dirección Y), para un total de 6 tablas.

A continuación explicaremos como se efectuaron los cálculos en las tablas de la dirección X y en la tabla que contiene los datos generales de la casa de 1 piso. (Los calculo en la dirección Y se efectúan de la misma manera que para la dirección X).

EVALUACION DEL CORTANTE DE DISEÑO EN LAS DIRECCIONES X, Y

DIRECCION X							
muro	R _{jx} (kN/m)	y' _j (m)	R _{jx} *y _j (kN)	C _{ty} (m)	y _{jt} (m)	R _{jx} *y _{jt} (kN)	R _{jx} *(y _{jt}) ² (kN-m)
1	4384.375	2.95	12933.90625	2.165027	-0.78	-3441.61673	2701.576779
2	953.125	2.05	1953.90625	2.165027	0.12	109.634951	12.61096125
3	714.84375	1.8	1286.71875	2.165027	0.37	260.937151	95.24906186
4	500.390625	0.05	25.01953125	2.165027	2.12	1058.3396	2238.416651
5	1215.23438	0.05	60.76171875	2.165027	2.12	2570.25331	5436.154725
6	1310.54688	0.05	65.52734375	2.165027	2.12	2771.84181	5862.519801
7	905.46875	2.95	2671.132813	2.165027	-0.78	-710.768672	557.9343348
8	1620.3125	2.95	4779.921875	2.165027	-0.78	-1271.90183	998.4088097
9	1715.625	2.95	5061.09375	2.165027	-0.78	-1346.71959	1057.13874
	13319.9219		28837.98828				18960.00986

Tabla 15. Evaluación de fuerzas en dirección X

En esta primera tabla, para la dirección X, encontramos los siguientes cálculos:

En la primera columna, se encuentra la nomenclatura correspondiente a los muros en la dirección X.

En la segunda columna, se retoma las rigideces existentes para cada muro calculadas anteriormente en “**EVAL RIGIDEZ**”, en KN/m.

En la tercera columna, se retoman las coordenadas del elemento resistente en dirección X, para cada uno de los muros, calculadas anteriormente en “**EVAL CENTROIDES**”, en m.

En la cuarta columna, se efectúa el siguiente cálculo (para la primera fila):

$$R_{jx} * y_j = 4387.375 * 2.95 = 12933.90KN$$

La quinta columna, hace referencia a la coordenada del centro de torsión, en m, calculada en la hoja “**EVAL CENTROIDE**”.

En la sexta columna se calcula la distancia del elemento resistente con respecto al centro de torsión, en m (para la primera fila).

$$y_{jt} = C_{ty} - y'_j = 2.165 - 2.95 = -0.78m$$

En la séptima columna, se efectúa la siguiente operación (para la primera fila):

$$R_{jx} * y_{jt} = 4384.375 * -0.78 = -3441.61KN$$

Y por ultimo en la octava columna, se realiza la siguiente operación (para la primera fila):

$$R_{jx} * (y_{jt})^2 = 4384.375 * (-0.78)^2 = 2701.57KN - m$$

A continuación se muestra la misma tabla pero analizada en la dirección Y.

DIRECCION Y							
muro	R _{xy} (kN/m)	x _j ' (m)	R _{xy} *x _j (kN)	C _{tx} (m)	x _{jt} (m)	R _{xy} *x _{jt} (kN)	R _{xy} *(x _{jt}) ² (kN-m)
A	6321649.22	4.55	28763503.9	4.119253	-0.43	-2723034.26	1172940.05
B	1419727.34	2.55	3620304.73	4.119253	1.57	2227910.76	3496154.65
C	1419727.34	0.95	1348740.98	4.119253	3.17	4499474.51	14259971.1
D	744.628906	2.95	2196.65527	4.119253	1.17	870.65925	1018.02055
E	9298306.25	4.55	42307293.4	4.119253	-0.43	-4005221.67	1725239.01
	18460154.8		76042039.7				20655322.8

Tabla 16. Evaluación de fuerzas en dirección Y

Luego de obtenida esta tabla, los valores de esta son utilizados para efectuar los cálculos de la siguiente tabla:

DIRECCION X							
MURO	EFECTO DE V _x					EFECTO DE V _y	
	EDV _x (kN)	EM _{tx1} (kN)	TV _x +MT _{x1} (kN)	EM _{tx2} (kN)	TV _x +MT _{x2} (kN)	EM _{ty1} (kN)	EM _{ty2} (kN)
1	53.3495181	0.013260875	53.36277896	0.04563796	53.39515605	0.00543093	0.055075801
2	11.5977213	-0.000422434	11.59729889	-0.00145383	11.5962675	-0.00017301	-0.001754476
3	8.69829099	-0.001005416	8.697285577	-0.00346019	8.694830805	-0.00041176	-0.004175748
4	6.08880369	-0.004077883	6.084725812	-0.01403424	6.074769458	-0.00167008	-0.016936488
5	14.7870947	-0.00990343	14.77719126	-0.03408315	14.75301154	-0.00405591	-0.041131471
6	15.9468668	-0.010680169	15.93618665	-0.03675633	15.91011049	-0.00437402	-0.044357469
7	11.0178353	0.002738659	11.02057392	0.00942523	11.02726049	0.00112161	0.01137435
8	19.7161263	0.004900758	19.72102701	0.0168662	19.73299245	0.00200708	0.0203541
9	20.8758984	0.005189038	20.88108742	0.01785833	20.89375672	0.00212515	0.0215514

Tabla 17. Evaluación de efectos en dirección X

A continuación, procedemos a analizar los cálculos de la siguiente tabla:

En la primera columna, como en la primera tabla, se encuentra la nomenclatura correspondiente a los muros en la dirección X.

En la segunda tabla, se retoma la fuerza cortante que debe resistir el elemento resistente por efecto directo de V_x , calculada anteriormente en “**EVAL CENTROIDES**”, de la siguiente manera (para la primera fila):

$$EDV_x = F_{XX}$$

En la tercera columna, se calcula la fuerza cortante que debe resistir el elemento por efecto del momento torsionante del entrepiso M_{tx1} , y se calcula de la siguiente manera (para la primera fila):

$$EM_{tx1} = \frac{(R_{jx} * y_{jt})}{\sum (R_{jx} * (y_{jt})^2) + \sum (R_{jy} * (x_{jt})^2)} * M_{t1}$$

$$EM_{tx1} = \frac{-3441.6167}{18960.00 + 20655322.8} * -79.65 = 0.01326KN$$

En la cuarta columna, se calcula el efecto combinado que debe resistir el muro por acción del cortante V_x y del momento M_{tx1} , de la siguiente manera (para la primera fila):

$$TV_x + MT_{x1} = 53.349 + 0.0132 = 53.362KN$$

En la quinta columna, se calcula la fuerza cortante que debe resistir el elemento por efecto del momento torsionante del entrepiso M_{tx2} , y se calcula de la siguiente manera (para la primera fila):

$$EM_{tx2} = \frac{(R_{jx} * y_{jt})}{\sum (R_{jx} * (y_{jt})^2) + \sum (R_{jy} * (x_{jt})^2)} * M_{t2}$$

$$EM_{tx2} = \frac{-3441.6167}{18960.00 + 20655322.8} * -274.15 = 0.0456KN$$

En la sexta columna, se calcula el efecto combinado que debe resistir el muro por acción del cortante V_x y del momento M_{tx2} , de la siguiente manera (para la primera fila):

$$TV_x + MT_{x2} = 53.349 + 0.0456 = 53.395KN$$

En la séptima columna, se calcula la fuerza cortante que debe resistir el elemento por efecto del momento torsionante del entrepiso Mty1, y se calcula de la siguiente manera (para la primera fila):

$$EM_{ty1} = \frac{(R_{jx} * y_{jt})}{\sum (R_{jx} * (y_{jt})^2) + \sum (R_{jy} * (x_{jt})^2)} * M_{t1}$$

$$EM_{ty1} = \frac{-3441.6167}{18960.00 + 20655322.8} * -32.624 = 0.00543 KN$$

En la octava columna, se calcula la fuerza cortante que debe resistir el elemento por efecto del momento torsionante del entrepiso Mty2, y se calcula de la siguiente manera (para la primera fila):

$$EM_{ty2} = \frac{(R_{jx} * y_{jt})}{\sum (R_{jx} * (y_{jt})^2) + \sum (R_{jy} * (x_{jt})^2)} * M_{t2}$$

$$EM_{ty2} = \frac{-3441.6167}{18960.00 + 20655322.8} * -330.84 = 0.055 KN$$

A continuación se muestra la misma segunda tabla pero analizada en la dirección Y.

DIRECCION Y							
MURO	EFECTO DE Vy				EFECTO DE Vx		
	EDVy (KN)	EMty1 (KN)	TVy+MTy1 (KN)	EMTy2 (KN)	TVy+Mty2 (KN)	EMTx1 (KN)	EMTx2 (KN)
A	55.503394	4.29699703	59.8003911	43.5764075	99.0798015	10.4921091	36.1091159
B	12.465052	-3.51568324	8.94936875	-35.6530025	-23.1879505	-8.5843513	-29.5434725
C	12.465052	-7.10025169	5.3648003	-72.0045788	-59.5395268	-17.3369017	-59.6658107
D	0.00653776	-0.00137392	0.00516385	-0.01393306	-0.0073953	-0.00335473	-0.01154548
E	81.6381197	6.32031183	87.9584315	64.0951068	145.733227	15.4324987	53.1117128

Tabla 18. Evaluacion de efectos en direccion Y

Al resolver todos los cálculos de esta tabla, pasamos a la tercera tabla de la dirección X, en donde se calculan los cortantes de diseño definitivos de acuerdo a las dos combinaciones de diseño:

DIRECCION X				
MURO	$V_x + 0,3*V_y$ (kN)	$0,3*V_x + V_y$ (kN)	Vdiseño (kN)	r (%)
1	53.4116788	16.07362262	53.41167879	0.11638036
2	11.597247	3.479016661	11.59724699	-0.00409007
3	8.69716205	2.60877391	8.697162048	-0.01298061
4	6.08422479	1.823747665	6.084224788	-0.07525867
5	14.7759745	4.429101471	14.77597449	-0.07525867
6	15.9348744	4.776481979	15.93487445	-0.07525867
7	11.0306728	3.319552497	11.03067279	0.11638036
8	19.7390987	5.940251836	19.73909868	0.11638036
9	20.9002221	6.289678415	20.90022214	0.11638036

Tabla 19. Cortante de diseño en direccion X

En esta tabla, encontramos las siguientes columnas:

En la primera columna, se puede observar nuevamente la nomenclatura de los muros en la dirección X.

En la segunda columna, se calcula el primer combo que depende de la fuerza cortante en las dos direcciones, tanto en X como en Y, de la siguiente manera (para la primera fila):

$$V_x + 0.3*V_y = 53.395 + 0.3*0.05507 = 53.411KN$$

En la tercera columna, se calcula el segundo combo que depende de la fuerza cortante en las dos direcciones, tanto en X como en Y, de la siguiente manera (para la primera fila):

$$0.3*V_x + V_y = 0.3*53.395 + 0.05507 = 16.073KN$$

En la cuarta columna, se toma el cortante definitivo de diseño como el mayor de las dos columnas anteriores (para la primera fila):

$$V_{diseño} = 53.411KN$$

En la quinta y última columna, se hace referencia a la relación del cortante de diseño con respecto al cortante directo en cada uno de los muros (para la primera fila):

$$r = \frac{V_{\text{diseño}} - EDV_x}{V_{\text{diseño}}} * 100 = \frac{53.411 - 53.349}{53.411} * 100 = 0.1163\%$$

A continuación se muestra la ultima tabla pero analizada en la dirección Y.

DIRECCION Y				
MURO	$V_y + 0,3*V_x$ (kN)	$0,3*V_y + V_x$ (kN)	$V_{\text{diseño}}$ (kN)	r (%)
A	109.912536	65.8330563	109.912536	49.502217
B	6.37406336	-5.89954068	6.37406336	-95.5589597
C	0.16372979	-15.7274616	0.16372979	-7513.18531
D	0.00415743	-0.00180558	0.00415743	-57.255046
E	161.66674	96.8316808	161.66674	49.502217

Tabla 20. Cortante de diseño en direccion Y

La sexta hoja electrónica: Se llama “Análisis”, esta hoja esta elaborada y diseñada para el calculo de los esfuerzos principales que actúan en cada muro. En esta hoja tan solo encontraremos datos de salida como resultado del calculo (celdas de color **Rojo**).

Estos esfuerzos son:

- Esfuerzo de compresión debido a la carga axial, f_a , en KN/cm².
- Esfuerzo de compresión debido a la flexión, f_b , en KN/cm².
- Esfuerzo de tracción debido a la flexión, f_t , en KN/cm².
- Esfuerzo debido al cortante, f_v , en KN/cm².

Una vez obtenidos estos esfuerzos se procede a determinar los esfuerzos admisibles según la norma NSR-98.

En esta hoja electrónica encontramos la siguiente tabla:

MURO	Vdiseño (KN)	Altura (cm)	Momento (KN-cm)	y=h/2 (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Inercia (cm ⁴)	R KN
1	53.4116788	200	10682.33576	100	10	920	648906666.7	32.348764
2	11.597247	200	2319.449398	100	10	200	6666666.667	12.36316
3	8.69716205	200	1739.43241	100	10	150	2812500	9.27237
4	6.08422479	200	1216.844958	100	10	105	964687.5	10.561467
5	14.7759745	200	2955.194897	100	10	255	13817812.5	25.649277
6	15.9348744	200	3186.974889	100	10	275	17330729.17	26.1061625
7	11.0306728	200	2206.134559	100	10	190	5715833.333	12.972706
8	19.7390987	200	3947.819737	100	10	340	32753333.33	23.214316
9	20.9002221	200	4180.044427	100	10	360	38880000	24.579864
A	109.912536	200	21982.50725	100	10	510	110542500	24.935226
B	6.37406336	200	1274.812671	100	10	310	24825833.33	32.183022
C	0.16372979	200	32.74595712	100	10	310	24825833.33	40.69618
D	0.00415743	200	0.831485049	100	10	25	13020.83333	1.66655
E	161.66674	200	32333.34807	100	10	580	162593333.3	44.285552

Tabla 21. Analisis de esfuerzos

fa KN/cm ²	fb KN/cm ²	ft KN/cm ²	Área (cm ²)	fv KN/cm ²
0.00351617	0.00164621	-0.00164621	9200	0.00580562
0.00618158	0.03479174	-0.03479174	2000	0.00579862
0.00618158	0.06184649	-0.06184649	1500	0.00579811
0.01005854	0.12613877	-0.12613877	1050	0.0057945
0.01005854	0.02138685	-0.02138685	2550	0.0057945
0.00949315	0.01838916	-0.01838916	2750	0.0057945
0.00682774	0.0385969	-0.0385969	1900	0.00580562
0.00682774	0.01205318	-0.01205318	3400	0.00580562
0.00682774	0.01075114	-0.01075114	3600	0.00580562
0.00488926	0.01988602	-0.01988602	5100	0.02155148
0.01038162	0.00513502	-0.00513502	3100	0.00205615
0.0131278	0.0001319	-0.0001319	3100	5.2816E-05
0.0066662	0.00638581	-0.00638581	250	1.663E-05
0.00763544	0.01988602	-0.01988602	5800	0.02787358

Tabla 22. Analisis de esfuerzos (Continuación)

En esta tabla, encontramos las siguientes columnas de calculo:

En la primera columna, se encuentra la nomenclatura de cada uno de los muros en la dirección X y Y.

En la segunda columna, se encuentran cada uno de los cortantes de diseño calculados para cada muro en la hoja electrónica inmediatamente anterior, en KN

En la tercera columna, se tienen los datos de altura para cada muro en cms.

En la cuarta columna, se efectúa el cálculo del momento que actúa sobre cada muro en KN-m, de la siguiente manera (para la primera fila):

$$\text{Momento} = V_{\text{diseño}} * \text{Altura} = 53.411 * 200 = 10682.335 \text{KN} - \text{cm}$$

En la Quinta columna, se calcula el valor de $h/2$, en cms, de la siguiente manera (para la primera fila):

$$h/2 = \text{Altura} / 2 = 200 / 2 = 100 \text{cms}$$

En la sexta y séptima columna, se hace referencia al ancho y largo del muro respectivamente, en cms.

En la octava columna, se calcula el valor de la inercia en cada uno de los muros, en cms^4 , de la siguiente manera, (para la primera fila):

$$\text{Inercia} = \frac{1}{12} * \text{Ancho} * (\text{Largo})^3 = \frac{1}{12} * 10 * (920)^3 = 648906666.7 \text{cm}^4$$

En la novena columna, se tiene el valor R de la fuerza axial que actúa en cada uno de los muros debido a la carga muerta y viva, en KN.

En la décima columna, se calcula el esfuerzo f_a , en KN/cm^2 , de la siguiente manera (para la primera fila):

$$f_a = \frac{R}{\text{Largo} * \text{Ancho}} = \frac{32.348}{980 * 10} = 0.003516 \text{KN} / \text{cm}^2$$

En la undécima columna, se calcula el esfuerzo f_b , en KN/cm^2 , de la siguiente manera (para la primera fila):

$$f_b = \frac{\text{Momento} * (h/2)}{\text{Inercia}} = \frac{10682.335 * 100}{648906666.7} = 0.00164 \text{KN} / \text{cm}^2$$

En la duodécima columna, se calcula el esfuerzo f_t , en KN/cm^2 , de la siguiente manera (para la primera fila):

$$f_t = \frac{-\text{Momento} * (h/2)}{\text{Inercia}} = \frac{-10682.335 * 100}{648906666.7} = -0.00164 \text{KN} / \text{cm}^2$$

En la décima-tercera columna, se calcula el valor del área efectiva de cortante en cm^2 .

En la duodécima columna, se calcula el esfuerzo f_v , en KN/cm^2 , de la siguiente manera (para la primera fila):

$$f_v = \frac{V_{diseño}}{area} = \frac{53.411}{9200} = 0.0058 KN / cm^2$$

Además, de esta tabla, en la hoja electrónicas se presentan otras tablas en donde se calculan los esfuerzos admisibles, según la NSR-98 titulo D.

Estas tablas, se explican a continuación.

1. Modulo de cortante para la mampostería (NSR-98 D.5.2.2):

MODULO DE CORTANTE PARA LA MAMPOSTERIA D.5.2.2	
NSR-98 D.5.7	E_m (MPa) = 15250
$G_m = 0.4 E_m$	G_m (MPa) = 6100

Tabla 23. Calculo del modulo de cortante

Para el cálculo delo modulo de cortante se tiene que:

$$G_m = 0.4 * E_m ;$$

Donde:

G_m = Modulo de cortante para la mampostería

E_m = Modulo de elasticidad para la mampostería

Entonces:

$$G_m = 0.4 * 15250 MPa = 6100 MPa$$

2. Esfuerzos admisibles para compresión por flexión (D-1.5.3):

ESFUERZOS ADMISIBLES PARA COMPRESION POR FLEXION D-1.5.3	
NSR-98 D-1.6	f'_m (MPa) = 20.3333333
$F_b = 0.33 f'_m \leq 14$	F_b (MPa) = 6.71

Tabla 24. Esfuerzo admisible para compresión por flexion

En esta tabla se calcula el esfuerzo admisible para compresión debido a la flexión, que existe en el muro.

$$F_b = 0.33 * f_m';$$

Donde:

F_b = Esfuerzo admisible para compresión debido a la flexión

f_m' = Resistencia a la compresión de la mampostería, en MPa

Entonces:

$$F_b = 0.33 * 20.333 = 6.71MPa$$

3. Esfuerzo admisible para tracción por la flexión en la mampostería no reforzada (NSR-98 D-1.5.4):

ESFUERZO ADMISIBLE PARA TRACCION POR LA FLEXION EN LA MAMPOSTERIA NO REFORZADA NSR-98 D-1.5.4	
Ft (MPa) =	2.03333333

Tabla 25. Esfuerzo admisible para traccion por flexion

Para el cálculo del esfuerzo admisible para tracción debido a la flexión, se tiene que:

$$F_t = 0.1 * f_m'$$

Donde:

F_t = Esfuerzo admisible para tracción por la flexión en la mampostería.

f_m' = Resistencia a la compresión de la mampostería, en MPa

Entonces:

$$F_b = 0.1 * 20.3333 = 2.033MPa$$

4. Esfuerzos efectivos para compresión axial (NSR-98 D-1.5.2):

ESFUERZOS EFECTIVOS PARA COMPRESION AXIAL D-1.5.2			
NSR-98 D-1.5		t (mm) =	100
$R_e = 1 - (h'/40t)^3$		h' (mm) =	2000
		R _e =	0.875
NSR-98 D-1.1		f _m (MPa) =	20.3333333
$F_a = 0.20 f'_m R_e$		F _a (MPa) =	3.55833333

Tabla 26. Esfuerzo efectivo para compresion

Para calcular este esfuerzo debemos realizar antes el siguiente cálculo:

$$R_e = 1 - \left(\frac{h'}{40 * t} \right)^3$$

Donde:

h' = Altura efectiva, en mm

t = Espesor efectivo, en mm

Entonces

$$R_e = 1 - \left(\frac{2000}{40 * 100} \right)^3 = 0.875$$

Por lo tanto:

$$F_a = 0.20 * f'_m * R_e = 0.20 * 20.333 * 0.875 = 3.558 MPa$$

5. Esfuerzo admisible por cortante en muros (NSR-98 D-1.5.7):

ESFUERZO ADMISIBLE PARA CORTANTE EN MUROS NSR-98 D-1.5.7	
NSR-98 D-1.12*	f _m (MPa) = 20.3333333
$F_v = \frac{\sqrt{f'_m}}{40} \leq 0.56$	F _v (MPa) = 0.11273124

Tabla 27. Esfuerzo admisible para cortante

En este caso, el esfuerzo admisible se calcula de la siguiente manera:

$$F_v = \frac{\sqrt{f_m'}}{40} = \frac{\sqrt{20.333}}{40} = 0.1127 \text{ MPa}$$

Donde:

F_v = Esfuerzo admisible por cortante en muros, en MPa

f_m' = Resistencia a la compresión de la mampostería, en MPa

Además, podemos encontrar unas tablas que sirven como base para los cálculos, que contienen las cargas vivas y muertas que afectan la casa de 1 piso.

Estas tablas son:

1. Para la carga muerta:

CARGA MUERTA NSR-98 B.3	
C_m (KN/m ²) =	0.122

MAMPOSTERIA DE LADRILLO HUECO NSR-98 B.3.2	
C_m (KN/m ²)	13

2. Para la carga viva:

CARGA VIVA NSR-98 B.4.2.1	
C_v (KN/m ²) =	1.8

Estas cargas están referenciadas en la NSR-98 título B.

La séptima hoja electrónica: Se llama “**C. Mohr**”, esta hoja está elaborada y diseñada para el análisis de la distribución de esfuerzos principales que actúan en cada muro y en el cálculo de los índices IC como resultado final del estudio. En esta hoja tan solo encontraremos datos de salida como resultado del cálculo (celdas de color **Rojo**).

Esta hoja contiene una tabla en donde se realiza el analisis de la distribución de esfuerzos por medio del circulo de mohr, para al final de esta obtener un valor de esfuerzo de compresión minimo, esfuerzo de compresión maximo y de esfuerzo cortante maximo.

Con estos esfuerzos anteriormente analizados y los esfuerzos admisibles calculados en la hoja electronica inmediatamente anterior, podemos calcular los indices IC.

Los valor de estos indices IC, son calculados en la tabla de color rojo, que indica que son los resultados finales y el objetivo de la tabla.

A continuación explicamos, esta tabla de analisis de esfuerzos, que es la siguiente:

MURO	COMBINACION					MOHR PARA EL ESFUERZO 1					
	fa KN/cm ²	fb KN/cm ²	ft KN/cm ²	fv KN/cm ²	σ1 KN/cm ²	σ2 KN/cm ²	R1 KN/cm ²	σ1(prom) KN/cm ²	σ1(min) KN/cm ²	σ1(max) KN/cm ²	t1(max) KN/cm ²
1	0.00351617	0.00164621	-0.00164621	0.00580562	0.00186996	0.00516238	0.00588042	0.00093498	-0.00494544	0.00681541	0.00588042
2	0.00618158	0.03479174	-0.03479174	0.00579862	-0.02861016	0.04097332	0.01543565	-0.01430508	-0.02974073	0.00113057	0.01543565
3	0.00618158	0.06184649	-0.06184649	0.00579811	-0.05586491	0.06802807	0.02842998	-0.02783245	-0.05626243	0.00059752	0.02842998
4	0.01005854	0.12613877	-0.12613877	0.0057945	-0.11608023	0.13619731	0.05832865	-0.05804012	-0.11636876	0.00028853	0.05832865
5	0.01005854	0.02138685	-0.02138685	0.0057945	-0.01132831	0.03144539	0.00810302	-0.00566416	-0.01376717	0.00243886	0.00810302
6	0.00949315	0.01838916	-0.01838916	0.0057945	-0.00889601	0.02788231	0.00730486	-0.004448	-0.01175286	0.00285686	0.00730486
7	0.00682774	0.0385969	-0.0385969	0.00580562	-0.03176916	0.04542464	0.01691228	-0.01588458	-0.03279686	0.0010277	0.01691228
8	0.00682774	0.01205318	-0.01205318	0.00580562	-0.00522544	0.01888092	0.00636644	-0.00261272	-0.00897916	0.00375371	0.00636644
9	0.00682774	0.01075114	-0.01075114	0.00580562	-0.0039234	0.01757888	0.00612809	-0.0019617	-0.00808979	0.00416639	0.00612809
A	0.00488926	0.01988602	-0.01988602	0.02155148	-0.01499676	0.02477528	0.02281867	-0.00749838	-0.03031706	0.01532029	0.02281867
B	0.01038162	0.00513502	-0.00513502	0.00205615	0.0052466	0.01551664	0.00333308	0.0026233	-0.00070979	0.00595638	0.00333308
C	0.0131278	0.0001319	-0.0001319	5.2816E-05	0.0129959	0.0132597	0.00649816	0.00649795	-2.1464E-07	0.01299611	0.00649816
D	0.0066662	0.00638581	-0.00638581	1.663E-05	0.00028039	0.01305201	0.00014118	0.0001402	-9.8283E-07	0.00028138	0.00014118
E	0.00763544	0.01988602	-0.01988602	0.02787358	-0.01225058	0.02752146	0.02853867	-0.00612529	-0.03466396	0.02241337	0.02853867

Tabla 28. Circulo de Mohr

MOHR PARA EL ESFUERZO 2					CHEQUEO DE ESFUERZOS		
R2 KN/cm ²	σ2(prom) KN/cm ²	σ2(min) KN/cm ²	σ2(max) KN/cm ²	t2(max) KN/cm ²	σ(min) KN/cm ²	σ(max) KN/cm ²	t(max) KN/cm ²
0.00635356	0.00258119	-0.00377237	0.00893475	0.00635356	-0.00377237	0.00893475	0.00635356
0.02129148	0.02048666	-0.00080482	0.04177814	0.02129148	-0.00080482	0.04177814	0.02129148
0.03450467	0.03401403	-0.00049064	0.06851871	0.03450467	-0.00049064	0.06851871	0.03450467
0.06834474	0.06809866	-0.00024608	0.13644339	0.06834474	-0.00024608	0.13644339	0.06834474
0.01675647	0.0157227	-0.00103378	0.03247917	0.01675647	-0.00103378	0.03247917	0.01675647
0.01509742	0.01394115	-0.00115626	0.02903857	0.01509742	-0.00115626	0.02903857	0.01509742
0.02344258	0.02271232	-0.00073026	0.0461549	0.02344258	-0.00073026	0.0461549	0.02344258
0.01108276	0.00944046	-0.0016423	0.02052322	0.01108276	-0.0016423	0.02052322	0.01108276
0.01053373	0.00878944	-0.00174429	0.01932317	0.01053373	-0.00174429	0.01932317	0.01053373
0.02485799	0.01238764	-0.01247035	0.03724564	0.02485799	-0.01247035	0.03724564	0.02485799
0.00802616	0.00775832	-0.00026784	0.01578449	0.00802616	-0.00026784	0.01578449	0.00802616
0.00663006	0.00662985	-2.1037E-07	0.01325991	0.00663006	-2.1037E-07	0.01325991	0.00663006
0.00652602	0.006526	-2.1188E-08	0.01305203	0.00652602	-2.1188E-08	0.01305203	0.00652602
0.03108527	0.01376073	-0.01732454	0.044846	0.03108527	-0.01732454	0.044846	0.03108527

Tabla 29. Circulo de Mohr (Continuación)

En la primera columna, tenemos la nomenclatura de todos los muros, tanto en la dirección X como en la dirección Y.

En la segunda, tercera, cuarta y quinta columna, se retoman los valores de esfuerzos obtenidos en la hoja electrónica inmediatamente anterior.

En la sexta columna, se realiza el cálculo de la primera combinación de esfuerzos, de la siguiente manera:

$$\sigma_1 = f_a + f_t$$

En la séptima columna, se realiza el cálculo de la segunda combinación de esfuerzos, de la siguiente manera:

$$\sigma_2 = f_a + f_b$$

En la octava, novena, décima, undécima y duodécima columna, se realiza la distribución de esfuerzos por medio del círculo de Mohr para la primera combinación de esfuerzos, de la siguiente manera:

- En la octava columna, se calcula el valor de R, para el círculo de Mohr de la siguiente manera (para la primera fila):

$$R = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$R = \sqrt{\left(\frac{0.001869}{2}\right)^2 + 0.0058^2} = 0.00588 \text{ KN/cm}^2$$

- En la novena columna, se calcula el valor de σ_1 (prom), de esta manera (para la primera fila):

$$\sigma_{prom} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}$$

$$\sigma_{prom} = \frac{0.001869}{2} = 0.0009349 \text{ KN/cm}^2$$

- En la décima columna, se calcula el valor del esfuerzo mínimo, así (para la primera fila):

$$\sigma_{\min} = \sigma_{prom} - R$$

$$\sigma_{\min} = 0.0009349 - 0.00588 = -0.004945 \text{ KN/cm}^2$$

- En la undécima columna, se calcula el valor del esfuerzo máximo, así (para la primera fila):

$$\sigma_{\max} = \sigma_{prom} + R$$

$$\sigma_{\max} = 0.0009349 + 0.00588 = 0.006815 \text{ KN/cm}^2$$

- En la duodécima columna, se calcula el valor de τ_1 , de la siguiente manera, (para la primera fila):

$$\tau_1 = R$$

$$\tau_1 = 0.00588 \text{ KN/cm}^2$$

En las columnas 13 a la 17 se realiza el mismo análisis anterior para la segunda combinación de esfuerzos, realizando los mismos cálculos.

Y por ultimo en las columnas 18, 19 y 20, se realiza el chequeo de esfuerzos en donde se toma el máximo valor, tanto mínimo a compresión, máximo a compresión y máximo a cortante, de los análisis para las dos combinaciones de esfuerzos.

Al obtener los esfuerzos máximos que actúan en cada uno de los muros, se procede al calculo de los índices IC, como resultado final de los cálculos y análisis de todas las hojas electrónicas.

Estos índices son calculados en una tabla de color rojo, que representa los datos mas importantes como resultados de todas las operaciones de las hojas electrónicas.

Con estos índices IC, se procederá posteriormente a realizar los análisis gráficos de esta casa.

En las hojas posteriores, se muestran los índices que son resultado de cada una de las combinaciones posibles al variar los parámetros inicialmente definidos el esta investigación la investigación y finalmente las graficas que nos indica, como varían la relación de esfuerzos al variar los parámetros iniciales.

6. ANALISIS DE RESULTADOS

El siguiente paso después de obtener los resultados de las hojas electrónicas en Microsoft Excel, es graficar los datos finales de las Casas de 1 y 2 pisos para obtener una correlación entre los Índices de comportamiento y los parámetros que determinamos inicialmente.

A continuación se presentaran los análisis de las Casas de 1 piso y luego las Casas de 2 pisos.

6.1 CASA 1 DE 1 PISO

La hoja electrónica que programamos en Microsoft Excel nos muestra la siguiente tabla con la cual procedemos a analizar gráficamente estos resultados.

Tabla Principal de Resultados

IC x (max)	IC y (max)	IC x (prom)	IC y (prom)	f m (MPa)	Altura (m)
0.659	0.294	0.226	0.155	20.333	2.0
1.220	0.393	0.387	0.205	20.333	2.5
2.053	0.523	0.626	0.274	20.333	3.0
0.661	0.295	0.226	0.155	20.333	2.0
1.224	0.394	0.388	0.205	20.333	2.5
2.060	0.524	0.628	0.274	20.333	3.0
0.664	0.296	0.227	0.156	20.333	2.0
1.228	0.395	0.390	0.206	20.333	2.5
2.067	0.526	0.630	0.275	20.333	3.0
0.604	0.275	0.204	0.136	20.333	2.0
1.129	0.368	0.355	0.182	20.333	2.5
1.911	0.492	0.579	0.245	20.333	3.0
0.606	0.276	0.204	0.137	20.333	2.0
1.134	0.370	0.356	0.183	20.333	2.5
1.918	0.493	0.581	0.246	20.333	3.0
0.608	0.277	0.205	0.137	20.333	2.0
1.137	0.371	0.357	0.183	20.333	2.5
1.925	0.495	0.583	0.247	20.333	3.0
0.566	0.272	0.187	0.123	18.600	2.0
1.073	0.365	0.333	0.167	18.600	2.5
1.830	0.489	0.551	0.228	18.600	3.0
0.569	0.273	0.188	0.124	18.600	2.0
1.080	0.368	0.335	0.168	18.600	2.5
1.841	0.492	0.554	0.229	18.600	3.0
0.572	0.275	0.189	0.124	18.600	2.0
1.086	0.370	0.337	0.169	18.600	2.5
1.851	0.495	0.557	0.230	18.600	3.0
0.537	0.273	0.177	0.116	18.600	2.0
1.025	0.368	0.318	0.158	18.600	2.5
1.753	0.493	0.528	0.215	18.600	3.0
0.540	0.275	0.178	0.117	18.600	2.0
1.032	0.370	0.320	0.159	18.600	2.5
1.765	0.497	0.532	0.217	18.600	3.0

0.544	0.277	0.179	0.118	18.600	2.0
1.038	0.373	0.322	0.160	18.600	2.5
1.776	0.500	0.535	0.218	18.600	3.0
0.530	0.236	0.181	0.125	31.444	2.0
0.981	0.316	0.311	0.165	31.444	2.5
1.651	0.420	0.503	0.220	31.444	3.0
0.532	0.237	0.182	0.125	31.444	2.0
0.984	0.317	0.312	0.165	31.444	2.5
1.657	0.422	0.505	0.221	31.444	3.0
0.534	0.238	0.183	0.125	31.444	2.0
0.987	0.318	0.313	0.166	31.444	2.5
1.662	0.423	0.507	0.221	31.444	3.0
0.486	0.221	0.164	0.110	31.444	2.0
0.908	0.296	0.285	0.146	31.444	2.5
1.537	0.395	0.466	0.197	31.444	3.0
0.488	0.222	0.164	0.110	31.444	2.0
0.912	0.297	0.286	0.147	31.444	2.5
1.542	0.397	0.467	0.198	31.444	3.0
0.489	0.223	0.165	0.110	31.444	2.0
0.915	0.298	0.287	0.147	31.444	2.5
1.548	0.398	0.469	0.198	31.444	3.0
0.456	0.219	0.151	0.099	28.600	2.0
0.866	0.295	0.269	0.135	28.600	2.5
1.476	0.395	0.444	0.184	28.600	3.0
0.459	0.220	0.152	0.100	28.600	2.0
0.871	0.296	0.270	0.135	28.600	2.5
1.485	0.397	0.447	0.185	28.600	3.0
0.461	0.222	0.153	0.100	28.600	2.0
0.876	0.298	0.272	0.136	28.600	2.5
1.493	0.399	0.449	0.185	28.600	3.0
0.433	0.220	0.143	0.094	28.600	2.0
0.826	0.297	0.256	0.127	28.600	2.5
1.413	0.398	0.426	0.173	28.600	3.0
0.436	0.222	0.144	0.094	28.600	2.0
0.832	0.299	0.258	0.128	28.600	2.5
1.423	0.400	0.429	0.175	28.600	3.0
0.438	0.223	0.144	0.095	28.600	2.0
0.837	0.301	0.260	0.129	28.600	2.5
1.432	0.403	0.432	0.176	28.600	3.0
0.468	0.208	0.160	0.110	40.333	2.0
0.866	0.279	0.275	0.145	40.333	2.5
1.458	0.371	0.445	0.194	40.333	3.0
0.470	0.209	0.161	0.110	40.333	2.0
0.869	0.280	0.276	0.146	40.333	2.5

1.463	0.372	0.446	0.195	40.333	3.0
0.471	0.210	0.161	0.111	40.333	2.0
0.872	0.281	0.277	0.146	40.333	2.5
1.468	0.374	0.448	0.195	40.333	3.0
0.429	0.195	0.145	0.097	40.333	2.0
0.802	0.262	0.252	0.129	40.333	2.5
1.357	0.349	0.411	0.174	40.333	3.0
0.430	0.196	0.145	0.097	40.333	2.0
0.805	0.262	0.253	0.130	40.333	2.5
1.362	0.350	0.413	0.175	40.333	3.0
0.432	0.196	0.146	0.097	40.333	2.0
0.808	0.263	0.254	0.130	40.333	2.5
1.367	0.352	0.414	0.175	40.333	3.0
0.403	0.194	0.133	0.088	36.600	2.0
0.765	0.260	0.238	0.119	36.600	2.5
1.305	0.349	0.393	0.162	36.600	3.0
0.406	0.195	0.134	0.088	36.600	2.0
0.770	0.262	0.239	0.120	36.600	2.5
1.312	0.351	0.395	0.163	36.600	3.0
0.408	0.196	0.135	0.089	36.600	2.0
0.774	0.263	0.240	0.120	36.600	2.5
1.320	0.353	0.397	0.164	36.600	3.0
0.382	0.195	0.126	0.083	36.600	2.0
0.730	0.262	0.227	0.113	36.600	2.5
1.249	0.352	0.377	0.153	36.600	3.0
0.385	0.196	0.127	0.083	36.600	2.0
0.736	0.264	0.228	0.113	36.600	2.5
1.258	0.354	0.379	0.154	36.600	3.0
0.387	0.197	0.128	0.084	36.600	2.0
0.740	0.266	0.230	0.114	36.600	2.5
1.266	0.356	0.382	0.155	36.600	3.0
0.656	0.292	0.224	0.154	20.556	2.0
1.213	0.390	0.385	0.204	20.556	2.5
2.042	0.520	0.623	0.272	20.556	3.0
0.658	0.293	0.225	0.154	20.556	2.0
1.217	0.392	0.386	0.204	20.556	2.5
2.049	0.522	0.625	0.273	20.556	3.0
0.660	0.294	0.226	0.155	20.556	2.0
1.221	0.393	0.387	0.205	20.556	2.5
2.056	0.523	0.627	0.274	20.556	3.0
0.601	0.273	0.203	0.136	20.556	2.0
1.123	0.366	0.353	0.181	20.556	2.5
1.901	0.489	0.576	0.244	20.556	3.0
0.603	0.274	0.203	0.136	20.556	2.0

1.127	0.368	0.354	0.182	20.556	2.5
1.908	0.491	0.578	0.244	20.556	3.0
0.605	0.275	0.204	0.136	20.556	2.0
1.131	0.369	0.355	0.182	20.556	2.5
1.915	0.492	0.580	0.245	20.556	3.0
0.560	0.269	0.185	0.122	19.000	2.0
1.062	0.362	0.330	0.165	19.000	2.5
1.811	0.484	0.545	0.225	19.000	3.0
0.563	0.270	0.186	0.123	19.000	2.0
1.068	0.364	0.332	0.166	19.000	2.5
1.822	0.487	0.548	0.226	19.000	3.0
0.566	0.272	0.187	0.123	19.000	2.0
1.074	0.366	0.334	0.167	19.000	2.5
1.832	0.490	0.551	0.228	19.000	3.0
0.531	0.270	0.175	0.115	19.000	2.0
1.014	0.364	0.315	0.156	19.000	2.5
1.734	0.488	0.523	0.213	19.000	3.0
0.534	0.272	0.176	0.116	19.000	2.0
1.021	0.366	0.317	0.157	19.000	2.5
1.746	0.491	0.526	0.214	19.000	3.0
0.538	0.274	0.177	0.116	19.000	2.0
1.027	0.369	0.319	0.158	19.000	2.5
1.757	0.494	0.530	0.215	19.000	3.0
0.528	0.235	0.181	0.124	31.667	2.0
0.977	0.315	0.310	0.164	31.667	2.5
1.645	0.419	0.502	0.219	31.667	3.0
0.530	0.236	0.181	0.124	31.667	2.0
0.981	0.316	0.311	0.164	31.667	2.5
1.651	0.420	0.503	0.220	31.667	3.0
0.532	0.237	0.182	0.125	31.667	2.0
0.984	0.317	0.312	0.165	31.667	2.5
1.656	0.422	0.505	0.220	31.667	3.0
0.484	0.220	0.163	0.109	31.667	2.0
0.905	0.295	0.284	0.146	31.667	2.5
1.531	0.394	0.464	0.196	31.667	3.0
0.486	0.221	0.164	0.110	31.667	2.0
0.908	0.296	0.285	0.146	31.667	2.5
1.537	0.395	0.466	0.197	31.667	3.0
0.487	0.222	0.164	0.110	31.667	2.0
0.911	0.297	0.286	0.147	31.667	2.5
1.543	0.397	0.467	0.198	31.667	3.0
0.453	0.218	0.150	0.099	29.000	2.0
0.860	0.293	0.267	0.134	29.000	2.5
1.466	0.392	0.441	0.182	29.000	3.0

0.456	0.219	0.151	0.099	29.000	2.0
0.865	0.294	0.269	0.134	29.000	2.5
1.474	0.394	0.444	0.183	29.000	3.0
0.458	0.220	0.152	0.100	29.000	2.0
0.870	0.296	0.270	0.135	29.000	2.5
1.483	0.396	0.446	0.184	29.000	3.0
0.430	0.219	0.142	0.093	29.000	2.0
0.821	0.295	0.255	0.126	29.000	2.5
1.404	0.395	0.423	0.172	29.000	3.0
0.433	0.220	0.143	0.094	29.000	2.0
0.826	0.297	0.256	0.127	29.000	2.5
1.413	0.398	0.426	0.173	29.000	3.0
0.435	0.222	0.143	0.094	29.000	2.0
0.832	0.298	0.258	0.128	29.000	2.5
1.422	0.400	0.429	0.174	29.000	3.0
0.467	0.208	0.160	0.110	40.556	2.0
0.864	0.278	0.274	0.145	40.556	2.5
1.454	0.370	0.443	0.194	40.556	3.0
0.468	0.209	0.160	0.110	40.556	2.0
0.867	0.279	0.275	0.145	40.556	2.5
1.459	0.371	0.445	0.194	40.556	3.0
0.470	0.209	0.161	0.110	40.556	2.0
0.869	0.280	0.276	0.146	40.556	2.5
1.464	0.373	0.446	0.195	40.556	3.0
0.428	0.195	0.144	0.097	40.556	2.0
0.800	0.261	0.251	0.129	40.556	2.5
1.353	0.348	0.410	0.173	40.556	3.0
0.429	0.195	0.145	0.097	40.556	2.0
0.803	0.262	0.252	0.129	40.556	2.5
1.358	0.349	0.412	0.174	40.556	3.0
0.431	0.196	0.145	0.097	40.556	2.0
0.805	0.263	0.253	0.130	40.556	2.5
1.363	0.351	0.413	0.175	40.556	3.0
0.401	0.193	0.133	0.087	37.000	2.0
0.761	0.259	0.236	0.118	37.000	2.5
1.297	0.347	0.390	0.161	37.000	3.0
0.404	0.194	0.133	0.088	37.000	2.0
0.766	0.261	0.238	0.119	37.000	2.5
1.305	0.349	0.393	0.162	37.000	3.0
0.406	0.195	0.134	0.088	37.000	2.0
0.770	0.262	0.239	0.120	37.000	2.5
1.313	0.351	0.395	0.163	37.000	3.0
0.380	0.194	0.125	0.082	37.000	2.0
0.727	0.261	0.226	0.112	37.000	2.5

1.243	0.350	0.375	0.152	37.000	3.0
0.383	0.195	0.126	0.083	37.000	2.0
0.732	0.263	0.227	0.113	37.000	2.5
1.251	0.352	0.377	0.154	37.000	3.0
0.385	0.196	0.127	0.083	37.000	2.0
0.736	0.264	0.228	0.113	37.000	2.5
1.259	0.354	0.379	0.154	37.000	3.0

Tabla 30. Tabla principal de resultados casa 1 – 1 piso

Graficas de correlación:

Aquí se mostraran las graficas obtenidas después de analizar los datos de la tabla anterior.

Grafica ICx (max) Vs Altura

Esta grafica relaciona los datos de **ICx (max)**, los cuales corresponden a la primera columna de la tabla anterior con respecto a los datos de **Altura** los cuales corresponden a la ultima columna de esta misma tabla.

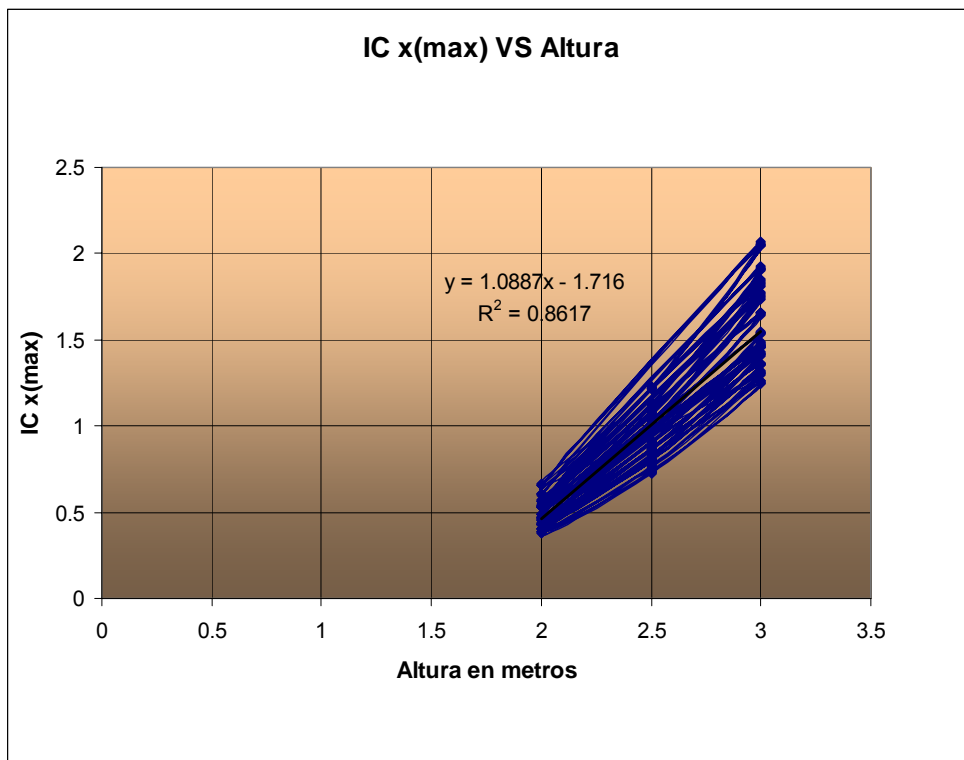


Figura 18. Grafica ICx(max) VS Altura, casa 1 – 1 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 1.0887 * X - 1.716$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.8617$, el cual se considera bueno.

Esta grafica muestra como el valor de *ICx (max)* aumenta a medida que el valor de *Altura* se incrementa.

Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento mayor que 1.0, cuando la altura del muro sobrepasa el valor de 2.5 metros, esto indica que los muros que se encuentran en la dirección X se comportaran mejor si la altura de estos no supera los 2.5 metros ya que estarían por debajo del Índice de Comportamiento Crítico ($IC_{critico}=1.0$). Donde este Índice esta definido como la relación entre el esfuerzo presente en el muro y el esfuerzo máximo admisible dado por la NSR – 98; esta relación esta dada para el esfuerzo por tracción por la flexión en la mampostería no reforzada, para el esfuerzo por compresión por la flexión en la mampostería no reforzada y para el esfuerzo para compresión axial.

Grafica ICy (max) Vs Altura

Esta grafica relaciona los datos de **ICy (max)**, los cuales corresponden a la segunda columna de la tabla anterior con respecto a los datos de **Altura** los cuales corresponden a la ultima columna de esta misma tabla.



Figura 19. Grafica ICy(max) VS Altura, casa 1 – 1 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 0.1853 * X - 0.1416$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.7093$, el cual se considera bueno.

Esta grafica muestra como el valor de $ICy (max)$ aumenta a medida que el valor de $Altura$ se incrementa.

Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento menor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en esta dirección. Esto indica que los muros se comportan de una manera optima porque están por debajo del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$).

Grafica $ICx (prom)$ Vs $Altura$

Esta grafica relaciona los datos de $ICx (prom)$, los cuales corresponden a la tercera columna de la tabla anterior con respecto a los datos de $Altura$ los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

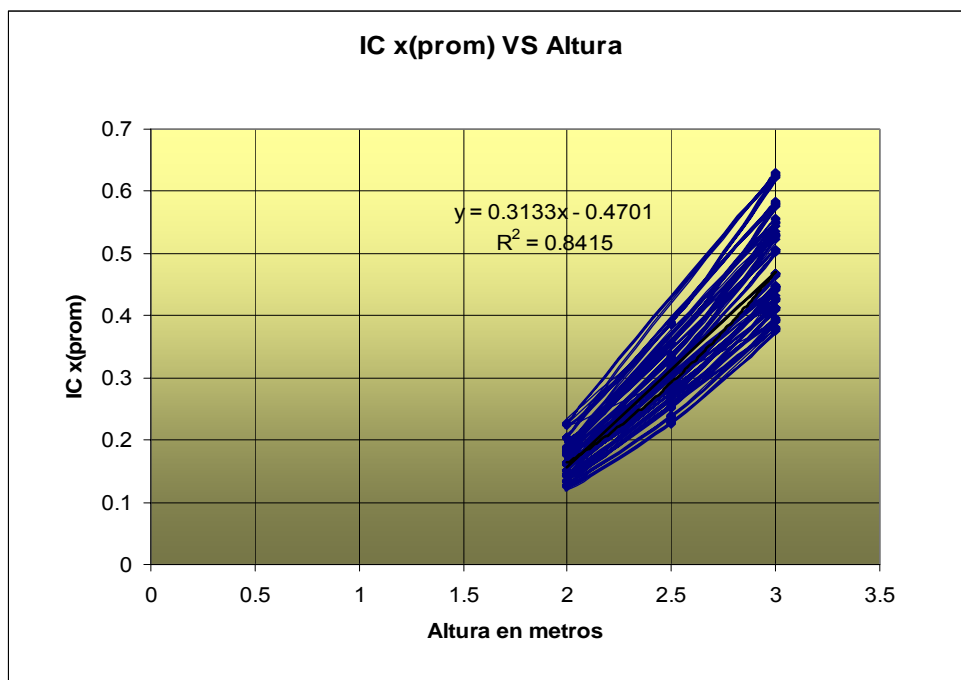


Figura 20. Grafica $ICx(prom)$ VS $Altura$, casa 1 – 1 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 0.3133 * X - 0.4701$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.8415$, el cual se considera bueno.

Esta grafica muestra como el valor de IC_x (*prom*) aumenta a medida que el valor de *Altura* se incrementa. Este índice corresponde al promedio de los índices que actúan en cada una de las combinaciones de parámetros. Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento menor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en esta dirección. Esto indica que los muros se comportan de una manera optima porque están por debajo del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$).

Grafica IC_y (*prom*) VS *Altura*

Esta grafica relaciona los datos de IC_y (*prom*), los cuales corresponden a la cuarta columna de la tabla anterior con respecto a los datos de *Altura* los cuales corresponden a la ultima columna de esta misma tabla.

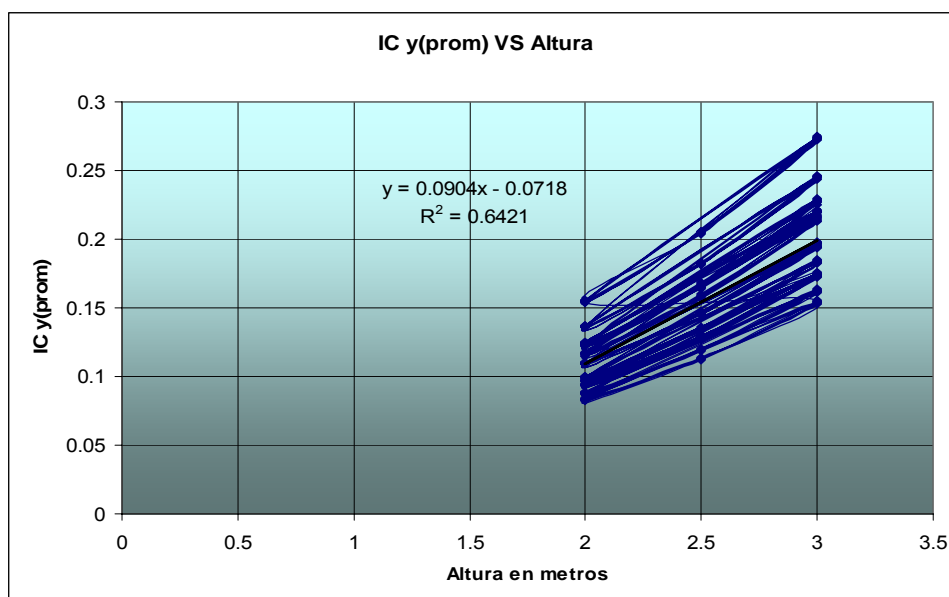


Figura 21. Grafica IC_y (*prom*) VS *Altura*, casa 1 – 1 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 0.0904 * X - 0.0718$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.6421$, el cual se considera aceptable.

Esta grafica muestra como el valor de ICy (*prom*) aumenta a medida que el valor de *Altura* se incrementa. Este índice corresponde al promedio de los índices que actúan en cada una de las combinaciones de parámetros. Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento menor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en esta dirección. Esto indica que los muros se comportan de una manera optima porque están por debajo del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$).

Grafica ICx (max) Vs $f'm$

Esta grafica se construye a partir de los resultados dados en la siguiente tabla, la cual se obtuvo de seleccionar los valores máximos de ICx (max) para cada uno de los valores de $f'm$, los cuales se encuentran sujetos a la tabla principal de resultados.

IC x (max)	$f'm$ (MPa)
1.851	18.60
1.832	19.00
2.067	20.33
2.056	20.56
1.493	28.60
1.483	29.00
1.662	31.44
1.656	31.66
1.320	36.66
1.313	37.00
1.468	40.33
1.464	40.56

Tabla 31. ICx (max) VS $f'm$, casa 1 – 1 piso

A partir de los datos anteriores se construye la siguiente grafica:

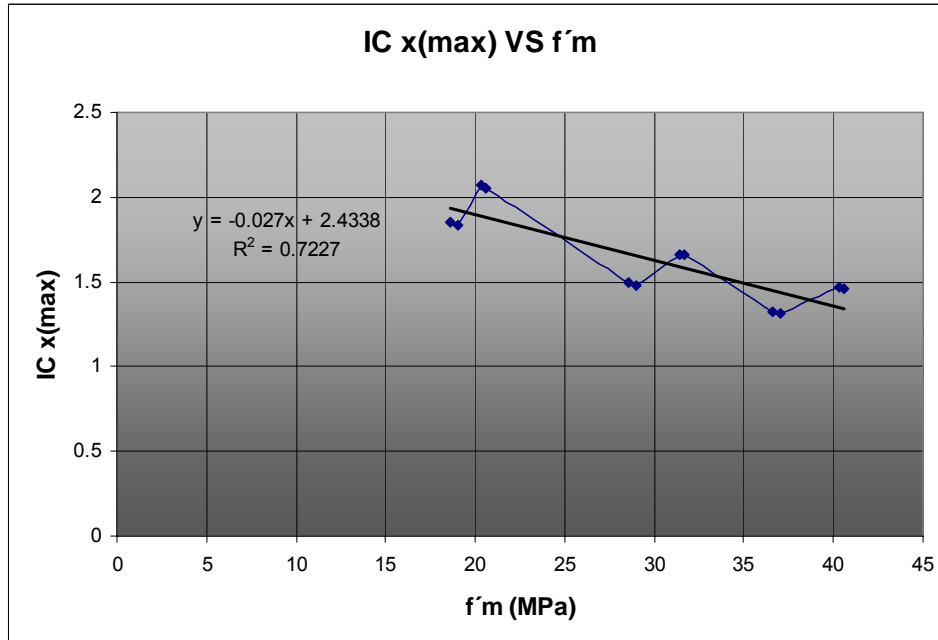


Figura 22. Grafica ICx(max) VS f'm, casa 1 – 1 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = -0.027 * X + 2.4338$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.7227$, el cual se considera aceptable.

Esta grafica muestra como el valor de $ICx (max)$ disminuye a medida que el valor de $f'm$ se incrementa.

Este comportamiento se presenta de esta manera debido a que al aumentar el valor de $f'm$ se mejora la calidad de los materiales, lo que conlleva a que los valores de los Índices disminuyan.

Con la ecuación de correlación analizamos que el Índice de Comportamiento es mayor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en esta dirección. Esto indica que los muros se comportan de una manera muy critica porque están por encima del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$). Para disminuir el Índice por debajo del valor critico se necesitara un valor de $f'm \geq 53.01$ MPa.

Grafica ICy (max) Vs f'm

Esta grafica se construye a partir de los resultados dados en la siguiente tabla, la cual se obtuvo de seleccionar los valores máximos de ICy (max)

para cada uno de los valores de $f'm$, los cuales se encuentran sujetos a la tabla principal de resultados.

IC y (max)	$f'm$ (MPa)
0.500	18.60
0.494	19.00
0.526	20.33
0.523	20.56
0.403	28.60
0.400	29.00
0.423	31.44
0.422	31.67
0.356	36.60
0.354	37.00
0.374	40.33
0.373	40.56

Tabla 32. ICy (max) VS $f'm$, casa 1 – 1 piso

A partir de los datos anteriores se construye la siguiente grafica

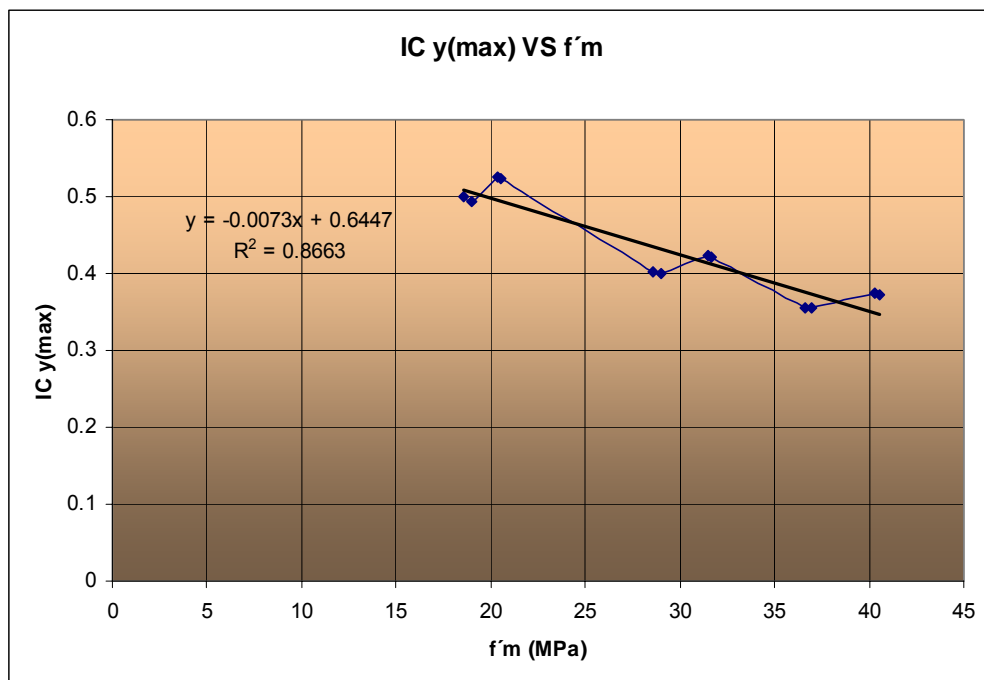


Figura 23. Grafica ICy(max) VS $f'm$, casa 1 – 1 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = -0.0073X + 0.6447$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.8663$, el cual se considera bueno.

Esta grafica muestra como el valor de $ICy (max)$ disminuye a medida que el valor de $f'm$ se incrementa.

Este comportamiento se presenta de esta manera debido a que al aumentar el valor de $f'm$ se mejora la calidad de los materiales, lo que conlleva a que los valores de los Índices disminuyan.

Con la ecuación de correlación analizamos que el Índice de Comportamiento es menor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en esta dirección. Esto indica que los muros se comportan de una manera optima porque están por debajo del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$).

6.2 CASA 2 DE 1 PISO

La hoja electrónica que programamos en Microsoft Excel nos muestra la siguiente tabla con la cual procedemos a analizar gráficamente estos resultados.

Tabla Principal de Resultados

IC x (max)	IC y (max)	IC x (prom)	IC y (prom)	f' m (MPa)	Altura (m)
0,981	0,443	0,299	0,153	20,333	2,0
1,865	0,603	0,537	0,215	20,333	2,5
3,179	0,822	0,889	0,307	20,333	3,0
0,985	0,445	0,300	0,153	20,333	2,0
1,872	0,605	0,538	0,216	20,333	2,5
3,190	0,825	0,892	0,308	20,333	3,0
0,988	0,446	0,301	0,153	20,333	2,0
1,878	0,607	0,540	0,217	20,333	2,5
3,201	0,828	0,895	0,308	20,333	3,0
0,904	0,411	0,272	0,133	20,333	2,0
1,727	0,560	0,493	0,192	20,333	2,5
2,951	0,765	0,821	0,276	20,333	3,0
0,907	0,413	0,273	0,134	20,333	2,0
1,734	0,562	0,495	0,192	20,333	2,5
2,962	0,768	0,824	0,277	20,333	3,0
0,911	0,414	0,274	0,134	20,333	2,0
1,740	0,564	0,496	0,193	20,333	2,5
2,973	0,771	0,827	0,278	20,333	3,0
0,857	0,393	0,253	0,116	18,600	2,0
1,648	0,537	0,464	0,172	18,600	2,5
2,827	0,734	0,779	0,253	18,600	3,0
0,862	0,395	0,255	0,117	18,600	2,0
1,658	0,540	0,467	0,173	18,600	2,5
2,844	0,739	0,783	0,255	18,600	3,0
0,867	0,397	0,256	0,117	18,600	2,0
1,667	0,543	0,469	0,174	18,600	2,5
2,860	0,743	0,788	0,256	18,600	3,0
0,826	0,378	0,240	0,108	18,600	2,0
1,593	0,517	0,443	0,161	18,600	2,5
2,738	0,708	0,746	0,240	18,600	3,0
0,831	0,381	0,242	0,108	18,600	2,0
1,604	0,521	0,446	0,162	18,600	2,5
2,757	0,713	0,751	0,242	18,600	3,0

0,837	0,383	0,244	0,109	18,600	2,0
1,615	0,524	0,449	0,163	18,600	2,5
2,774	0,718	0,756	0,243	18,600	3,0
0,789	0,356	0,241	0,123	31,444	2,0
1,500	0,485	0,431	0,173	31,444	2,5
2,557	0,661	0,715	0,247	31,444	3,0
0,792	0,358	0,241	0,123	31,444	2,0
1,505	0,486	0,433	0,174	31,444	2,5
2,566	0,663	0,717	0,247	31,444	3,0
0,794	0,359	0,242	0,123	31,444	2,0
1,510	0,488	0,434	0,174	31,444	2,5
2,574	0,666	0,719	0,248	31,444	3,0
0,727	0,330	0,219	0,107	31,444	2,0
1,389	0,450	0,396	0,154	31,444	2,5
2,373	0,615	0,660	0,222	31,444	3,0
0,730	0,332	0,220	0,107	31,444	2,0
1,394	0,452	0,398	0,154	31,444	2,5
2,382	0,618	0,663	0,223	31,444	3,0
0,732	0,333	0,221	0,108	31,444	2,0
1,399	0,454	0,399	0,155	31,444	2,5
2,391	0,620	0,665	0,224	31,444	3,0
0,691	0,317	0,204	0,094	28,600	2,0
1,329	0,433	0,374	0,139	28,600	2,5
2,280	0,592	0,628	0,204	28,600	3,0
0,695	0,319	0,205	0,094	28,600	2,0
1,337	0,436	0,377	0,139	28,600	2,5
2,294	0,596	0,632	0,205	28,600	3,0
0,699	0,320	0,206	0,095	28,600	2,0
1,345	0,438	0,379	0,140	28,600	2,5
2,306	0,599	0,635	0,206	28,600	3,0
0,666	0,305	0,194	0,087	28,600	2,0
1,285	0,417	0,358	0,130	28,600	2,5
2,208	0,571	0,602	0,194	28,600	3,0
0,670	0,307	0,195	0,087	28,600	2,0
1,294	0,420	0,360	0,131	28,600	2,5
2,223	0,575	0,606	0,195	28,600	3,0
0,675	0,309	0,196	0,088	28,600	2,0
1,302	0,423	0,362	0,132	28,600	2,5
2,237	0,579	0,610	0,196	28,600	3,0
0,697	0,315	0,213	0,108	40,333	2,0
1,325	0,428	0,381	0,153	40,333	2,5
2,257	0,584	0,631	0,218	40,333	3,0
0,699	0,316	0,213	0,109	40,333	2,0
1,329	0,430	0,382	0,153	40,333	2,5

2,265	0,586	0,633	0,218	40,333	3,0
0,701	0,317	0,214	0,109	40,333	2,0
1,333	0,431	0,383	0,154	40,333	2,5
2,273	0,588	0,635	0,219	40,333	3,0
0,642	0,292	0,193	0,095	40,333	2,0
1,226	0,398	0,350	0,136	40,333	2,5
2,095	0,543	0,583	0,196	40,333	3,0
0,644	0,293	0,194	0,095	40,333	2,0
1,231	0,399	0,351	0,136	40,333	2,5
2,103	0,545	0,585	0,197	40,333	3,0
0,646	0,294	0,195	0,095	40,333	2,0
1,235	0,401	0,352	0,137	40,333	2,5
2,111	0,547	0,587	0,197	40,333	3,0
0,611	0,280	0,181	0,083	36,600	2,0
1,175	0,383	0,331	0,123	36,600	2,5
2,016	0,524	0,555	0,180	36,600	3,0
0,614	0,282	0,182	0,083	36,600	2,0
1,182	0,385	0,333	0,123	36,600	2,5
2,028	0,527	0,558	0,182	36,600	3,0
0,618	0,283	0,183	0,084	36,600	2,0
1,189	0,387	0,335	0,124	36,600	2,5
2,039	0,530	0,561	0,182	36,600	3,0
0,589	0,270	0,171	0,077	36,600	2,0
1,136	0,369	0,316	0,115	36,600	2,5
1,952	0,505	0,532	0,171	36,600	3,0
0,593	0,271	0,173	0,077	36,600	2,0
1,144	0,371	0,318	0,116	36,600	2,5
1,965	0,509	0,536	0,172	36,600	3,0
0,596	0,273	0,174	0,078	36,600	2,0
1,151	0,374	0,320	0,117	36,600	2,5
1,978	0,512	0,539	0,173	36,600	3,0
0,976	0,441	0,298	0,152	20,556	2,0
1,855	0,600	0,534	0,214	20,556	2,5
3,162	0,818	0,884	0,305	20,556	3,0
0,979	0,442	0,299	0,152	20,556	2,0
1,862	0,602	0,535	0,215	20,556	2,5
3,173	0,821	0,887	0,306	20,556	3,0
0,982	0,444	0,300	0,152	20,556	2,0
1,868	0,604	0,537	0,215	20,556	2,5
3,184	0,823	0,890	0,307	20,556	3,0
0,899	0,409	0,271	0,132	20,556	2,0
1,718	0,557	0,490	0,190	20,556	2,5
2,935	0,761	0,816	0,275	20,556	3,0
0,902	0,410	0,272	0,133	20,556	2,0

1,724	0,559	0,492	0,191	20,556	2,5
2,946	0,764	0,819	0,276	20,556	3,0
0,906	0,412	0,273	0,133	20,556	2,0
1,730	0,561	0,494	0,192	20,556	2,5
2,957	0,766	0,822	0,277	20,556	3,0
0,848	0,389	0,251	0,115	19,000	2,0
1,631	0,531	0,459	0,170	19,000	2,5
2,797	0,727	0,770	0,251	19,000	3,0
0,853	0,391	0,252	0,116	19,000	2,0
1,641	0,534	0,462	0,171	19,000	2,5
2,814	0,731	0,775	0,252	19,000	3,0
0,857	0,393	0,253	0,116	19,000	2,0
1,650	0,537	0,465	0,172	19,000	2,5
2,830	0,735	0,779	0,253	19,000	3,0
0,817	0,374	0,238	0,106	19,000	2,0
1,576	0,512	0,439	0,160	19,000	2,5
2,709	0,701	0,738	0,238	19,000	3,0
0,823	0,377	0,240	0,107	19,000	2,0
1,587	0,515	0,442	0,161	19,000	2,5
2,728	0,706	0,743	0,239	19,000	3,0
0,828	0,379	0,241	0,108	19,000	2,0
1,597	0,519	0,444	0,162	19,000	2,5
2,745	0,710	0,748	0,241	19,000	3,0
0,786	0,355	0,240	0,122	31,667	2,0
1,495	0,483	0,430	0,173	31,667	2,5
2,548	0,659	0,712	0,246	31,667	3,0
0,789	0,356	0,241	0,123	31,667	2,0
1,500	0,485	0,431	0,173	31,667	2,5
2,557	0,661	0,715	0,246	31,667	3,0
0,792	0,357	0,241	0,123	31,667	2,0
1,505	0,486	0,433	0,174	31,667	2,5
2,565	0,663	0,717	0,247	31,667	3,0
0,724	0,329	0,218	0,107	31,667	2,0
1,384	0,449	0,395	0,153	31,667	2,5
2,365	0,613	0,658	0,221	31,667	3,0
0,727	0,331	0,219	0,107	31,667	2,0
1,389	0,451	0,396	0,154	31,667	2,5
2,374	0,615	0,660	0,222	31,667	3,0
0,730	0,332	0,220	0,107	31,667	2,0
1,394	0,452	0,398	0,154	31,667	2,5
2,382	0,618	0,662	0,223	31,667	3,0
0,686	0,315	0,203	0,093	29,000	2,0
1,320	0,430	0,372	0,138	29,000	2,5
2,264	0,588	0,624	0,203	29,000	3,0

0,690	0,317	0,204	0,094	29,000	2,0
1,328	0,432	0,374	0,138	29,000	2,5
2,278	0,592	0,627	0,204	29,000	3,0
0,694	0,318	0,205	0,094	29,000	2,0
1,335	0,435	0,376	0,139	29,000	2,5
2,290	0,595	0,631	0,205	29,000	3,0
0,661	0,303	0,193	0,086	29,000	2,0
1,276	0,414	0,355	0,129	29,000	2,5
2,192	0,567	0,597	0,192	29,000	3,0
0,666	0,305	0,194	0,087	29,000	2,0
1,285	0,417	0,358	0,130	29,000	2,5
2,208	0,571	0,602	0,194	29,000	3,0
0,670	0,307	0,195	0,087	29,000	2,0
1,293	0,420	0,360	0,131	29,000	2,5
2,222	0,575	0,605	0,195	29,000	3,0
0,695	0,314	0,212	0,108	40,556	2,0
1,321	0,427	0,380	0,153	40,556	2,5
2,251	0,582	0,629	0,217	40,556	3,0
0,697	0,315	0,213	0,108	40,556	2,0
1,325	0,428	0,381	0,153	40,556	2,5
2,259	0,584	0,631	0,218	40,556	3,0
0,699	0,316	0,213	0,109	40,556	2,0
1,330	0,430	0,382	0,153	40,556	2,5
2,267	0,586	0,633	0,218	40,556	3,0
0,640	0,291	0,193	0,094	40,556	2,0
1,223	0,397	0,349	0,136	40,556	2,5
2,090	0,542	0,581	0,196	40,556	3,0
0,643	0,292	0,194	0,095	40,556	2,0
1,227	0,398	0,350	0,136	40,556	2,5
2,098	0,544	0,583	0,196	40,556	3,0
0,645	0,293	0,194	0,095	40,556	2,0
1,232	0,400	0,352	0,136	40,556	2,5
2,105	0,546	0,585	0,197	40,556	3,0
0,608	0,279	0,180	0,082	37,000	2,0
1,169	0,381	0,329	0,122	37,000	2,5
2,005	0,521	0,552	0,180	37,000	3,0
0,611	0,280	0,181	0,083	37,000	2,0
1,176	0,383	0,331	0,123	37,000	2,5
2,017	0,524	0,555	0,181	37,000	3,0
0,614	0,282	0,182	0,083	37,000	2,0
1,182	0,385	0,333	0,123	37,000	2,5
2,028	0,527	0,558	0,181	37,000	3,0
0,585	0,268	0,171	0,076	37,000	2,0
1,130	0,367	0,314	0,114	37,000	2,5

1,941	0,502	0,529	0,170	37,000	3,0
0,589	0,270	0,172	0,077	37,000	2,0
1,138	0,369	0,317	0,115	37,000	2,5
1,955	0,506	0,533	0,171	37,000	3,0
0,593	0,272	0,173	0,077	37,000	2,0
1,145	0,372	0,318	0,116	37,000	2,5
1,967	0,509	0,536	0,172	37,000	3,0

Tabla 33. Tabla principal de resultados casa 2 – 1 piso

Graficas de correlación:

Aquí se mostraran las graficas obtenidas después de analizar los datos de la tabla anterior.

Grafica ICx (max) Vs Altura

Esta grafica relaciona los datos de **ICx (max)**, los cuales corresponden a la primera columna de la tabla anterior con respecto a los datos de **Altura** los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

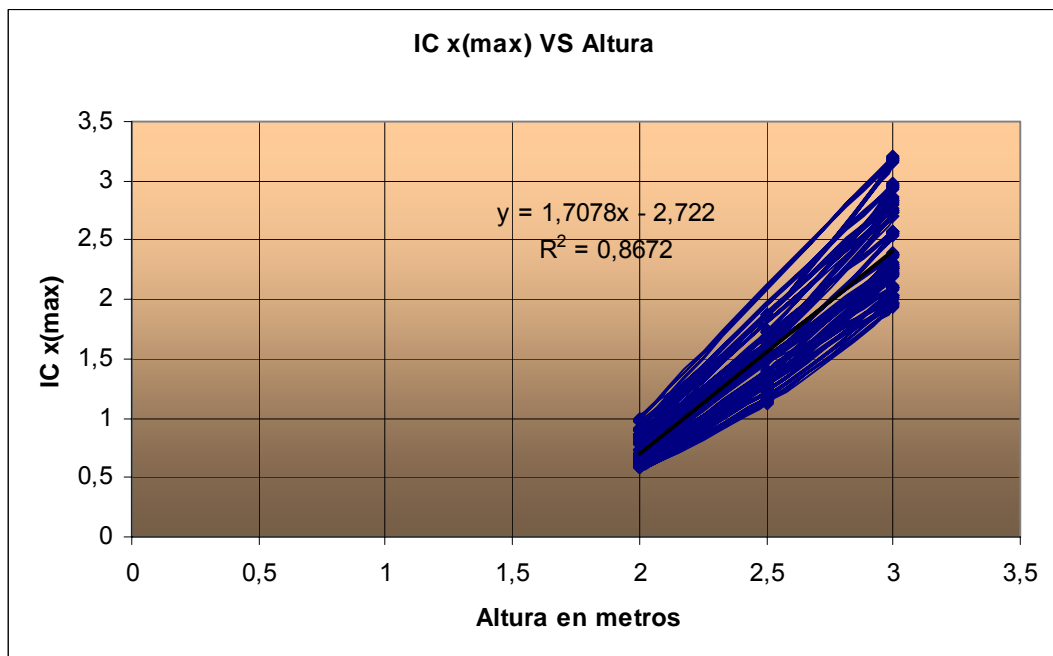


Figura 24. Grafica ICx(max) VS Altura, casa 2 – 1 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 1.0887 * X - 1.716$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.8672$, el cual se considera bueno.

Esta grafica muestra como el valor de *ICx (max)* aumenta a medida que el valor de *Altura* se incrementa.

Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento mayor que 1.0, cuando la altura del muro sobrepasa el valor de 2.18 metros, esto indica que los muros que se encuentran en la dirección X se comportaran mejor si la altura de estos no supera los 2.18 metros ya que estarían por debajo del Índice de Comportamiento Crítico ($IC_{\text{critico}}=1.0$). Donde este Índice esta definido como la relación entre el esfuerzo presente en el muro y el esfuerzo máximo admisible dado por la NSR – 98; esta relación esta dada para el esfuerzo por tracción por la flexión en la mampostería no reforzada, para el esfuerzo por compresión por la flexión en la mampostería no reforzada y para el esfuerzo para compresión axial.

Grafica ICy (max) Vs Altura

Esta grafica relaciona los datos de **ICy (max)**, los cuales corresponden a la segunda columna de la tabla anterior con respecto a los datos de **Altura** los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

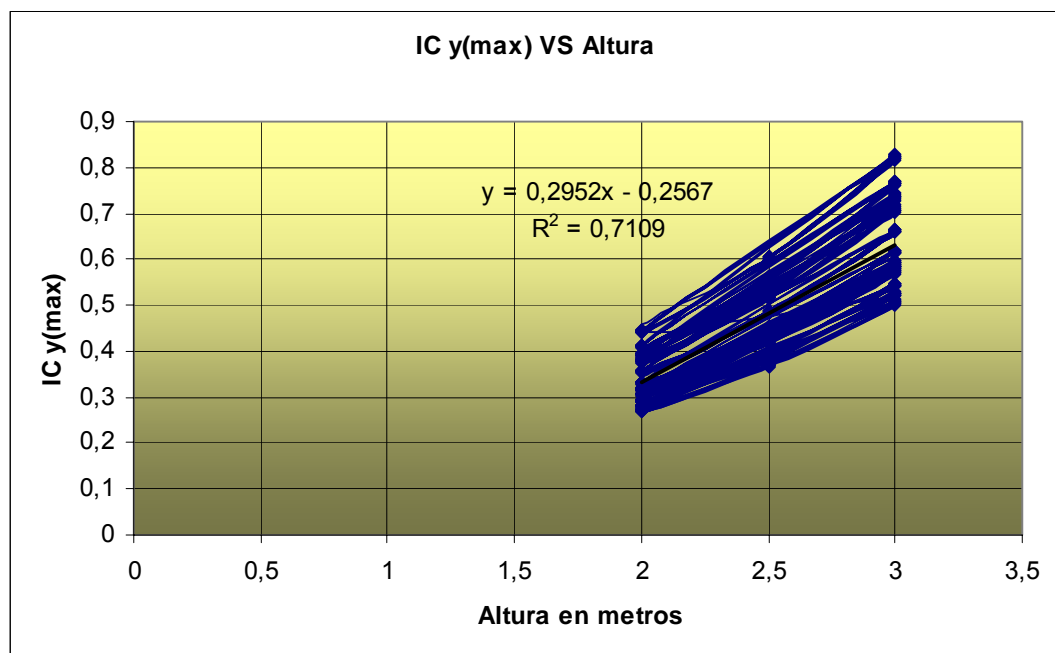


Figura 25. Grafica ICy(max) VS Altura, casa 2 – 1 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 0.2952 * X - 0.2567$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.7109$, el cual se considera bueno.

Esta grafica muestra como el valor de ICy (max) aumenta a medida que el valor de $Altura$ se incrementa.

Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento menor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en esta dirección. Esto indica que los muros se comportan de una manera optima porque están por debajo del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$).

Grafica ICx (prom) Vs Altura

Esta grafica relaciona los datos de ICx (prom), los cuales corresponden a la tercera columna de la tabla anterior con respecto a los datos de **Altura** los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

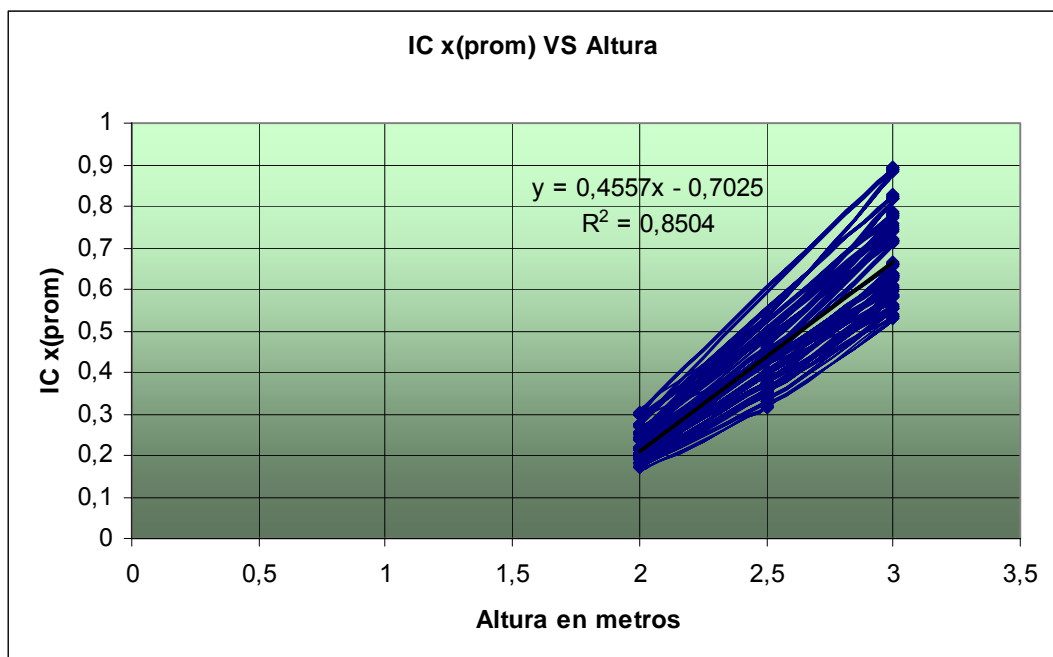


Figura 26. Grafica ICx (prom) VS Altura, casa 2 – 1 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 0.4557 * X - 0.7025$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.8504$, el cual se considera bueno.

Esta grafica muestra como el valor de ICx (*prom*) aumenta a medida que el valor de *Altura* se incrementa. Este índice corresponde al promedio de los índices que actúan en cada una de las combinaciones de parámetros. Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento menor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en esta dirección. Esto indica que los muros se comportan de una manera optima porque están por debajo del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$).

Grafica ICy (*prom*) Vs Altura

Esta grafica relaciona los datos de **ICy (*prom*)**, los cuales corresponden a la cuarta columna de la tabla anterior con respecto a los datos de **Altura** los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

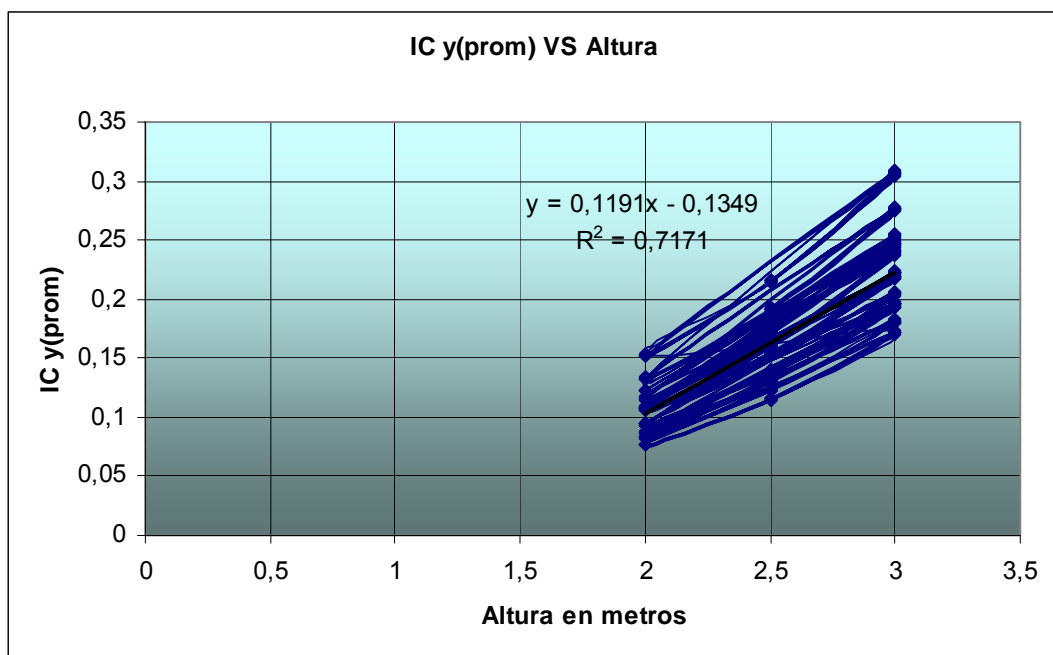


Figura 27. Grafica ICy(*prom*) VS Altura, casa 2 – 1 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 0.1191 * X - 0.1349$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.7171$, el cual se considera aceptable.

Esta grafica muestra como el valor de ICy (*prom*) aumenta a medida que el valor de *Altura* se incrementa. Este índice corresponde al promedio de los índices que actúan en cada una de las combinaciones de parámetros. Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento menor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en esta dirección. Esto indica que los muros se comportan de una manera optima porque están por debajo del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$).

Grafica ICx (max) Vs $f'm$

Esta grafica se construye a partir de los resultados dados en la siguiente tabla, la cual se obtuvo de seleccionar los valores máximos de ICx (max) para cada uno de los valores de $f'm$, los cuales se encuentran sujetos a la tabla principal de resultados.

ICx (max)	$f'm$ (MPa)
2,860	18,60
2,829	19.00
3,200	20,33
3,183	20,56
2,306	28,60
2,290	29.00
2,574	31,44
2,565	31,67
2,038	36,66
2,027	37.00
2,273	40,33
2,266	40,56

Tabla 34. ICx (max) VS $f'm$, casa 2 – 1 piso

A partir de los datos anteriores se construye la siguiente grafica:

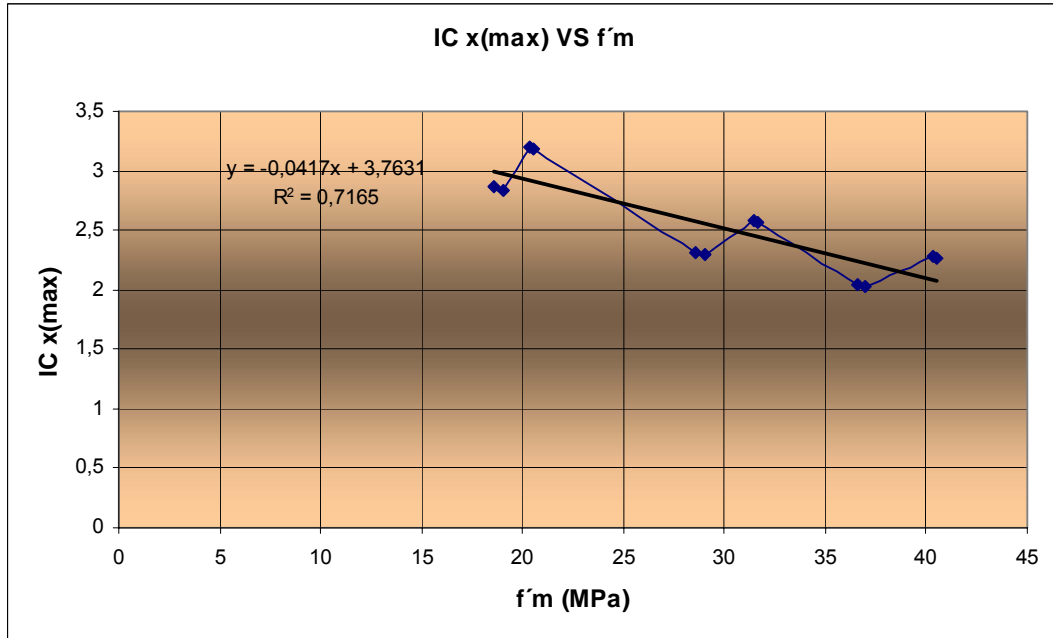


Figura 28. Grafica ICx(max) VS f'm, casa 2 – 1 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = -0.0417 * X + 3.7631$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.7165$, el cual se considera aceptable.

Esta grafica muestra como el valor de $ICx (max)$ disminuye a medida que el valor de $f'm$ se incrementa.

Este comportamiento se presenta de esta manera debido a que al aumentar el valor de $f'm$ se mejora la calidad de los materiales, lo que conlleva a que los valores de los Índices disminuyan.

Con la ecuación de correlación analizamos que el Índice de Comportamiento es mayor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en esta dirección. Esto indica que los muros se comportan de una manera muy critica porque están por encima del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$). Para disminuir el Índice por debajo del valor crítico se necesitara un valor de $f'm \geq 66.30$ MPa.

Grafica ICy (max) Vs f'm

Esta grafica se construye a partir de los resultados dados en la siguiente tabla, la cual se obtuvo de seleccionar los valores máximos de ICy (max)

para cada uno de los valores de $f'm$, los cuales se encuentran sujetos a la tabla principal de resultados.

IC y (max)	$f'm$ (MPa)
0,743	18,60
0,735	19,00
0,828	20,33
0,823	20,56
0,599	28,60
0,595	29,00
0,665	31,44
0,663	31,67
0,529	36,60
0,526	37,00
0,587	40,33
0,586	40,56

Tabla 35. ICy (max) VS $f'm$, casa 2 – 1 piso

A partir de los datos anteriores se construye la siguiente grafica:

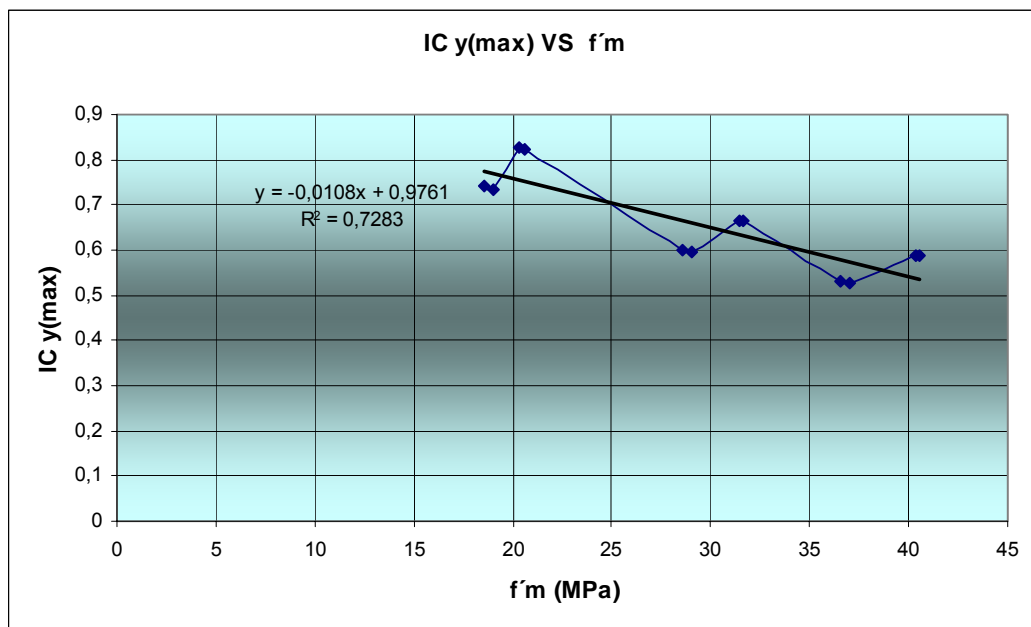


Figura 29. Grafica ICy(max) VS $f'm$, casa 2 – 1 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = -0.0108X + 0.9761$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.7283$, el cual se considera bueno.

Esta grafica muestra como el valor de $ICy (max)$ disminuye a medida que el valor de $f'm$ se incrementa.

Este comportamiento se presenta de esta manera debido a que al aumentar el valor de $f'm$ se mejora la calidad de los materiales, lo que conlleva a que los valores de los Índices disminuyan.

Con la ecuación de correlación analizamos que el Índice de Comportamiento es menor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en esta dirección. Esto indica que los muros se comportan de una manera optima porque están por debajo del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$).

6.3 CASA 3 DE 1 PISO.

La hoja electrónica que programamos en Microsoft Excel nos muestra la siguiente tabla con la cual procedemos a analizar gráficamente estos resultados. Primero analizaremos el primer piso y luego el segundo piso.

Tabla Principal de Resultados

IC x (max)	IC y (max)	IC x (prom)	IC y (prom)	f m (MPa)	Altura (m)
6.564	0.375	0.806	0.179	20,333	2,0
12.675	0.512	1.519	0.267	20,333	2,5
21.746	0.700	2.578	0.396	20,333	3,0
6.587	0.376	0.809	0.179	20,333	2,0
12.719	0.513	1.524	0.268	20,333	2,5
21.823	0.702	2.587	0.397	20,333	3,0
6.608	0.377	0.811	0.180	20,333	2,0
12.761	0.515	1.529	0.268	20,333	2,5
21.895	0.705	2.595	0.398	20,333	3,0
6.069	0.346	0.742	0.158	20,333	2,0
11.749	0.474	1.404	0.239	20,333	2,5
20.192	0.649	2.390	0.359	20,333	3,0
6.092	0.347	0.744	0.158	20,333	2,0
11.794	0.475	1.410	0.240	20,333	2,5
20.269	0.652	2.399	0.361	20,333	3,0
6.113	0.348	0.747	0.158	20,333	2,0
11.836	0.477	1.414	0.241	20,333	2,5
20.341	0.654	2.407	0.362	20,333	3,0
5.755	0.329	0.698	0.139	18,600	2,0
11.181	0.451	1.332	0.218	18,600	2,5
19.260	0.620	2.276	0.334	18,600	3,0
5.789	0.331	0.703	0.140	18,600	2,0
11.249	0.454	1.340	0.219	18,600	2,5
19.377	0.624	2.289	0.336	18,600	3,0
5.821	0.332	0.706	0.141	18,600	2,0
11.311	0.456	1.347	0.220	18,600	2,5
19.483	0.627	2.302	0.337	18,600	3,0
5.489	0.316	0.665	0.130	18,600	2,0
10.682	0.434	1.272	0.206	18,600	2,5
18.419	0.597	2.178	0.318	18,600	3,0
5.528	0.318	0.670	0.130	18,600	2,0
10.758	0.437	1.281	0.207	18,600	2,5
18.550	0.601	2.193	0.320	18,600	3,0
5.562	0.320	0.674	0.131	18,600	2,0

10.826	0.440	1.289	0.208	18,600	2,5
18.668	0.605	2.207	0.322	18,600	3,0
5.278	0.301	0.648	0.144	31,444	2,0
10.192	0.411	1.222	0.215	31,444	2,5
17.487	0.563	2.073	0.318	31,444	3,0
5.297	0.302	0.650	0.144	31,444	2,0
10.228	0.413	1.226	0.215	31,444	2,5
17.549	0.565	2.080	0.319	31,444	3,0
5.314	0.303	0.653	0.145	31,444	2,0
10.262	0.414	1.230	0.216	31,444	2,5
17.607	0.567	2.087	0.320	31,444	3,0
4.880	0.278	0.596	0.127	31,444	2,0
9.448	0.381	1.129	0.193	31,444	2,5
16.237	0.522	1.922	0.289	31,444	3,0
4.899	0.279	0.598	0.127	31,444	2,0
9.484	0.382	1.133	0.193	31,444	2,5
16.299	0.524	1.929	0.290	31,444	3,0
4.916	0.280	0.601	0.127	31,444	2,0
9.518	0.384	1.137	0.194	31,444	2,5
16.357	0.526	1.936	0.291	31,444	3,0
4.641	0.265	0.563	0.112	28,600	2,0
9.017	0.364	1.074	0.176	28,600	2,5
15.532	0.500	1.835	0.269	28,600	3,0
4.669	0.267	0.567	0.113	28,600	2,0
9.072	0.366	1.081	0.177	28,600	2,5
15.626	0.503	1.846	0.271	28,600	3,0
4.694	0.268	0.570	0.113	28,600	2,0
9.121	0.368	1.086	0.178	28,600	2,5
15.712	0.506	1.856	0.272	28,600	3,0
4.427	0.254	0.536	0.105	28,600	2,0
8.614	0.350	1.026	0.166	28,600	2,5
14.854	0.481	1.756	0.256	28,600	3,0
4.458	0.256	0.540	0.105	28,600	2,0
8.675	0.352	1.033	0.167	28,600	2,5
14.959	0.485	1.769	0.258	28,600	3,0
4.486	0.258	0.543	0.106	28,600	2,0
8.730	0.355	1.040	0.168	28,600	2,5
15.054	0.488	1.780	0.259	28,600	3,0
4.661	0.266	0.572	0.127	40,333	2,0
9.000	0.363	1.079	0.190	40,333	2,5
15.440	0.497	1.830	0.281	40,333	3,0
4.677	0.267	0.574	0.127	40,333	2,0
9.031	0.364	1.082	0.190	40,333	2,5
15.495	0.499	1.837	0.282	40,333	3,0

4.692	0.268	0.576	0.128	40,333	2,0
9.061	0.366	1.086	0.191	40,333	2,5
15.546	0.500	1.843	0.283	40,333	3,0
4.309	0.246	0.527	0.112	40,333	2,0
8.342	0.336	0.997	0.170	40,333	2,5
14.337	0.461	1.697	0.255	40,333	3,0
4.325	0.247	0.528	0.112	40,333	2,0
8.374	0.337	1.001	0.171	40,333	2,5
14.391	0.463	1.703	0.256	40,333	3,0
4.341	0.247	0.530	0.112	40,333	2,0
8.404	0.339	1.004	0.171	40,333	2,5
14.443	0.464	1.709	0.257	40,333	3,0
4.102	0.234	0.498	0.099	36,600	2,0
7.971	0.322	0.950	0.155	36,600	2,5
13.730	0.442	1.622	0.238	36,600	3,0
4.127	0.236	0.501	0.100	36,600	2,0
8.019	0.324	0.955	0.156	36,600	2,5
13.813	0.445	1.632	0.239	36,600	3,0
4.150	0.237	0.504	0.100	36,600	2,0
8.063	0.325	0.960	0.157	36,600	2,5
13.889	0.447	1.641	0.240	36,600	3,0
3.913	0.225	0.474	0.092	36,600	2,0
7.615	0.309	0.907	0.147	36,600	2,5
13.131	0.425	1.552	0.226	36,600	3,0
3.941	0.226	0.477	0.093	36,600	2,0
7.669	0.311	0.913	0.148	36,600	2,5
13.224	0.428	1.563	0.228	36,600	3,0
3.965	0.228	0.480	0.093	36,600	2,0
7.717	0.313	0.919	0.148	36,600	2,5
13.308	0.431	1.573	0.229	36,600	3,0
6.528	0.373	0.802	0.178	20,556	2,0
12.606	0.509	1.511	0.266	20,556	2,5
21.628	0.696	2.564	0.394	20,556	3,0
6.551	0.374	0.805	0.178	20,556	2,0
12.650	0.510	1.516	0.266	20,556	2,5
21.705	0.699	2.573	0.395	20,556	3,0
6.572	0.375	0.807	0.179	20,556	2,0
12.692	0.512	1.521	0.267	20,556	2,5
21.777	0.701	2.581	0.396	20,556	3,0
6.036	0.344	0.738	0.157	20,556	2,0
11.686	0.471	1.397	0.238	20,556	2,5
20.082	0.646	2.377	0.357	20,556	3,0
6.059	0.345	0.740	0.157	20,556	2,0
11.730	0.473	1.402	0.239	20,556	2,5

20.159	0.648	2.386	0.359	20,556	3,0
6.080	0.347	0.743	0.158	20,556	2,0
11.772	0.474	1.407	0.240	20,556	2,5
20.231	0.650	2.394	0.360	20,556	3,0
5.694	0.325	0.691	0.138	19,000	2,0
11.063	0.446	1.318	0.216	19,000	2,5
19.056	0.614	2.252	0.330	19,000	3,0
5.728	0.327	0.695	0.139	19,000	2,0
11.130	0.449	1.326	0.217	19,000	2,5
19.172	0.617	2.265	0.332	19,000	3,0
5.759	0.329	0.699	0.139	19,000	2,0
11.191	0.452	1.333	0.218	19,000	2,5
19.277	0.621	2.278	0.334	19,000	3,0
5.431	0.312	0.658	0.128	19,000	2,0
10.569	0.429	1.259	0.204	19,000	2,5
18.224	0.591	2.155	0.314	19,000	3,0
5.469	0.314	0.663	0.129	19,000	2,0
10.644	0.432	1.268	0.205	19,000	2,5
18.354	0.595	2.170	0.316	19,000	3,0
5.504	0.316	0.667	0.130	19,000	2,0
10.711	0.435	1.276	0.206	19,000	2,5
18.470	0.598	2.183	0.318	19,000	3,0
5.260	0.300	0.646	0.143	31,667	2,0
10.157	0.410	1.217	0.214	31,667	2,5
17.425	0.561	2.066	0.317	31,667	3,0
5.278	0.301	0.648	0.144	31,667	2,0
10.192	0.411	1.222	0.215	31,667	2,5
17.487	0.563	2.073	0.318	31,667	3,0
5.295	0.302	0.650	0.144	31,667	2,0
10.226	0.413	1.226	0.215	31,667	2,5
17.545	0.565	2.080	0.319	31,667	3,0
4.863	0.277	0.594	0.126	31,667	2,0
9.415	0.379	1.125	0.192	31,667	2,5
16.180	0.520	1.915	0.288	31,667	3,0
4.881	0.278	0.596	0.127	31,667	2,0
9.451	0.381	1.129	0.192	31,667	2,5
16.241	0.522	1.922	0.289	31,667	3,0
4.899	0.279	0.598	0.127	31,667	2,0
9.484	0.382	1.133	0.193	31,667	2,5
16.300	0.524	1.929	0.290	31,667	3,0
4.609	0.263	0.559	0.112	29,000	2,0
8.955	0.361	1.067	0.175	29,000	2,5
15.425	0.497	1.822	0.267	29,000	3,0
4.636	0.265	0.563	0.112	29,000	2,0

9.009	0.364	1.073	0.176	29,000	2,5
15.518	0.500	1.833	0.269	29,000	3,0
4.662	0.266	0.566	0.113	29,000	2,0
9.058	0.365	1.079	0.176	29,000	2,5
15.604	0.502	1.843	0.270	29,000	3,0
4.396	0.253	0.533	0.104	29,000	2,0
8.555	0.347	1.019	0.165	29,000	2,5
14.751	0.478	1.744	0.254	29,000	3,0
4.427	0.254	0.536	0.104	29,000	2,0
8.615	0.350	1.026	0.166	29,000	2,5
14.856	0.481	1.756	0.256	29,000	3,0
4.455	0.256	0.540	0.105	29,000	2,0
8.670	0.352	1.033	0.167	29,000	2,5
14.950	0.484	1.767	0.258	29,000	3,0
4.648	0.265	0.571	0.127	40,556	2,0
8.975	0.362	1.076	0.189	40,556	2,5
15.398	0.496	1.825	0.280	40,556	3,0
4.664	0.266	0.573	0.127	40,556	2,0
9.006	0.363	1.079	0.190	40,556	2,5
15.452	0.497	1.832	0.281	40,556	3,0
4.679	0.267	0.575	0.127	40,556	2,0
9.036	0.365	1.083	0.190	40,556	2,5
15.504	0.499	1.838	0.282	40,556	3,0
4.297	0.245	0.525	0.112	40,556	2,0
8.319	0.335	0.994	0.170	40,556	2,5
14.297	0.460	1.692	0.254	40,556	3,0
4.313	0.246	0.527	0.112	40,556	2,0
8.351	0.337	0.998	0.170	40,556	2,5
14.352	0.461	1.699	0.255	40,556	3,0
4.329	0.247	0.529	0.112	40,556	2,0
8.381	0.338	1.002	0.171	40,556	2,5
14.403	0.463	1.705	0.256	40,556	3,0
4.080	0.233	0.495	0.099	37,000	2,0
7.928	0.320	0.944	0.155	37,000	2,5
13.656	0.440	1.613	0.237	37,000	3,0
4.105	0.234	0.498	0.099	37,000	2,0
7.976	0.322	0.950	0.155	37,000	2,5
13.739	0.442	1.623	0.238	37,000	3,0
4.127	0.236	0.501	0.100	37,000	2,0
8.019	0.324	0.955	0.156	37,000	2,5
13.814	0.445	1.632	0.239	37,000	3,0
3.892	0.224	0.472	0.092	37,000	2,0
7.574	0.308	0.902	0.146	37,000	2,5
13.060	0.423	1.544	0.225	37,000	3,0

3.919	0.225	0.475	0.092	37,000	2,0
7.627	0.310	0.908	0.147	37,000	2,5
13.152	0.426	1.555	0.227	37,000	3,0
3.944	0.227	0.478	0.093	37,000	2,0
7.676	0.312	0.914	0.148	37,000	2,5
13.236	0.429	1.565	0.228	37,000	3,0

Tabla 36. Tabla principal de resultados casa 3 – 1 piso

Graficas de correlación:

Aquí se mostraran las graficas obtenidas después de analizar los datos de la tabla anterior.

Grafica ICx (max) Vs Altura

Esta grafica relaciona los datos de **ICx (max)**, los cuales corresponden a la primera columna de la tabla anterior con respecto a los datos de **Altura** los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

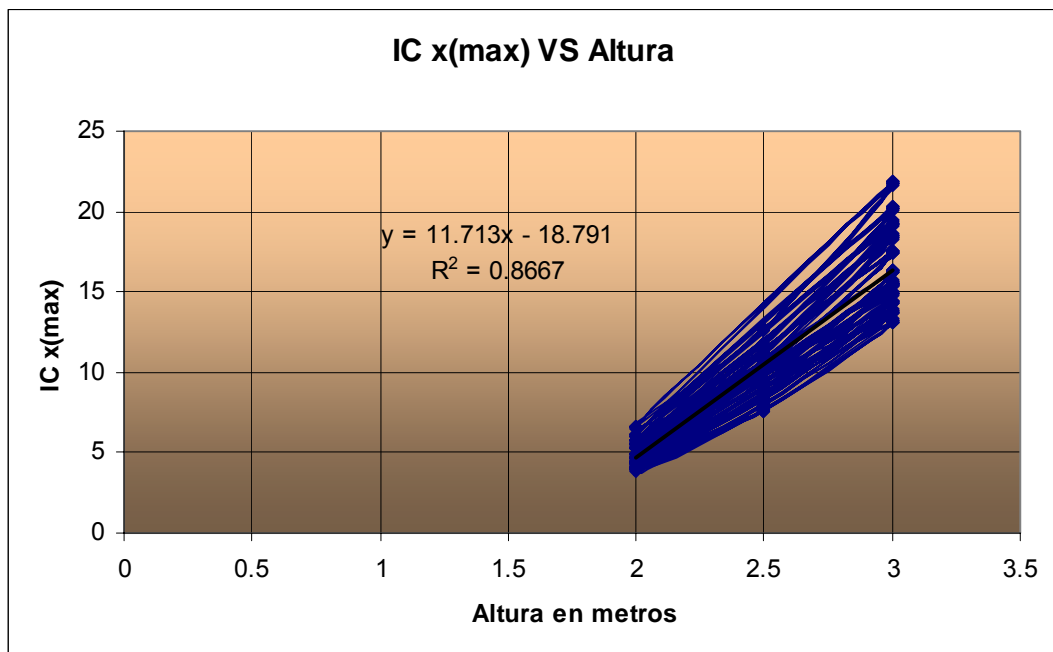


Figura 30. Grafica ICx(max) VS Altura, casa 3 – 1 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 11.713 * X - 18.791$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.8667$, el cual se considera bueno.

Esta grafica muestra como el valor de *ICx (max)* aumenta a medida que el valor de *Altura* se incrementa.

Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento mayor que 1.0 para todos los muros que actúan en esta dirección.

Esto indica que los muros que se encuentran en la dirección X se comportarán de manera crítica puesto que todos los índices en los muros se encuentran por encima del Índice de Comportamiento Crítico ($IC_{crítico}=1.0$).

Donde este Índice está definido como la relación entre el esfuerzo presente en el muro y el esfuerzo máximo admisible dado por la NSR – 98; esta relación está dada para el esfuerzo por tracción por la flexión en la mampostería no reforzada, para el esfuerzo por compresión por la flexión en la mampostería no reforzada y para el esfuerzo por compresión axial.

Grafica ICy (max) Vs Altura

Esta gráfica relaciona los datos de **ICy (max)**, los cuales corresponden a la segunda columna de la tabla anterior con respecto a los datos de **Altura** los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

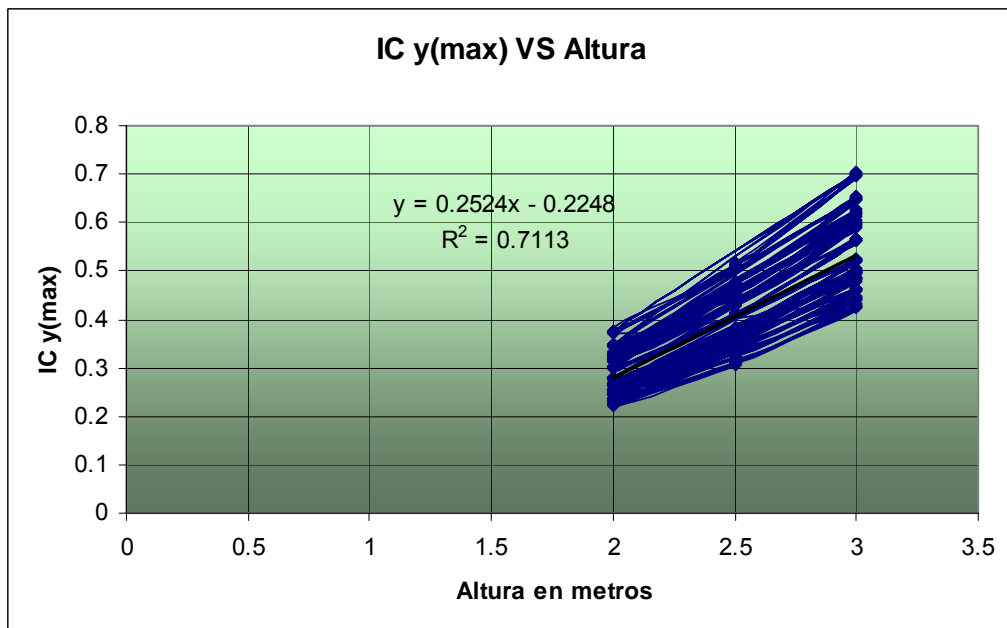


Figura 31. Grafica ICy(max) VS Altura, casa 3 – 1 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta gráfica es la siguiente:

$$Y = 0.2524 * X - 0.2248$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.7113$, el cual se considera normal.

Esta grafica muestra como el valor de $ICy (max)$ aumenta a medida que el valor de $Altura$ se incrementa.

Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento menor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en esta dirección. Esto indica que los muros se comportan de una manera optima porque están por debajo del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$).

Grafica $ICx (prom)$ Vs $Altura$

Esta grafica relaciona los datos de $ICx (prom)$, los cuales corresponden a la tercera columna de la tabla anterior con respecto a los datos de $Altura$ los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

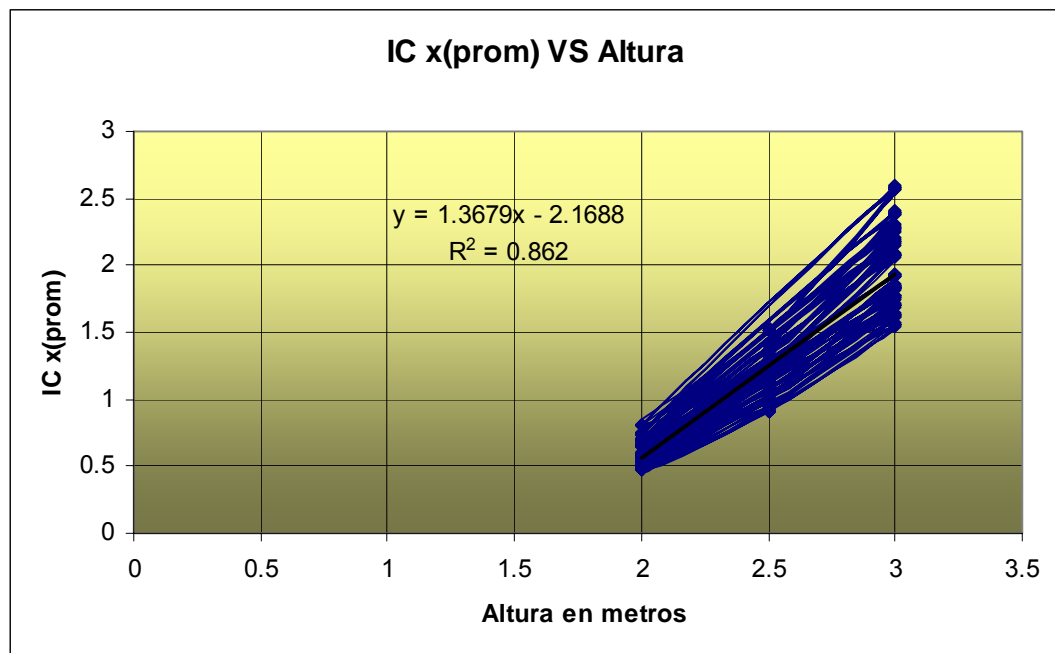


Figura 32. Grafica $ICx(prom)$ VS $Altura$, casa 3 – 1 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 1.3679 * X - 2.1688$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.8620$, el cual se considera bueno.

Esta grafica muestra como el valor de ICx (prom) aumenta a medida que el valor de $Altura$ se incrementa. Este índice corresponde al promedio de los índices que actúan en cada una de las combinaciones de parámetros. Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento menor que 1.0 cuando la altura de los muros es menor a 2.30 metros, esto quiere decir que la altura máxima para lograr un comportamiento optimo en los muros en esta dirección es de 2.30 metros.

Grafica ICy (prom) Vs $Altura$

Esta grafica relaciona los datos de ICy (prom), los cuales corresponden a la cuarta columna de la tabla anterior con respecto a los datos de $Altura$ los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

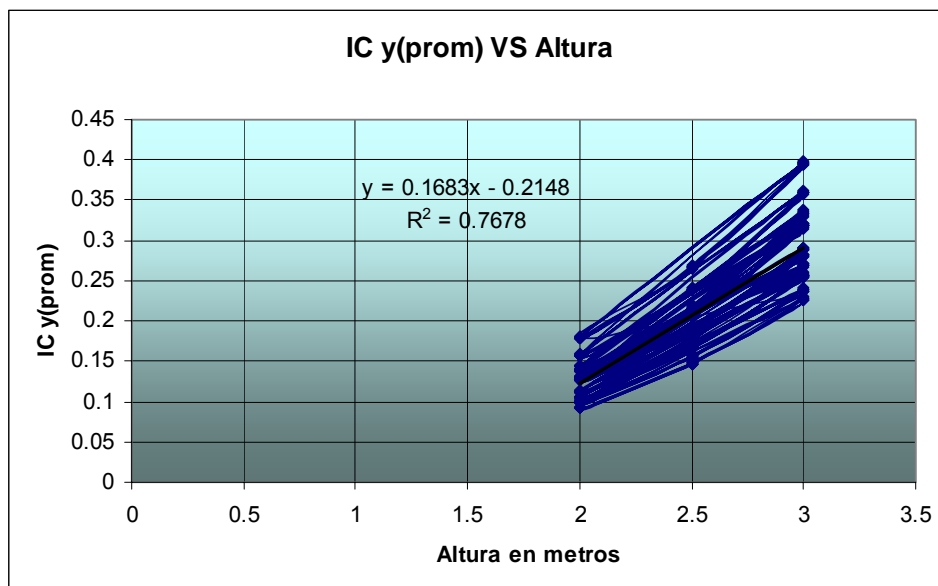


Figura 33. Grafica ICy (prom) VS $Altura$, casa 3 – 1 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 0.1683 * X - 0.2148$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.7678$, el cual se considera aceptable.

Esta grafica muestra como el valor de IC_y (*prom*) aumenta a medida que el valor de *Altura* se incrementa. Este índice corresponde al promedio de los índices que actúan en cada una de las combinaciones de parámetros. Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento menor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en esta dirección. Esto indica que los muros se comportan de una manera optima porque están por debajo del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$).

Grafica IC_x (max) Vs $f'm$

Esta grafica se construye a partir de los resultados dados en la siguiente tabla, la cual se obtuvo de seleccionar los valores máximos de IC_x (max) para cada uno de los valores de $f'm$, los cuales se encuentran sujetos a la tabla principal de resultados.

IC_x (max)	$f'm$ (MPa)
19.483	18.60
19.277	19.00
21.895	20.33
21.777	20.56
15.712	28.60
15.604	29.00
17.607	31.44
17.545	31.67
13.889	36.60
13.814	37.00
15.546	40.33
15.504	40.56

Tabla 37. IC_x (max) VS $f'm$, casa 3 – 1 piso

A partir de los datos anteriores se construye la siguiente grafica:

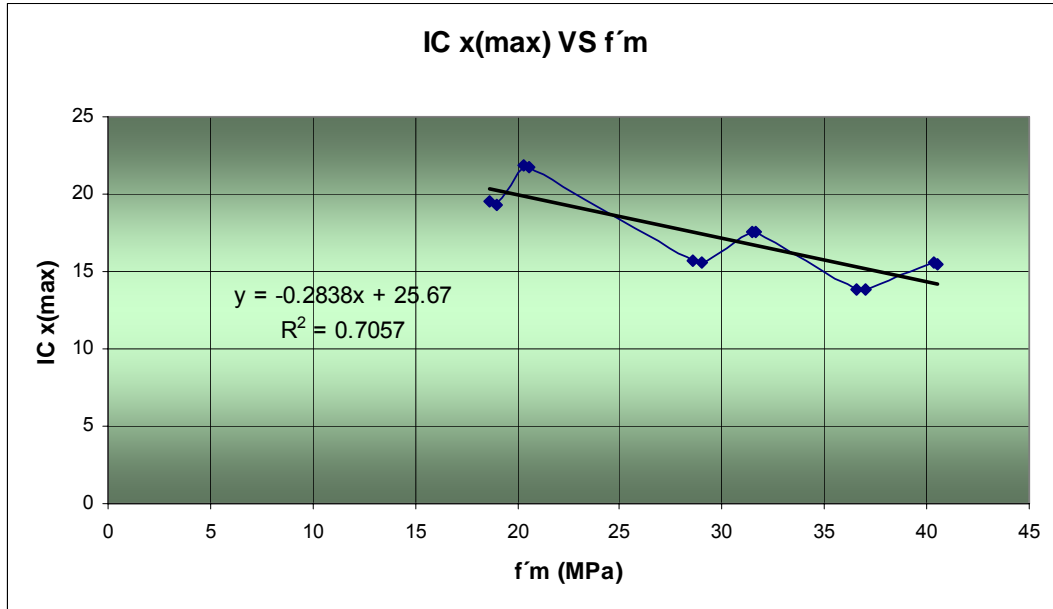


Figura 34. Grafica ICx(max) VS f'm, casa 3 – 1 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = -0.2838 * X + 25.67$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.7057$, el cual se considera aceptable.

Esta grafica muestra como el valor de $ICx (max)$ disminuye a medida que el valor de $f'm$ se incrementa.

Este comportamiento se presenta de esta manera debido a que al aumentar el valor de $f'm$ se mejora la calidad de los materiales, lo que conlleva a que los valores de los Índices disminuyan.

Este comportamiento era de esperarse debido a que a mayor $f'm$ mayor es la calidad de los materiales y menor será el índice de comportamiento.

Con la ecuación de correlación analizamos que el Índice de Comportamiento es mayor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en esta dirección. Esto indica que los muros se comportan de una manera muy critica porque están muy por encima del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$).

Grafica ICy (max) Vs f'm

Esta grafica se construye a partir de los resultados dados en la siguiente tabla, la cual se obtuvo de seleccionar los valores máximos de ICy (max)

para cada uno de los valores de $f'm$, los cuales se encuentran sujetos a la tabla principal de resultados.

IC y (max)	$f'm$ (MPa)
0.627	18.60
0.621	19.00
0.705	20.33
0.701	20.56
0.506	28.60
0.502	29.00
0.567	31.44
0.565	31.67
0.447	36.60
0.445	37.00
0.500	40.33
0.499	40.56

Tabla 38. ICy (max) VS $f'm$, casa 3 – 1 piso

A partir de los datos anteriores se construye la siguiente grafica

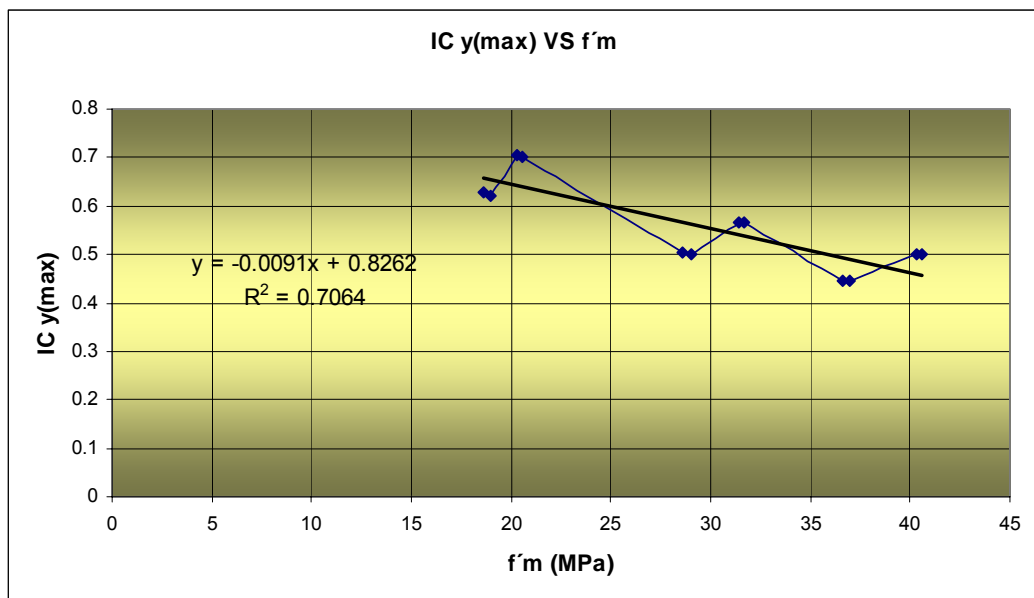


Figura 35. Grafica ICy(max) VS $f'm$, casa 3 – 1 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = -0.0091X + 0.8262$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.7064$, el cual se considera bueno.

Esta grafica muestra como el valor de $ICy (max)$ disminuye a medida que el valor de $f'm$ se incrementa.

Este comportamiento se presenta de esta manera debido a que al aumentar el valor de $f'm$ se mejora la calidad de los materiales, lo que conlleva a que los valores de los Índices disminuyan.

Con la ecuación de correlación analizamos que el Índice de Comportamiento es menor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en esta dirección. Esto indica que los muros se comportan de una manera optima porque están por debajo del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$).

6.4 CASA 1 DE 2 PISOS

La hoja electrónica que programamos en Microsoft Excel nos muestra las siguientes tablas tanto para el primer piso como para el segundo, con la cual procedemos a analizar gráficamente estos resultados.

Tabla Principal de Resultados (Piso 1)

IC x (max)	IC y (max)	IC x (prom)	IC y (prom)	f m (MPa)	Altura (m)
8.261	1.116	1.486	0.398	20,333	2,0
15.133	1.443	2.620	0.540	20,333	2,5
25.060	1.892	4.259	0.742	20,333	3,0
8.283	1.119	1.490	0.399	20,333	2,0
15.175	1.447	2.627	0.541	20,333	2,5
25.134	1.897	4.271	0.744	20,333	3,0
8.304	1.121	1.494	0.400	20,333	2,0
15.215	1.451	2.634	0.542	20,333	2,5
25.203	1.903	4.283	0.746	20,333	3,0
7.191	0.974	1.283	0.327	20,333	2,0
13.338	1.273	2.298	0.454	20,333	2,5
22.283	1.682	3.775	0.636	20,333	3,0
7.213	0.977	1.287	0.328	20,333	2,0
13.381	1.277	2.305	0.455	20,333	2,5
22.357	1.688	3.787	0.637	20,333	3,0
7.233	0.979	1.291	0.328	20,333	2,0
13.421	1.281	2.312	0.456	20,333	2,5
22.426	1.693	3.799	0.639	20,333	3,0
6.217	0.850	1.096	0.255	18,600	2,0
11.767	1.130	2.014	0.369	18,600	2,5
19.928	1.512	3.363	0.532	18,600	3,0
6.250	0.854	1.102	0.256	18,600	2,0
11.831	1.136	2.025	0.370	18,600	2,5
20.040	1.520	3.382	0.535	18,600	3,0
6.280	0.858	1.107	0.257	18,600	2,0
11.890	1.142	2.034	0.372	18,600	2,5
20.141	1.528	3.399	0.538	18,600	3,0
5.661	0.779	0.995	0.221	18,600	2,0
10.823	1.046	1.851	0.328	18,600	2,5
18.454	1.408	3.117	0.482	18,600	3,0
5.698	0.784	1.001	0.222	18,600	2,0
10.895	1.053	1.863	0.330	18,600	2,5
18.578	1.417	3.138	0.485	18,600	3,0

5.731	0.789	1.007	0.224	18,600	2,0
10.960	1.059	1.874	0.331	18,600	2,5
18.690	1.426	3.157	0.488	18,600	3,0
6.643	0.897	1.195	0.320	31,444	2,0
12.169	1.161	2.107	0.434	31,444	2,5
20.152	1.521	3.425	0.597	31,444	3,0
6.661	0.900	1.198	0.321	31,444	2,0
12.203	1.164	2.113	0.435	31,444	2,5
20.211	1.526	3.435	0.598	31,444	3,0
6.677	0.902	1.201	0.321	31,444	2,0
12.235	1.167	2.118	0.436	31,444	2,5
20.267	1.530	3.444	0.600	31,444	3,0
5.783	0.783	1.032	0.263	31,444	2,0
10.726	1.024	1.848	0.365	31,444	2,5
17.919	1.353	3.036	0.511	31,444	3,0
5.800	0.785	1.035	0.264	31,444	2,0
10.760	1.027	1.854	0.366	31,444	2,5
17.978	1.357	3.045	0.513	31,444	3,0
5.816	0.788	1.038	0.264	31,444	2,0
10.792	1.030	1.859	0.367	31,444	2,5
18.033	1.361	3.055	0.514	31,444	3,0
5.014	0.685	0.884	0.206	28,600	2,0
9.489	0.911	1.624	0.297	28,600	2,5
16.071	1.219	2.712	0.429	28,600	3,0
5.041	0.689	0.889	0.207	28,600	2,0
9.541	0.916	1.633	0.299	28,600	2,5
16.161	1.226	2.727	0.432	28,600	3,0
5.065	0.692	0.893	0.207	28,600	2,0
9.589	0.921	1.641	0.300	28,600	2,5
16.243	1.232	2.741	0.434	28,600	3,0
4.565	0.629	0.802	0.178	28,600	2,0
8.728	0.843	1.493	0.264	28,600	2,5
14.882	1.135	2.514	0.389	28,600	3,0
4.595	0.633	0.807	0.179	28,600	2,0
8.786	0.849	1.502	0.266	28,600	2,5
14.982	1.143	2.531	0.391	28,600	3,0
4.622	0.636	0.812	0.180	28,600	2,0
8.838	0.854	1.511	0.267	28,600	2,5
15.073	1.150	2.546	0.393	28,600	3,0
5.866	0.792	1.055	0.283	40,333	2,0
10.745	1.025	1.860	0.383	40,333	2,5
17.793	1.343	3.024	0.527	40,333	3,0
5.881	0.794	1.058	0.283	40,333	2,0
10.775	1.028	1.865	0.384	40,333	2,5

17.845	1.347	3.033	0.528	40,333	3,0
5.896	0.796	1.060	0.284	40,333	2,0
10.803	1.030	1.870	0.385	40,333	2,5
17.895	1.351	3.041	0.530	40,333	3,0
5.106	0.691	0.911	0.232	40,333	2,0
9.471	0.904	1.632	0.322	40,333	2,5
15.822	1.194	2.680	0.451	40,333	3,0
5.121	0.693	0.914	0.233	40,333	2,0
9.501	0.907	1.637	0.323	40,333	2,5
15.874	1.198	2.689	0.453	40,333	3,0
5.136	0.695	0.916	0.233	40,333	2,0
9.529	0.909	1.641	0.324	40,333	2,5
15.923	1.202	2.697	0.454	40,333	3,0
4.432	0.606	0.782	0.182	36,600	2,0
8.388	0.806	1.436	0.263	36,600	2,5
14.206	1.078	2.398	0.380	36,600	3,0
4.456	0.609	0.786	0.183	36,600	2,0
8.434	0.810	1.443	0.264	36,600	2,5
14.286	1.084	2.411	0.381	36,600	3,0
4.477	0.612	0.789	0.183	36,600	2,0
8.476	0.814	1.450	0.265	36,600	2,5
14.358	1.089	2.423	0.383	36,600	3,0
4.035	0.556	0.709	0.158	36,600	2,0
7.716	0.745	1.320	0.234	36,600	2,5
13.156	1.004	2.222	0.344	36,600	3,0
4.062	0.559	0.714	0.159	36,600	2,0
7.767	0.750	1.328	0.235	36,600	2,5
13.244	1.010	2.237	0.346	36,600	3,0
4.085	0.562	0.718	0.159	36,600	2,0
7.813	0.755	1.336	0.236	36,600	2,5
13.324	1.016	2.250	0.348	36,600	3,0
8.217	1.110	1.478	0.396	20,556	2,0
15.051	1.436	2.606	0.537	20,556	2,5
24.924	1.882	4.236	0.738	20,556	3,0
8.238	1.113	1.482	0.397	20,556	2,0
15.093	1.440	2.613	0.538	20,556	2,5
24.997	1.887	4.248	0.740	20,556	3,0
8.259	1.115	1.486	0.397	20,556	2,0
15.133	1.443	2.620	0.539	20,556	2,5
25.066	1.892	4.260	0.742	20,556	3,0
7.152	0.968	1.276	0.325	20,556	2,0
13.266	1.266	2.286	0.451	20,556	2,5
22.162	1.673	3.754	0.632	20,556	3,0
7.174	0.971	1.280	0.326	20,556	2,0

13.308	1.270	2.293	0.453	20,556	2,5
22.235	1.678	3.767	0.634	20,556	3,0
7.194	0.974	1.284	0.327	20,556	2,0
13.348	1.274	2.299	0.454	20,556	2,5
22.304	1.684	3.778	0.636	20,556	3,0
6.152	0.841	1.085	0.252	19,000	2,0
11.642	1.118	1.992	0.365	19,000	2,5
19.717	1.496	3.328	0.527	19,000	3,0
6.184	0.845	1.090	0.253	19,000	2,0
11.706	1.124	2.003	0.366	19,000	2,5
19.828	1.504	3.346	0.529	19,000	3,0
6.214	0.849	1.095	0.254	19,000	2,0
11.764	1.130	2.013	0.368	19,000	2,5
19.928	1.512	3.363	0.532	19,000	3,0
5.601	0.771	0.984	0.219	19,000	2,0
10.709	1.035	1.831	0.324	19,000	2,5
18.259	1.393	3.084	0.477	19,000	3,0
5.637	0.776	0.991	0.220	19,000	2,0
10.780	1.041	1.843	0.326	19,000	2,5
18.382	1.402	3.105	0.480	19,000	3,0
5.670	0.781	0.996	0.221	19,000	2,0
10.844	1.048	1.854	0.328	19,000	2,5
18.492	1.411	3.123	0.483	19,000	3,0
6.620	0.894	1.191	0.319	31,667	2,0
12.126	1.157	2.100	0.433	31,667	2,5
20.081	1.516	3.413	0.595	31,667	3,0
6.637	0.896	1.194	0.320	31,667	2,0
12.160	1.160	2.105	0.434	31,667	2,5
20.140	1.520	3.423	0.596	31,667	3,0
6.654	0.899	1.197	0.320	31,667	2,0
12.192	1.163	2.111	0.435	31,667	2,5
20.195	1.525	3.432	0.598	31,667	3,0
5.762	0.780	1.028	0.262	31,667	2,0
10.688	1.020	1.841	0.364	31,667	2,5
17.856	1.348	3.025	0.509	31,667	3,0
5.780	0.783	1.031	0.263	31,667	2,0
10.722	1.023	1.847	0.365	31,667	2,5
17.915	1.352	3.035	0.511	31,667	3,0
5.796	0.785	1.034	0.263	31,667	2,0
10.754	1.026	1.852	0.366	31,667	2,5
17.970	1.356	3.044	0.512	31,667	3,0
4.979	0.680	0.878	0.204	29,000	2,0
9.424	0.905	1.613	0.295	29,000	2,5
15.960	1.211	2.694	0.426	29,000	3,0

5.006	0.684	0.883	0.205	29,000	2,0
9.475	0.910	1.621	0.297	29,000	2,5
16.049	1.218	2.709	0.429	29,000	3,0
5.030	0.687	0.887	0.206	29,000	2,0
9.522	0.914	1.629	0.298	29,000	2,5
16.130	1.224	2.722	0.431	29,000	3,0
4.534	0.624	0.797	0.177	29,000	2,0
8.668	0.837	1.482	0.263	29,000	2,5
14.779	1.128	2.496	0.386	29,000	3,0
4.563	0.628	0.802	0.178	29,000	2,0
8.725	0.843	1.492	0.264	29,000	2,5
14.879	1.135	2.513	0.388	29,000	3,0
4.590	0.632	0.806	0.179	29,000	2,0
8.777	0.848	1.501	0.265	29,000	2,5
14.968	1.142	2.528	0.391	29,000	3,0
5.850	0.790	1.053	0.282	40,556	2,0
10.715	1.022	1.855	0.382	40,556	2,5
17.745	1.340	3.016	0.526	40,556	3,0
5.865	0.792	1.055	0.282	40,556	2,0
10.745	1.025	1.860	0.383	40,556	2,5
17.796	1.343	3.024	0.527	40,556	3,0
5.880	0.794	1.058	0.283	40,556	2,0
10.774	1.028	1.865	0.384	40,556	2,5
17.845	1.347	3.032	0.528	40,556	3,0
5.092	0.689	0.909	0.232	40,556	2,0
9.445	0.901	1.627	0.321	40,556	2,5
15.778	1.191	2.673	0.450	40,556	3,0
5.107	0.691	0.911	0.232	40,556	2,0
9.475	0.904	1.632	0.322	40,556	2,5
15.830	1.195	2.682	0.451	40,556	3,0
5.122	0.693	0.914	0.233	40,556	2,0
9.503	0.907	1.637	0.323	40,556	2,5
15.879	1.199	2.690	0.453	40,556	3,0
4.408	0.602	0.777	0.181	37,000	2,0
8.343	0.801	1.428	0.261	37,000	2,5
14.129	1.072	2.385	0.378	37,000	3,0
4.432	0.606	0.781	0.182	37,000	2,0
8.389	0.806	1.435	0.263	37,000	2,5
14.208	1.078	2.398	0.379	37,000	3,0
4.453	0.608	0.785	0.182	37,000	2,0
8.430	0.810	1.442	0.264	37,000	2,5
14.280	1.083	2.410	0.381	37,000	3,0
4.014	0.553	0.705	0.157	37,000	2,0
7.674	0.741	1.312	0.232	37,000	2,5

13.084	0.998	2.210	0.342	37,000	3,0
4.040	0.556	0.710	0.158	37,000	2,0
7.725	0.746	1.321	0.234	37,000	2,5
13.172	1.005	2.225	0.344	37,000	3,0
4.063	0.559	0.714	0.158	37,000	2,0
7.771	0.751	1.329	0.235	37,000	2,5
13.252	1.011	2.238	0.346	37,000	3,0

Tabla 39. Tabla principal de resultados casa (1) 1 – 2

Graficas de correlación:

Aquí se mostraran las graficas obtenidas después de analizar los datos de la tabla anterior para el primer piso.

Grafica ICx (max) Vs Altura

Esta grafica relaciona los datos de **ICx (max)**, los cuales corresponden a la primera columna de la tabla anterior con respecto a los datos de **Altura** los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

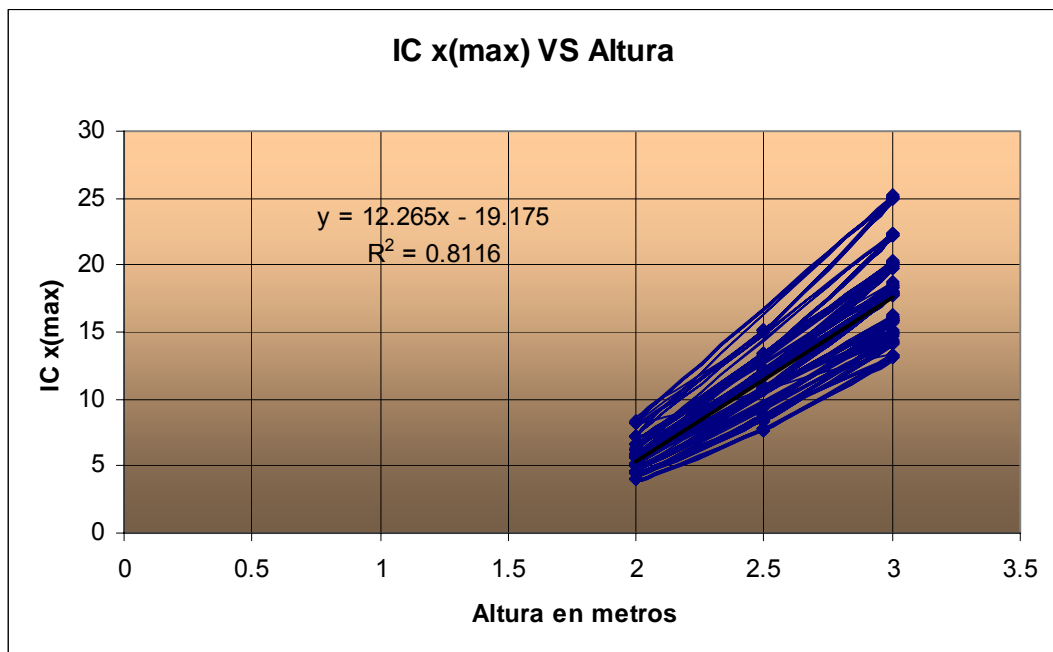


Figura 36. Grafica ICx(max) VS Altura, casa (1) 1 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 12.265 * X - 19.175$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.8116$, el cual se considera bueno.

Esta grafica muestra como el valor de *ICx (max)* aumenta a medida que el valor de *Altura* se incrementa.

Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento mayor que 1.0 para todos los muros que actúan en esta dirección.

Esto indica que los muros que se encuentran en la dirección X se comportaran de manera crítica puesto que todos los índices en los muros se encuentran por encima del Índice de Comportamiento Crítico ($IC_{critico}=1.0$).

Donde este Índice esta definido como la relación entre el esfuerzo presente en el muro y el esfuerzo máximo admisible dado por la NSR – 98; esta relación esta dada para el esfuerzo por tracción por la flexión en la mampostería no reforzada, para el esfuerzo por compresión por la flexión en la mampostería no reforzada y para el esfuerzo para compresión axial.

Grafica ICy (max) Vs Altura

Esta grafica relaciona los datos de **ICy (max)**, los cuales corresponden a la segunda columna de la tabla anterior con respecto a los datos de **Altura** los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

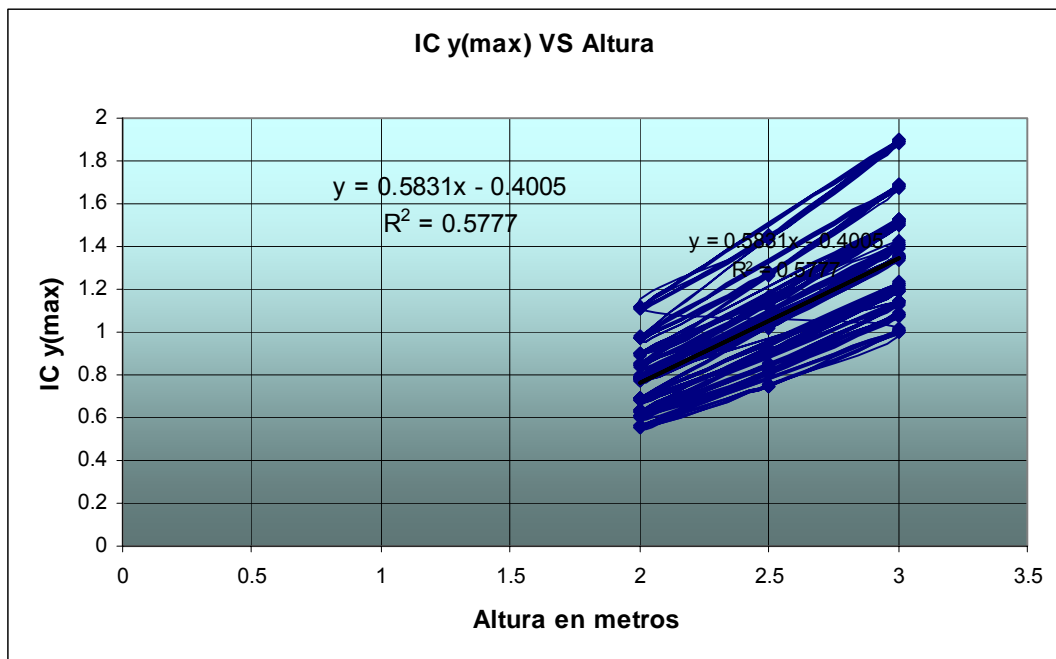


Figura 37. Grafica ICy(max) VS Altura, casa (1) 1 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 0.5831 * X - 0.4005$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.5777$, el cual se considera aceptable.

Esta grafica muestra como el valor de $ICy (max)$ aumenta a medida que el valor de $Altura$ se incrementa.

Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento menor que 1.0, para todos los muros que posean una altura menor a 2.40 metros y que se encuentran en esta dirección. Esto indica que los muros con un indice menor a 1.0 se comportan de una manera optima porque están por debajo del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$).

Grafica $ICx (prom)$ VS $Altura$

Esta grafica relaciona los datos de $ICx (prom)$, los cuales corresponden a la tercera columna de la tabla anterior con respecto a los datos de $Altura$ los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

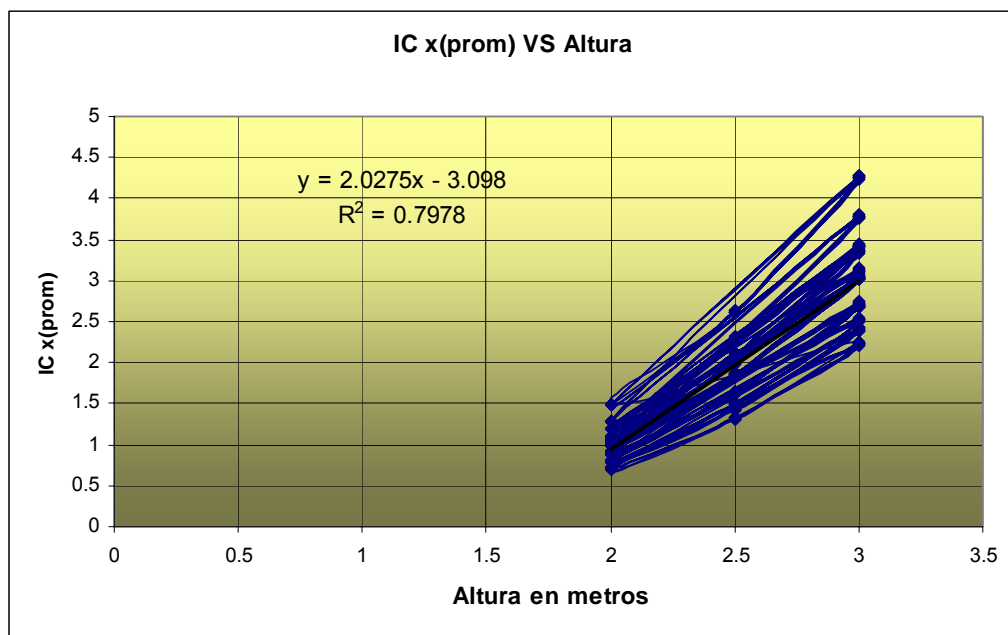


Figura 38. Grafica $ICx(prom)$ VS $Altura$, casa (1) 1 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 2.0275 * X - 3.098$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.7978$, el cual se considera bueno.

Esta grafica muestra como el valor de ICx (*prom*) aumenta a medida que el valor de *Altura* se incrementa. Este índice corresponde al promedio de los índices que actúan en cada una de las combinaciones de parámetros.

Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento menor que 1.0 cuando la altura de los muros es igual o menor a 2.00 metros, esto quiere decir que la altura máxima para lograr un comportamiento optimo en los muros en esta dirección es de 2.00 metros.

Una altura mayor de 2.00 metros para los muros causaría que estos se comportaran de una manera muy critica ya que los esfuerzos actuantes superan a los admisibles.

Grafica ICy (*prom*) VS *Altura*

Esta grafica relaciona los datos de ICy (**prom**), los cuales corresponden a la cuarta columna de la tabla anterior con respecto a los datos de **Altura** los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

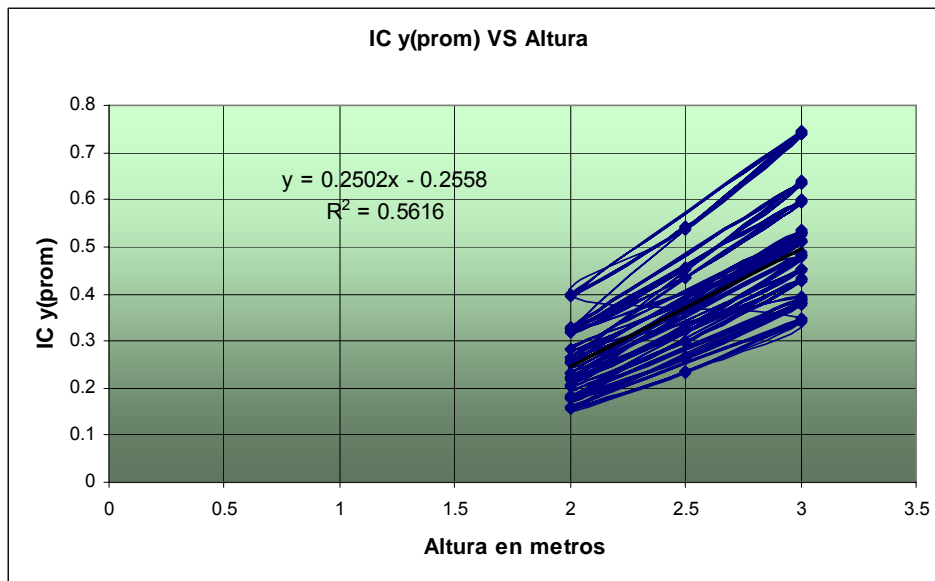


Figura 39. Grafica ICy (*prom*) VS *Altura*, casa (1)1 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 0.2502 * X - 0.2558$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.5616$, el cual se considera aceptable.

Esta grafica muestra como el valor de ICy (*prom*) aumenta a medida que el valor de *Altura* se incrementa. Este índice corresponde al promedio de los índices que actúan en cada una de las combinaciones de parámetros.

Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento menor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en esta dirección. Esto indica que los muros se comportan de una manera optima porque están por debajo del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$).

Grafica ICx (max) Vs $f'm$

Esta grafica se construye a partir de los resultados dados en la siguiente tabla, la cual se obtuvo de seleccionar los valores máximos de ICx (max) para cada uno de los valores de $f'm$, los cuales se encuentran sujetos a la tabla principal de resultados.

IC x (max)	$f'm$ (MPa)
20.141	18.60
19.928	19.00
25.203	20.33
25.066	20.56
16.243	28.60
16.130	29.00
20.267	31.44
20.195	31.67
14.358	36.60
14.280	37.00
17.895	40.33
17.845	40.56

Tabla 40. ICx (max) VS $f'm$, casa (1) 1 – 2 piso

A partir de los datos anteriores se construye la siguiente grafica:

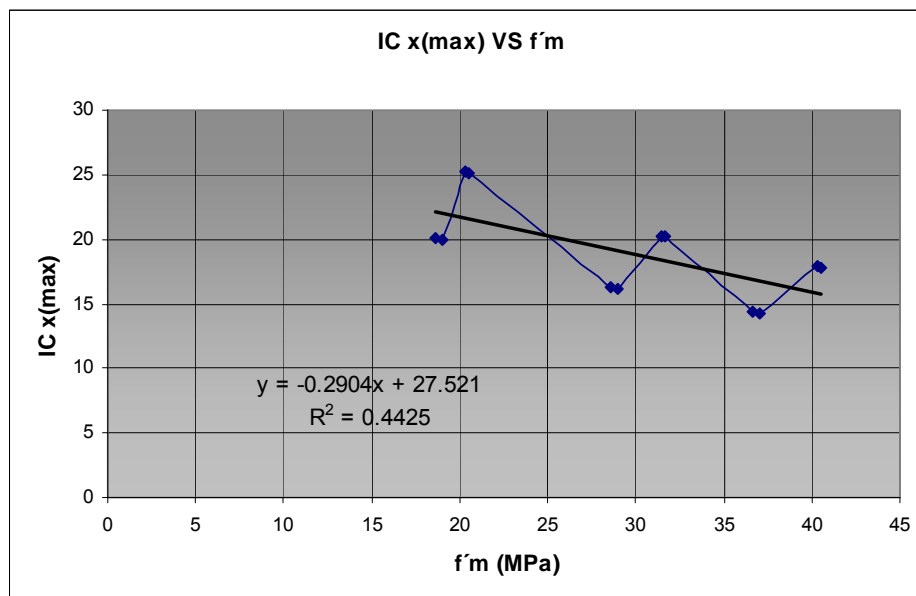


Figura 40. Grafica ICx(max) VS f'm, casa (1) 1 – 2 piso
 La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = -0.2904 * X + 27.521$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.4425$, el cual se considera mas o menos aceptable.

Esta grafica muestra como el valor de $ICx (max)$ disminuye a medida que el valor de $f'm$ se incrementa.

Este comportamiento se presenta de esta manera debido a que al aumentar el valor de $f'm$ se mejora la calidad de los materiales, lo que conlleva a que los valores de los Índices disminuyan.

Este comportamiento era de esperarse debido a que a mayor $f'm$ mayor es la calidad de los materiales y menor será el índice de comportamiento.

Con la ecuación de correlación analizamos que el Índice de Comportamiento es mayor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en esta dirección. Esto indica que los muros se comportan de una manera muy critica porque están muy por encima del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$).

Grafica ICy (max) Vs f'm

Esta grafica se construye a partir de los resultados dados en la siguiente tabla, la cual se obtuvo de seleccionar los valores máximos de $ICy (max)$ para cada uno de los valores de $f'm$, los cuales se encuentran sujetos a la tabla principal de resultados.

IC y (max)	f'm (MPa)
1.528	18.60
1.512	19.00
1.903	20.33
1.892	20.56
1.232	28.60
1.224	29.00
1.530	31.44
1.525	31.67
1.089	36.60
1.083	37.00
1.351	40.33
1.347	40.56

Tabla 41. ICy (max) VS f'm, casa (1) 1 – 2 piso

A partir de los datos anteriores se construye la siguiente grafica

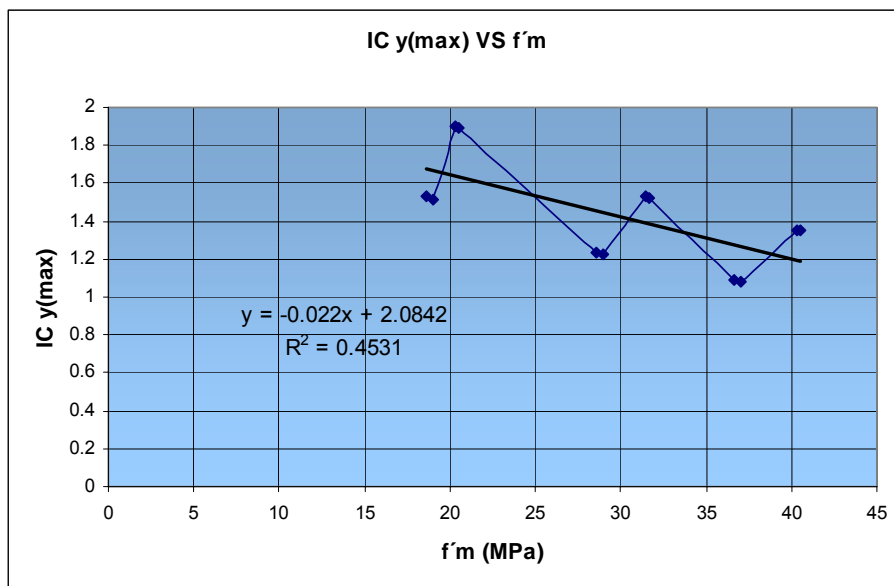


Figura 41. Grafica ICy(max) VS f'm, casa (1) 1 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = -0.022X + 2.0842$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.4531$, el cual se considera aceptable.

Esta grafica muestra como el valor de $ICy (max)$ disminuye a medida que el valor de $f'm$ se incrementa.

Este comportamiento se presenta de esta manera debido a que al aumentar el valor de $f'm$ se mejora la calidad de los materiales, lo que conlleva a que los valores de los Índices disminuyan.

Con la ecuación de correlación analizamos que el Índice de Comportamiento es mayor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en esta dirección. Esto indica que los muros se comportan de una manera critica porque están por encima del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$).

Tabla Principal de Resultados (Piso 2)

IC x (max)	IC y (max)	IC x (prom)	IC y (prom)	f m (MPa)	Altura (m)
2.707	0.618	0.491	0.175	20,333	2,0
5.129	0.828	0.891	0.244	20,333	2,5
8.702	1.112	1.481	0.342	20,333	3,0
2.716	0.620	0.492	0.175	20,333	2,0
5.146	0.831	0.894	0.244	20,333	2,5
8.731	1.116	1.486	0.343	20,333	3,0
2.724	0.622	0.494	0.176	20,333	2,0
5.162	0.833	0.897	0.245	20,333	2,5
8.759	1.120	1.491	0.344	20,333	3,0
2.460	0.565	0.442	0.151	20,333	2,0
4.690	0.760	0.810	0.214	20,333	2,5
7.988	1.024	1.355	0.305	20,333	3,0
2.469	0.567	0.443	0.151	20,333	2,0
4.707	0.763	0.813	0.215	20,333	2,5
8.017	1.028	1.360	0.306	20,333	3,0
2.477	0.569	0.445	0.152	20,333	2,0
4.723	0.765	0.816	0.215	20,333	2,5
8.045	1.031	1.365	0.307	20,333	3,0
2.262	0.529	0.401	0.128	18,600	2,0
4.352	0.716	0.748	0.188	18,600	2,5
7.455	0.969	1.262	0.273	18,600	3,0
2.275	0.533	0.403	0.129	18,600	2,0
4.378	0.720	0.752	0.189	18,600	2,5
7.500	0.975	1.269	0.275	18,600	3,0
2.287	0.535	0.405	0.129	18,600	2,0
4.401	0.724	0.756	0.189	18,600	2,5
7.540	0.980	1.276	0.276	18,600	3,0
2.105	0.505	0.373	0.115	18,600	2,0
4.068	0.684	0.701	0.170	18,600	2,5
6.988	0.929	1.188	0.250	18,600	3,0
2.120	0.508	0.376	0.116	18,600	2,0
4.097	0.689	0.705	0.171	18,600	2,5
7.036	0.935	1.196	0.251	18,600	3,0
2.133	0.511	0.378	0.116	18,600	2,0
4.122	0.693	0.710	0.172	18,600	2,5
7.080	0.941	1.203	0.253	18,600	3,0
2.177	0.497	0.395	0.141	31,444	2,0
4.124	0.666	0.717	0.196	31,444	2,5
6.997	0.895	1.191	0.275	31,444	3,0
2.184	0.499	0.396	0.141	31,444	2,0
4.138	0.668	0.719	0.196	31,444	2,5

7.021	0.898	1.195	0.276	31,444	3,0
2.190	0.500	0.397	0.141	31,444	2,0
4.151	0.670	0.721	0.197	31,444	2,5
7.043	0.900	1.199	0.277	31,444	3,0
1.978	0.455	0.355	0.121	31,444	2,0
3.771	0.611	0.652	0.172	31,444	2,5
6.423	0.824	1.090	0.245	31,444	3,0
1.985	0.456	0.356	0.122	31,444	2,0
3.785	0.613	0.654	0.173	31,444	2,5
6.447	0.827	1.094	0.246	31,444	3,0
1.992	0.458	0.357	0.122	31,444	2,0
3.798	0.615	0.656	0.173	31,444	2,5
6.469	0.829	1.097	0.247	31,444	3,0
1.824	0.427	0.323	0.103	28,600	2,0
3.510	0.577	0.603	0.151	28,600	2,5
6.012	0.782	1.018	0.220	28,600	3,0
1.835	0.429	0.325	0.104	28,600	2,0
3.531	0.581	0.606	0.152	28,600	2,5
6.048	0.786	1.024	0.221	28,600	3,0
1.845	0.432	0.327	0.104	28,600	2,0
3.550	0.584	0.609	0.153	28,600	2,5
6.081	0.790	1.029	0.223	28,600	3,0
1.698	0.407	0.301	0.093	28,600	2,0
3.281	0.552	0.565	0.137	28,600	2,5
5.635	0.749	0.958	0.201	28,600	3,0
1.709	0.410	0.303	0.093	28,600	2,0
3.304	0.556	0.569	0.138	28,600	2,5
5.674	0.754	0.964	0.203	28,600	3,0
1.720	0.412	0.305	0.094	28,600	2,0
3.324	0.559	0.572	0.139	28,600	2,5
5.710	0.759	0.970	0.204	28,600	3,0
1.922	0.439	0.349	0.124	40,333	2,0
3.642	0.588	0.633	0.173	40,333	2,5
6.178	0.790	1.052	0.243	40,333	3,0
1.928	0.440	0.350	0.124	40,333	2,0
3.654	0.590	0.635	0.173	40,333	2,5
6.199	0.793	1.055	0.244	40,333	3,0
1.934	0.442	0.351	0.125	40,333	2,0
3.665	0.592	0.637	0.174	40,333	2,5
6.219	0.795	1.059	0.244	40,333	3,0
1.747	0.401	0.314	0.107	40,333	2,0
3.330	0.540	0.575	0.152	40,333	2,5
5.671	0.727	0.962	0.216	40,333	3,0
1.753	0.403	0.315	0.107	40,333	2,0

3.342	0.541	0.577	0.152	40,333	2,5
5.692	0.730	0.966	0.217	40,333	3,0
1.759	0.404	0.316	0.108	40,333	2,0
3.353	0.543	0.579	0.153	40,333	2,5
5.712	0.732	0.969	0.218	40,333	3,0
1.613	0.377	0.286	0.091	36,600	2,0
3.103	0.510	0.533	0.134	36,600	2,5
5.315	0.691	0.900	0.195	36,600	3,0
1.622	0.380	0.288	0.092	36,600	2,0
3.121	0.513	0.536	0.134	36,600	2,5
5.346	0.695	0.905	0.196	36,600	3,0
1.631	0.382	0.289	0.092	36,600	2,0
3.138	0.516	0.539	0.135	36,600	2,5
5.375	0.699	0.910	0.197	36,600	3,0
1.501	0.360	0.266	0.082	36,600	2,0
2.900	0.488	0.500	0.121	36,600	2,5
4.981	0.662	0.847	0.178	36,600	3,0
1.511	0.362	0.268	0.082	36,600	2,0
2.920	0.491	0.503	0.122	36,600	2,5
5.016	0.667	0.853	0.179	36,600	3,0
1.520	0.364	0.269	0.083	36,600	2,0
2.938	0.494	0.506	0.123	36,600	2,5
5.047	0.671	0.858	0.180	36,600	3,0
2.692	0.615	0.488	0.174	20,556	2,0
5.101	0.823	0.886	0.242	20,556	2,5
8.654	1.106	1.473	0.340	20,556	3,0
2.701	0.617	0.490	0.174	20,556	2,0
5.118	0.826	0.889	0.243	20,556	2,5
8.684	1.110	1.478	0.341	20,556	3,0
2.709	0.619	0.491	0.175	20,556	2,0
5.134	0.829	0.892	0.243	20,556	2,5
8.711	1.114	1.483	0.342	20,556	3,0
2.447	0.562	0.439	0.150	20,556	2,0
4.665	0.756	0.806	0.213	20,556	2,5
7.944	1.019	1.348	0.303	20,556	3,0
2.456	0.564	0.441	0.150	20,556	2,0
4.681	0.758	0.809	0.213	20,556	2,5
7.973	1.022	1.353	0.304	20,556	3,0
2.464	0.566	0.442	0.151	20,556	2,0
4.697	0.761	0.811	0.214	20,556	2,5
8.001	1.026	1.357	0.305	20,556	3,0
2.238	0.524	0.397	0.127	19,000	2,0
4.306	0.708	0.740	0.186	19,000	2,5
7.376	0.959	1.249	0.270	19,000	3,0

2.251	0.527	0.399	0.128	19,000	2,0
4.332	0.713	0.744	0.187	19,000	2,5
7.420	0.965	1.256	0.272	19,000	3,0
2.263	0.530	0.401	0.128	19,000	2,0
4.355	0.716	0.748	0.187	19,000	2,5
7.460	0.970	1.263	0.273	19,000	3,0
2.083	0.499	0.369	0.114	19,000	2,0
4.025	0.677	0.693	0.168	19,000	2,5
6.914	0.919	1.175	0.247	19,000	3,0
2.097	0.503	0.372	0.114	19,000	2,0
4.053	0.682	0.698	0.169	19,000	2,5
6.962	0.925	1.183	0.248	19,000	3,0
2.110	0.506	0.374	0.115	19,000	2,0
4.078	0.686	0.702	0.170	19,000	2,5
7.006	0.931	1.191	0.250	19,000	3,0
2.169	0.495	0.393	0.140	31,667	2,0
4.110	0.663	0.714	0.195	31,667	2,5
6.973	0.891	1.187	0.274	31,667	3,0
2.176	0.497	0.395	0.140	31,667	2,0
4.123	0.666	0.716	0.196	31,667	2,5
6.996	0.894	1.191	0.275	31,667	3,0
2.183	0.499	0.396	0.141	31,667	2,0
4.136	0.668	0.719	0.196	31,667	2,5
7.019	0.897	1.195	0.276	31,667	3,0
1.971	0.453	0.354	0.121	31,667	2,0
3.758	0.609	0.649	0.171	31,667	2,5
6.401	0.821	1.086	0.244	31,667	3,0
1.978	0.455	0.355	0.121	31,667	2,0
3.772	0.611	0.652	0.172	31,667	2,5
6.424	0.824	1.090	0.245	31,667	3,0
1.985	0.456	0.356	0.121	31,667	2,0
3.785	0.613	0.654	0.172	31,667	2,5
6.446	0.826	1.094	0.246	31,667	3,0
1.812	0.424	0.321	0.103	29,000	2,0
3.486	0.573	0.599	0.150	29,000	2,5
5.971	0.776	1.011	0.219	29,000	3,0
1.822	0.426	0.323	0.103	29,000	2,0
3.506	0.577	0.602	0.151	29,000	2,5
6.006	0.781	1.017	0.220	29,000	3,0
1.832	0.429	0.325	0.104	29,000	2,0
3.525	0.580	0.605	0.152	29,000	2,5
6.039	0.785	1.022	0.221	29,000	3,0
1.686	0.404	0.299	0.092	29,000	2,0
3.258	0.548	0.561	0.136	29,000	2,5

5.596	0.744	0.951	0.200	29,000	3,0
1.698	0.407	0.301	0.093	29,000	2,0
3.281	0.552	0.565	0.137	29,000	2,5
5.635	0.749	0.958	0.201	29,000	3,0
1.708	0.409	0.303	0.093	29,000	2,0
3.301	0.555	0.568	0.138	29,000	2,5
5.670	0.754	0.964	0.202	29,000	3,0
1.917	0.438	0.348	0.124	40,556	2,0
3.632	0.586	0.631	0.172	40,556	2,5
6.161	0.788	1.049	0.242	40,556	3,0
1.923	0.439	0.349	0.124	40,556	2,0
3.644	0.588	0.633	0.173	40,556	2,5
6.182	0.790	1.052	0.243	40,556	3,0
1.929	0.441	0.350	0.124	40,556	2,0
3.655	0.590	0.635	0.173	40,556	2,5
6.202	0.793	1.056	0.244	40,556	3,0
1.742	0.400	0.313	0.107	40,556	2,0
3.321	0.538	0.574	0.152	40,556	2,5
5.656	0.725	0.960	0.216	40,556	3,0
1.748	0.402	0.314	0.107	40,556	2,0
3.333	0.540	0.576	0.152	40,556	2,5
5.677	0.728	0.963	0.217	40,556	3,0
1.754	0.403	0.315	0.107	40,556	2,0
3.344	0.542	0.578	0.152	40,556	2,5
5.696	0.730	0.966	0.217	40,556	3,0
1.604	0.375	0.284	0.091	37,000	2,0
3.086	0.508	0.530	0.133	37,000	2,5
5.286	0.687	0.895	0.194	37,000	3,0
1.613	0.378	0.286	0.091	37,000	2,0
3.104	0.511	0.533	0.134	37,000	2,5
5.317	0.691	0.900	0.195	37,000	3,0
1.622	0.380	0.287	0.092	37,000	2,0
3.121	0.513	0.536	0.134	37,000	2,5
5.346	0.695	0.905	0.196	37,000	3,0
1.493	0.358	0.265	0.082	37,000	2,0
2.884	0.485	0.497	0.121	37,000	2,5
4.954	0.658	0.842	0.177	37,000	3,0
1.503	0.360	0.266	0.082	37,000	2,0
2.904	0.489	0.500	0.121	37,000	2,5
4.989	0.663	0.848	0.178	37,000	3,0
1.512	0.362	0.268	0.082	37,000	2,0
2.923	0.492	0.503	0.122	37,000	2,5
5.020	0.667	0.853	0.179	37,000	3,0

Tabla 42. Tabla principal de resultados casa (2) 1 – 2 piso

Graficas de correlación:

Aquí se mostraran las graficas obtenidas después de analizar los datos de la tabla anterior para el segundo piso.

Grafica ICx (max) Vs Altura

Esta grafica relaciona los datos de **ICx (max)**, los cuales corresponden a la primera columna de la tabla anterior con respecto a los datos de **Altura** los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

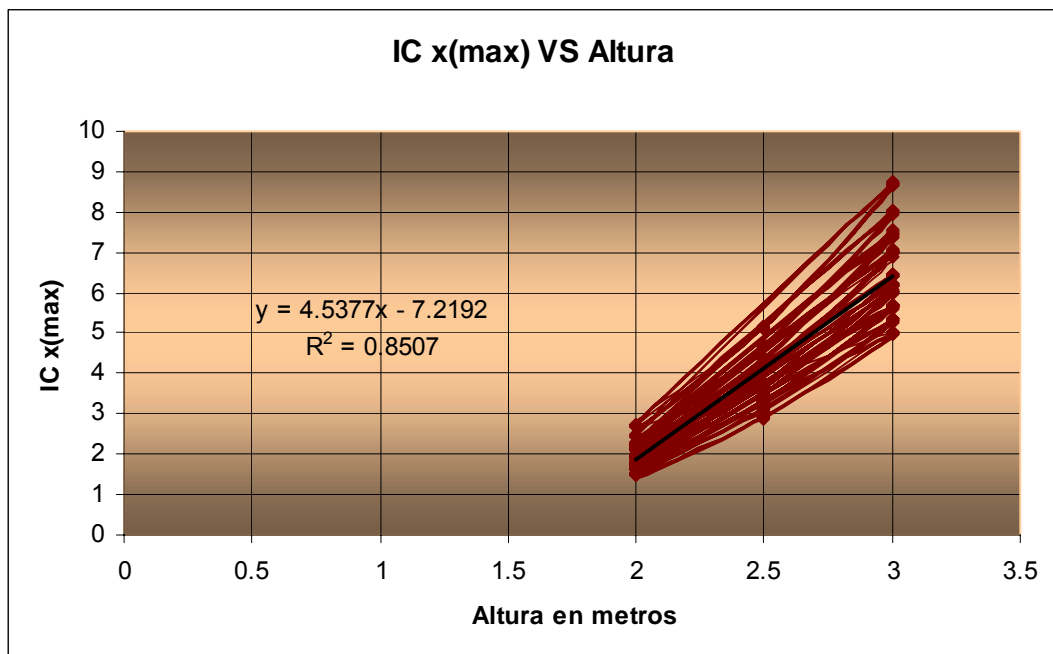


Figura 42. Grafica ICx(max) VS Altura, casa (2) 1 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 4.5377 * X - 7.2192$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.8507$, el cual se considera bueno.

Esta grafica muestra como el valor de *ICx (max)* aumenta a medida que el valor de *Altura* se incrementa.

Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento mayor que 1.0 para todos los muros que actúan en esta dirección.

Esto indica que los muros que se encuentran en la dirección X se comportaran de manera crítica puesto que todos los índices en los muros se encuentran por encima del Índice de Comportamiento Crítico ($IC_{critico}=1.0$).

Donde este Índice esta definido como la relación entre el esfuerzo presente en el muro y el esfuerzo máximo admisible dado por la NSR – 98; esta relación esta dada para el esfuerzo por tracción por la flexión en la mampostería no reforzada, para el esfuerzo por compresión por la flexión en la mampostería no reforzada y para el esfuerzo para compresión axial.

Grafica ICy (max) Vs Altura

Esta grafica relaciona los datos de **ICy (max)**, los cuales corresponden a la segunda columna de la tabla anterior con respecto a los datos de **Altura** los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

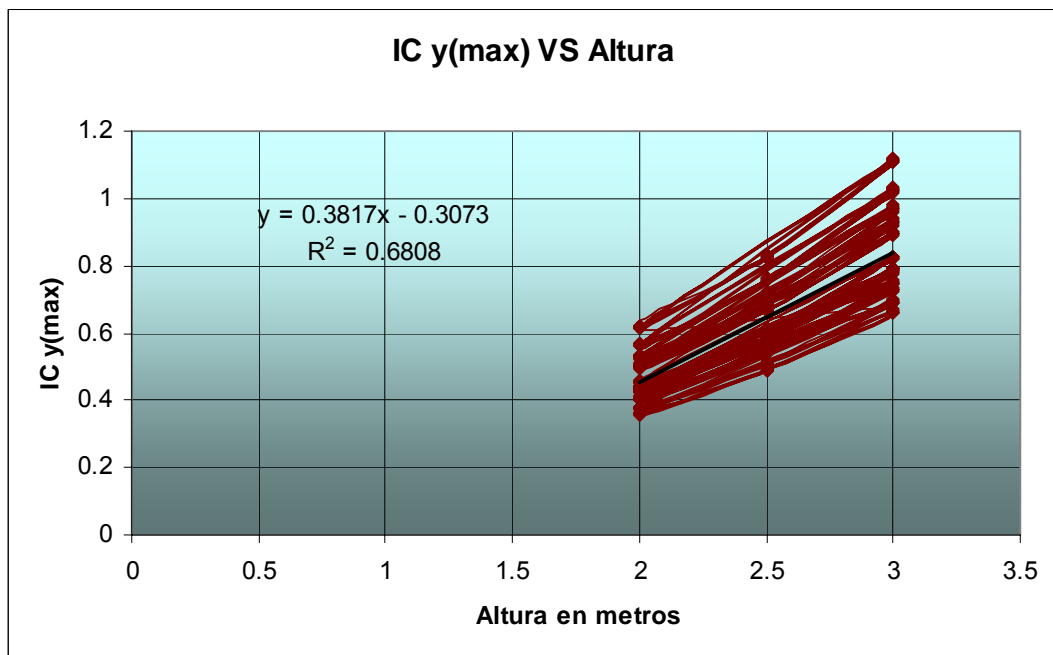


Figura 43. Grafica ICy(max) VS Altura, casa (2) 1 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 0.3817 * X - 0.3073$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.6808$, el cual se considera aceptable.

Esta grafica muestra como el valor de $ICy (max)$ aumenta a medida que el valor de $Altura$ se incrementa.

Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento menor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en esta dirección. Esto indica que estos muros con un indice menor a 1.0 se comportan de una manera optima porque están por debajo del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$).

Grafica $ICx (prom)$ Vs $Altura$

Esta grafica relaciona los datos de $ICx (prom)$, los cuales corresponden a la tercera columna de la tabla anterior con respecto a los datos de $Altura$ los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

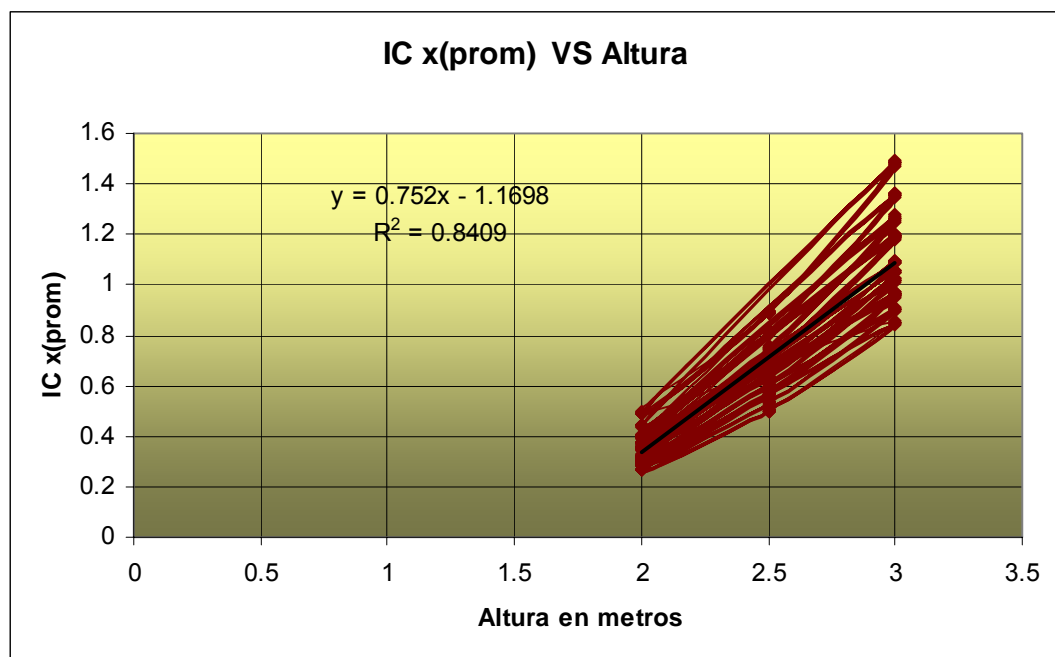


Figura 44. Grafica $ICx(prom)$ VS $Altura$, casa (2) 1 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 0.752 * X - 1.1698$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.8409$, el cual se considera bueno.

Esta grafica muestra como el valor de ICx (*prom*) aumenta a medida que el valor de *Altura* se incrementa. Este índice corresponde al promedio de los índices que actúan en cada una de las combinaciones de parámetros.

Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento menor que 1.0 cuando la altura de los muros es igual o menor a 2.90 metros, esto quiere decir que la altura máxima para lograr un comportamiento optimo en los muros en esta dirección es de 2.90 metros.

Una altura mayor de 2.90 metros para los muros causaría que estos se comportaran de una manera muy critica ya que los esfuerzos actuantes superan a los admisibles.

Grafica ICy (*prom*) VS *Altura*

Esta grafica relaciona los datos de ICy (**prom**), los cuales corresponden a la cuarta columna de la tabla anterior con respecto a los datos de **Altura** los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

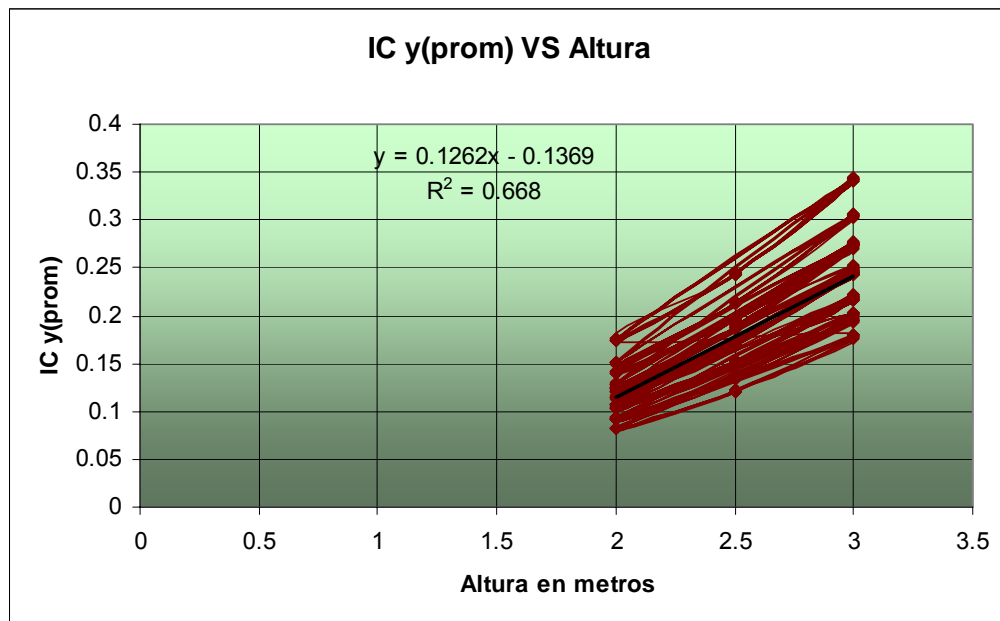


Figura 45. Grafica ICy (*prom*) VS *Altura*, casa (2)1 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 0.1262 * X - 0.1369$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.668$, el cual se considera aceptable.

Esta grafica muestra como el valor de ICy (*prom*) aumenta a medida que el valor de *Altura* se incrementa. Este índice corresponde al promedio de los índices que actúan en cada una de las combinaciones de parámetros.

Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento menor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en esta dirección. Esto indica que los muros se comportan de una manera optima porque están por debajo del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$).

Grafica ICx (max) Vs $f'm$

Esta grafica se construye a partir de los resultados dados en la siguiente tabla, la cual se obtuvo de seleccionar los valores máximos de ICx (max) para cada uno de los valores de $f'm$, los cuales se encuentran sujetos a la tabla principal de resultados.

IC x (max)	$f'm$ (MPa)
7.540	18.60
7.460	19.00
8.759	20.33
8.711	20.56
6.081	28.60
6.039	29.00
7.043	31.44
7.019	31.67
5.375	36.60
5.346	37.00
6.219	40.33
6.202	40.56

Tabla 43. ICx (max) VS $f'm$, casa (2) 1 – 2 piso

A partir de los datos anteriores se construye la siguiente grafica:

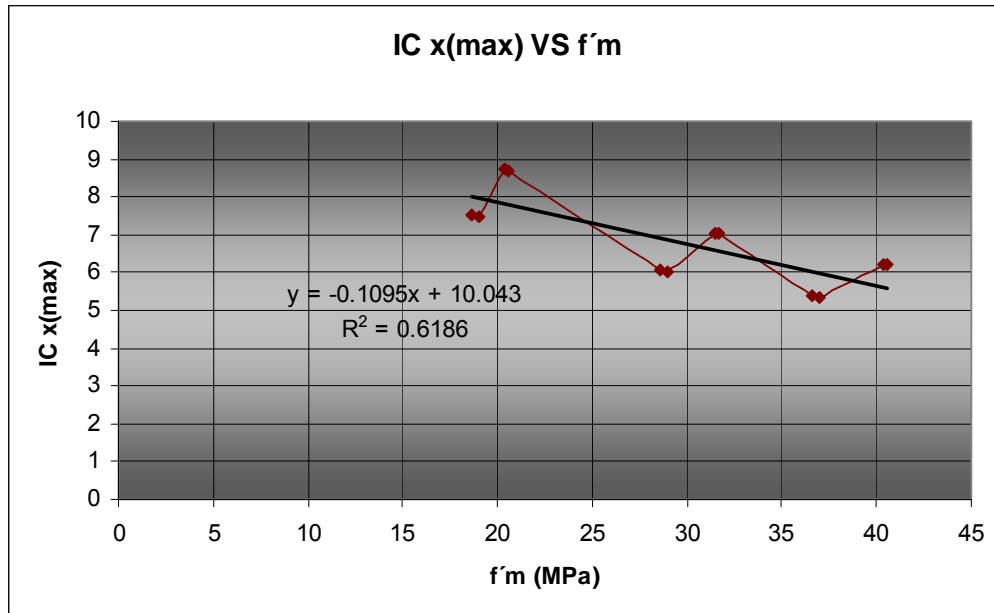


Figura 46. Grafica ICx(max) VS f'm, casa (2) 1 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = -0.1095 * X + 10.043$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.6186$, el cual se considera mas o menos aceptable.

Esta grafica muestra como el valor de $ICx (max)$ disminuye a medida que el valor de $f'm$ se incrementa.

Este comportamiento se presenta de esta manera debido a que al aumentar el valor de $f'm$ se mejora la calidad de los materiales, lo que conlleva a que los valores de los Índices disminuyan.

Este comportamiento era de esperarse debido a que a mayor $f'm$ mayor es la calidad de los materiales y menor será el índice de comportamiento.

Con la ecuación de correlación analizamos que el Índice de Comportamiento es mayor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en esta dirección. Esto indica que los muros se comportan de una manera muy critica porque están muy por encima del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$).

Grafica ICy (max) Vs f'm

Esta grafica se construye a partir de los resultados dados en la siguiente tabla, la cual se obtuvo de seleccionar los valores máximos de ICy (max)

para cada uno de los valores de $f'm$, los cuales se encuentran sujetos a la tabla principal de resultados.

IC y (max)	$f'm$ (MPa)
0.980	18.60
0.970	19.00
1.120	20.33
1.114	20.56
0.790	28.60
0.785	29.00
0.900	31.44
0.897	31.67
0.699	36.60
0.695	37.00
0.795	40.33
0.793	40.56

Tabla 44. ICy (max) VS $f'm$, casa (2) 1 – 2 piso

A partir de los datos anteriores se construye la siguiente grafica

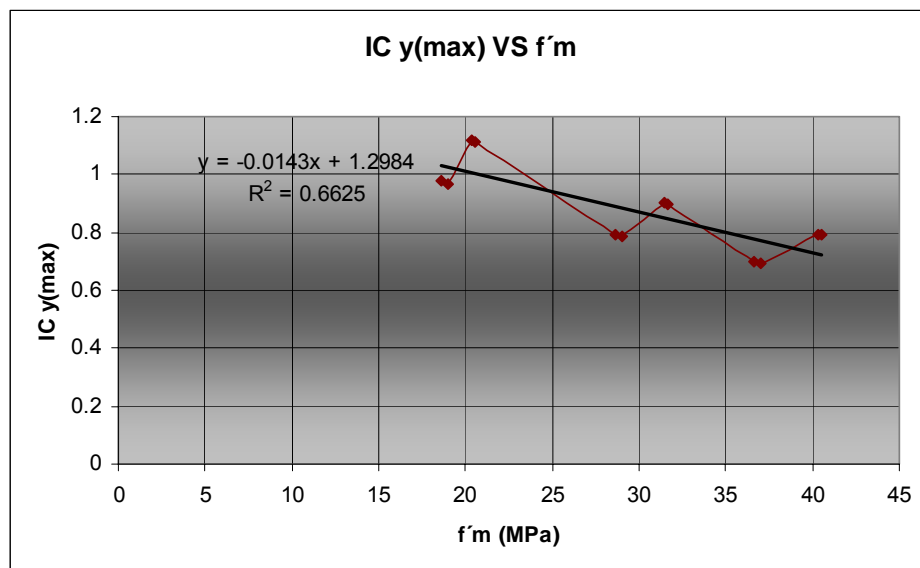


Figura 47. Grafica ICy(max) VS $f'm$, casa (2) 1 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = -0.0143X + 1.2984$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.6625$, el cual se considera aceptable.

Esta grafica muestra como el valor de $ICy (max)$ disminuye a medida que el valor de $f'm$ se incrementa.

Este comportamiento se presenta de esta manera debido a que al aumentar el valor de $f'm$ se mejora la calidad de los materiales, lo que conlleva a que los valores de los Índices disminuyan.

Con la ecuación de correlación analizamos que el Índice de Comportamiento es mayor que 1.0 cuando el valor de $f'm$ es menor o igual a 20.86 MPa, para todos los muros que se encuentran en esta dirección. Esto indica que los muros se comportan de una manera optima cuando el valor de $f'm$ es mayor a 20.86 MPa y los indices tiendan a disminuir por debajo del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$).

6.5 CASA 2 DE 2 PISOS.

La hoja electrónica que programamos en Microsoft Excel nos muestra la siguiente tabla con la cual procedemos a analizar gráficamente estos resultados. Primero procederemos a analizar el piso 1 y luego el piso 2.

Tabla Principal de Resultados (Piso 1)

IC x (max)	IC y (max)	IC x (prom)	IC y (prom)	f m (MPa)	Altura (m)
1,702	1,791	0,611	0,876	20,333	2,0
3,044	2,941	1,018	1,442	20,333	2,5
4,979	4,626	1,604	2,265	20,333	3,0
1,706	1,796	0,612	0,878	20,333	2,0
3,052	2,948	1,020	1,446	20,333	2,5
4,994	4,639	1,609	2,271	20,333	3,0
1,710	1,800	0,613	0,880	20,333	2,0
3,060	2,956	1,023	1,449	20,333	2,5
5,007	4,651	1,613	2,277	20,333	3,0
1,468	1,549	0,522	0,749	20,333	2,0
2,665	2,581	0,886	1,255	20,333	2,5
4,404	4,105	1,414	1,998	20,333	3,0
1,472	1,554	0,524	0,751	20,333	2,0
2,673	2,589	0,888	1,259	20,333	2,5
4,418	4,118	1,418	2,004	20,333	3,0
1,476	1,558	0,525	0,752	20,333	2,0
2,681	2,596	0,891	1,263	20,333	2,5
4,432	4,130	1,422	2,010	20,333	3,0
1,253	1,329	0,441	0,635	18,600	2,0
2,330	2,269	0,770	1,100	18,600	2,5
3,914	3,671	1,254	1,789	18,600	3,0
1,259	1,336	0,443	0,638	18,600	2,0
2,343	2,281	0,774	1,106	18,600	2,5
3,936	3,691	1,261	1,799	18,600	3,0
1,265	1,342	0,445	0,641	18,600	2,0
2,354	2,292	0,778	1,111	18,600	2,5
3,955	3,709	1,267	1,807	18,600	3,0
1,138	1,214	0,403	0,582	18,600	2,0
2,144	2,099	0,714	1,027	18,600	2,5
3,630	3,425	1,173	1,689	18,600	3,0
1,145	1,221	0,405	0,585	18,600	2,0
2,158	2,112	0,718	1,033	18,600	2,5
3,654	3,447	1,181	1,700	18,600	3,0
1,151	1,228	0,407	0,589	18,600	2,0

2,170	2,124	0,722	1,039	18,600	2,5
3,676	3,468	1,188	1,710	18,600	3,0
1,368	1,440	0,491	0,705	31,444	2,0
2,448	2,365	0,818	1,160	31,444	2,5
4,004	3,720	1,290	1,821	31,444	3,0
1,372	1,444	0,492	0,706	31,444	2,0
2,454	2,371	0,820	1,163	31,444	2,5
4,016	3,730	1,294	1,826	31,444	3,0
1,375	1,447	0,493	0,708	31,444	2,0
2,460	2,377	0,822	1,165	31,444	2,5
4,026	3,740	1,297	1,831	31,444	3,0
1,180	1,246	0,420	0,602	31,444	2,0
2,143	2,076	0,712	1,010	31,444	2,5
3,542	3,301	1,137	1,607	31,444	3,0
1,184	1,249	0,421	0,604	31,444	2,0
2,149	2,082	0,714	1,013	31,444	2,5
3,553	3,311	1,140	1,612	31,444	3,0
1,187	1,253	0,422	0,605	31,444	2,0
2,156	2,088	0,716	1,015	31,444	2,5
3,564	3,321	1,144	1,616	31,444	3,0
1,010	1,072	0,356	0,512	28,600	2,0
1,879	1,830	0,621	0,887	28,600	2,5
3,157	2,960	1,011	1,443	28,600	3,0
1,015	1,077	0,358	0,514	28,600	2,0
1,889	1,840	0,625	0,892	28,600	2,5
3,174	2,977	1,017	1,450	28,600	3,0
1,020	1,082	0,359	0,517	28,600	2,0
1,898	1,848	0,627	0,896	28,600	2,5
3,190	2,991	1,022	1,458	28,600	3,0
0,918	0,979	0,325	0,469	28,600	2,0
1,729	1,692	0,576	0,828	28,600	2,5
2,927	2,762	0,946	1,362	28,600	3,0
0,923	0,985	0,327	0,472	28,600	2,0
1,740	1,703	0,579	0,833	28,600	2,5
2,947	2,780	0,952	1,371	28,600	3,0
0,929	0,990	0,328	0,475	28,600	2,0
1,750	1,713	0,583	0,838	28,600	2,5
2,964	2,797	0,958	1,379	28,600	3,0
1,208	1,272	0,433	0,622	40,333	2,0
2,161	2,088	0,723	1,024	40,333	2,5
3,536	3,285	1,139	1,608	40,333	3,0
1,211	1,275	0,434	0,624	40,333	2,0
2,167	2,093	0,724	1,027	40,333	2,5
3,546	3,294	1,142	1,613	40,333	3,0

1,214	1,278	0,435	0,625	40,333	2,0
2,172	2,099	0,726	1,029	40,333	2,5
3,555	3,303	1,145	1,617	40,333	3,0
1,042	1,100	0,371	0,532	40,333	2,0
1,892	1,833	0,629	0,891	40,333	2,5
3,127	2,915	1,004	1,419	40,333	3,0
1,045	1,103	0,372	0,533	40,333	2,0
1,898	1,838	0,631	0,894	40,333	2,5
3,137	2,924	1,007	1,423	40,333	3,0
1,048	1,106	0,373	0,534	40,333	2,0
1,903	1,844	0,632	0,896	40,333	2,5
3,147	2,933	1,010	1,427	40,333	3,0
0,893	0,947	0,315	0,453	36,600	2,0
1,661	1,618	0,549	0,784	36,600	2,5
2,790	2,617	0,894	1,275	36,600	3,0
0,897	0,952	0,316	0,455	36,600	2,0
1,670	1,626	0,552	0,788	36,600	2,5
2,806	2,631	0,899	1,282	36,600	3,0
0,902	0,957	0,317	0,457	36,600	2,0
1,678	1,634	0,555	0,792	36,600	2,5
2,820	2,644	0,903	1,288	36,600	3,0
0,811	0,865	0,287	0,415	36,600	2,0
1,528	1,496	0,509	0,732	36,600	2,5
2,588	2,441	0,836	1,204	36,600	3,0
0,816	0,871	0,289	0,417	36,600	2,0
1,538	1,506	0,512	0,737	36,600	2,5
2,605	2,458	0,842	1,212	36,600	3,0
0,821	0,876	0,290	0,420	36,600	2,0
1,547	1,514	0,515	0,741	36,600	2,5
2,620	2,472	0,847	1,219	36,600	3,0
1,692	1,782	0,607	0,872	20,556	2,0
3,027	2,925	1,012	1,434	20,556	2,5
4,952	4,601	1,596	2,253	20,556	3,0
1,697	1,786	0,609	0,874	20,556	2,0
3,035	2,932	1,015	1,438	20,556	2,5
4,966	4,614	1,600	2,259	20,556	3,0
1,700	1,790	0,610	0,875	20,556	2,0
3,043	2,940	1,017	1,441	20,556	2,5
4,980	4,626	1,604	2,265	20,556	3,0
1,460	1,541	0,519	0,745	20,556	2,0
2,650	2,567	0,881	1,249	20,556	2,5
4,380	4,083	1,406	1,987	20,556	3,0
1,464	1,545	0,521	0,747	20,556	2,0
2,659	2,575	0,884	1,252	20,556	2,5

4,394	4,096	1,410	1,993	20,556	3,0
1,468	1,549	0,522	0,748	20,556	2,0
2,666	2,582	0,886	1,256	20,556	2,5
4,408	4,108	1,414	1,999	20,556	3,0
1,239	1,315	0,437	0,628	19,000	2,0
2,306	2,245	0,762	1,088	19,000	2,5
3,873	3,632	1,241	1,770	19,000	3,0
1,246	1,322	0,439	0,631	19,000	2,0
2,318	2,257	0,766	1,094	19,000	2,5
3,894	3,652	1,247	1,780	19,000	3,0
1,251	1,328	0,441	0,634	19,000	2,0
2,329	2,268	0,770	1,099	19,000	2,5
3,913	3,670	1,253	1,788	19,000	3,0
1,126	1,201	0,398	0,576	19,000	2,0
2,121	2,076	0,706	1,016	19,000	2,5
3,591	3,389	1,161	1,671	19,000	3,0
1,133	1,208	0,401	0,579	19,000	2,0
2,135	2,090	0,711	1,022	19,000	2,5
3,615	3,411	1,168	1,682	19,000	3,0
1,139	1,215	0,403	0,582	19,000	2,0
2,147	2,102	0,715	1,028	19,000	2,5
3,637	3,431	1,175	1,692	19,000	3,0
1,363	1,435	0,489	0,702	31,667	2,0
2,439	2,356	0,815	1,156	31,667	2,5
3,990	3,707	1,286	1,815	31,667	3,0
1,367	1,439	0,490	0,704	31,667	2,0
2,446	2,363	0,818	1,159	31,667	2,5
4,001	3,717	1,289	1,820	31,667	3,0
1,370	1,442	0,491	0,705	31,667	2,0
2,452	2,369	0,820	1,161	31,667	2,5
4,012	3,727	1,293	1,825	31,667	3,0
1,176	1,241	0,418	0,600	31,667	2,0
2,135	2,068	0,710	1,006	31,667	2,5
3,529	3,289	1,133	1,601	31,667	3,0
1,179	1,245	0,420	0,601	31,667	2,0
2,142	2,075	0,712	1,009	31,667	2,5
3,540	3,300	1,136	1,606	31,667	3,0
1,183	1,248	0,421	0,603	31,667	2,0
2,148	2,081	0,714	1,012	31,667	2,5
3,551	3,310	1,140	1,611	31,667	3,0
1,003	1,064	0,353	0,508	29,000	2,0
1,866	1,817	0,617	0,881	29,000	2,5
3,135	2,940	1,004	1,433	29,000	3,0
1,008	1,070	0,355	0,511	29,000	2,0

1,876	1,827	0,620	0,886	29,000	2,5
3,152	2,956	1,010	1,440	29,000	3,0
1,013	1,075	0,357	0,513	29,000	2,0
1,885	1,836	0,623	0,890	29,000	2,5
3,168	2,971	1,014	1,447	29,000	3,0
0,911	0,972	0,322	0,466	29,000	2,0
1,717	1,681	0,572	0,822	29,000	2,5
2,907	2,743	0,940	1,352	29,000	3,0
0,917	0,978	0,324	0,469	29,000	2,0
1,728	1,692	0,575	0,827	29,000	2,5
2,926	2,761	0,946	1,361	29,000	3,0
0,922	0,984	0,326	0,471	29,000	2,0
1,738	1,701	0,579	0,832	29,000	2,5
2,944	2,777	0,951	1,369	29,000	3,0
1,205	1,268	0,432	0,621	40,556	2,0
2,155	2,082	0,721	1,021	40,556	2,5
3,526	3,276	1,136	1,604	40,556	3,0
1,208	1,272	0,433	0,622	40,556	2,0
2,161	2,088	0,722	1,024	40,556	2,5
3,536	3,285	1,139	1,608	40,556	3,0
1,211	1,274	0,434	0,623	40,556	2,0
2,167	2,093	0,724	1,026	40,556	2,5
3,545	3,294	1,142	1,612	40,556	3,0
1,039	1,097	0,370	0,530	40,556	2,0
1,887	1,828	0,627	0,889	40,556	2,5
3,118	2,907	1,001	1,415	40,556	3,0
1,042	1,100	0,371	0,531	40,556	2,0
1,893	1,833	0,629	0,892	40,556	2,5
3,128	2,916	1,004	1,419	40,556	3,0
1,045	1,103	0,372	0,533	40,556	2,0
1,898	1,838	0,631	0,894	40,556	2,5
3,138	2,925	1,007	1,423	40,556	3,0
0,888	0,942	0,313	0,450	37,000	2,0
1,652	1,609	0,546	0,780	37,000	2,5
2,775	2,603	0,889	1,268	37,000	3,0
0,893	0,947	0,314	0,452	37,000	2,0
1,661	1,617	0,549	0,784	37,000	2,5
2,790	2,617	0,894	1,275	37,000	3,0
0,897	0,951	0,316	0,454	37,000	2,0
1,669	1,625	0,552	0,788	37,000	2,5
2,804	2,630	0,898	1,281	37,000	3,0
0,807	0,860	0,285	0,413	37,000	2,0
1,520	1,488	0,506	0,728	37,000	2,5
2,574	2,428	0,832	1,197	37,000	3,0

0,812	0,866	0,287	0,415	37,000	2,0
1,530	1,498	0,509	0,733	37,000	2,5
2,591	2,444	0,837	1,205	37,000	3,0
0,816	0,871	0,289	0,417	37,000	2,0
1,539	1,506	0,512	0,737	37,000	2,5
2,606	2,459	0,842	1,212	37,000	3,0

Tabla 45. Tabla principal de resultados casa (1) 2 – 2 piso

Graficas de correlación:

Aquí se mostraran las graficas obtenidas después de analizar los datos de la tabla anterior.

Grafica ICx (max) Vs Altura

Esta grafica relaciona los datos de **ICx (max)**, los cuales corresponden a la primera columna de la tabla anterior con respecto a los datos de **Altura** los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

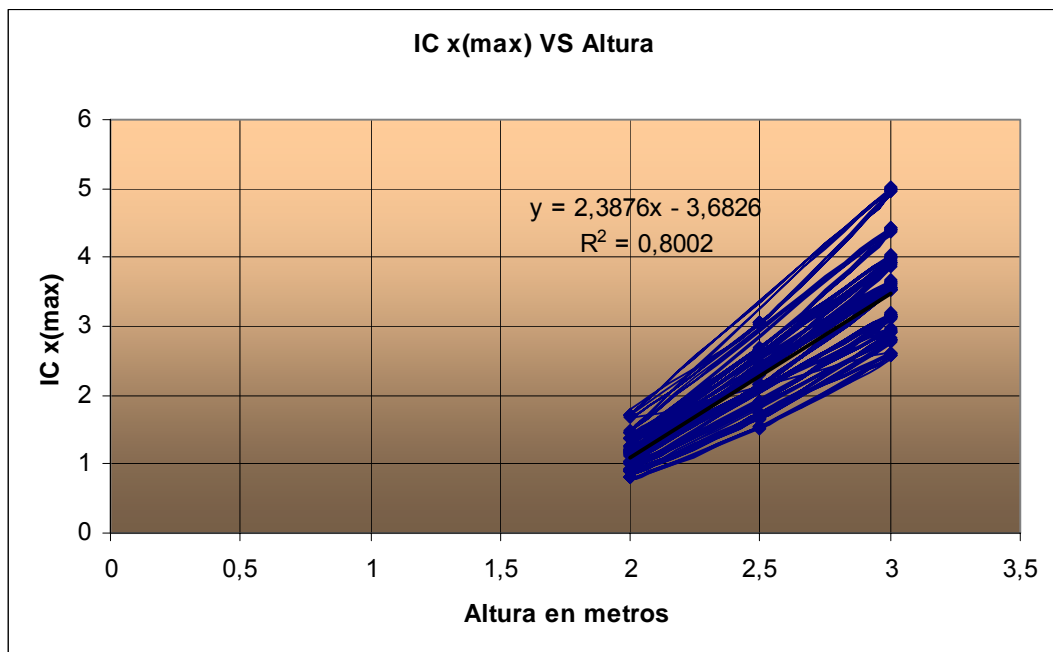


Figura 48. Grafica ICx(max) VS Altura, casa (1) 2 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 2.3876 * X - 3.6826$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.8002$, el cual se considera bueno.

Esta grafica muestra como el valor de *ICx (max)* aumenta a medida que el valor de *Altura* se incrementa.

Para este caso existe un Índice de Comportamiento mayor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en la dirección X, estos se comportaran de una manera ineficiente ya que están por encima del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$).

Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento menor que 1.0, cuando la altura de los muros que se encuentran en esta dirección es inferior a 1.96 metros.

Donde este Índice esta definido como la relación entre el esfuerzo presente en el muro y el esfuerzo máximo admisible dado por la NSR – 98; esta relación esta dada para el esfuerzo por tracción por la flexión en la mampostería no reforzada, para el esfuerzo por compresión por la flexión en la mampostería no reforzada y para el esfuerzo para compresión axial.

Grafica ICy (max) Vs Altura

Esta grafica relaciona los datos de **ICy (max)**, los cuales corresponden a la segunda columna de la tabla anterior con respecto a los datos de **Altura** los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

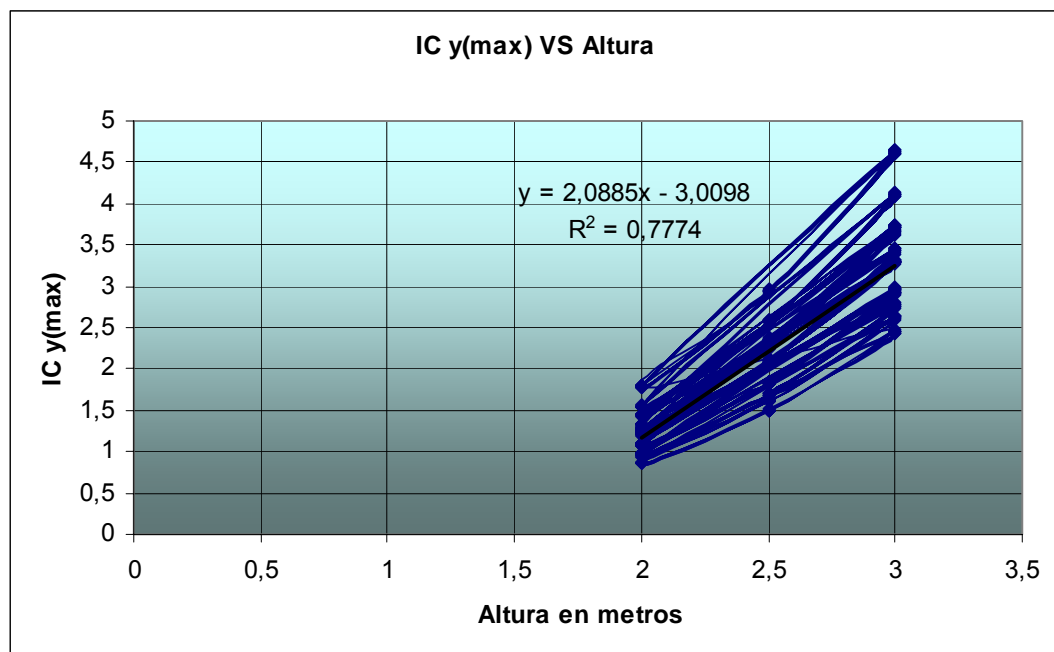


Figura 49. Grafica ICy(max) VS Altura, casa (1) 2– 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 2.0885 * X - 3.0098$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.7774$, el cual se considera bueno.

Esta grafica muestra como el valor de $ICy (max)$ aumenta a medida que el valor de $Altura$ se incrementa.

Para este caso existe un Índice de Comportamiento mayor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en la dirección Y, estos se comportaran de una manera ineficiente ya que están por encima del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$).

Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento menor que 1.0, cuando la altura de los muros que se encuentran en esta dirección es inferior a 1.91 metros.

Grafica ICx (prom) Vs Altura

Esta grafica relaciona los datos de **ICx (prom)**, los cuales corresponden a la tercera columna de la tabla anterior con respecto a los datos de **Altura** los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

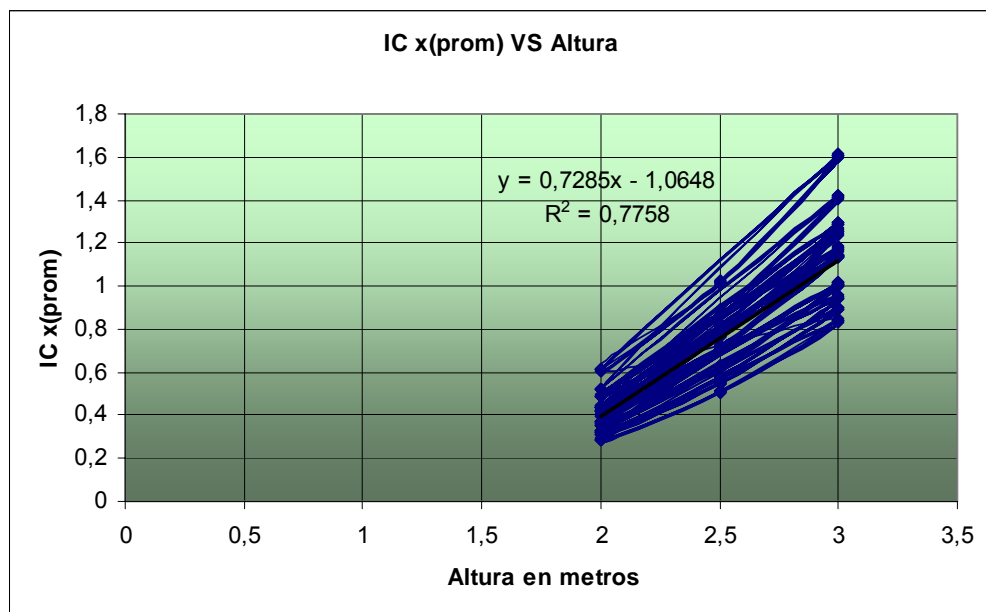


Figura 50. Grafica ICx(prom) VS Altura, casa (1) 2 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 0.7285 * X - 1.0648$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.7758$, el cual se considera bueno.

Esta grafica muestra como el valor de ICx (*prom*) aumenta a medida que el valor de *Altura* se incrementa. Este índice corresponde al promedio de los índices que actúan en cada una de las combinaciones de parámetros. Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento menor que 1.0, para los muros que tienen una altura inferior a 2.82 metros y que se supera este Índice cuando la altura es superior a 2.84 metros.

Grafica ICy (*prom*) Vs Altura

Esta grafica relaciona los datos de **ICy (*prom*)**, los cuales corresponden a la cuarta columna de la tabla anterior con respecto a los datos de **Altura** los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

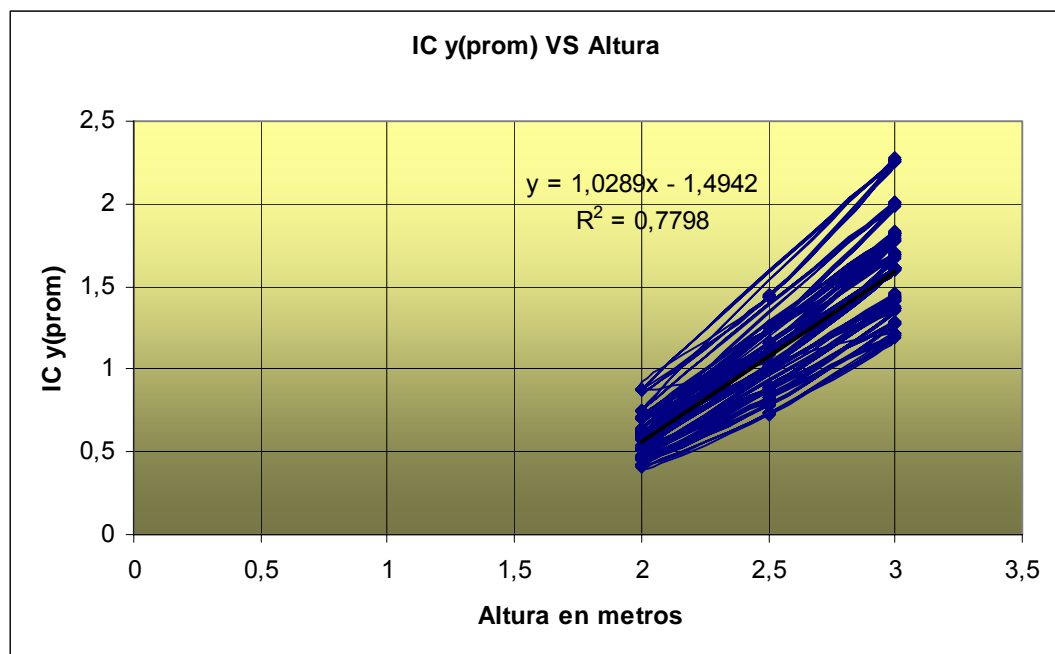


Figura 51. Grafica ICy(*prom*) VS Altura, casa (1) 2 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 1.0289 * X - 1.4942$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.7798$, el cual se considera aceptable.

Esta grafica muestra como el valor de ICy (*prom*) aumenta a medida que el valor de *Altura* se incrementa. Este índice corresponde al promedio de los índices que actúan en cada una de las combinaciones de parámetros. Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento menor que 1.0, para los muros que tienen una altura inferior a 2.41 metros y que se supera este Índice cuando la altura es superior a 2.43 metros.

Grafica ICx (max) Vs $f'm$

Esta grafica se construye a partir de los resultados dados en la siguiente tabla, la cual se obtuvo de seleccionar los valores máximos de ICx (max) para cada uno de los valores de $f'm$, los cuales se encuentran sujetos a la tabla principal de resultados.

IC x (max)	$f'm$ (MPa)
3,955	18,60
3,913	19,00
5,007	20,33
4,979	20,56
3,189	28,60
3,167	29,00
4,026	31,44
4,012	31,67
2,819	36,60
2,804	37,00
3,554	40,33
3,545	40,56

Tabla 46. ICx (max) VS $f'm$, casa (1) 2 – 2 piso

A partir de los datos anteriores se construye la siguiente grafica:

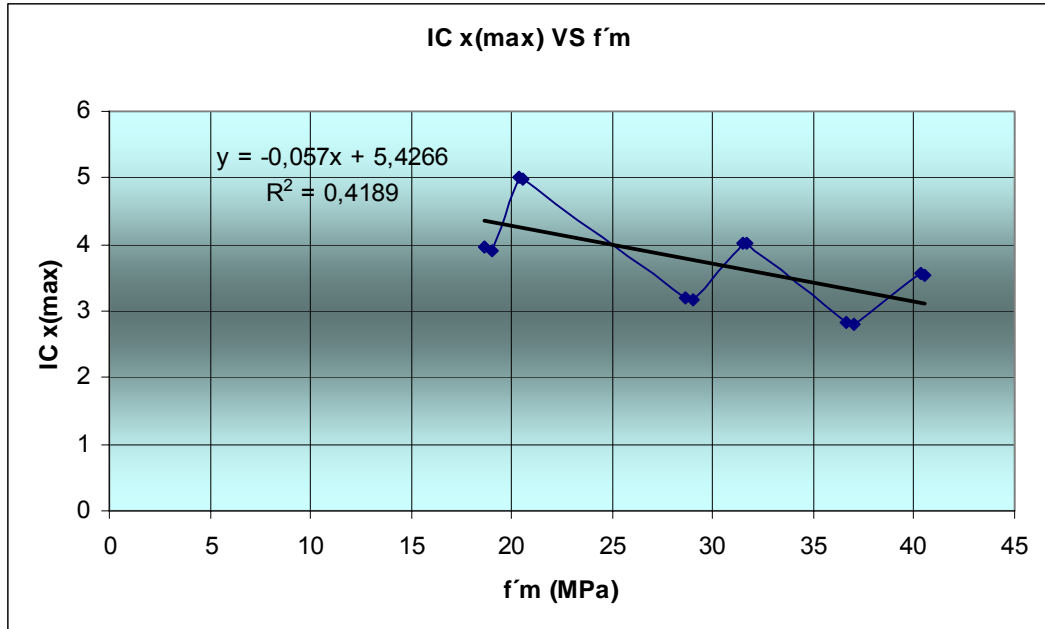


Figura 52. Grafica ICx(max) VS f'm, casa (1) 2 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = -0.057 * X + 5.4266$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.4189$, el cual se considera un poco aceptable.

Esta grafica muestra como el valor de $ICx (max)$ disminuye a medida que el valor de $f'm$ se incrementa.

Este comportamiento se presenta de esta manera debido a que al aumentar el valor de $f'm$ se mejora la calidad de los materiales, lo que conlleva a que los valores de los Índices disminuyan.

Con la ecuación de correlación analizamos que el Índice de Comportamiento es mayor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en esta dirección. Esto indica que los muros se comportan de una manera muy critica porque están por encima del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$). Para disminuir el Índice por debajo del valor crítico se necesitara un valor de $f'm \geq 77.83$ MPa.

Grafica ICy (max) Vs f'm

Esta grafica se construye a partir de los resultados dados en la siguiente tabla, la cual se obtuvo de seleccionar los valores máximos de ICy (max)

para cada uno de los valores de $f'm$, los cuales se encuentran sujetos a la tabla principal de resultados.

IC y (max)	$f'm$ (MPa)
3,709	18,60
3,673	19,00
4,651	20,33
4,624	20,56
2,991	28,60
2,970	29,00
3,740	31,44
3,727	31,67
2,644	36,60
2,630	37,00
3,302	40,33
3,293	40,56

Tabla 47. ICy (max) VS $f'm$, casa (1) 2 – 2 piso

A partir de los datos anteriores se construye la siguiente grafica:

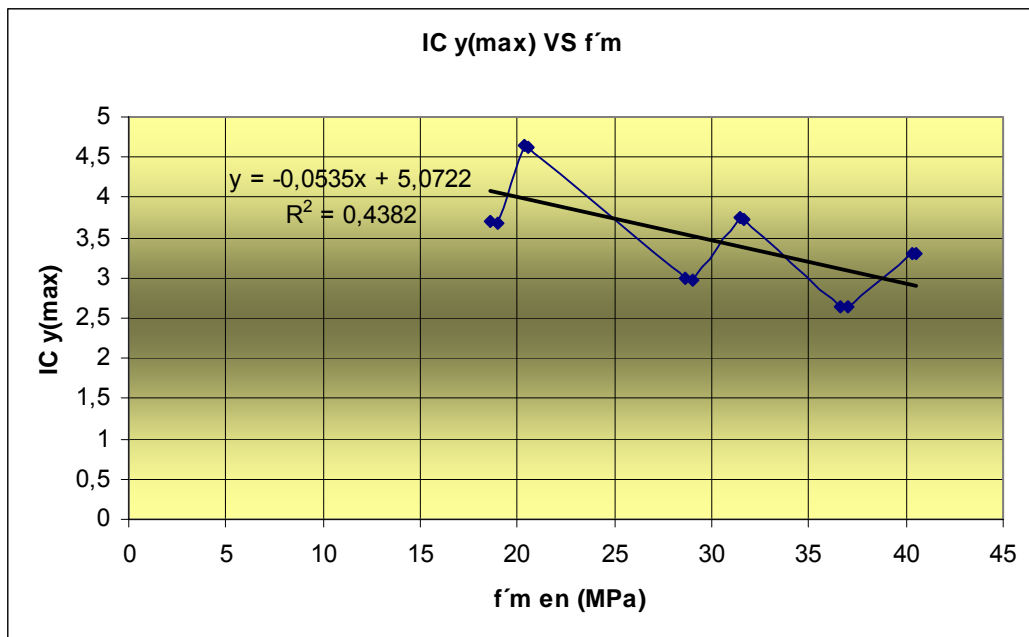


Figura 53. Grafica ICy(max) VS $f'm$, casa (1) 2 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = -0.0535X + 5.0722$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.4382$, el cual se considera un poco aceptable.

Esta grafica muestra como el valor de $ICy (max)$ disminuye a medida que el valor de $f'm$ se incrementa.

Este comportamiento se presenta de esta manera debido a que al aumentar el valor de $f'm$ se mejora la calidad de los materiales, lo que conlleva a que los valores de los Índices disminuyan.

Con la ecuación de correlación analizamos que el Índice de Comportamiento es mayor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en esta dirección. Esto indica que los muros se comportan de una manera muy critica porque están por encima del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$). Para disminuir el Índice por debajo del valor crítico se necesitara un valor de $f'm \geq 76.30$ MPa.

Tabla Principal de Resultados (Piso 2)

IC x (max)	IC y (max)	IC x (prom)	IC y (prom)	f m (MPa)	Altura (m)
0,566	0,563	0,207	0,281	20,333	2,0
1,044	0,950	0,353	0,470	20,333	2,5
1,746	1,527	0,566	0,750	20,333	3,0
0,568	0,564	0,208	0,282	20,333	2,0
1,047	0,953	0,354	0,472	20,333	2,5
1,752	1,532	0,568	0,752	20,333	3,0
0,570	0,566	0,208	0,283	20,333	2,0
1,050	0,956	0,355	0,473	20,333	2,5
1,757	1,537	0,569	0,754	20,333	3,0
0,509	0,506	0,184	0,250	20,333	2,0
0,948	0,863	0,317	0,424	20,333	2,5
1,595	1,397	0,514	0,682	20,333	3,0
0,511	0,508	0,184	0,250	20,333	2,0
0,951	0,866	0,318	0,425	20,333	2,5
1,600	1,402	0,516	0,685	20,333	3,0
0,513	0,509	0,185	0,251	20,333	2,0
0,954	0,869	0,319	0,426	20,333	2,5
1,606	1,406	0,517	0,687	20,333	3,0
0,464	0,460	0,165	0,225	18,600	2,0
0,876	0,797	0,291	0,391	18,600	2,5
1,487	1,303	0,477	0,639	18,600	3,0
0,467	0,463	0,166	0,226	18,600	2,0
0,881	0,802	0,292	0,393	18,600	2,5
1,496	1,311	0,480	0,643	18,600	3,0
0,469	0,465	0,166	0,227	18,600	2,0
0,886	0,806	0,294	0,395	18,600	2,5
1,504	1,317	0,482	0,646	18,600	3,0
0,436	0,431	0,155	0,212	18,600	2,0
0,829	0,752	0,276	0,374	18,600	2,5
1,413	1,235	0,456	0,616	18,600	3,0
0,439	0,434	0,156	0,214	18,600	2,0
0,835	0,757	0,278	0,376	18,600	2,5
1,423	1,244	0,459	0,620	18,600	3,0
0,441	0,436	0,157	0,215	18,600	2,0
0,840	0,762	0,280	0,379	18,600	2,5
1,432	1,251	0,462	0,624	18,600	3,0
0,455	0,452	0,167	0,226	31,444	2,0
0,839	0,764	0,284	0,378	31,444	2,5
1,404	1,228	0,455	0,603	31,444	3,0
0,457	0,454	0,167	0,227	31,444	2,0
0,842	0,766	0,284	0,379	31,444	2,5

1,409	1,232	0,457	0,605	31,444	3,0
0,458	0,455	0,167	0,227	31,444	2,0
0,844	0,769	0,285	0,380	31,444	2,5
1,413	1,236	0,458	0,607	31,444	3,0
0,409	0,407	0,148	0,201	31,444	2,0
0,762	0,694	0,255	0,341	31,444	2,5
1,282	1,123	0,413	0,549	31,444	3,0
0,411	0,408	0,148	0,201	31,444	2,0
0,765	0,697	0,256	0,342	31,444	2,5
1,287	1,127	0,415	0,550	31,444	3,0
0,412	0,410	0,149	0,202	31,444	2,0
0,767	0,699	0,257	0,343	31,444	2,5
1,291	1,131	0,416	0,552	31,444	3,0
0,374	0,371	0,133	0,181	28,600	2,0
0,706	0,643	0,234	0,315	28,600	2,5
1,200	1,051	0,385	0,516	28,600	3,0
0,376	0,373	0,134	0,182	28,600	2,0
0,711	0,647	0,236	0,317	28,600	2,5
1,207	1,057	0,387	0,519	28,600	3,0
0,378	0,375	0,134	0,183	28,600	2,0
0,714	0,650	0,237	0,319	28,600	2,5
1,213	1,062	0,389	0,521	28,600	3,0
0,352	0,348	0,125	0,171	28,600	2,0
0,669	0,606	0,223	0,302	28,600	2,5
1,140	0,996	0,368	0,497	28,600	3,0
0,354	0,350	0,126	0,172	28,600	2,0
0,673	0,611	0,224	0,304	28,600	2,5
1,148	1,003	0,370	0,500	28,600	3,0
0,356	0,352	0,126	0,173	28,600	2,0
0,677	0,614	0,226	0,305	28,600	2,5
1,155	1,009	0,373	0,503	28,600	3,0
0,402	0,399	0,147	0,200	40,333	2,0
0,741	0,675	0,250	0,334	40,333	2,5
1,240	1,084	0,402	0,532	40,333	3,0
0,403	0,401	0,148	0,200	40,333	2,0
0,743	0,677	0,251	0,335	40,333	2,5
1,244	1,088	0,403	0,534	40,333	3,0
0,404	0,402	0,148	0,201	40,333	2,0
0,745	0,679	0,252	0,336	40,333	2,5
1,248	1,091	0,404	0,536	40,333	3,0
0,362	0,359	0,131	0,177	40,333	2,0
0,673	0,613	0,225	0,301	40,333	2,5
1,132	0,992	0,365	0,484	40,333	3,0
0,363	0,360	0,131	0,178	40,333	2,0

0,675	0,615	0,226	0,302	40,333	2,5
1,136	0,995	0,366	0,486	40,333	3,0
0,364	0,362	0,131	0,178	40,333	2,0
0,677	0,617	0,227	0,303	40,333	2,5
1,140	0,999	0,367	0,488	40,333	3,0
0,331	0,328	0,117	0,160	36,600	2,0
0,625	0,568	0,207	0,279	36,600	2,5
1,060	0,929	0,340	0,456	36,600	3,0
0,333	0,330	0,118	0,161	36,600	2,0
0,628	0,572	0,208	0,280	36,600	2,5
1,067	0,934	0,342	0,458	36,600	3,0
0,334	0,332	0,119	0,162	36,600	2,0
0,631	0,574	0,209	0,282	36,600	2,5
1,072	0,939	0,344	0,461	36,600	3,0
0,311	0,307	0,110	0,151	36,600	2,0
0,591	0,536	0,197	0,267	36,600	2,5
1,008	0,880	0,325	0,439	36,600	3,0
0,313	0,309	0,111	0,152	36,600	2,0
0,595	0,540	0,198	0,268	36,600	2,5
1,015	0,886	0,327	0,442	36,600	3,0
0,315	0,311	0,112	0,153	36,600	2,0
0,599	0,543	0,199	0,270	36,600	2,5
1,021	0,892	0,329	0,445	36,600	3,0
0,563	0,560	0,206	0,280	20,556	2,0
1,038	0,945	0,351	0,468	20,556	2,5
1,736	1,519	0,563	0,746	20,556	3,0
0,565	0,561	0,207	0,281	20,556	2,0
1,041	0,948	0,352	0,469	20,556	2,5
1,742	1,524	0,565	0,748	20,556	3,0
0,566	0,563	0,207	0,281	20,556	2,0
1,044	0,951	0,353	0,470	20,556	2,5
1,748	1,528	0,566	0,750	20,556	3,0
0,506	0,503	0,183	0,248	20,556	2,0
0,942	0,859	0,316	0,421	20,556	2,5
1,586	1,389	0,511	0,678	20,556	3,0
0,508	0,505	0,183	0,249	20,556	2,0
0,946	0,862	0,317	0,423	20,556	2,5
1,592	1,394	0,513	0,681	20,556	3,0
0,510	0,507	0,184	0,250	20,556	2,0
0,949	0,864	0,318	0,424	20,556	2,5
1,597	1,399	0,515	0,683	20,556	3,0
0,459	0,455	0,163	0,223	19,000	2,0
0,867	0,789	0,288	0,387	19,000	2,5
1,472	1,289	0,472	0,633	19,000	3,0

0,462	0,458	0,164	0,224	19,000	2,0
0,872	0,793	0,289	0,389	19,000	2,5
1,480	1,297	0,475	0,636	19,000	3,0
0,464	0,460	0,165	0,225	19,000	2,0
0,876	0,797	0,291	0,391	19,000	2,5
1,488	1,304	0,477	0,640	19,000	3,0
0,431	0,426	0,153	0,210	19,000	2,0
0,820	0,744	0,273	0,370	19,000	2,5
1,398	1,222	0,451	0,610	19,000	3,0
0,434	0,429	0,154	0,211	19,000	2,0
0,826	0,749	0,275	0,372	19,000	2,5
1,408	1,230	0,454	0,614	19,000	3,0
0,437	0,432	0,155	0,213	19,000	2,0
0,831	0,754	0,277	0,375	19,000	2,5
1,417	1,238	0,457	0,617	19,000	3,0
0,454	0,451	0,166	0,226	31,667	2,0
0,836	0,761	0,283	0,377	31,667	2,5
1,399	1,224	0,454	0,601	31,667	3,0
0,455	0,452	0,166	0,226	31,667	2,0
0,839	0,764	0,283	0,378	31,667	2,5
1,404	1,228	0,455	0,603	31,667	3,0
0,456	0,453	0,167	0,227	31,667	2,0
0,841	0,766	0,284	0,379	31,667	2,5
1,408	1,231	0,456	0,604	31,667	3,0
0,408	0,405	0,147	0,200	31,667	2,0
0,759	0,692	0,254	0,339	31,667	2,5
1,278	1,119	0,412	0,547	31,667	3,0
0,409	0,407	0,148	0,201	31,667	2,0
0,762	0,694	0,255	0,341	31,667	2,5
1,282	1,123	0,413	0,549	31,667	3,0
0,411	0,408	0,148	0,201	31,667	2,0
0,764	0,696	0,256	0,342	31,667	2,5
1,287	1,127	0,415	0,550	31,667	3,0
0,372	0,369	0,132	0,180	29,000	2,0
0,702	0,638	0,233	0,313	29,000	2,5
1,191	1,043	0,382	0,512	29,000	3,0
0,374	0,371	0,133	0,181	29,000	2,0
0,706	0,642	0,234	0,315	29,000	2,5
1,198	1,050	0,384	0,515	29,000	3,0
0,376	0,372	0,133	0,182	29,000	2,0
0,709	0,645	0,235	0,317	29,000	2,5
1,205	1,055	0,386	0,518	29,000	3,0
0,349	0,345	0,124	0,170	29,000	2,0
0,664	0,602	0,221	0,299	29,000	2,5

1,132	0,989	0,365	0,493	29,000	3,0
0,351	0,347	0,125	0,171	29,000	2,0
0,668	0,606	0,223	0,301	29,000	2,5
1,140	0,996	0,368	0,497	29,000	3,0
0,354	0,349	0,125	0,172	29,000	2,0
0,673	0,610	0,224	0,303	29,000	2,5
1,147	1,002	0,370	0,500	29,000	3,0
0,401	0,398	0,147	0,199	40,556	2,0
0,739	0,673	0,250	0,333	40,556	2,5
1,236	1,081	0,401	0,531	40,556	3,0
0,402	0,400	0,147	0,200	40,556	2,0
0,741	0,675	0,250	0,334	40,556	2,5
1,240	1,085	0,402	0,533	40,556	3,0
0,403	0,401	0,147	0,200	40,556	2,0
0,743	0,677	0,251	0,335	40,556	2,5
1,244	1,088	0,403	0,534	40,556	3,0
0,361	0,358	0,130	0,177	40,556	2,0
0,671	0,611	0,225	0,300	40,556	2,5
1,129	0,989	0,364	0,483	40,556	3,0
0,362	0,359	0,131	0,177	40,556	2,0
0,673	0,613	0,225	0,301	40,556	2,5
1,133	0,992	0,365	0,485	40,556	3,0
0,363	0,361	0,131	0,178	40,556	2,0
0,675	0,615	0,226	0,302	40,556	2,5
1,137	0,996	0,366	0,486	40,556	3,0
0,329	0,326	0,117	0,159	37,000	2,0
0,621	0,565	0,206	0,277	37,000	2,5
1,055	0,924	0,338	0,453	37,000	3,0
0,331	0,328	0,117	0,160	37,000	2,0
0,625	0,568	0,207	0,279	37,000	2,5
1,061	0,929	0,340	0,456	37,000	3,0
0,332	0,330	0,118	0,161	37,000	2,0
0,628	0,571	0,208	0,280	37,000	2,5
1,066	0,934	0,342	0,458	37,000	3,0
0,309	0,306	0,110	0,150	37,000	2,0
0,588	0,533	0,196	0,265	37,000	2,5
1,002	0,876	0,323	0,437	37,000	3,0
0,311	0,308	0,110	0,151	37,000	2,0
0,592	0,537	0,197	0,267	37,000	2,5
1,009	0,882	0,326	0,440	37,000	3,0
0,313	0,309	0,111	0,152	37,000	2,0
0,595	0,540	0,198	0,268	37,000	2,5
1,015	0,887	0,328	0,442	37,000	3,0

Tabla 48. Tabla principal de resultados casa (2) 2 – 2 piso

Graficas de correlación:

Aquí se mostraran las graficas obtenidas después de analizar los datos de la tabla anterior.

Grafica ICx (max) Vs Altura

Esta grafica relaciona los datos de **ICx (max)**, los cuales corresponden a la primera columna de la tabla anterior con respecto a los datos de **Altura** los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

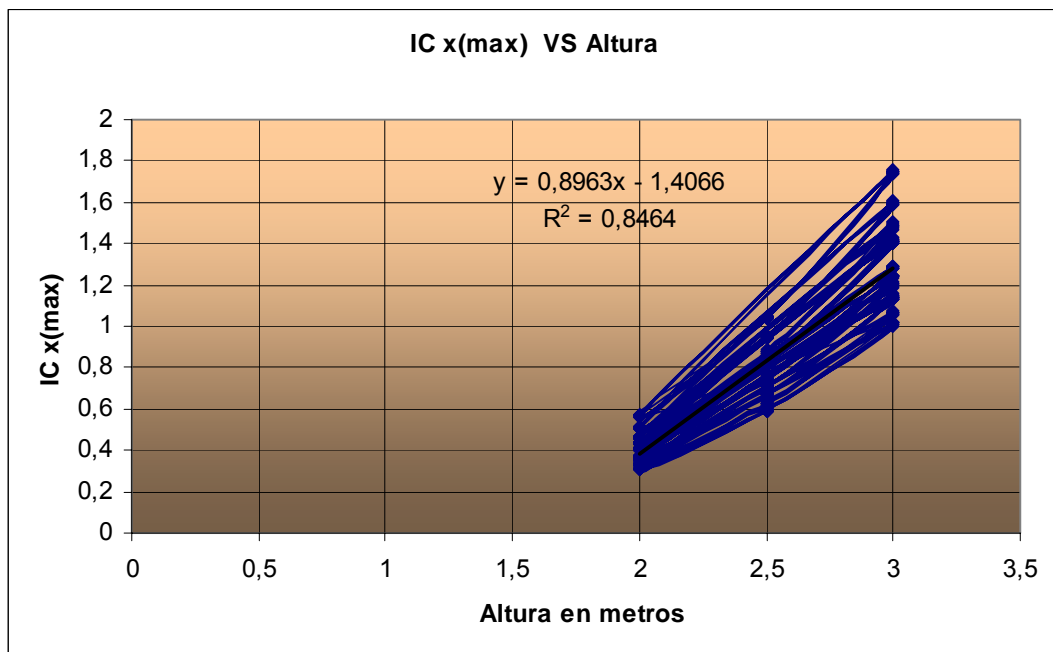


Figura 54. Grafica ICx(max) VS Altura, casa (2) 2 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 0.8963 * X - 1.4066$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.8464$, el cual se considera bueno.

Esta grafica muestra como el valor de *ICx (max)* aumenta a medida que el valor de *Altura* se incrementa.

Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento menor que 1.0, para los muros que tienen una altura inferior a 2.67 metros y que se supera este Índice cuando la altura es superior a 2.69 metros.

Donde este Índice está definido como la relación entre el esfuerzo presente en el muro y el esfuerzo máximo admisible dado por la NSR – 98; esta relación está dada para el esfuerzo por tracción por la flexión en la mampostería no reforzada, para el esfuerzo por compresión por la flexión en la mampostería no reforzada y para el esfuerzo para compresión axial.

Grafica ICy (max) Vs Altura

Esta grafica relaciona los datos de **ICy (max)**, los cuales corresponden a la segunda columna de la tabla anterior con respecto a los datos de **Altura** los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

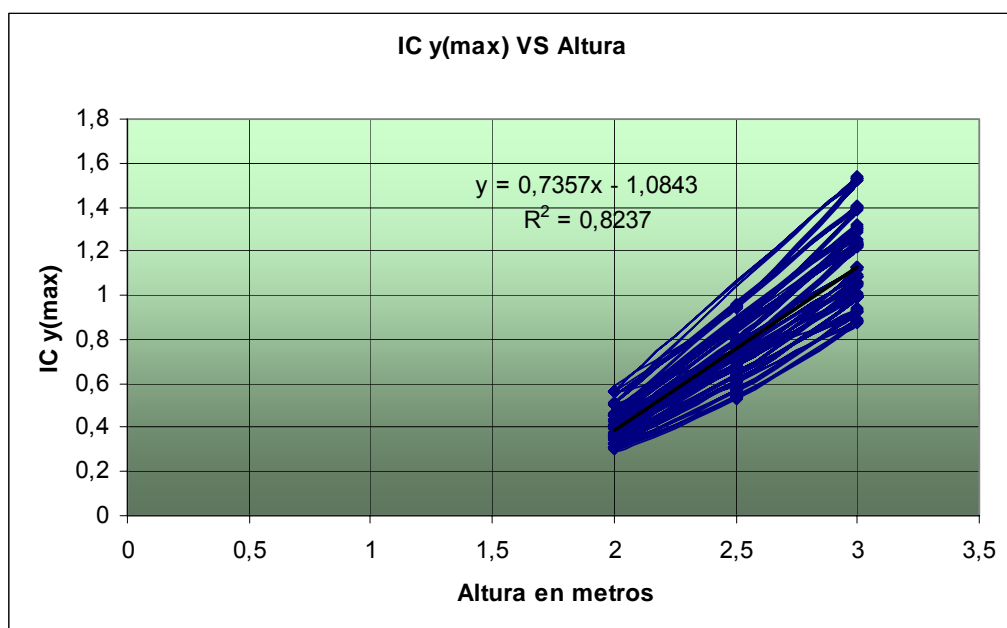


Figura 55. Grafica ICy(max) VS Altura, casa (2) 2 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 0.7357 * X - 1.0843$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.8237$, el cual se considera bueno.

Esta grafica muestra como el valor de *ICy (max)* aumenta a medida que el valor de *Altura* se incrementa.

Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento menor que 1.0, para los muros que tienen una altura inferior a 2.81 metros y que se supera este Índice cuando la altura es superior a 2.85 metros.

Grafica ICx (prom) Vs Altura

Esta grafica relaciona los datos de **ICx (prom)**, los cuales corresponden a la tercera columna de la tabla anterior con respecto a los datos de **Altura** los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

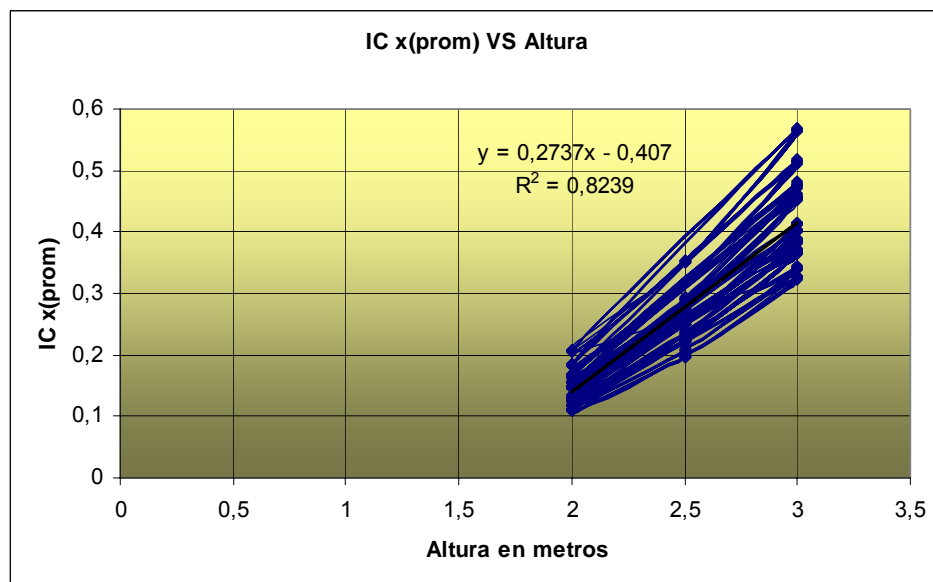


Figura 56. Grafica ICx(prom) VS Altura, casa (2) 2 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 0.2737 * X - 0.407$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.8239$, el cual se considera bueno.

Esta grafica muestra como el valor de *ICx (prom)* aumenta a medida que el valor de *Altura* se incrementa. Este índice corresponde al promedio de los índices que actúan en cada una de las combinaciones de parámetros.

Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento menor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en esta dirección. Esto indica que los muros se comportan de una manera optima porque están por debajo del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$).

Grafica ICy (prom) Vs Altura

Esta grafica relaciona los datos de **ICy (prom)**, los cuales corresponden a la cuarta columna de la tabla anterior con respecto a los datos de **Altura** los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

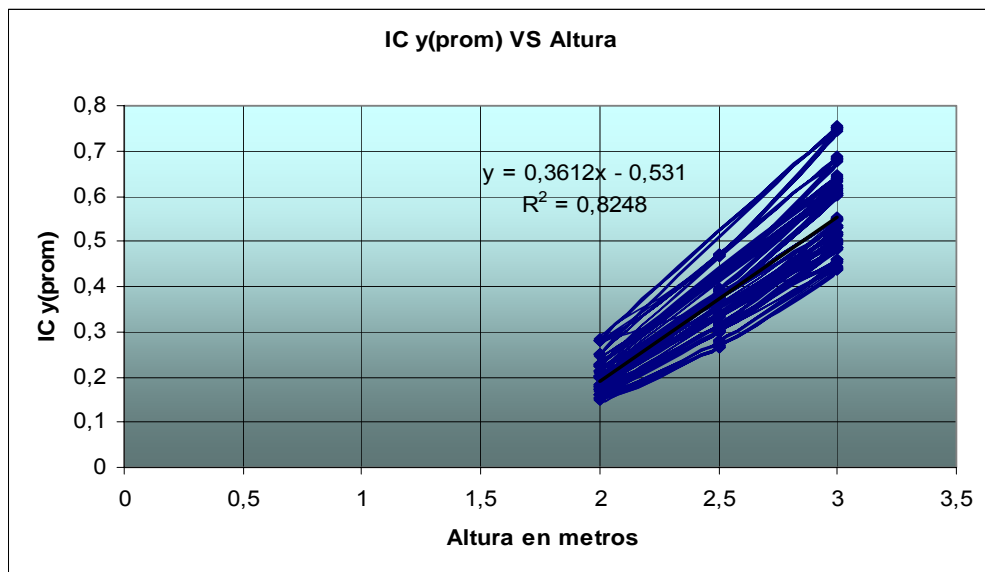


Figura 57. Grafica ICy(prom) VS Altura, casa (2) 2 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 0.3612 * X - 0.531$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.8248$, el cual se considera bueno.

Esta grafica muestra como el valor de *ICy (prom)* aumenta a medida que el valor de *Altura* se incrementa. Este índice corresponde al promedio de los índices que actúan en cada una de las combinaciones de parámetros.

Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento menor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en esta dirección. Esto indica que los muros se comportan de una manera optima porque están por debajo del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$).

Grafica ICx (max) Vs f'm

Esta grafica se construye a partir de los resultados dados en la siguiente tabla, la cual se obtuvo de seleccionar los valores máximos de ICx (max) para cada uno de los valores de f'm, los cuales se encuentran sujetos a la tabla principal de resultados.

IC x (max)	f m (MPa)
1,504	18,60
1,488	19.00
1,757	20,33
1,747	20,56
1,212	28,60
1,204	29.00
1,412	31,44
1,407	31,67
1,072	36,60
1,066	37.00
1,247	40,33
1,244	40,56

Tabla 49. ICx (max) VS f'm, casa (2) 2 – 2 piso

A partir de los datos anteriores se construye la siguiente grafica:

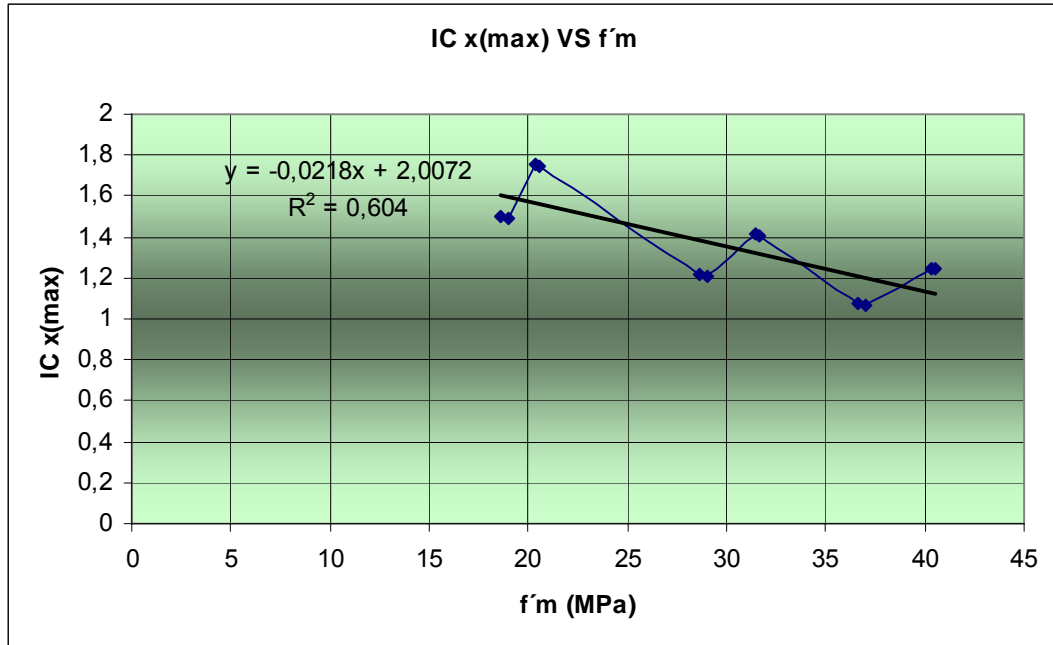


Figura 58. Grafica ICx(max) VS f'm, casa (2) 2 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = -0.0218 * X + 2.0072$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.604$, el cual se considera un poco aceptable.

Esta grafica muestra como el valor de $ICx (max)$ disminuye a medida que el valor de $f'm$ se incrementa.

Este comportamiento se presenta de esta manera debido a que al aumentar el valor de $f'm$ se mejora la calidad de los materiales, lo que conlleva a que los valores de los Índices disminuyan.

Con la ecuación de correlación analizamos que el Índice de Comportamiento es mayor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en esta dirección. Esto indica que los muros se comportan de una manera muy critica porque están por encima del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$). Para disminuir el Índice por debajo del valor critico se necesitara un valor de $f'm \geq 46.66$ MPa.

Grafica ICy (max) Vs f'm

Esta grafica se construye a partir de los resultados dados en la siguiente tabla, la cual se obtuvo de seleccionar los valores máximos de ICy (max)

para cada uno de los valores de $f'm$, los cuales se encuentran sujetos a la tabla principal de resultados.

IC y (max)	$f'm$ (MPa)
1,317	18,60
1,303	19,00
1,536	20,33
1,528	20,56
1,062	28,60
1,055	29,00
1,235	31,44
1,231	31,67
0,939	36,60
0,934	37,00
1,090	40,33
1,087	40,56

Tabla 50. ICy (max) VS $f'm$, casa (2) 2 – 2 piso

A partir de los datos anteriores se construye la siguiente grafica:

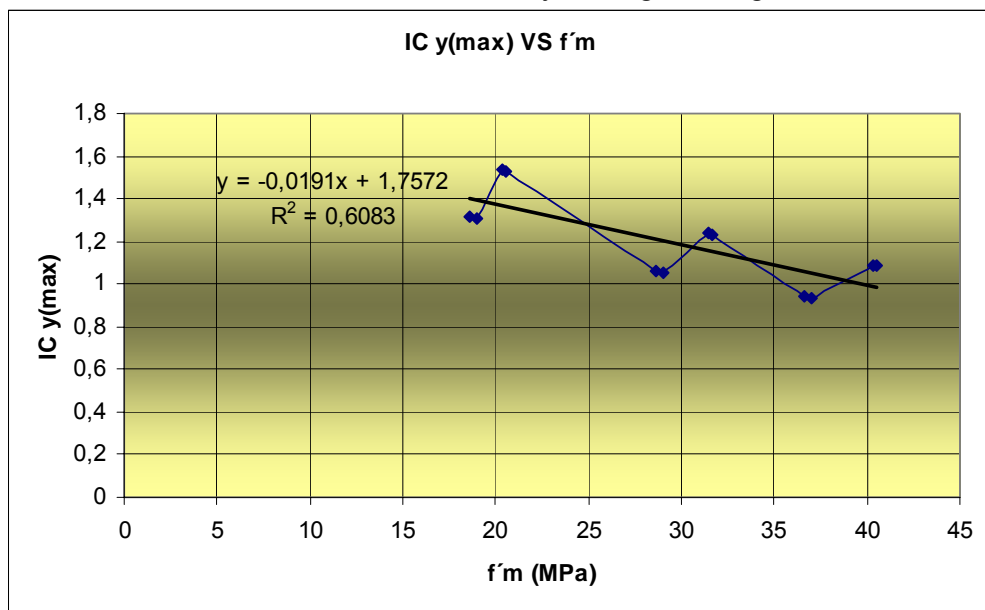


Figura 59. Grafica ICy(max) VS $f'm$, casa (2) 2 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = -0.0191 * X + 1.7572$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.6083$, el cual se considera aceptable.

Esta grafica muestra como el valor de $ICy (max)$ disminuye a medida que el valor de $f'm$ se incrementa.

Este comportamiento se presenta de esta manera debido a que al aumentar el valor de $f'm$ se mejora la calidad de los materiales, lo que conlleva a que los valores de los Índices disminuyan.

Con la ecuación de correlación analizamos que el Índice de Comportamiento es mayor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en esta dirección. Esto indica que los muros se comportan de una manera muy critica porque están por encima del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$). Para disminuir el Índice por debajo del valor crítico se necesitara un valor de $f'm \geq 40.16$ MPa.

6.6 CASA 3 DE 2 PISOS.

La hoja electrónica que programamos en Microsoft Excel nos muestra la siguiente tabla con la cual procedemos a analizar gráficamente estos resultados. Primero procederemos a analizar el piso 1 y luego el piso 2.

Tabla Principal de Resultados (Piso 1)

IC x (max)	IC y (max)	IC x (prom)	IC y (prom)	f' m (Mpa)	Altura (m)
0.621	0.992	0.363	0.325	20,333	2,0
1.058	1.264	0.575	0.448	20,333	2,5
1.687	1.633	0.880	0.623	20,333	3,0
0.623	0.995	0.363	0.326	20,333	2,0
1.061	1.267	0.576	0.449	20,333	2,5
1.691	1.637	0.882	0.625	20,333	3,0
0.624	0.997	0.364	0.326	20,333	2,0
1.063	1.270	0.577	0.450	20,333	2,5
1.695	1.642	0.884	0.626	20,333	3,0
0.528	0.852	0.305	0.268	20,333	2,0
0.915	1.099	0.492	0.378	20,333	2,5
1.477	1.433	0.765	0.535	20,333	3,0
0.529	0.855	0.305	0.269	20,333	2,0
0.918	1.102	0.494	0.379	20,333	2,5
1.481	1.437	0.767	0.536	20,333	3,0
0.531	0.857	0.306	0.269	20,333	2,0
0.920	1.105	0.495	0.380	20,333	2,5
1.486	1.442	0.770	0.538	20,333	3,0
0.441	0.725	0.249	0.212	18,600	2,0
0.788	0.954	0.416	0.311	18,600	2,5
1.297	1.263	0.663	0.454	18,600	3,0
0.443	0.729	0.250	0.213	18,600	2,0
0.792	0.959	0.418	0.312	18,600	2,5
1.304	1.269	0.666	0.456	18,600	3,0
0.445	0.732	0.251	0.213	18,600	2,0
0.795	0.964	0.420	0.314	18,600	2,5
1.310	1.276	0.669	0.458	18,600	3,0
0.399	0.662	0.221	0.185	18,600	2,0
0.725	0.879	0.377	0.278	18,600	2,5
1.206	1.173	0.608	0.413	18,600	3,0
0.402	0.666	0.222	0.186	18,600	2,0
0.729	0.885	0.379	0.280	18,600	2,5
1.214	1.181	0.612	0.416	18,600	3,0
0.404	0.670	0.224	0.187	18,600	2,0

0.734	0.890	0.382	0.282	18,600	2,5
1.221	1.187	0.616	0.418	18,600	3,0
0.500	0.798	0.292	0.262	31,444	2,0
0.851	1.017	0.462	0.361	31,444	2,5
1.356	1.313	0.708	0.501	31,444	3,0
0.501	0.800	0.292	0.262	31,444	2,0
0.853	1.019	0.463	0.361	31,444	2,5
1.360	1.317	0.710	0.502	31,444	3,0
0.502	0.802	0.293	0.262	31,444	2,0
0.855	1.022	0.464	0.362	31,444	2,5
1.363	1.320	0.711	0.504	31,444	3,0
0.425	0.686	0.245	0.216	31,444	2,0
0.736	0.884	0.396	0.304	31,444	2,5
1.188	1.152	0.615	0.430	31,444	3,0
0.426	0.687	0.246	0.216	31,444	2,0
0.738	0.886	0.397	0.305	31,444	2,5
1.191	1.156	0.617	0.431	31,444	3,0
0.427	0.689	0.246	0.217	31,444	2,0
0.740	0.889	0.398	0.305	31,444	2,5
1.195	1.159	0.619	0.432	31,444	3,0
0.356	0.585	0.201	0.171	28,600	2,0
0.635	0.769	0.336	0.251	28,600	2,5
1.046	1.018	0.534	0.366	28,600	3,0
0.357	0.588	0.201	0.172	28,600	2,0
0.638	0.773	0.337	0.252	28,600	2,5
1.052	1.024	0.537	0.368	28,600	3,0
0.359	0.591	0.202	0.172	28,600	2,0
0.641	0.777	0.339	0.253	28,600	2,5
1.057	1.029	0.540	0.369	28,600	3,0
0.322	0.534	0.178	0.149	28,600	2,0
0.585	0.709	0.304	0.225	28,600	2,5
0.973	0.946	0.490	0.333	28,600	3,0
0.324	0.537	0.179	0.150	28,600	2,0
0.588	0.714	0.306	0.226	28,600	2,5
0.979	0.952	0.494	0.335	28,600	3,0
0.326	0.540	0.180	0.151	28,600	2,0
0.592	0.718	0.308	0.227	28,600	2,5
0.985	0.958	0.496	0.337	28,600	3,0
0.441	0.705	0.257	0.231	40,333	2,0
0.751	0.898	0.408	0.318	40,333	2,5
1.198	1.160	0.625	0.443	40,333	3,0
0.442	0.706	0.258	0.231	40,333	2,0
0.753	0.900	0.409	0.319	40,333	2,5
1.201	1.163	0.626	0.444	40,333	3,0

0.443	0.708	0.258	0.232	40,333	2,0
0.755	0.902	0.410	0.320	40,333	2,5
1.204	1.166	0.628	0.445	40,333	3,0
0.375	0.605	0.216	0.190	40,333	2,0
0.650	0.780	0.350	0.268	40,333	2,5
1.049	1.018	0.543	0.380	40,333	3,0
0.376	0.607	0.217	0.191	40,333	2,0
0.652	0.783	0.351	0.269	40,333	2,5
1.052	1.021	0.545	0.381	40,333	3,0
0.377	0.609	0.217	0.191	40,333	2,0
0.653	0.785	0.351	0.270	40,333	2,5
1.055	1.024	0.546	0.382	40,333	3,0
0.314	0.517	0.177	0.151	36,600	2,0
0.562	0.680	0.297	0.222	36,600	2,5
0.925	0.900	0.472	0.324	36,600	3,0
0.316	0.520	0.178	0.152	36,600	2,0
0.564	0.684	0.298	0.223	36,600	2,5
0.930	0.905	0.475	0.325	36,600	3,0
0.317	0.522	0.179	0.152	36,600	2,0
0.567	0.687	0.299	0.224	36,600	2,5
0.934	0.909	0.477	0.327	36,600	3,0
0.285	0.472	0.158	0.132	36,600	2,0
0.517	0.627	0.269	0.198	36,600	2,5
0.860	0.836	0.434	0.295	36,600	3,0
0.286	0.475	0.159	0.133	36,600	2,0
0.520	0.631	0.271	0.200	36,600	2,5
0.866	0.842	0.436	0.296	36,600	3,0
0.288	0.477	0.159	0.133	36,600	2,0
0.523	0.635	0.272	0.201	36,600	2,5
0.871	0.847	0.439	0.298	36,600	3,0
0.618	0.987	0.361	0.324	20,556	2,0
1.052	1.257	0.572	0.446	20,556	2,5
1.678	1.624	0.875	0.620	20,556	3,0
0.619	0.989	0.361	0.324	20,556	2,0
1.055	1.260	0.573	0.447	20,556	2,5
1.682	1.629	0.878	0.621	20,556	3,0
0.620	0.992	0.362	0.325	20,556	2,0
1.057	1.263	0.574	0.448	20,556	2,5
1.686	1.633	0.880	0.623	20,556	3,0
0.525	0.848	0.303	0.267	20,556	2,0
0.910	1.093	0.490	0.376	20,556	2,5
1.469	1.425	0.761	0.532	20,556	3,0
0.526	0.850	0.304	0.267	20,556	2,0
0.913	1.096	0.491	0.377	20,556	2,5

1.473	1.430	0.763	0.533	20,556	3,0
0.528	0.852	0.304	0.268	20,556	2,0
0.915	1.099	0.492	0.378	20,556	2,5
1.478	1.434	0.765	0.535	20,556	3,0
0.436	0.718	0.246	0.210	19,000	2,0
0.779	0.944	0.412	0.308	19,000	2,5
1.283	1.249	0.656	0.449	19,000	3,0
0.438	0.721	0.247	0.210	19,000	2,0
0.783	0.949	0.414	0.309	19,000	2,5
1.290	1.256	0.659	0.451	19,000	3,0
0.440	0.725	0.248	0.211	19,000	2,0
0.787	0.953	0.416	0.310	19,000	2,5
1.296	1.262	0.662	0.453	19,000	3,0
0.395	0.655	0.219	0.183	19,000	2,0
0.717	0.870	0.373	0.276	19,000	2,5
1.194	1.161	0.602	0.409	19,000	3,0
0.397	0.659	0.220	0.184	19,000	2,0
0.722	0.876	0.375	0.277	19,000	2,5
1.201	1.168	0.606	0.411	19,000	3,0
0.400	0.662	0.221	0.185	19,000	2,0
0.726	0.881	0.378	0.279	19,000	2,5
1.208	1.175	0.609	0.414	19,000	3,0
0.498	0.795	0.291	0.261	31,667	2,0
0.848	1.013	0.460	0.359	31,667	2,5
1.352	1.309	0.705	0.500	31,667	3,0
0.499	0.797	0.291	0.261	31,667	2,0
0.850	1.016	0.462	0.360	31,667	2,5
1.355	1.312	0.707	0.501	31,667	3,0
0.500	0.799	0.292	0.262	31,667	2,0
0.852	1.018	0.463	0.361	31,667	2,5
1.359	1.315	0.709	0.502	31,667	3,0
0.423	0.683	0.244	0.215	31,667	2,0
0.733	0.881	0.395	0.303	31,667	2,5
1.183	1.148	0.613	0.429	31,667	3,0
0.424	0.685	0.245	0.215	31,667	2,0
0.735	0.883	0.396	0.304	31,667	2,5
1.187	1.152	0.615	0.430	31,667	3,0
0.425	0.687	0.245	0.216	31,667	2,0
0.737	0.886	0.397	0.304	31,667	2,5
1.190	1.155	0.617	0.431	31,667	3,0
0.353	0.581	0.199	0.170	29,000	2,0
0.631	0.764	0.333	0.249	29,000	2,5
1.039	1.011	0.531	0.363	29,000	3,0
0.355	0.584	0.200	0.170	29,000	2,0

0.634	0.768	0.335	0.250	29,000	2,5
1.044	1.017	0.533	0.365	29,000	3,0
0.356	0.586	0.201	0.171	29,000	2,0
0.637	0.772	0.336	0.251	29,000	2,5
1.049	1.022	0.536	0.367	29,000	3,0
0.320	0.530	0.177	0.148	29,000	2,0
0.581	0.704	0.302	0.223	29,000	2,5
0.966	0.939	0.487	0.331	29,000	3,0
0.322	0.533	0.178	0.149	29,000	2,0
0.584	0.709	0.304	0.224	29,000	2,5
0.972	0.945	0.490	0.333	29,000	3,0
0.323	0.536	0.179	0.150	29,000	2,0
0.587	0.713	0.306	0.225	29,000	2,5
0.978	0.951	0.493	0.335	29,000	3,0
0.440	0.703	0.257	0.230	40,556	2,0
0.749	0.895	0.407	0.317	40,556	2,5
1.194	1.156	0.623	0.441	40,556	3,0
0.441	0.704	0.257	0.231	40,556	2,0
0.751	0.897	0.408	0.318	40,556	2,5
1.197	1.159	0.625	0.442	40,556	3,0
0.442	0.706	0.258	0.231	40,556	2,0
0.753	0.900	0.409	0.319	40,556	2,5
1.200	1.162	0.626	0.443	40,556	3,0
0.374	0.604	0.216	0.190	40,556	2,0
0.648	0.778	0.349	0.268	40,556	2,5
1.046	1.015	0.542	0.379	40,556	3,0
0.375	0.605	0.216	0.190	40,556	2,0
0.650	0.781	0.350	0.268	40,556	2,5
1.049	1.018	0.543	0.380	40,556	3,0
0.376	0.607	0.217	0.191	40,556	2,0
0.652	0.783	0.351	0.269	40,556	2,5
1.052	1.021	0.545	0.381	40,556	3,0
0.313	0.514	0.176	0.150	37,000	2,0
0.559	0.676	0.295	0.220	37,000	2,5
0.920	0.895	0.470	0.322	37,000	3,0
0.314	0.517	0.177	0.151	37,000	2,0
0.561	0.680	0.297	0.222	37,000	2,5
0.925	0.900	0.472	0.323	37,000	3,0
0.316	0.519	0.178	0.151	37,000	2,0
0.564	0.683	0.298	0.222	37,000	2,5
0.929	0.904	0.474	0.325	37,000	3,0
0.283	0.469	0.157	0.131	37,000	2,0
0.514	0.624	0.267	0.197	37,000	2,5
0.855	0.832	0.431	0.293	37,000	3,0

0.285	0.472	0.158	0.132	37,000	2,0
0.517	0.628	0.269	0.199	37,000	2,5
0.861	0.837	0.434	0.295	37,000	3,0
0.286	0.475	0.158	0.133	37,000	2,0
0.520	0.631	0.271	0.200	37,000	2,5
0.866	0.842	0.436	0.296	37,000	3,0

Tabla 51. Tabla principal de resultados casa (1) 3 – 2 piso

Graficas de correlación:

Aquí se mostrarán las graficas obtenidas después de analizar los datos de la tabla anterior.

Grafica ICx (max) Vs Altura

Esta grafica relaciona los datos de **ICx (max)**, los cuales corresponden a la primera columna de la tabla anterior con respecto a los datos de **Altura** los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

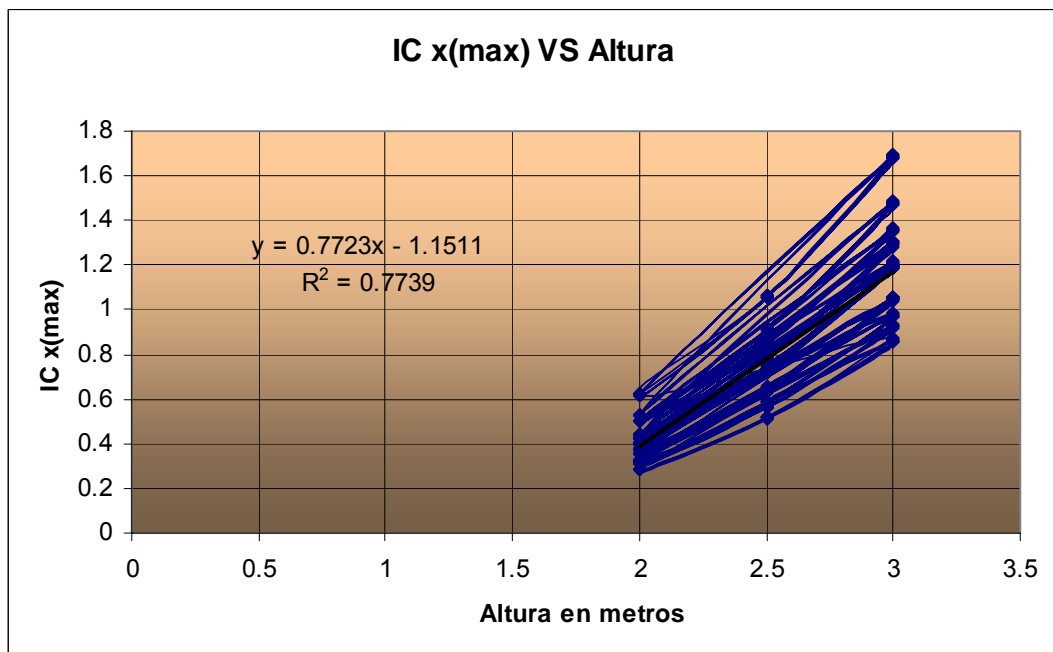


Figura 60. Grafica ICx(max) VS Altura, casa (1) 3 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 0.7723 * X - 1.1511$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.7739$, el cual se considera bueno.

Esta grafica muestra como el valor de *ICx (max)* aumenta a medida que el valor de *Altura* se incrementa.

Para este caso existe un Índice de Comportamiento mayor que 1.0 cuando los muros tienen una altura mayor a 2.78 metros en la dirección X, estos se comportaran de una manera ineficiente ya que están por encima del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$).

Para que los muros tengan un comportamiento optimo es necesario que tengan una altura inferior a 2.78 metros.

Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento menor que 1.0, cuando la altura de los muros que se encuentran en esta dirección es inferior a 2.78 metros.

Grafica ICy (max) Vs Altura

Esta grafica relaciona los datos de **ICy (max)**, los cuales corresponden a la segunda columna de la tabla anterior con respecto a los datos de **Altura** los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

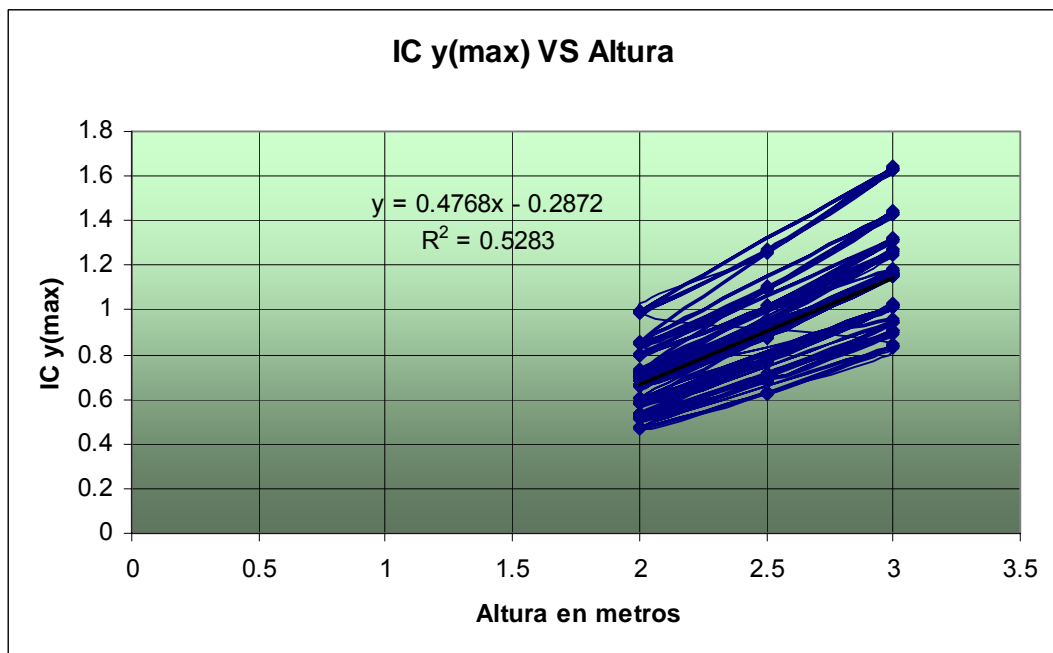


Figura 61. Grafica ICy(max) VS Altura, casa (1) 3– 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 0.4768 * X - 0.2872$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.5283$, el cual se considera aceptable.

Esta grafica muestra como el valor de *ICy (max)* aumenta a medida que el valor de *Altura* se incrementa.

Para este caso existe un Índice de Comportamiento mayor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en la dirección Y con una altura superior a 2.70 metros, estos se comportaran de una manera ineficiente ya que están por encima del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$).

Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento menor que 1.0, cuando la altura de los muros que se encuentran en esta dirección es inferior a 2.70 metros.

Donde este Índice esta definido como la relación entre el esfuerzo presente en el muro y el esfuerzo máximo admisible dado por la NSR – 98; esta relación esta dada para el esfuerzo por tracción por la flexión en la mampostería no reforzada, para el esfuerzo por compresión por la flexión en la mampostería no reforzada y para el esfuerzo para compresión axial.

Grafica ICx (prom) Vs Altura

Esta grafica relaciona los datos de **ICx (prom)**, los cuales corresponden a la tercera columna de la tabla anterior con respecto a los datos de **Altura** los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

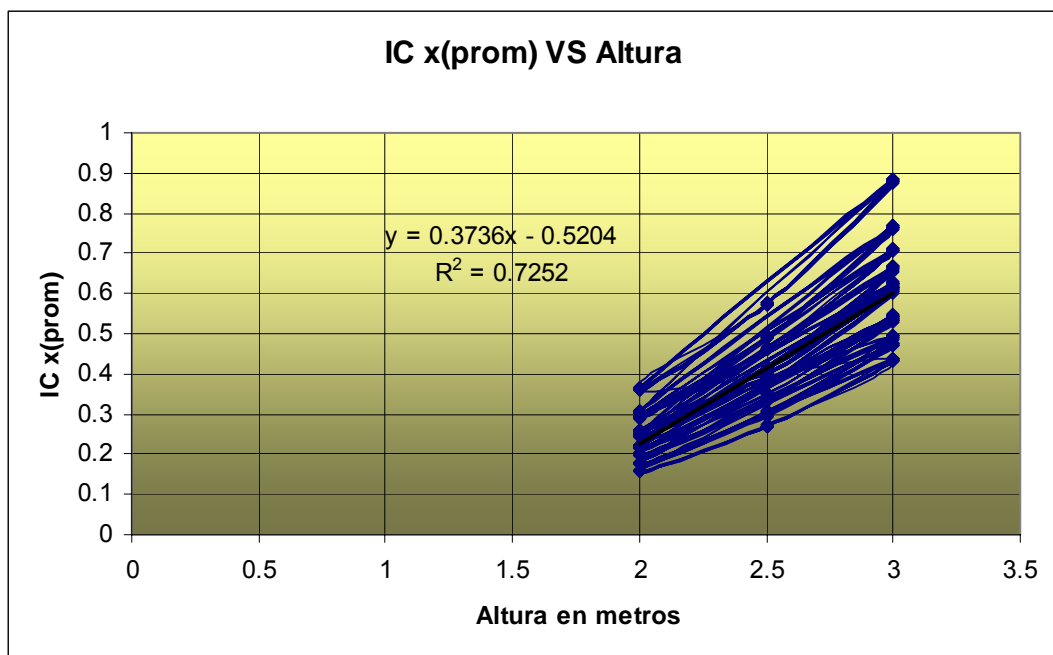


Figura 62. Grafica ICx(prom) VS Altura, casa (1) 3 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 0.3736 * X - 0.5204$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.7252$, el cual se considera bueno.

Esta grafica muestra como el valor de $ICx (prom)$ aumenta a medida que el valor de $Altura$ se incrementa. Este índice corresponde al promedio de los índices que actúan en cada una de las combinaciones de parámetros.

Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento menor que 1.0 para todos los muros, esto quiere decir que los muros trabajan de una manera optima en esta direccion.

Grafica ICy (prom) Vs Altura

Esta grafica relaciona los datos de $ICy (prom)$, los cuales corresponden a la cuarta columna de la tabla anterior con respecto a los datos de $Altura$ los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

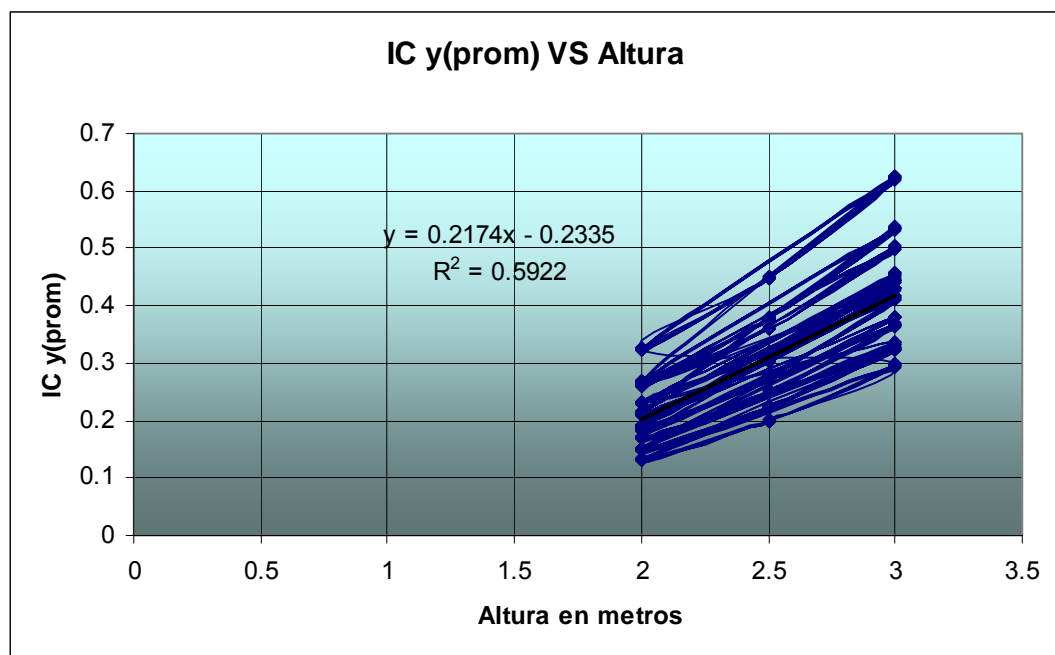


Figura 63. Grafica ICy(prom) VS Altura, casa (1) 3 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 0.2174 * X - 0.2335$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.5922$, el cual se considera aceptable.

Esta grafica muestra como el valor de ICy (*prom*) aumenta a medida que el valor de *Altura* se incrementa. Este índice corresponde al promedio de los índices que actúan en cada una de las combinaciones de parámetros. Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento menor que 1.0 para todos los muros que actuan en esta direccion, esto nos confirma que los muros tienen una buena eficiencia en esta direccion.

Grafica ICx (max) Vs $f'm$

Esta grafica se construye a partir de los resultados dados en la siguiente tabla, la cual se obtuvo de seleccionar los valores máximos de ICx (max) para cada uno de los valores de $f'm$, los cuales se encuentran sujetos a la tabla principal de resultados.

ICx (max)	$f'm$ (MPa)
1.310	18.60
1.296	19.00
1.695	20.33
1.686	20.56
1.057	28.60
1.049	29.00
1.363	31.44
1.359	31.67
0.934	36.60
0.929	37.00
1.204	40.33
1.200	40.56

Tabla 52. ICx (max) VS $f'm$, casa (1) 3 – 2 piso

A partir de los datos anteriores se construye la siguiente grafica:

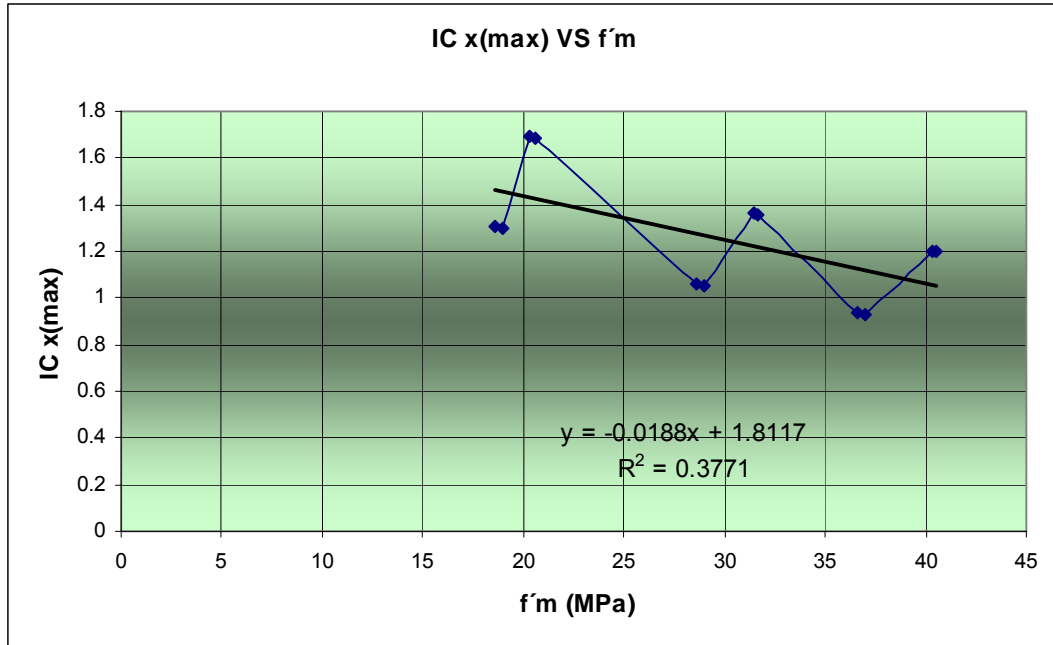


Figura 64. Grafica ICx(max) VS f'm, casa (1) 3 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = -0.0188 * X + 1.8117$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.3771$, el cual se considera un poco aceptable.

Esta grafica muestra como el valor de $ICx (max)$ disminuye a medida que el valor de $f'm$ se incrementa.

Este comportamiento se presenta de esta manera debido a que al aumentar el valor de $f'm$ se mejora la calidad de los materiales, lo que conlleva a que los valores de los Índices disminuyan.

Con la ecuación de correlación analizamos que el Índice de Comportamiento es mayor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en esta dirección con una altura que varie entre 2.00 y 3.00 metros.

Esto indica que los muros se comportan de una manera muy critica porque están por encima del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$). Para disminuir el Índice por debajo del valor critico se necesitara un valor de $f'm \geq 43.17$ MPa.

Grafica ICy (max) Vs f'm

Esta grafica se construye a partir de los resultados dados en la siguiente tabla, la cual se obtuvo de seleccionar los valores máximos de ICy (max) para cada uno de los valores de f'm, los cuales se encuentran sujetos a la tabla principal de resultados.

IC y (max)	f m (MPa)
1.276	18.60
1.262	19.00
1.642	20.33
1.633	20.56
1.029	28.60
1.022	29.00
1.320	31.44
1.315	31.67
0.909	36.60
0.904	37.00
1.166	40.33
1.162	40.56

Tabla 53. ICy (max) VS f'm, casa (1) 3 – 2 piso

A partir de los datos anteriores se construye la siguiente grafica:

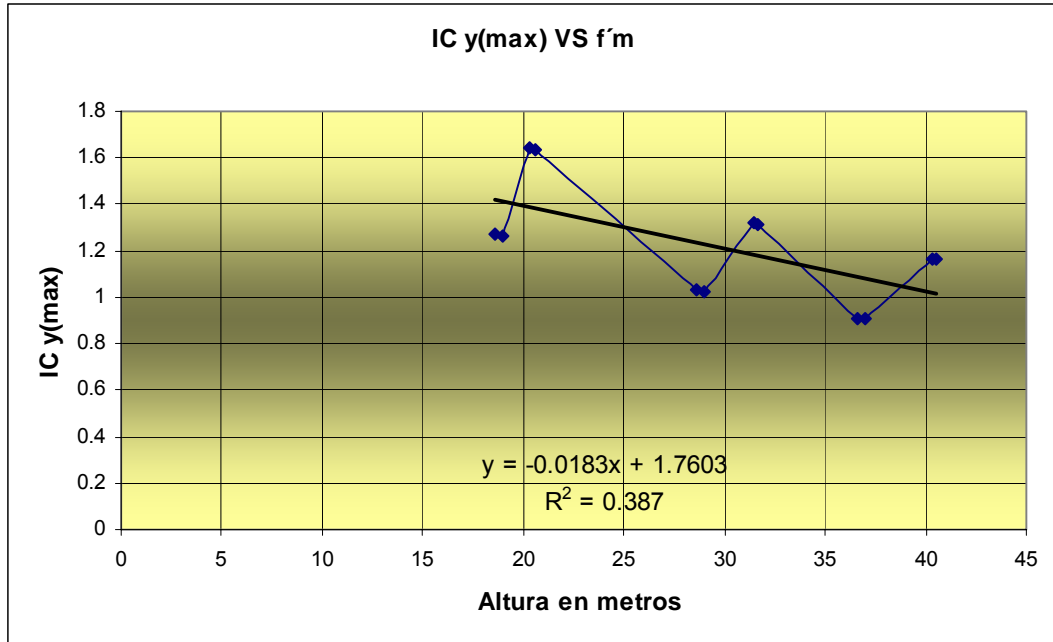


Figura 65. Grafica ICy(max) VS f'm, casa (1) 3 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = -0.0183X + 1.7603$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.387$, el cual se considera un poco aceptable.

Esta grafica muestra como el valor de $ICy (max)$ disminuye a medida que el valor de $f'm$ se incrementa.

Este comportamiento se presenta de esta manera debido a que al aumentar el valor de $f'm$ se mejora la calidad de los materiales, lo que conlleva a que los valores de los Índices disminuyan.

Con la ecuación de correlación analizamos que el Índice de Comportamiento es mayor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en esta dirección. Esto indica que los muros se comportan de una manera muy critica porque están por encima del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$). Para disminuir el Índice por debajo del valor crítico se necesitara un valor de $f'm \geq 41.54$ MPa.

Ahora procedemos a analizar los resultados para el segundo piso

Tabla Principal de Resultados (Piso 2)

IC x (max)	IC y (max)	IC x (prom)	IC y (prom)	f m (MPa)	Altura (m)
0.391	0.633	0.252	0.298	20,333	2,0
0.719	0.844	0.427	0.461	20,333	2,5
1.203	1.127	0.687	0.695	20,333	3,0
0.393	0.635	0.252	0.299	20,333	2,0
0.721	0.846	0.429	0.462	20,333	2,5
1.207	1.130	0.689	0.698	20,333	3,0
0.394	0.637	0.253	0.300	20,333	2,0
0.723	0.849	0.430	0.463	20,333	2,5
1.211	1.134	0.691	0.700	20,333	3,0
0.356	0.571	0.223	0.267	20,333	2,0
0.660	0.763	0.386	0.415	20,333	2,5
1.109	1.022	0.626	0.630	20,333	3,0
0.357	0.573	0.224	0.268	20,333	2,0
0.662	0.766	0.387	0.416	20,333	2,5
1.113	1.026	0.628	0.632	20,333	3,0
0.359	0.575	0.224	0.269	20,333	2,0
0.664	0.769	0.388	0.418	20,333	2,5
1.117	1.030	0.630	0.634	20,333	3,0
0.333	0.509	0.200	0.236	18,600	2,0
0.625	0.685	0.355	0.371	18,600	2,5
1.059	0.922	0.585	0.566	18,600	3,0
0.335	0.512	0.201	0.238	18,600	2,0
0.629	0.689	0.357	0.373	18,600	2,5
1.065	0.928	0.589	0.570	18,600	3,0
0.337	0.515	0.202	0.239	18,600	2,0
0.632	0.693	0.358	0.375	18,600	2,5
1.071	0.933	0.592	0.573	18,600	3,0
0.324	0.459	0.188	0.212	18,600	2,0
0.611	0.619	0.338	0.335	18,600	2,5
1.039	0.835	0.562	0.513	18,600	3,0
0.326	0.462	0.189	0.214	18,600	2,0
0.615	0.624	0.340	0.337	18,600	2,5
1.046	0.841	0.566	0.516	18,600	3,0
0.328	0.465	0.190	0.215	18,600	2,0
0.619	0.628	0.342	0.339	18,600	2,5
1.053	0.846	0.569	0.520	18,600	3,0
0.315	0.509	0.202	0.240	31,444	2,0
0.578	0.678	0.344	0.370	31,444	2,5
0.967	0.906	0.552	0.559	31,444	3,0
0.316	0.511	0.203	0.241	31,444	2,0
0.580	0.681	0.345	0.372	31,444	2,5

0.970	0.909	0.554	0.561	31,444	3,0
0.317	0.512	0.203	0.241	31,444	2,0
0.582	0.683	0.346	0.373	31,444	2,5
0.973	0.912	0.556	0.563	31,444	3,0
0.286	0.459	0.179	0.215	31,444	2,0
0.530	0.614	0.310	0.334	31,444	2,5
0.892	0.822	0.504	0.506	31,444	3,0
0.287	0.461	0.180	0.216	31,444	2,0
0.532	0.616	0.311	0.335	31,444	2,5
0.895	0.825	0.505	0.508	31,444	3,0
0.288	0.462	0.181	0.216	31,444	2,0
0.534	0.618	0.312	0.336	31,444	2,5
0.898	0.828	0.507	0.510	31,444	3,0
0.269	0.411	0.161	0.191	28,600	2,0
0.504	0.553	0.286	0.299	28,600	2,5
0.854	0.744	0.472	0.457	28,600	3,0
0.270	0.413	0.162	0.192	28,600	2,0
0.507	0.556	0.288	0.301	28,600	2,5
0.859	0.748	0.475	0.459	28,600	3,0
0.272	0.415	0.163	0.193	28,600	2,0
0.510	0.559	0.289	0.302	28,600	2,5
0.864	0.752	0.477	0.462	28,600	3,0
0.261	0.370	0.152	0.171	28,600	2,0
0.493	0.500	0.273	0.270	28,600	2,5
0.838	0.674	0.453	0.414	28,600	3,0
0.263	0.373	0.153	0.172	28,600	2,0
0.496	0.503	0.274	0.272	28,600	2,5
0.844	0.678	0.456	0.416	28,600	3,0
0.264	0.375	0.153	0.174	28,600	2,0
0.499	0.506	0.276	0.273	28,600	2,5
0.849	0.682	0.459	0.419	28,600	3,0
0.278	0.449	0.179	0.212	40,333	2,0
0.510	0.599	0.303	0.327	40,333	2,5
0.854	0.800	0.488	0.494	40,333	3,0
0.279	0.451	0.179	0.213	40,333	2,0
0.512	0.601	0.304	0.328	40,333	2,5
0.857	0.803	0.489	0.495	40,333	3,0
0.280	0.452	0.180	0.213	40,333	2,0
0.514	0.603	0.305	0.329	40,333	2,5
0.860	0.805	0.491	0.497	40,333	3,0
0.253	0.405	0.158	0.190	40,333	2,0
0.468	0.542	0.274	0.295	40,333	2,5
0.787	0.726	0.445	0.447	40,333	3,0
0.254	0.407	0.159	0.190	40,333	2,0

0.470	0.544	0.275	0.296	40,333	2,5
0.790	0.729	0.446	0.449	40,333	3,0
0.255	0.408	0.159	0.191	40,333	2,0
0.472	0.546	0.276	0.297	40,333	2,5
0.793	0.731	0.448	0.450	40,333	3,0
0.238	0.363	0.142	0.168	36,600	2,0
0.446	0.489	0.253	0.264	36,600	2,5
0.755	0.657	0.417	0.404	36,600	3,0
0.239	0.365	0.143	0.169	36,600	2,0
0.448	0.491	0.254	0.266	36,600	2,5
0.760	0.661	0.420	0.406	36,600	3,0
0.240	0.367	0.144	0.170	36,600	2,0
0.451	0.494	0.256	0.267	36,600	2,5
0.764	0.665	0.422	0.408	36,600	3,0
0.231	0.327	0.134	0.151	36,600	2,0
0.436	0.442	0.241	0.239	36,600	2,5
0.741	0.595	0.401	0.366	36,600	3,0
0.232	0.330	0.135	0.152	36,600	2,0
0.439	0.445	0.243	0.240	36,600	2,5
0.746	0.600	0.403	0.368	36,600	3,0
0.234	0.332	0.136	0.153	36,600	2,0
0.441	0.447	0.244	0.242	36,600	2,5
0.750	0.603	0.406	0.370	36,600	3,0
0.389	0.630	0.250	0.297	20,556	2,0
0.715	0.839	0.425	0.458	20,556	2,5
1.196	1.121	0.683	0.692	20,556	3,0
0.390	0.632	0.251	0.298	20,556	2,0
0.717	0.842	0.426	0.460	20,556	2,5
1.200	1.124	0.685	0.694	20,556	3,0
0.392	0.634	0.252	0.299	20,556	2,0
0.719	0.844	0.428	0.461	20,556	2,5
1.204	1.128	0.687	0.696	20,556	3,0
0.354	0.568	0.222	0.266	20,556	2,0
0.656	0.759	0.383	0.413	20,556	2,5
1.103	1.017	0.623	0.626	20,556	3,0
0.355	0.570	0.223	0.267	20,556	2,0
0.658	0.762	0.385	0.414	20,556	2,5
1.107	1.021	0.625	0.628	20,556	3,0
0.357	0.571	0.223	0.267	20,556	2,0
0.661	0.765	0.386	0.416	20,556	2,5
1.111	1.024	0.627	0.631	20,556	3,0
0.330	0.504	0.198	0.234	19,000	2,0
0.619	0.678	0.351	0.367	19,000	2,5
1.048	0.912	0.579	0.560	19,000	3,0

0.332	0.507	0.199	0.235	19,000	2,0
0.622	0.682	0.353	0.369	19,000	2,5
1.054	0.918	0.582	0.564	19,000	3,0
0.333	0.510	0.200	0.236	19,000	2,0
0.626	0.686	0.355	0.371	19,000	2,5
1.060	0.923	0.585	0.567	19,000	3,0
0.320	0.454	0.186	0.210	19,000	2,0
0.605	0.613	0.334	0.331	19,000	2,5
1.028	0.826	0.556	0.507	19,000	3,0
0.323	0.457	0.187	0.212	19,000	2,0
0.609	0.617	0.337	0.333	19,000	2,5
1.035	0.832	0.560	0.511	19,000	3,0
0.324	0.460	0.188	0.213	19,000	2,0
0.612	0.621	0.339	0.335	19,000	2,5
1.041	0.837	0.563	0.514	19,000	3,0
0.314	0.507	0.202	0.239	31,667	2,0
0.576	0.676	0.342	0.369	31,667	2,5
0.964	0.903	0.550	0.557	31,667	3,0
0.315	0.509	0.202	0.240	31,667	2,0
0.578	0.678	0.343	0.370	31,667	2,5
0.967	0.906	0.552	0.559	31,667	3,0
0.316	0.510	0.203	0.241	31,667	2,0
0.580	0.680	0.344	0.371	31,667	2,5
0.970	0.909	0.554	0.561	31,667	3,0
0.285	0.457	0.179	0.214	31,667	2,0
0.529	0.612	0.309	0.333	31,667	2,5
0.889	0.819	0.502	0.505	31,667	3,0
0.286	0.459	0.179	0.215	31,667	2,0
0.530	0.614	0.310	0.334	31,667	2,5
0.892	0.822	0.504	0.506	31,667	3,0
0.287	0.460	0.180	0.215	31,667	2,0
0.532	0.616	0.311	0.335	31,667	2,5
0.895	0.825	0.505	0.508	31,667	3,0
0.267	0.408	0.160	0.189	29,000	2,0
0.501	0.549	0.284	0.297	29,000	2,5
0.848	0.738	0.469	0.454	29,000	3,0
0.269	0.410	0.161	0.190	29,000	2,0
0.504	0.552	0.286	0.299	29,000	2,5
0.853	0.743	0.471	0.456	29,000	3,0
0.270	0.413	0.162	0.191	29,000	2,0
0.506	0.555	0.287	0.300	29,000	2,5
0.858	0.747	0.474	0.459	29,000	3,0
0.259	0.368	0.150	0.170	29,000	2,0
0.489	0.496	0.271	0.268	29,000	2,5

0.832	0.669	0.450	0.411	29,000	3,0
0.261	0.370	0.151	0.171	29,000	2,0
0.493	0.500	0.272	0.270	29,000	2,5
0.838	0.673	0.453	0.414	29,000	3,0
0.263	0.372	0.152	0.172	29,000	2,0
0.496	0.503	0.274	0.271	29,000	2,5
0.843	0.678	0.456	0.416	29,000	3,0
0.277	0.448	0.178	0.211	40,556	2,0
0.509	0.597	0.303	0.326	40,556	2,5
0.852	0.798	0.486	0.492	40,556	3,0
0.278	0.450	0.179	0.212	40,556	2,0
0.511	0.599	0.303	0.327	40,556	2,5
0.854	0.800	0.488	0.494	40,556	3,0
0.279	0.451	0.179	0.213	40,556	2,0
0.512	0.601	0.304	0.328	40,556	2,5
0.857	0.803	0.489	0.496	40,556	3,0
0.252	0.404	0.158	0.189	40,556	2,0
0.467	0.540	0.273	0.294	40,556	2,5
0.785	0.724	0.443	0.446	40,556	3,0
0.253	0.406	0.158	0.190	40,556	2,0
0.469	0.542	0.274	0.295	40,556	2,5
0.788	0.727	0.445	0.447	40,556	3,0
0.254	0.407	0.159	0.190	40,556	2,0
0.470	0.544	0.275	0.296	40,556	2,5
0.791	0.729	0.446	0.449	40,556	3,0
0.236	0.361	0.142	0.168	37,000	2,0
0.443	0.486	0.252	0.263	37,000	2,5
0.751	0.654	0.415	0.402	37,000	3,0
0.238	0.363	0.142	0.169	37,000	2,0
0.446	0.489	0.253	0.264	37,000	2,5
0.755	0.658	0.417	0.404	37,000	3,0
0.239	0.365	0.143	0.169	37,000	2,0
0.448	0.491	0.254	0.266	37,000	2,5
0.759	0.661	0.419	0.406	37,000	3,0
0.230	0.326	0.133	0.151	37,000	2,0
0.433	0.439	0.240	0.237	37,000	2,5
0.737	0.592	0.398	0.364	37,000	3,0
0.231	0.328	0.134	0.152	37,000	2,0
0.436	0.442	0.241	0.239	37,000	2,5
0.742	0.596	0.401	0.366	37,000	3,0
0.233	0.330	0.135	0.153	37,000	2,0
0.439	0.445	0.243	0.240	37,000	2,5
0.746	0.600	0.404	0.368	37,000	3,0

Tabla 54. Tabla principal de resultados casa (2) 3 – 2 piso

Graficas de correlación:

Aquí se mostraran las graficas obtenidas después de analizar los datos de la tabla anterior para el segundo piso.

Grafica ICx (max) Vs Altura

Esta grafica relaciona los datos de **ICx (max)**, los cuales corresponden a la primera columna de la tabla anterior con respecto a los datos de **Altura** los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

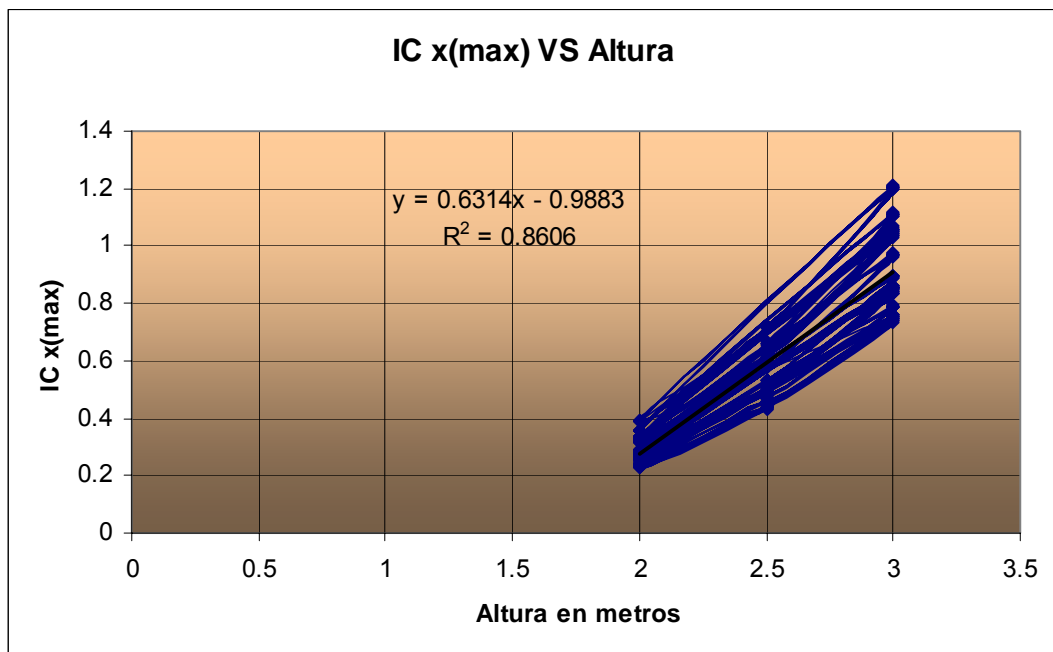


Figura 66. Grafica ICx(max) VS Altura, casa (2) 3 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 0.6314 * X - 0.9883$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.8606$, el cual se considera bueno.

Esta grafica muestra como el valor de *ICx (max)* aumenta a medida que el valor de *Altura* se incrementa.

Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento menor que 1.0, para los muros que tienen una altura inferior a 3.14 metros y que se supera este Índice cuando la altura es superior a 3.14 metros, por lo tanto podemos afirmar que los muros tienen un comportamiento adecuado en esta dirección siempre y cuando su altura no sobrepase los 3.14 metros.

Donde este Índice está definido como la relación entre el esfuerzo presente en el muro y el esfuerzo máximo admisible dado por la NSR – 98; esta relación está dada para el esfuerzo por tracción por la flexión en la mampostería no reforzada, para el esfuerzo por compresión por la flexión en la mampostería no reforzada y para el esfuerzo por compresión axial.

Grafica ICy (max) Vs Altura

Esta gráfica relaciona los datos de **ICy (max)**, los cuales corresponden a la segunda columna de la tabla anterior con respecto a los datos de **Altura** los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

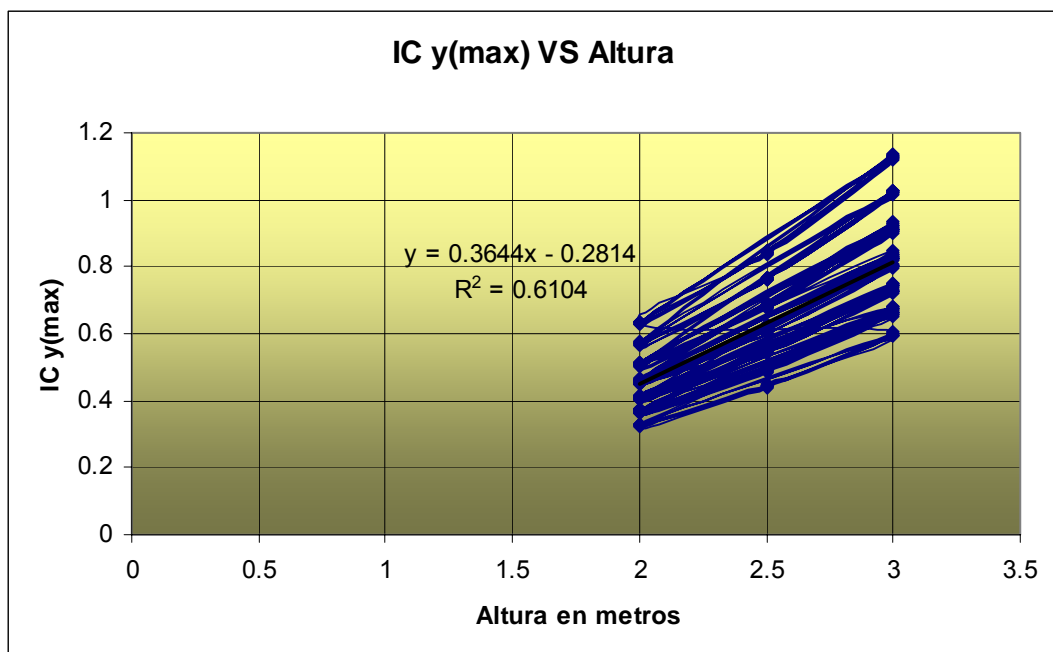


Figura 67. Grafica ICy(max) VS Altura, casa (2) 3 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 0.3644 * X - 0.2814$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.6104$, el cual se considera bueno.

Esta grafica muestra como el valor de *ICy (max)* aumenta a medida que el valor de *Altura* se incrementa.

Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento menor que 1.0, para todos los muros que tienen una altura inferior a 3.51 metros y que se supera este Índice cuando la altura es superior a 3.51 metros.

Grafica ICx (prom) Vs Altura

Esta grafica relaciona los datos de **ICx (prom)**, los cuales corresponden a la tercera columna de la tabla anterior con respecto a los datos de **Altura** los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

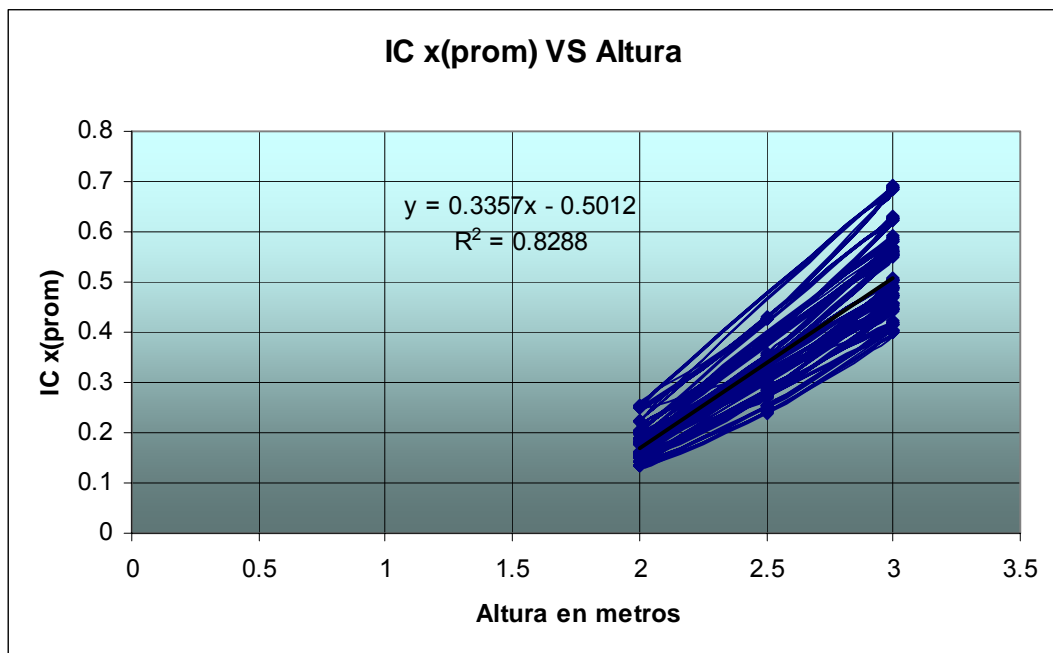


Figura 68. Grafica ICx(prom) VS Altura, casa (2) 3 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 0.3357 * X - 0.5012$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.8288$, el cual se considera bueno.

Esta grafica muestra como el valor de *ICx (prom)* aumenta a medida que el valor de *Altura* se incrementa. Este índice corresponde al promedio de los índices que actúan en cada una de las combinaciones de parámetros.

Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento menor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en esta dirección. Esto indica que los muros se comportan de una manera optima porque están por debajo del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$).

Grafica ICy (prom) Vs Altura

Esta grafica relaciona los datos de **ICy (prom)**, los cuales corresponden a la cuarta columna de la tabla anterior con respecto a los datos de **Altura** los cuales corresponden a la última columna de esta misma tabla.

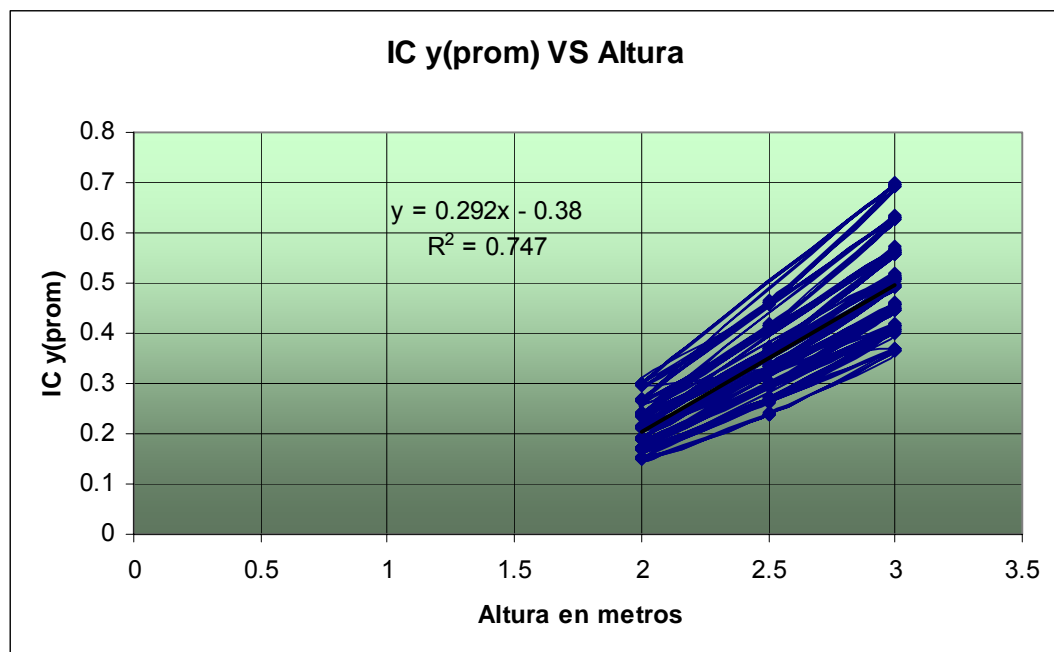


Figura 69. Grafica ICy(prom) VS Altura, casa (2) 3 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = 0.292 * X - 0.38$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.747$, el cual se considera bueno.

Esta grafica muestra como el valor de ICy (*prom*) aumenta a medida que el valor de *Altura* se incrementa. Este índice corresponde al promedio de los índices que actúan en cada una de las combinaciones de parámetros.

Con la ecuación de correlación analizamos que existe un Índice de Comportamiento menor que 1.0, para todos los muros que se encuentran en esta dirección. Esto indica que los muros se comportan de una manera optima porque están por debajo del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$).

Grafica ICx (max) Vs $f'm$

Esta grafica se construye a partir de los resultados dados en la siguiente tabla, la cual se obtuvo de seleccionar los valores máximos de ICx (max) para cada uno de los valores de $f'm$, los cuales se encuentran sujetos a la tabla principal de resultados.

IC x (max)	$f'm$ (MPa)
1.071	18.60
1.060	19.00
1.211	20.33
1.204	20.56
0.864	28.60
0.858	29.00
0.973	31.44
0.970	31.67
0.764	36.60
0.759	37.00
0.860	40.33
0.857	40.56

Tabla 55. ICx (max) VS $f'm$, casa (2) 3 – 2 piso

A partir de los datos anteriores se construye la siguiente grafica:

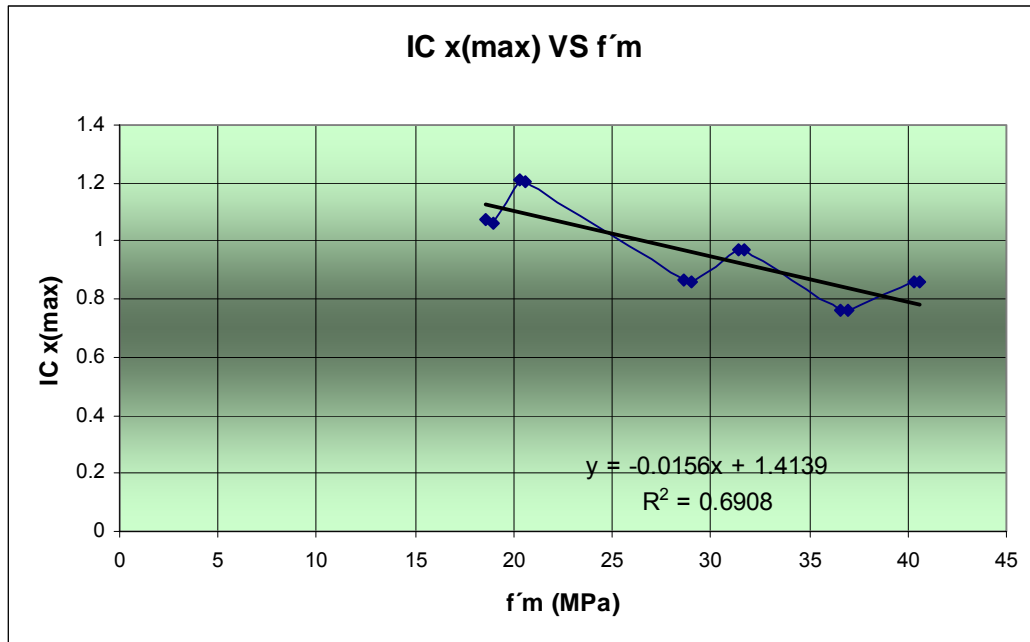


Figura 70. Grafica ICx(max) VS f'm, casa (2) 3 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = -0.0156 * X + 1.4139$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.6908$, el cual se considera un poco aceptable.

Esta grafica muestra como el valor de $ICx (max)$ disminuye a medida que el valor de $f'm$ se incrementa.

Este comportamiento se presenta de esta manera debido a que al aumentar el valor de $f'm$ se mejora la calidad de los materiales, lo que conlleva a que los valores de los Índices disminuyan.

Con la ecuación de correlación analizamos que el Índice de Comportamiento es mayor que 1.0 para los muros que tienen un $f'm$ menor a 26.53 MPa, esto indica que los muros se comportan de una manera muy critica cuando su $f'm$ es menor a 26.53 MPa, porque están por encima del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$). Para disminuir el Índice por debajo del valor crítico se necesitara un valor de $f'm \geq 26.53$ MPa.

Grafica ICy (max) Vs f'm

Esta grafica se construye a partir de los resultados dados en la siguiente tabla, la cual se obtuvo de seleccionar los valores máximos de ICy (max)

para cada uno de los valores de $f'm$, los cuales se encuentran sujetos a la tabla principal de resultados.

IC y (max)	$f'm$ (MPa)
0.932	18.60
0.922	19.00
1.134	20.33
1.127	20.56
0.752	28.60
0.746	29.00
0.911	31.44
0.908	31.67
0.664	36.60
0.661	37.00
0.805	40.33
0.803	40.56

Tabla 56. ICy (max) VS $f'm$, casa (2) 3 – 2 piso

A partir de los datos anteriores se construye la siguiente grafica:

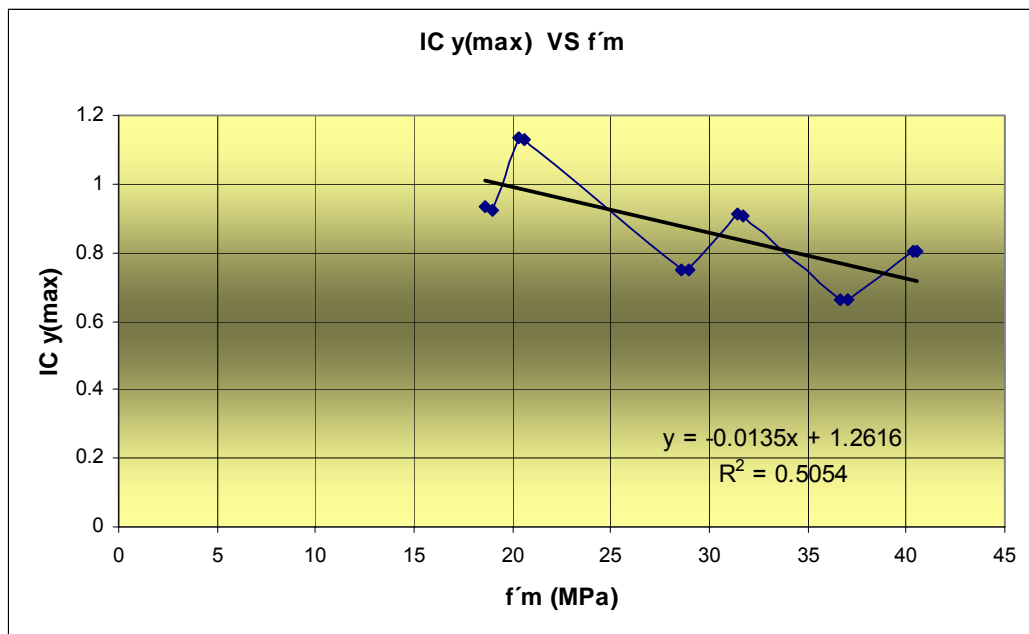


Figura 71. Grafica ICy(max) VS $f'm$, casa (2) 3 – 2 piso

La ecuación lineal de tendencia para esta grafica es la siguiente:

$$Y = -0.0135 * X + 1.2616$$

La tendencia de esta grafica tiene un coeficiente de correlación $R^2=0.5054$, el cual se considera aceptable.

Esta grafica muestra como el valor de $ICy (max)$ disminuye a medida que el valor de $f'm$ se incrementa.

Este comportamiento se presenta de esta manera debido a que al aumentar el valor de $f'm$ se mejora la calidad de los materiales, lo que conlleva a que los valores de los Índices disminuyan.

Con la ecuación de correlación analizamos que el Índice de Comportamiento es mayor que 1.0 cuando todos los muros que se encuentran en esta dirección tienen un $f'm$ menor a 19.37 MPa. Esto indica que estos muros que tienen un $f'm$ menor a 19.37 MPa se comportaran de una manera muy critica porque están por encima del Índice de Comportamiento Critico ($IC_{critico}=1.0$). Para que el Índice por encima del valor crítico se necesitara un valor de $f'm \leq 18.63$ MPa.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Existe una relación entre los valores de desplazamiento horizontal y las propiedades geométricas y mecánicas de las estructuras de muros de mampostería no estructural, lo cual hace posible la realización de gráficos que correlacionen parámetros básicos de las edificaciones con respecto a los Índices de Comportamiento para cada uno de los pisos analizados.
- Las edificaciones en mampostería no reforzada, elaboradas por autoconstrucción son muy vulnerables a la acción de fuerzas sísmicas ya que estas no cuentan con el soporte técnico para un correcto diseño de estas y una asesoría por parte de una persona idónea para su construcción.
- Este tipo de estructuras básicamente se utiliza para la construcción de viviendas con una distribución estructural similar en todos los casos, producto de la modulación requerida en la mampostería, lo que hace posible aplicar los gráficos en análisis similares de este tipo.
- Este análisis ha demostrado que los muros que se encuentran en la dirección Y tienen un mejor comportamiento ante fuerzas horizontales, debido a que estos muros tienen una mayor longitud, por lo tanto pueden resistir las fuerzas sísmicas de una mejor manera.
- La altura adecuada para un buen comportamiento para las casas de 1 piso en mampostería no estructural es de 2.20 metros, esto teniendo en cuenta de usar materiales aceptables para su construcción.
- La altura adecuada para un buen comportamiento para las casas de 2 pisos en mampostería no estructural es de 2.10 metros, para el primer y segundo nivel esto teniendo en cuenta de usar materiales aceptables para su construcción.
- Se recomienda que en la construcción de casas en mampostería no reforzada se utilice ladrillo H15, ya que estos mejoran el valor de $f'm$ con lo cual los índices de comportamiento se disminuyen.

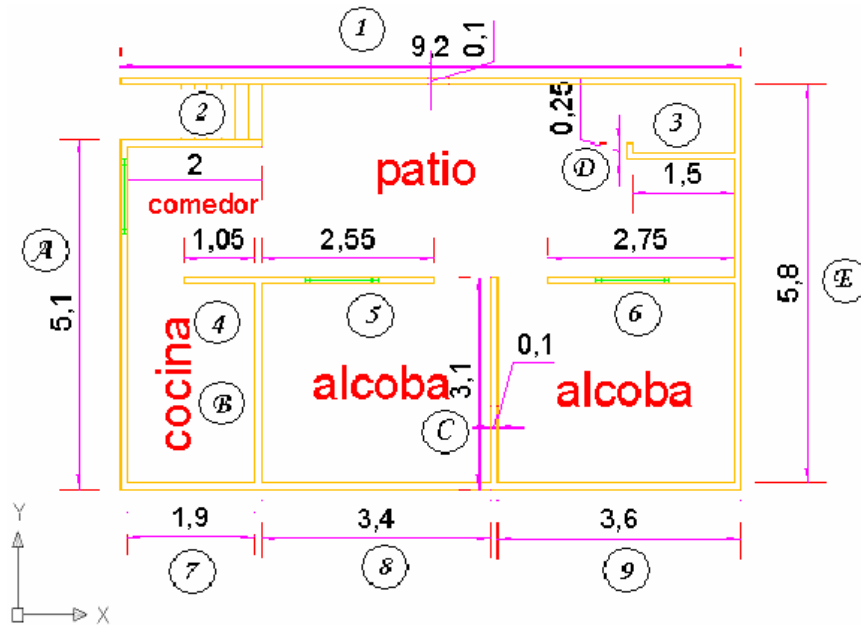
BIBLIOGRAFIA

- NSR-98 (1997). *Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente*, Ley 400 de 1997, AIS – Asociación de Ingeniería Sísmica, Bogotá D.C., Colombia.
- Chio. G. y Maldonado, E. (2004). *Análisis Sísmico de Edificaciones*, Ediciones Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- Jean, R. y Pérez, J. A. (1999). *Análisis y Revisión de Estructuras de Mampostería*, Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), México, D.F.
- Schneider, R. y Dickey, W. (1993). *Reinforced Masonry Design*, Prentice Hall, 3rd Edition.

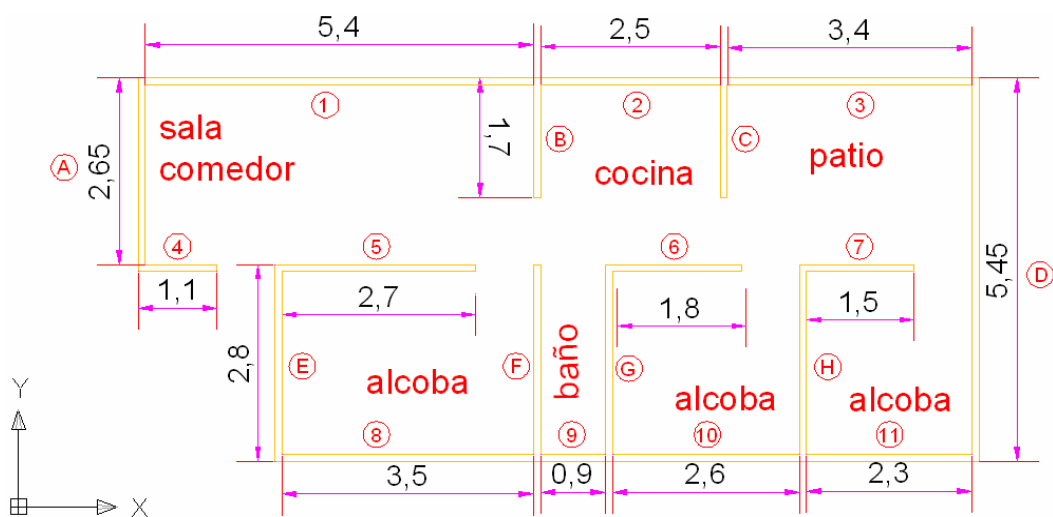
ANEXO A.

Planos Arquitectonicos de las casas analizadas.

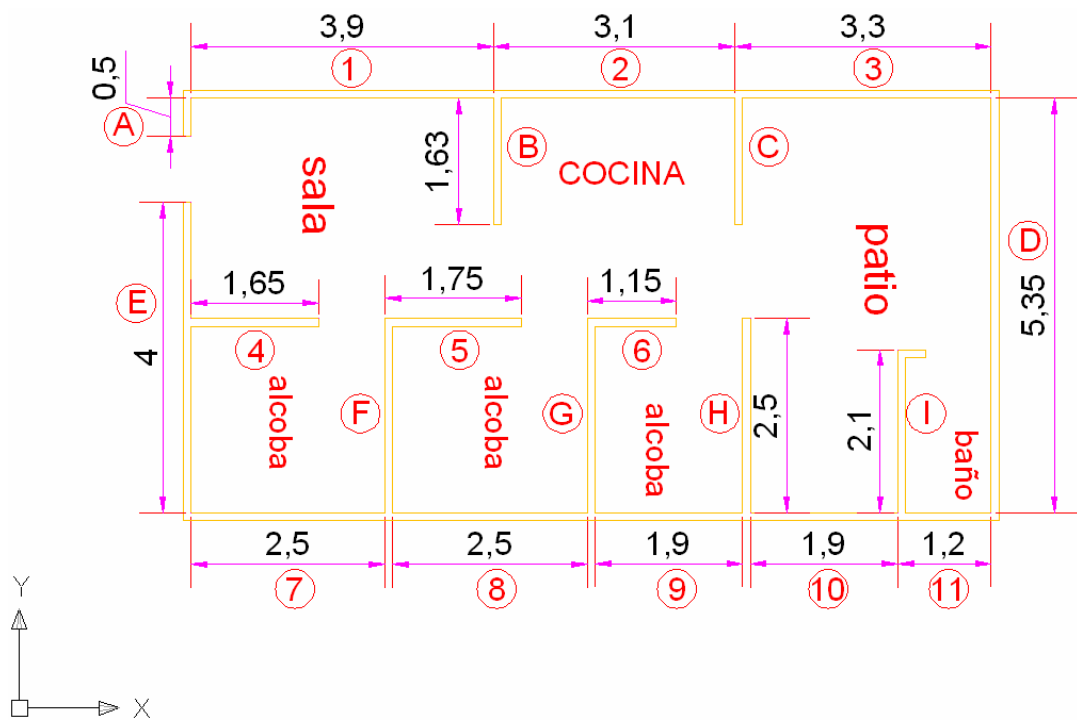
Casa 1 de 1 piso.



Casa 2 de 1 piso

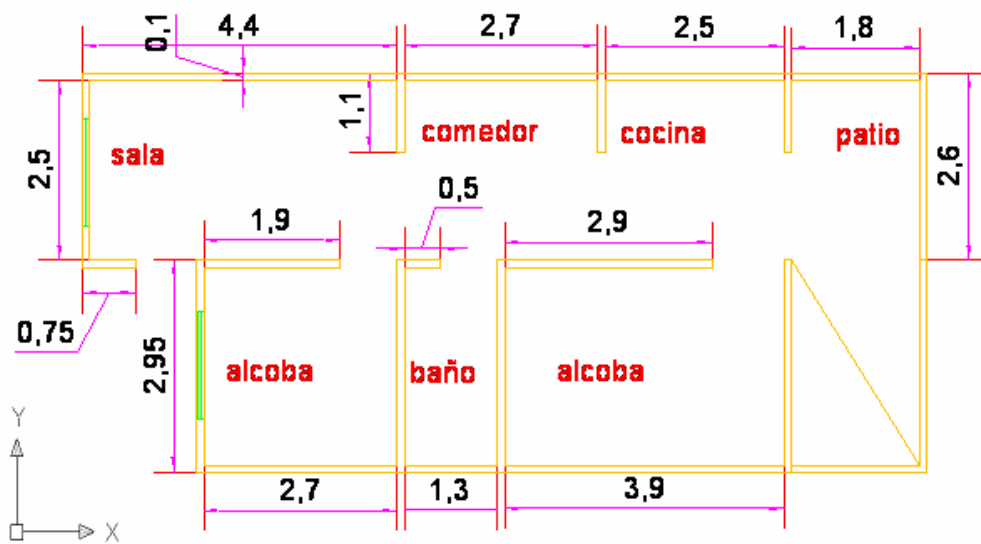


Casa 3 de 1 piso

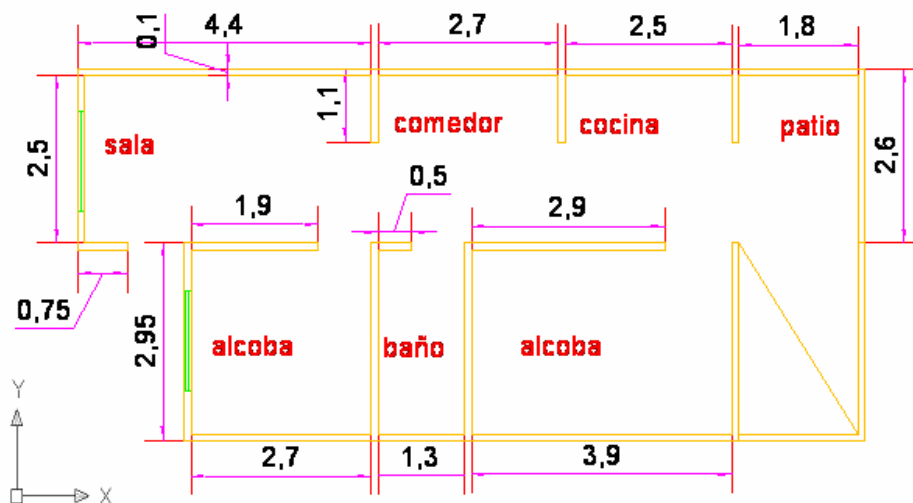


Casa 1 de 2 pisos

Primer piso

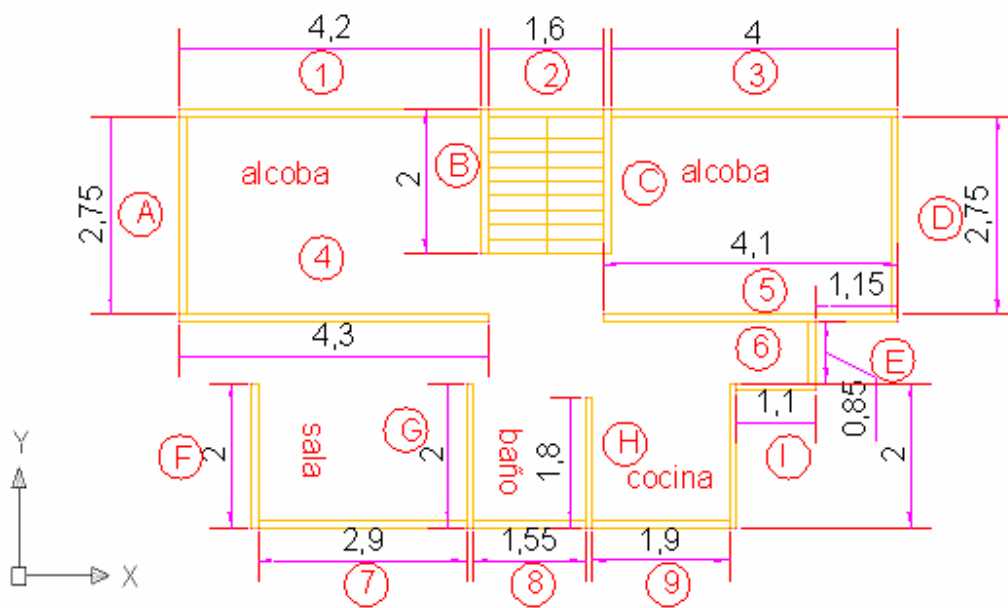


Segundo piso

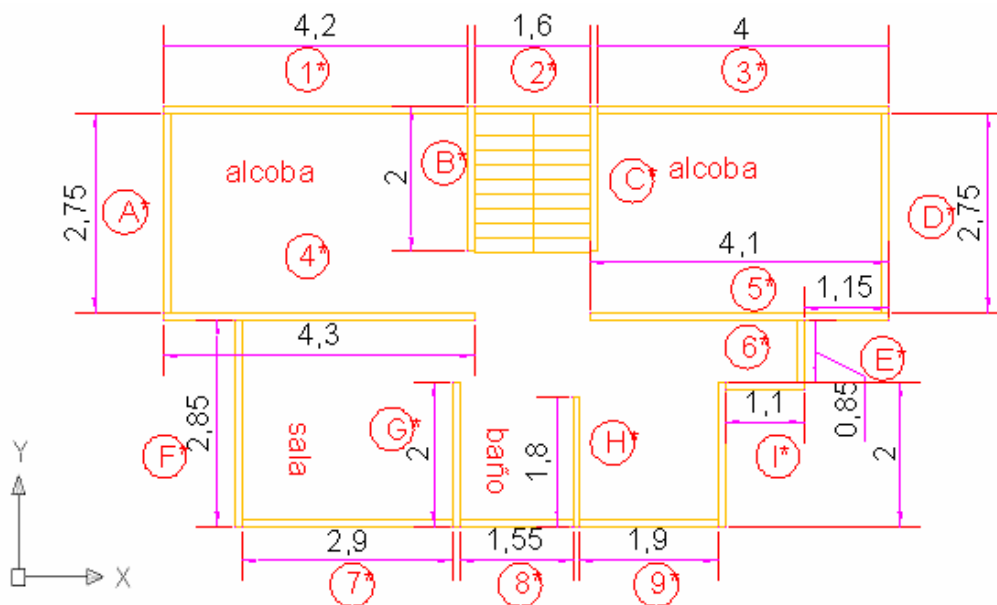


Casa 2 de 2 pisos

Primer piso

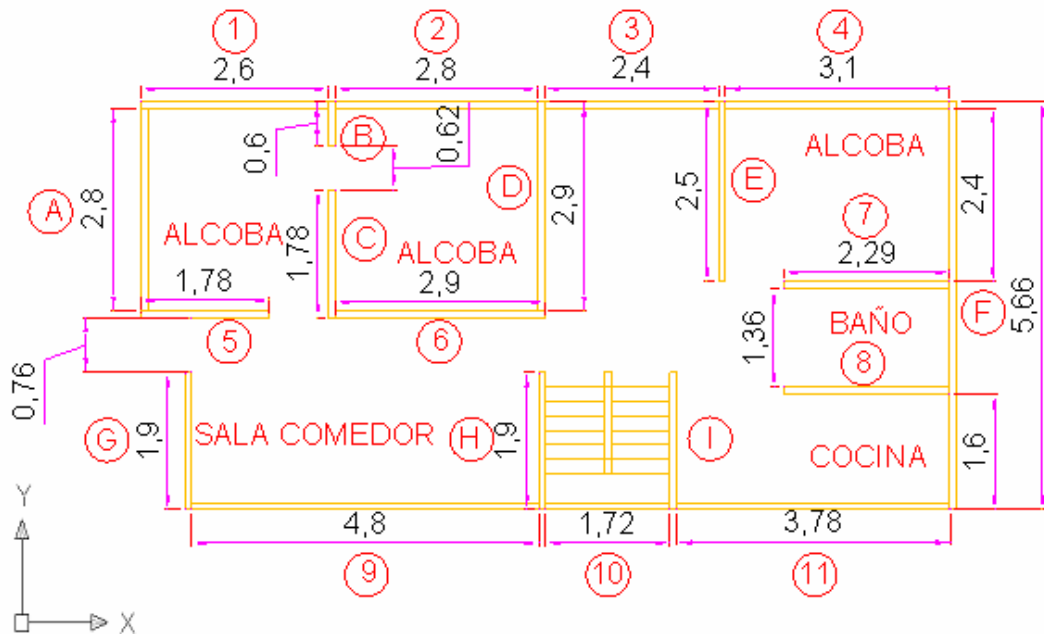


Segundo piso

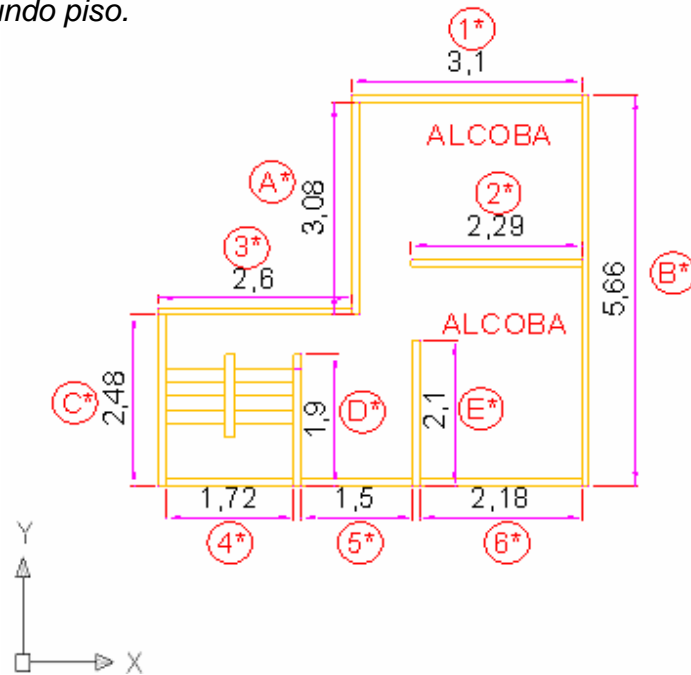


Casa 3 de 2 pisos.

Primer piso



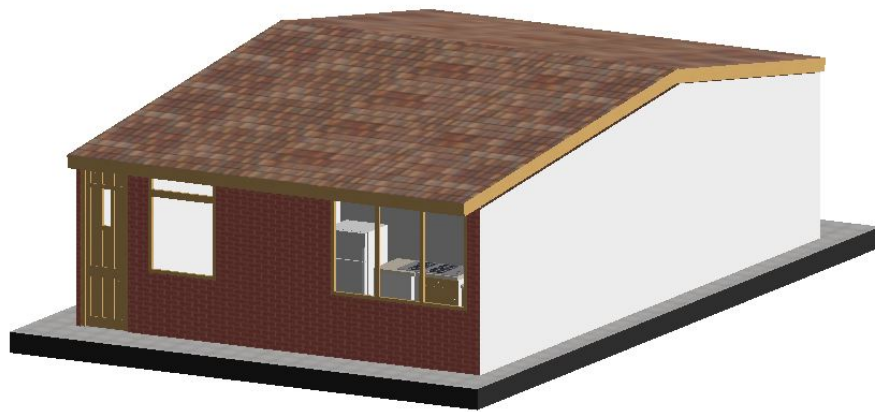
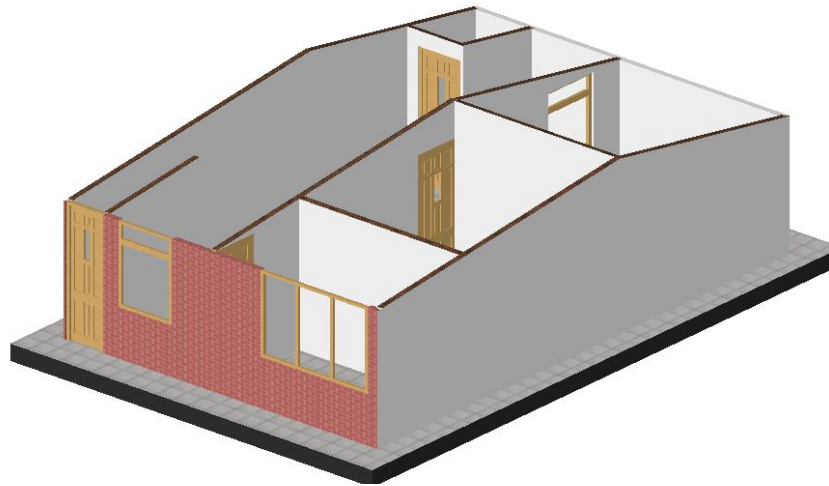
Segundo piso.



ANEXO B.

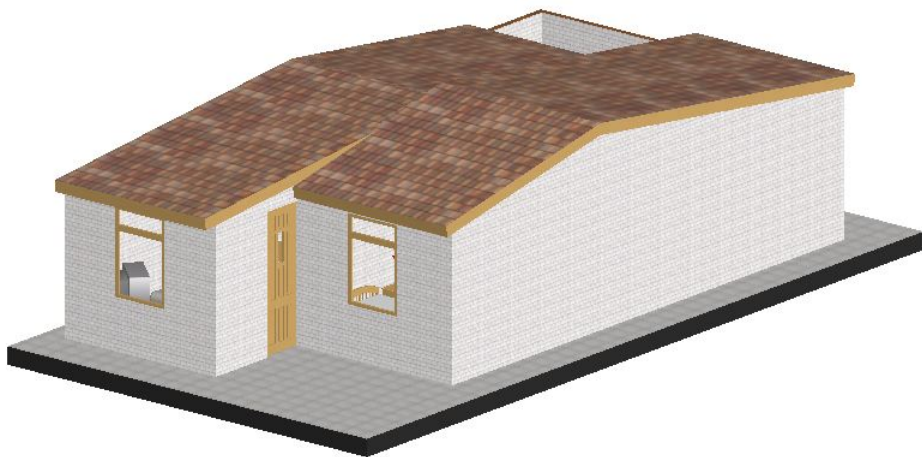
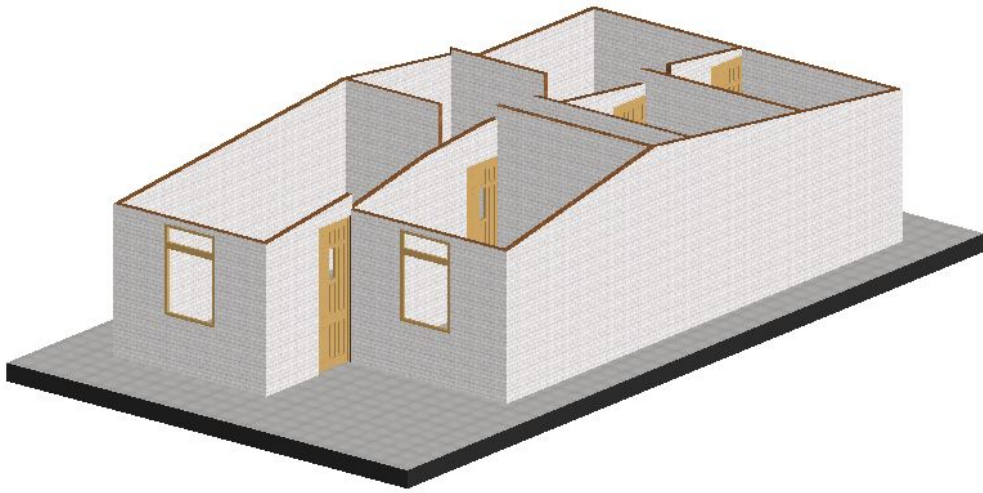
Isometricas de las casas analizadas⁷.

Casa 1 de 1 piso.

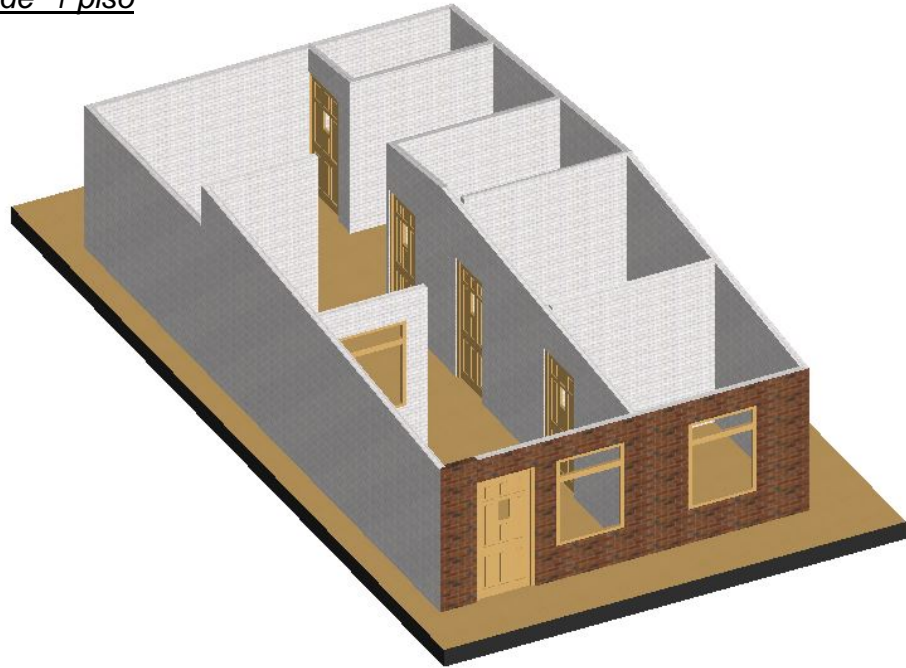


⁷ Graphisoft Archicad 10. Copyright ©, Reservados todos los derechos.

Casa 2 de 1 piso



Casa 3 de 1 piso



Casa 1 de 2 pisos.

