



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE VILLAHERMOSA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION

**“DISEÑO ARQUITECTÓNICO Y ESTRUCTURAL DE UNA
VIVIENDA SUSTENTABLE”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN INGENIERÍA

PRESENTA:

LUIS MIGUEL RAMON PAZ

DIRECTOR DE TESIS:

M.I.P.A. NOEMÍ MÉNDEZ DE LOS SANTOS

VILLAHERMOSA, TABASCO.

NOVIEMBRE 2017



Inició: 2009.06.05
Recertificación: 2015.07.24
Terminación: 2018.07.24



Índice.

1 INTRODUCCIÓN.....	5
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.	5
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA (PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN).....	6
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	6
1.4 ANTECEDENTES.....	7
1.4.1 <i>La influencia de la prefabricación en el diseño de vivienda de interés social.</i>	7
1.4.2 <i>Componentes constructivos elaborados con cáscara de cacahuete (Maní) y cemento. Primeros estudios sobre las incompatibilidades físico - químicas en el fraguado del material.</i>	8
1.4.3 <i>Construcción sustentable, análisis de retraso térmico a bloques de tierra comprimidos</i>	9
1.4.4 <i>Mezclas de residuos de Poliestireno Expandido (EPS) conglomerados con yeso o escayola para su uso en la construcción.</i>	9
1.5 OBJETIVOS.....	10
1.5.1 <i>Objetivo general.</i>	10
1.5.2 <i>Objetivos específicos.</i>	10
1.6 HIPÓTESIS.....	10
2. FUNDAMENTO TEÓRICO.....	10
2.1 TIPOLOGIA DE LAS CONSTRUCCIONES (REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN DEL MUNICIPIO DEL CENTRO EN EL ESTADO DE TABASCO).	10
2.2 SISTEMA DE PANEL. (NORMA MEXICANA NMX-C-405-1997-ONNCCE PÁNELES PARA USO ESTRUCTURAL EN MUROS, TECHOS Y ENTREPISOS).	10
2.3 CRITERIOS DE DISEÑO NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIA. (NTC-2004).....	11
2.3.1 <i>Criterios de diseño</i>	11
2.3.2 <i>Estados límite de falla</i>	11
2.3.3 <i>Estados límite de servicio</i>	11
2.3.4 <i>Diseño por durabilidad</i>	11
2.3.5 <i>Diseño por sismo</i>	12
2.4 CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL. REQUISITOS BÁSICOS DE DISEÑO; REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN DEL ESTADO DE TABASCO MUNICIPIO DEL CENTRO. (RCMC ART. 187, 2002)	12
2.5 ANÁLISIS, CÁLCULO E INTEGRACIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS. (LEY DE OBRAS PÚBLICAS Y SERVICIOS RELACIONADOS CON LAS MISMAS).	12
2.5.1 <i>Costo directo de mano de obra (Ley de obras públicas y servicios relacionados con las mismas).</i>	12
2.5.2 <i>Costo directo de los materiales. (Ley de obras públicas y servicios relacionados con las mismas).</i>	14
2.5.3 <i>Costo indirecto. (Ley de obras públicas y servicios relacionados con las mismas).</i>	15
2.5.4 <i>Costo por financiamiento (Ley de obras públicas y servicios relacionados con las mismas).</i>	15
2.5.5 <i>Cargo por utilidad. (Ley de obras públicas y servicios relacionados con las mismas).</i>	16
2.5.6 <i>Cargos adicionales. (Ley de obras públicas y servicios relacionados con las mismas).</i>	16
2.6 MÉTODO DE KANI.....	16
3 PROCEDIMIENTO.....	18
3.1 APILAMIENTO Y EMBALAJE DE CHAROLAS DE UNICEL Y PARA ELABORACIÓN DE PÁNELES.....	18
3.1.1 OBTENCIÓN DEL RENDIMIENTO.....	18



Diseño arquitectónico y estructural de una vivienda sustentable



3.1.2	<i>Pruebas de compresión axial a charolas de unisel (describir en texto narrativo).....</i>	19
3.1.3	<i>Elaboración de paneles para muro con unisel de desecho medida estándar de 2.4 x 1.2 m</i>	20
3.2	PRUEBAS DE LA NMX-C-405-1997-ONNCCE	21
3.2.1	<i>Pruebas de resistencia a la compresión simple en base a la NMX-C-405-1997-ONNCCE.</i>	21
3.2.2	<i>Prueba de resistencia bajo carga lateral según la NMX-C-405-1997-ONNCCE.....</i>	22
3.2.3	<i>Resistencia al fuego con base a la NMX-C-405-1997-ONNCCE.</i>	23
3.2.4	<i>Resistencia al impacto en muros en base a la NMX-C-405-1997-ONNCCE</i>	24
3.2.5	<i>Resistencia a carga uniformemente repartida actuando perpendicular al plano en base a la MNX-C-405-1997-ONNCCE.....</i>	25
3.2.6	<i>Resistencia al impacto en losas y uniones en base a la NMX-C-405-1997-ONNCCE.....</i>	26
3.2.7	<i>Resistencia a la flexión en paneles tipo II en base a la NMX-C-405-1997-ONNCCE</i>	27
3.3	ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL.....	28
3.3.1	<i>Plano arquitectónico de una casa de interés social.....</i>	28
3.3.2	<i>Bajadas de carga.....</i>	29
3.3.2.1	<i>Losa maciza.....</i>	29
3.3.2.2	<i>Peso de losa SIPPAA</i>	30
3.3.2.3	<i>Peso de cubierta.....</i>	31
3.3.2.4	<i>Determinación del peso total de la estructura.</i>	31
3.3.3	<i>Determinación del cortante por el método estático.....</i>	35
3.3.3.1	<i>Repartición del cortante en los elementos estructurales.....</i>	36
3.3.4	<i>Corrección de momentos en el marco A</i>	47
3.3.4.1	<i>Momentos Corregidos Del Marco A (CM + CV + CA).....</i>	48
3.3.4.2	<i>Momentos finales del marco A</i>	50
3.3.5.1	<i>Momentos corregidos del marco B (CM+CV+CA)</i>	52
3.3.5.2	<i>Momentos finales del marco B (CM+CV+CA)</i>	54
	<i>Momentos corregido del marco C.....</i>	56
3.3.6.1	<i>Momentos finales del marco C.....</i>	58
3.3.7	<i>Corrección de momentos en marco 3.....</i>	59
3.3.7.1	<i>Momentos corregidos del marco 3.....</i>	60
3.3.7.2	<i>Momentos finales del marco 3.....</i>	62
3.3.8	<i>Diseño a flexo-compresión.....</i>	63
3.3.9	<i>Diseño a compresión</i>	75
3.3.9.1	<i>Diseño De La Columna Crítica.....</i>	75
3.3.10	<i>Diseño de cimentación</i>	79
3.3.10.1	<i>Diseño de zapata Z-1.....</i>	79
3.3.10.2	<i>Diseño de zapata Z-2.....</i>	83
3.3.10.3	<i>Diseño de zapata Z-3.....</i>	87
3.4	EVALUACIÓN ECONÓMICA DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL UTILIZANDO SIPPAA.	91
4	RESULTADOS.....	94
4.1	RESULTADOS DE ELABORAR UN PLANO ARQUITECTÓNICO DE UNA CASA-HABITACIÓN DE INTERÉS SOCIAL.	94
4.2	DISEÑO DE PLANO DE INSTALACIÓN DE UN BIODIGESTOR Y DE CISTERNA.	99
4.3	RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE LA NMX-C-405-1997-ONNCCE	101



Diseño arquitectónico y estructural de una vivienda sustentable



4.4 DISEÑO ESTRUCTURAL	103
4.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	111
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	112
5.1 CONCLUSIONES	112
5.2 RECOMENDACIONES.....	112
BIBLIOGRAFÍA	113



Índice de figuras.

Figura	Pág.
Fig. 1 Apilamiento de charolas de EPS -----	17
Fig. 2 Compresión axial a charolas de EPS-----	18
Fig. 3 Elaboración de paneles -----	19
Fig. 4 Croquis del método de prueba de resistencia a la compresión simple -----	20
Fig. 5 Croquis del método de prueba de resistencia bajo carga lateral-----	21
Fig. 6 Croquis cámara de fuego -----	22
Fig. 7 Croquis del método de prueba de resistencia al impacto en paneles tipo I-----	23
Fig. 8. Resistencia a carga uniformemente repartida actuando perpendicular al plano-----	24
Fig. 9 Resistencia al impacto en paneles tipo II -----	25
Fig. 10 Resistencia a la flexión en paneles tipo II -----	26
Fig. 11 Pruebas realizadas -----	27
Fig. 12 Estructuración del sistema SIPPAA-----	100

Índice de planos

Planos	Pág.
Plano 1. Planta arquitectónica-----	94
Plano 2 Planta de azotea -----	95
Plano 3 Corte X-X' -----	96
Plano 4 Corte Y-Y' -----	97
Plano 5 Fachada principal -----	98
Plano 6 Instalación de biodigestor-----	99
Plano 7 Instalación de cisterna-----	100
Plano 8 Planta de cimentación -----	101
Plano 9 Zapata Z-1 -----	102
Plano 10 Zap4ata Z-2 -----	103
Plano 11 Zapata Z-3 -----	104
Plano 12 Marco A y B -----	105
Plano 13 Marco C -----	106
Plano 14 Marco 3 -----	107
Plano 15 Azotea -----	108



1 Introducción

1.1 Descripción del problema.

El derecho a la vivienda es un derecho universal, está reconocido a nivel internacional y en más de 100 Constituciones nacionales de todo el mundo. Es un derecho reconocido para todas las personas (Golay y Özden, 2009).

Aunque la ONU y la mayoría de los gobiernos reconocen el derecho básico a una vivienda adecuada, esto todavía debe cumplirse y traducirse en soluciones efectivas para dirigir las necesidades de vivienda de las poblaciones de bajos ingresos (Schmidt, 2006).

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos, realizada en 1996 en Estambul, los países de la región presentaron un plan regional de Acción en el que se plantea la meta de aumentar las soluciones habitacionales, en especial aquellas destinadas a las familias de bajos ingresos, de manera de evitar que el déficit cuantitativo continúe en aumento, a la vez que las políticas nacionales urbanas, de vivienda y medio ambiente, deben asegurar a todos los sectores el acceso a los servicios urbanos básicos y provocar un desarrollo sustentable de los asentamientos humanos.

En los países de América Latina y el Caribe el 45% de los hogares está afectado por déficit habitacional, el que se incrementa a un ritmo superior a la cantidad de viviendas que se construyen anualmente en la región. Sin embargo, un estudio reciente de CEPAL ha llegado a la conclusión que es posible realizar inversiones que permitan plantearse la meta de frenar el crecimiento del déficit. (Nieto, 1999)

La vivienda es una de las necesidades básicas de la población por ser el espacio en el que la familia encuentra estabilidad, seguridad, sentido de pertenencia y el entorno necesarios para el desarrollo integral del ciudadano

La industrialización de la construcción, que se inició a principios del XIX, es un proceso económico-social, que tiene como finalidad el abatimiento de los costos y el aumento de la producción por medio de la racionalización y mecanización de los trabajos. Pero fue propiamente hasta el siglo XX que se comenzó a usar el concepto moderno de prefabricación con elementos modulares de gran tamaño. (Cervantes, 2012).

En esta investigación se da a conocer un sistema prefabricado innovador para la industria de la construcción elaborado con Poliestireno Expandido de *reuso*, obteniendo como resultado un producto con las resistencias que exige la Norma Mexicana para paneles de uso estructural en muro techos y entresijos. (NMX-C-405-1997-ONNCCE), utilizado en el análisis y diseño estructural de una casa habitación de interés social, logrando obtener un gran impacto en el peso de la estructura, haciendo ésta más esbelta, y por ende se reduce el costo total de la obra y a su vez el tiempo de ejecución.



1.2 Planteamiento del problema (pregunta de investigación)

¿Se podrán aplicar paneles a base de EPS de reúso, para la construcción de una vivienda tipo social, que sea segura, económica y amigable con el ambiente?

1.3 Justificación

En esta investigación al EPS se le da un valor agregado ya que de “residuo sólido” pasa a ser “materia prima” en el de elaboración y aplicación de un producto prefabricado de paneles para muro y para losa, llamado “SIPPAA”.

SIPPAA (Sistema Prefabricado de Paneles Amigables con el Ambiente) constituye la mejor opción por sus indiscutibles ventajas:

Sustentabilidad. Al estar fabricado con unicel de reúso, evitamos que estos desechos terminen en vertederos y al mismo tiempo carece de los procesos contaminantes y tóxicos propios del reciclaje. Su fabricación e instalación no produce ningún efecto contaminante.

Economía. Ahorra un 50% en la mano de obra, 60% en la cimbra y $25\pm 5\%$ en el costo total de la obra.

Practicidad. Incluye una malla hexagonal, que permite mayor adherencia y rapidez en el aplanado, evitando así gastos complementarios al panel. Su anclaje no precisa de alta tecnología, cualquier persona puede realizarla. Su versatilidad se presta a ser moldeado de acuerdo a las especificaciones que la obra requiera.

Adecuado para tierras tabasqueñas, las propiedades térmicas del unicel lo hacen adecuado para climas extremos, como el encontrado en el estado y su fabricación puede ser realizada por personas con discapacidad, generando así empleos para este sector y la población en general. El presidente de la Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda. (CANADEVI) afirma que hoy día existe un déficit de 60 mil viviendas en Tabasco; por su parte, el INEGI reporta que hace falta construir 4.4 millones en el país, y remodelar 2.9 millones, lo cual simboliza una gran oportunidad de expansión a otras entidades federativas mexicanas y eventualmente a nivel internacional.



1.4 Antecedentes.

1.4.1 La influencia de la prefabricación en el diseño de vivienda de interés social.

En la búsqueda de novedosas técnicas que abatan el tiempo y costo de una obra, y a la vez que optimicen los recursos del constructor, desde hace tiempo se han implementado en el país diversos sistemas de prefabricación. Sin embargo, estos esfuerzos han sido aislados y no han tenido una difusión y seguimiento apropiados.

En la actualidad, el arquitecto o ingeniero diseñador como potencia creadora, a de constituir un nexo entre los puntos de vista del usuario y el fabricante, conociendo a fondo las exigencias de aquel y procurando tener en cuenta los problemas de la fabricación industrial y los inherentes a la construcción con prefabricados, como: montaje, ensambles, transporte, etc., habrá de actuar con imparcialidad e intervenir en la preparación de normas, asegurándose de las técnicas dedicadas a la investigación. Sin embargo, debemos estar conscientes cuando realizamos conjuntos de vivienda de interés social, que las viviendas prefabricadas no tienen que ceñirse a un modelo esquemático que conduzca a una producción en serie y a una formación de calles monótonas y siempre iguales. Como ya se mencionó, no debemos olvidar que la mayoría de las familias que se esfuerzan en tener un hogar propio son individualistas, y les molesta una uniformidad sometida a normas.

Desdichadamente son muchos los constructores de vivienda que han interpretado mal ese valor afectivo o sentimental, eligiendo proveer de vivienda a la comunidad, como si se tratara de un uniforme, no disimulan su tendencia industrial. Lo menos que podemos hacer al diseñar y construir con prefabricados o con sistemas industrializados, es planear y dejar cabida a la transformación individual, dándola a conocer al usuario final.

Uno de los problemas más importantes que debemos atacar, es que tradicionalmente la investigación científica y tecnológica desarrollada en nuestro país, ha sido el resultado de esfuerzos aislados, más que producto de programas coordinados.

Del mismo modo, la investigación en el diseño y específicamente la investigación tecnológica en el diseño arquitectónico no es la excepción, dando como resultado la falta de desarrollo de nuevas tecnologías y en la práctica, la utilización por un lado de tecnologías tradicionales, la mayor parte de las veces rudimentarias y con una pobre administración, y por otro lado, el empleo de tecnologías importadas referentes a nuevos materiales y procesos constructivos, especialmente aquellos que tienden a la industrialización y prefabricación de la obra arquitectónica, que si bien son de alto valor y contenido tecnológico, no son congruentes con la realidad social y tecnológica de nuestro país. (Cervantes,2012)



1.4.2 Componentes constructivos elaborados con cáscara de cacahuete (Maní) y cemento. Primeros estudios sobre las incompatibilidades físico - químicas en el fraguado del material.

En términos químicos, aun conociendo que las sustancias extraídas de las cáscaras de maní retardan el fraguado de la cáscara de maní con cemento, éste no es inhibido. Las sustancias retardadoras de fragüe son solubles (Wicke, 1972). De manera que, sin el lavado de la cáscara, podemos sospechar que permanecen dentro de las cáscaras, retardando el tiempo de fragüe de las mezclas.

En términos físicos, cuando las cáscaras son lavadas con agua, los tiempos de fragüe disminuyen.

Entonces, ¿cuándo fragua el cemento con cáscara de maní? En virtud de lo expuesto, se puede deducir que hay un triple efecto relacionado con el proceso de fragüe del cemento con la cáscara de maní:

- Efecto físico: la estructura multicapa de la cáscara que le quita rigidez
- La presencia de materia orgánica en su cara externa (tierra vegetal)
- Efecto químico: Interacciones químicas diversas entre los componentes solubles existentes en la cáscara del maní y su interferencia en el normal proceso de fraguado posterior.

Una de las causas de la falta de adhesión de la cáscara y el cemento podría ser el desprendimiento de la piel externa. Esta piel luego se transforma en polvillo dentro de la pasta.

La presencia de tierra en la cáscara actuaría de fijador de la piel, lo cual mejoraría sus propiedades mecánicas, y en presencia de cemento permitiría el fragüe. Sin embargo, cuando la presencia de suelo orgánico adherido aumenta, influye en la pérdida de resistencia final de las probetas.

Respecto de los aditivos incorporados cabe señalar que las mezclas fueron efectuadas a fin de verificar la acción de los aditivos químicos, y su capacidad de fijación entre las capas (mineralización). Sin embargo, la alta relación planteada entre éstos y la cáscara nos obliga a experimentar, en estudios posteriores, proporciones menores de aditivos en relación a la cantidad de cáscara de maní en cada probeta. (R. Argüello – M- Gatani – H. Berretta, 2005)



1.4.3 Construcción sustentable, análisis de retraso térmico a bloques de tierra comprimidos

Este artículo es el resultado de la investigación que aborda el tema las propiedades térmicas de los Bloques de Tierra Comprimida (BTC), para corroborar las ventajas de este material de construcción alternativo, sobre los materiales convencionales, para comprobar que estos materiales pueden satisfacer las necesidades de la población en la construcción de sus viviendas digna, mejorando la calidad de vida del usuario y produciendo un menor impacto ambiental. Se plantea el uso de BTC como unidad de análisis, elaborado con material de la zona del sur de Tamaulipas, probando sus ventajas como regulador natural de temperatura contra el bloque de concreto y el ladrillo recocido de la región, que son empleados en el ámbito de la construcción de viviendas.

Las pruebas térmicas realizadas fueron simulando el efecto del sol sobre un muro, registrándose la temperatura durante las pruebas determinándose el retraso térmico en los muros dependiendo del material.

Es así como con el resultado de las pruebas se determinó cual es el material óptimo para emplear como envolvente de la vivienda. (Roux y Gallegos, 2015)

1.4.4 Mezclas de residuos de Poliestireno Expandido (EPS) conglomerados con yeso o escayola para su uso en la construcción.

Se ha ensayado con muestras de pastas que van desde aquellas que contienen proporciones extremas de residuos hasta otras donde la presencia de agua para la preparación de las mezclas es inusualmente rica, también se han ensayado mezclas compuestas por proporciones intermedias de sus ingredientes. De las pastas con los mejores comportamientos en ensayos previos se han aplicado sus fórmulas en la fabricación de muestras de placas y paneles similares a los usados en la construcción. Los ensayos que se reportan aquí son para aplicación en placa constructiva: carga máxima a la flexión, resistencia al impacto, absorción de agua por inmersión, reacción al fuego y se determino su masa por unidad de superficie. Para la aplicación de las pastas como paneles aislantes han sido ensayados a la flexión y a la compresión, también se ha determinado su densidad aparente, reacción al fuego y absorción de agua por inmersión total. Las muestras se han caracterizado según las normas correspondientes y después se ha establecido una comparación con elementos similares hoy comunes en la construcción, de esto se permite señalar que con las pastas con residuos de EPS se pueden fabricar placas y paneles con algunas ventajas en relación a los existentes a lo que se le suma el beneficio medioambiental de reciclaje de EPS (Madariaga, 2008).



1.5 Objetivos.

1.5.1 Objetivo general.

Analizar, diseñar y evaluar económicamente una vivienda sustentable, utilizando un sistema de paneles a base de EPS y PET de reusó.

1.5.2 Objetivos específicos

1. Elaborar un plano arquitectónico de una casa-habitación de interés social.
2. Diseñar plano de instalaciones sanitarias con un biodigestor.
3. Obtener las especificaciones técnicas de los paneles a utilizar.
4. Elaborar un análisis y diseño estructural.
5. Hacer la evaluación económica

1.6 Hipótesis.

El utilizar páneces SIPPAA en el análisis y diseño de una vivienda, le provee mayor seguridad a esta ya que se reduce el peso de la estructura.

Al construir una casa con el sistema SIPPAA se ahorra tiempo de ejecución, y disminuye el costo total de la obra.

2. Fundamento teórico.

2.1 Tipología de las construcciones (Reglamento de construcción del municipio del Centro en el estado de Tabasco).

Para efectos de este reglamento, las edificaciones en el estado de tabasco se clasifican en vivienda mínima la que tenga, cuando menos, una pieza habitable y servicios completos de cocina y baño con un mínimo de 25 m².

2.2 Sistema de panel. (Norma Mexicana NMX-C-405-1997-ONNCCE PÁNELES PARA USO ESTRUCTURAL EN MUROS, TECHOS Y ENTREPISOS).

El sistema de panel prefabricado es aquel que está elaborado en planta para ser colocado directamente en el sitio de la obra; integra una serie de componentes constructivos y elementos estructurales, no estructurales y de instalaciones, para obtener una edificación. En muros y losas se obtienen resistencias a la flexión, al impacto, a la compresión simple y al fuego.

Estos se clasifican en 2 tipos el tipo I es para muros y se requieren pasar las siguientes pruebas: Resistencia a la compresión simple, resistencia bajo carga lateral en el plano del



muro, resistencia al fuego, resistencia al impacto para muros, resistencia a carga uniformemente repartida actuando perpendicular al plano.

Paneles de tipo II (techos y entrepisos) se requiere que aprueben las siguientes pruebas: Resistencia a la flexión, resistencia al impacto, resistencia y resistencia al fuego. (NMX-C-405-1997-ONNCCE).

2.3 Criterios de diseño Normas Técnicas Complementaria. (NTC-2004)

2.3.1 Criterios de diseño

Las fuerzas y momentos internos producidos por las acciones a que están sujetas las estructuras se determinarán con métodos que supongan comportamiento elástico.

El dimensionamiento y el detallado se harán de acuerdo con los criterios relativos a los estados límite de falla y de servicio, así como de durabilidad, establecidos en el Título Sexto del Reglamento y en estas Normas, o por algún procedimiento optativo.

2.3.2 Estados límite de falla

Según el criterio de estados límite de falla, las estructuras deben dimensionarse de modo que la resistencia de diseño de toda sección con respecto a cada fuerza o momento interno que en ella actúe, sea igual o mayor que el valor de diseño de dicha fuerza o momento internos. Las resistencias de diseño deben incluir el correspondiente factor de resistencia, FR. (0.9 para flexión; 0.8 para cortante y torsión; 0.7 para transmisión de flexión y cortante en lozas o zapatas). Las fuerzas y momentos internos de diseño se obtienen multiplicando por el correspondiente factor de carga los valores de dichas fuerzas y momentos internos calculados bajo las acciones.

2.3.3 Estados límite de servicio

Sea que se aplique el criterio de estados límite de falla o algún criterio optativo, deben revisarse los estados límite de servicio, es decir, se comprobará que las respuestas de la estructura (deformación, agrietamiento, etc.) queden limitadas a valores tales que el funcionamiento en condiciones de servicio sea satisfactorio.

2.3.4 Diseño por durabilidad

Las estructuras deberán diseñarse para una vida útil de al menos 50 años, de acuerdo con los requisitos establecidos.



2.3.5 Diseño por sismo

Los marcos de concreto reforzado de peso normal colados en el lugar que cumplan con los requisitos generales de NTC-para diseño de estructuras de concreto, se diseñarán por sismo, aplicando un factor de comportamiento sísmico Q igual a 2.0. Los valores de Q que deben aplicarse para estructuras especiales como marcos dúctiles, losas planas, estructuras presforzadas y estructuras prefabricadas.

2.4 Criterios de diseño estructural. Requisitos básicos de diseño; Reglamento de Construcción del estado de Tabasco Municipio del Centro. (RCMC Art. 187, 2002)

Toda la estructura y cada una de sus partes, deberán diseñarse para cumplir con los requisitos siguientes:

I. Tener seguridad adecuada contra la aparición de todo estado límite de falla posible ante las combinaciones de acciones más desfavorables que puedan presentarse durante su vida esperada.

II. No rebasar ningún estado límite de servicio o combinaciones de acciones que correspondan a condiciones normales de operación.

El cumplimiento de estos requisitos, se comprobará con los procedimientos establecidos en este Capítulo. (RCMC Art. 187)

2.5 Análisis, cálculo e integración de los precios unitarios. (Ley de obras públicas y servicios relacionados con las mismas).

Para los efectos de la Ley de este Reglamento, se considerará como precio unitario, el importe de la remuneración o pago total que debe cubrirse al contratista por unidad de concepto terminado, ejecutado conforme al proyecto, especificaciones de construcción y normas de calidad.

El precio unitario se integra con los costos directos correspondientes al concepto de trabajo, los costos indirectos, el costo por financiamiento, el cargo por utilidad del contratista y los cargos adicionales. (LOPSRM Art. 154)

2.5.1 Costo directo de mano de obra (Ley de obras públicas y servicios relacionados con las mismas).

El costo directo por mano de obra es el que se deriva de las erogaciones que hace el contratista por el pago de salarios reales al personal que interviene en la ejecución del concepto de trabajo de que se trate, incluyendo al primer mando, entendiéndose como tal hasta la categoría de cabo o jefe de una cuadrilla de trabajadores. No se considerarán



dentro de este costo las percepciones del personal técnico, administrativo, de control, supervisión y vigilancia que corresponden a los costos indirectos.

El costo de mano de obra se obtendrá de la siguiente expresión:

$$Mo = Sr/R$$

Donde:

“Mo” Representa el costo por mano de obra.

“Sr” Representa el salario real del personal que interviene directamente en la ejecución de cada concepto de trabajo por jornada de ocho horas, salvo las percepciones del personal técnico, administrativo, de control, supervisión y vigilancia que corresponden a los costos indirectos, incluyendo todas las prestaciones derivadas de la Ley Federal del Trabajo, la Ley del Seguro Social, la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores o de los Contratos Colectivos de Trabajo en vigor.

Para la obtención del salario real se debe considerar la siguiente expresión:

$$Sr = Sn * Fsr$$

Donde:

“Sn” Representa los salarios tabulados de las diferentes categorías y especialidades propuestas por el licitante o contratista, de acuerdo a la zona o región donde se ejecuten los trabajos.

“Fsr” Representa el factor de salario real, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 191 de la LOPSRM.

“R” Representa el rendimiento, es decir, la cantidad de trabajo que desarrolla el personal que interviene directamente en la ejecución del concepto de trabajo por jornada de ocho horas. Para realizar la evaluación del rendimiento, se deberá considerar en todo momento el tipo de trabajo a desarrollar y las condiciones ambientales, topográficas y en general aquéllas que predominen en la zona o región donde se ejecuten.

Artículo 191.- Para los efectos del artículo anterior, se deberá entender al factor de salario real “Fsr” como la relación de los días realmente pagados en un periodo anual, de enero a diciembre, divididos entre los días efectivamente laborados durante el mismo periodo, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Fsr = Ps(TP/TI) + (TP/TI)$$

Donde:

“Fsr” Representa el factor de salario real.

“Ps” Representa, en fracción decimal, las obligaciones obrero-patronales derivadas de la Ley del Seguro Social y de la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores.



“Tp” Representa los días realmente pagados durante un periodo anual.

“Tl” Representa los días realmente laborados durante el mismo periodo anual utilizado en Tp.

Para la determinación del factor de salario real, se deberán considerar los días que estén dentro del periodo anual referido en el párrafo anterior y que de acuerdo con la Ley Federal del Trabajo y los contratos colectivos de trabajo resulten pagos obligatorios, aunque no sean laborables.

2.5.2 Costo directo de los materiales. (Ley de obras públicas y servicios relacionados con las mismas).

- El costo directo por materiales es el correspondiente a las erogaciones que hace el contratista para adquirir o producir todos los materiales necesarios para la correcta ejecución del concepto de trabajo, que cumpla con las normas de calidad y las especificaciones generales y particulares de construcción requeridas por la dependencia o entidad.

Los materiales que se usen en los trabajos podrán ser permanentes o temporales, los primeros son los que se incorporan y forman parte de los trabajos; los segundos son los que se utilizan en forma auxiliar y no forman parte integrante de los trabajos. En este último caso se deberá considerar el costo en proporción a su uso.

El costo unitario por concepto de materiales se obtendrá de la expresión:

$$M = Pm * Cm$$

Donde:

“M” Representa el costo por materiales.

“Pm” Representa el costo básico unitario vigente de mercado, que cumpla con las normas de calidad especificadas para el concepto de trabajo de que se trate y que sea el más económico por unidad del material puesto en el sitio de los trabajos.

El costo básico unitario del material se integrará con su precio de adquisición en el mercado o costo de producción en el sitio de los trabajos sumando, en su caso, el costo de los de acarreo, maniobras, almacenajes y mermas aceptables durante su manejo.

“Cm” Representa el consumo de materiales por unidad de medida del concepto de trabajo. Cuando se trate de materiales permanentes, “Cm” se determinará de acuerdo con las cantidades que deban utilizarse según el proyecto, las normas de calidad y especificaciones generales y particulares de construcción que determine la dependencia o entidad, considerando adicionalmente los desperdicios que la experiencia en la industria



de la construcción determine como mínimos. Cuando se trate de materiales auxiliares, "Cm" se determinará de acuerdo con las cantidades que deban utilizarse según el proceso de construcción y el tipo de trabajos a realizar, considerando los desperdicios y el número de usos con base en el programa de ejecución, en la vida útil del material de que se trate y en la experiencia que se tenga en la industria de la construcción.

2.5.3 Costo indirecto. (Ley de obras públicas y servicios relacionados con las mismas).

El costo indirecto corresponde a los gastos generales necesarios para la ejecución de los trabajos no incluidos en los costos directos que realiza el contratista, tanto en sus oficinas centrales como en el sitio de los trabajos, y comprende entre otros: los gastos de administración, organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, construcción de instalaciones generales necesarias para realizar conceptos de trabajo, el transporte de maquinaria o equipo de construcción, imprevistos y, en su caso, prestaciones laborales y sociales correspondientes al personal directivo y administrativo.

Para la determinación del costo indirecto se deberá considerar que el costo correspondiente a las oficinas centrales del contratista comprenderá únicamente los gastos necesarios para dar apoyo técnico y administrativo a la superintendencia encargada directamente de los trabajos. En el caso de los costos indirectos de oficinas de campo se deberán considerar todos los conceptos que de ello se deriven.

Los costos indirectos se expresarán como un porcentaje del costo directo de cada concepto de trabajo. Dicho porcentaje se calculará sumando los importes de los gastos generales que resulten aplicables y dividiendo esta suma entre el costo directo total de los trabajos de que se trate.

2.5.4 Costo por financiamiento (Ley de obras públicas y servicios relacionados con las mismas).

El costo por financiamiento deberá estar representado por un porcentaje de la suma de los costos directos e indirectos y corresponderá a los gastos derivados por la inversión de recursos propios o contratados que realice el contratista para dar cumplimiento al programa de ejecución de los trabajos calendarizados y valorizados por periodos.

El procedimiento para el análisis, cálculo e integración del costo por financiamiento deberá ser fijado por cada dependencia o entidad.



2.5.5 Cargo por utilidad. (Ley de obras públicas y servicios relacionados con las mismas).

El cargo por utilidad es la ganancia que recibe el contratista por la ejecución del concepto de trabajo; será fijado por el propio contratista y estará representado por un porcentaje sobre la suma de los costos directos, indirectos y de financiamiento.

Para el cálculo del cargo por utilidad se considerará el impuesto sobre la renta y la participación de los trabajadores en las utilidades de las empresas a cargo del contratista.

2.5.6 Cargos adicionales. (Ley de obras públicas y servicios relacionados con las mismas).

Los cargos adicionales son las erogaciones que debe realizar el contratista, por estar convenidas como obligaciones adicionales que se aplican después de la utilidad del precio unitario porque derivan de un impuesto o derecho que se cause con motivo de la ejecución de los trabajos y que no forman parte de los costos directos, indirectos y por financiamiento, ni del cargo por utilidad.

Únicamente quedarán incluidos en los cargos adicionales aquéllos que deriven de ordenamientos legales aplicables o de disposiciones administrativas que emitan autoridades competentes en la materia, como derechos e impuestos locales y federales y gastos de inspección y supervisión.

Los cargos adicionales deberán incluirse al precio unitario después de la utilidad y solamente serán ajustados cuando las disposiciones legales que les dieron origen establezcan un incremento o decremento para los mismos.

2.6 MÉTODO DE KANI

Este método está basado en el desarrollado inicialmente por Gaspar Kani quien nació en octubre de 1910 en Frantztal, Serbia, que fue publicado en el idioma español por primera vez en 1968, en inglés en 1957 y en la propuesta mejorada por el Ingeniero Japonés Fukuhei TaKabe ya, publicada por primera vez en el idioma español en 1969, siendo su primera edición en Inglés en 1965.

También se incluyen algunos conceptos desarrollados por Hardy Cross En todas las publicaciones mencionadas se incluía el análisis para pórticos con nodos desplazables. Estos procedimientos resuelven el sistema de ecuaciones de rotación para un estructurado sistema estructural del tipo fundamentalmente llamado Pórtico Plano, por medio de aproximaciones sucesivas que se corrigen también sucesivamente. Por tanto es



importante recordar las hipótesis bajo las cuales se deducen las ecuaciones de rotación como son:

A) El material es homogéneo, isótropo y se comporta como lineal elástico, es decir, todo el material es de la misma naturaleza, tiene idénticas propiedades físicas en todas las direcciones y las deformaciones, e , que sufre son directamente proporcionales a los esfuerzos, s , que resiste y el factor de proporcionalidad se llama modulo de elasticidad, E , es decir, $s = E e$ (Ley de Hooke)

B) El principio de las deformaciones pequeñas que señala que una vez cargada la estructura las deformaciones o desplazamientos lineales y angulares de las juntas o nodos y de cada uno de los puntos de sus miembros son bastantes pequeños de tal manera que la forma de ella no cambia tampoco se altera apreciablemente.

C) El principio de superposición de efectos que supone los desplazamientos y fuerzas internas totales o finales de la estructura sometida a un conjunto o sistema de cargas se pueden encontrar por la suma de los efectos de cada una de las cargas consideradas aisladamente

D) Solo se pueden tomar en cuenta los efectos de primer orden como son: Las deformaciones internas por flexión siempre, mientras que las por fuerza axial y torsión así como la existencia de segmentos rígidos se pueden tomar en cuenta o no.

El enfoque de kani está basado en el método de las aproximaciones sucesivas y en la distribución de momentos para expresar el efecto de las rotaciones y desplazamientos nodales. El método iterativo de análisis de estructuras desarrollado por G. Kani, viene a ser extremadamente satisfactorio para el análisis de cualquier estructura convencional para edificios de varios pisos bajo cualquier condición de cargas dadas. Kani propuso extender este método a las estructuras con columnas continuas a través de varios pisos con solo ligeras modificaciones.

PROCEDIMIENTO ESTRUCTURA CON DESPLAZAMIENTO:

Se calcula la rigidez

Se calcula el coeficiente de giro

Se calcula el coeficiente de desplazamiento

Momento de empotramiento

Momentos de pisos y momentos finales

Cálculos Iniciales.



1. Momentos de empotramiento en cada extremo de los miembros,
2. Factores de Nudo que se anotarán en los nudos del marco.
3. Factores de Piso que se registrarán a cada lado de cada piso.
4. Rotaciones Iniciales de Nudo
5. Rotaciones Iniciales de Piso

DESARROLLAR PORTICOS POR EL METODO DE KANI EN ESTRUCTURAS SIN DESPLAZAMIENTO.

1 Calculamos las rigideces de las columnas y vigas con la siguiente ecuación
 $K_{ij} = (b_{ij} x h_{ij}^3) / h$

2 Evalúense los coeficientes de giro (μ_{ij}) con la ecuación $\mu_{ij} = -1/2 (K_{ij} / \sum K_{ij})$ y momentos de empotramiento ($M_{f ij}$) con la ecuación $M_{f ij} = WL^2 / 12$. Llévense estos valores a un diagrama adecuado y calcúlense los momentos de fijación (M_i) de cada nudo.

3 Adóptese una secuencia de recorrido de los nudos, empezando por el de mayor momento de fijación para acelerar la convergencia.

4 Aplíquese a cada uno de los elementos que concurren a cada nudo la ecuación $M_{0ij} = \mu_{ij} [M_i + \sum M_{0ij}]$ y escríbanse en el diagrama los resultados obtenidos que constituyen para ese ciclo los valores de M_{0ij} . Obsérvese que estos valores se convierten en $M_{0 ji}$ al pasar a los nudos opuestos.

5 Una vez recorrido todos los nudos se tiene concluido un ciclo y se repite el paso 3 una y otra vez hasta obtener convergencia en todos los nudos.

Aplíquense entonces las ecuaciones $M_{ij} = M_{f ij} + 2M_{0ij} + M_{0 ji}$ y $M_{ji} = M_{f ji} + 2M_{0 ji} + M_{0 ij}$ a todos los elementos, con lo cual se obtendrán los momentos definitivos en cada uno de los extremos. (Hernández, 2005)

3 Procedimiento.

3.1 Apilamiento y embalaje de charolas de unicel y para elaboración de paneles 3.1.1 Obtención del rendimiento.

Objetivo: Hacer embalajes para hacer más fácil la elaboración de paneles estructurales para muros y para losas, además de obtener los rendimientos en la elaboración de éste.



Materiales: Charolas de unigel de desecho, Ligas, cronometro.

Descripción de la actividad: Se trituró el EPS para rellenar las charolas y cubrir las oquedades de los paneles; haciendo una capa doble al cual en medio se les rellenó con pedazos triturados de EPS, posteriormente se fijó con liga y se apilaron.



Fig. 1 Apilamiento de charolas de EPS
Fuente: Foto tomada por autor.

Conclusiones: se obtiene un rendimiento de 720 embalajes por hora, que son 5760, platos de unigel, que es igual a 6 paneles, en la ciudad de Villahermosa en las zonas gourmet de las plazas comerciales se generan alrededor de 4 millones de piezas al año (Milla, Feliz, 2010) y en mundo alrededor de 10 millones de toneladas al año (Betanzos, 2010).

3.1.2 Pruebas de compresión axial a charolas de unigel (describir en texto narrativo)

Objetivos: conocer las propiedades de los platos de unigel al ser sometido a una fuerza axial.

Materiales: Charolas de unigel de desecho, máquina de compresión axial.

Descripción de la actividad: Las charolas de unigel, apilados se les midió el peralte inicial y final.



Fig. 2 Compresión axial a charolas de EPS.
Fuente: Foto tomada por autor.

Conclusiones: Gracias a la elasticidad del EPS, al aplicársele una fuerza de compresión y al ser retirada, no existe una diferencia significativa en el peralte de éste.

3.1.3 Elaboración de páneles para muro con unisel de desecho medida estándar de 2.4 x 1.2 m

Objetivo: Fabricar páneles de unisel de desecho y que esta sea rígido y resistente.

Materiales: Charolas de unisel, ligas, malla electrosoldada, malla hexagonal, alambre acerado, alambre recocido, pinzas de corte, cizalla.

Descripción de la actividad:

- Se formaron los paquetes de EPS de reúso que consiste en 6 charolas.
 - Se cortó la malla hexagonal de 2.4 x1.2 m.
 - Se colocó la malla electrosoldada y encima de ella la malla hexagonal.
 - Sobre las mallas ya puestas respectivamente se coloca la primera cama de embalajes apilados (11x 8 embalajes).
 - Se procede a fijar y rigidizar la cama de charolas con alambre acerado, amarrando de extremo a extremo a lo largo y ancho con éste mismo.
- Por último se coloca la otra capa doble de mallas (hexagonal y electrosoldada) y se rigidizan con alambre recocido.



*Fig. 3 Elaboración de páneces
Fuente: Foto tomada por autor.*

3.2 Pruebas de la NMX-C-405-1997-ONNCCE

3.2.1 Pruebas de resistencia a la compresión simple en base a la NMX-C-405-1997-ONNCCE.

Objetivos: Los páneces estructurales Tipo I deben ser capaces de resistir un esfuerzo mínimo axial a la compresión de 0.49 MPa (5 kg/cm²).

Materiales:

Marco de carga rígido, cilindro hidráulico, soporte metálico, manómetro, perfil de acero, deformímetros, barra metálica, pedestal rígido, estructura de seguridad.

Descripción de la actividad:

Se aplicó una precarga de un 5% de la carga máxima esperada para acomodo del sistema de prueba.

- Se colocó la probeta en el marco de carga con elementos de seguridad apropiados.
- Se puso el perfil de acero para distribución de carga entre la probeta y el dispositivo de presión hidráulica, el cual se ubicó en un soporte metálico para sujetarlo y evitar movimientos laterales, permitiendo que la aplicación de la carga se transmita uniformemente sobre el eje longitudinal de la probeta.
- Se instaló un deformímetro mecánico en la barra metálica y otro sobre la otra superficie lateral a la que fue colocado el deformímetro mecánico anterior, apoyando su vástago al centro geométrico de la probeta, utilizando para esto el pedestal rígido para sujetarlo, para verificar los pandeos laterales que se puedan presentar.
- Cuando se presenten efectos de pandeo por esbeltez excesiva del panel, la carga crítica de pandeo no deberá ser menor que el 90% de la carga máxima de diseño.

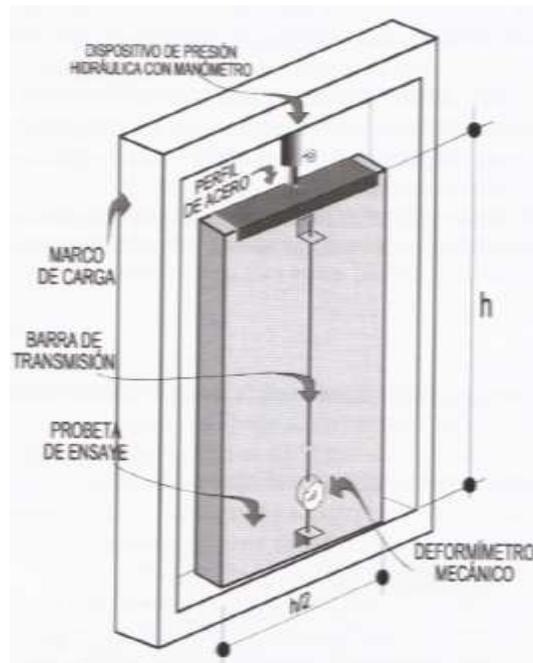


Fig. 4 Croquis del método de prueba de resistencia a la compresión simple.
Fuente: NMX-C-405-1997-ONNCCEE

3.2.2 Prueba de resistencia bajo carga lateral según la NMX-C-405-1997-ONNCCEE.

Objetivo: Los paneles estructurales Tipo I deben tener una resistencia mínima al cortante de 0.098 MPa, o bien resistir una carga lateral de 1.5 ton. por cada m. actuando simultáneamente con la carga vertical de servicio.

Materiales: Marco de carga rígido, cilindro hidráulico, soporte metálico, manómetro, perfil de acero, deformímetros, barra metálica, pedestal rígido, estructura de seguridad.

Descripción de la actividad:

- Se instalaron las barras metálicas para transmitir deformaciones a los deformímetros mecánicos, sobre las diagonales de las superficies laterales. Los puntos de medición se ubicaron a 5 cm de las esquinas diagonalmente opuestas.
- Se colocaron los deformímetros mecánicos sobre las barras metálicas para transmisión de deformaciones.
- Se aplicó la carga de servicio.
- Se colocó la placa de acero para distribución de carga lateral entre la probeta y el dispositivo de presión hidráulica.

Se empleó la carga lateral en forma constante, mediante el cilindro de presión hidráulica, registrando las deformaciones en por lo menos 5 intervalos de carga, siendo indispensable obtener la máxima carga aplicada y la deformación generada.

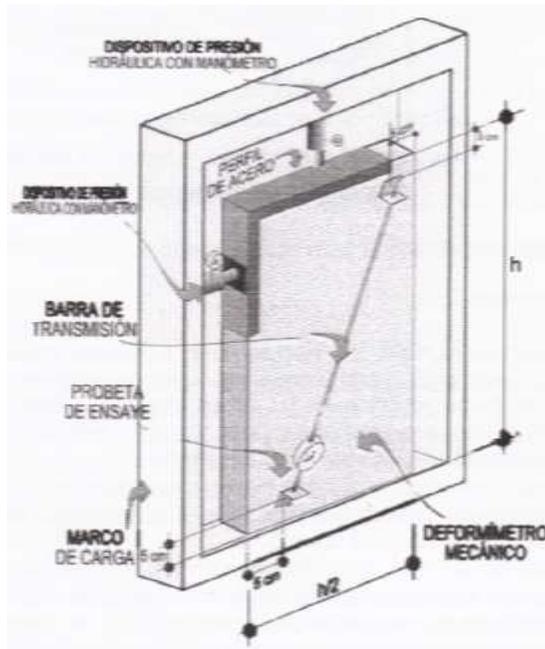


Fig. 5 Croquis del método de prueba de resistencia bajo carga lateral.
Fuente: NMX-C-405-1997-ONNCCE

3.2.3 Resistencia al fuego con base a la NMX-C-405-1997-ONNCCE.

Objetivo: Los paneles estructurales Tipo I para uso en las edificaciones de riesgo menor deben cumplir con la resistencia al fuego de una hora como mínimo, sin producir flama, humo o gases tóxicos a una temperatura mínima de 823 K (550°C).

Materiales: Cámara de fuego cuyo material sea gas natural o gas metano de uso doméstico de calidad uniforme, instrumento de medición de temperatura con un rango de 0 a 1000 °C, material necesario para garantizar un sello entre la probeta y la cámara de fuego.

Descripción de la actividad:

- Se colocó la probeta dentro de la cámara de fuego sobre los soportes perimetrales sellando posteriormente con un mortero, de preferencia refractario, todo el perímetro de la probeta en contacto con las paredes de la cámara de fuego, realizando esta operación lo mas rápido posible.
- Se tapó la cámara de fuego, cubriendo la probeta y el instrumento de medición de temperatura y se mantuvo durante 120s \pm 15 s la flama de piloto de la hornilla de ignición, previo a la aplicación de la flama de prueba.
- Se elevó la temperatura de cámara de fuego de tal manera que se alcancen 823 K (550°C) en 10 min. la cual como mínimo se mantuvo durante una hora.
- Se retiró la probeta de ensaye de la cámara de fuego y se procedió a ensayar a comprensión simple una vez que alcanzó la temperatura ambiente,



Se vigiló la aplicación de la prueba cada 10 min. la primera hora y cada 15min. para las horas subsecuentes.

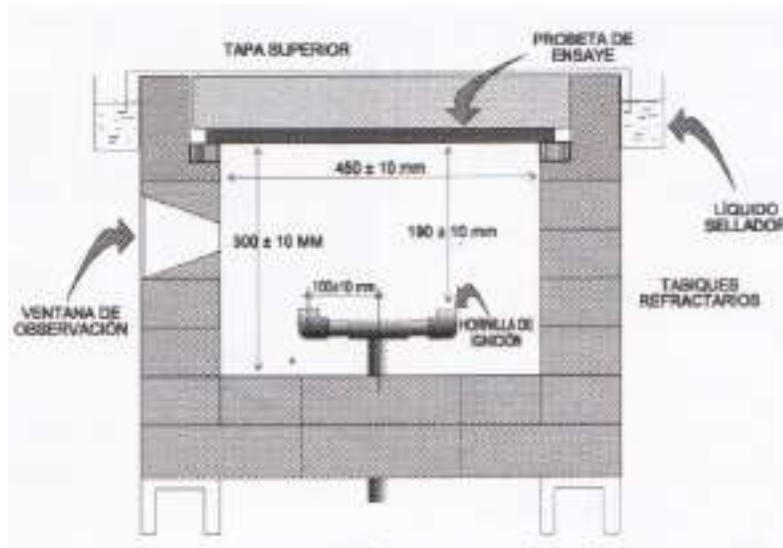


Fig. 6 Croquis de la cámara de fuego
Fuente: NMX-C-405-1997-ONNCCE

3.2.4 Resistencia al impacto en muros en base a la NMX-C-405-1997-ONNCCE

Objetivos: Los paneles estructurales Tipo I deben resistir un impacto provocado por una masa de 50 kg. Suspendida en forma de péndulo a una altura de 2.20 m y un ángulo de 45°, conservando su integridad estructural, una deflexión no mayor a 10 mm al impacto y recuperarse de su deformación al 100% después del mismo.

Materiales: Marco rígido de soporte, Canales de acero, instrumento de impacto, hecho con un saco de cuero o cualquier otro material resistente relleno de municiones de plomo de 2.4 mm de diámetro; deflectómetro o equipo similar para medir la deflexión y un marco rígido de soporte.

Descripción de la actividad:

- Se colocó en posición vertical la probeta y se sujetó.
- Para muros simétricos, la carga de impacto se aplica a la cara exterior. Para muros asimétricos, se prueban ambos lados.
- Se aplicó una carga de impacto sobre la unión de los paneles soltando el saco a una altura de 2.20 m y un ángulo de 45°, posteriormente se repite la misma operación aplicando la carga de impacto al centro de uno de los paneles.

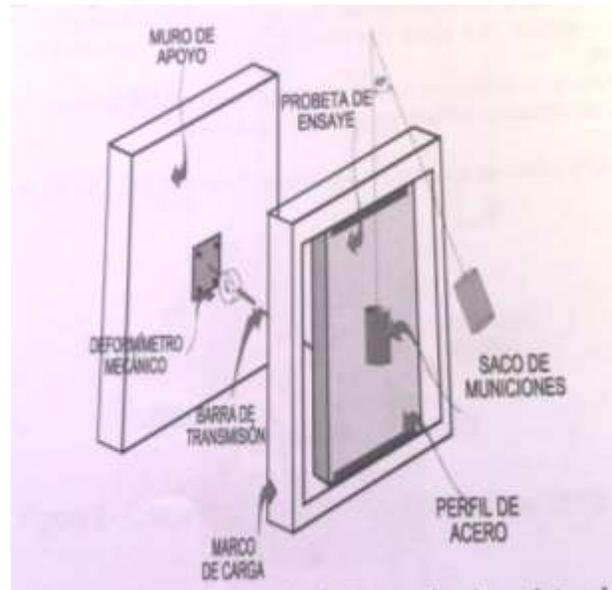


Fig. 7 Croquis del método de prueba de resistencia al impacto en paneles tipo I.
Fuente: NMX-C-405-1997-ONNCCE

3.2.5 Resistencia a carga uniformemente repartida actuando perpendicular al plano en base a la MNX-C-405-1997-ONNCCE

Objetivo: Los paneles deben de resistir una carga de 100 kg/m^2 , sin rebasar una flecha de $L/360$, donde L es la longitud del claro mayor, y recuperarse de su deformación al retirar la carga.

Materiales: Marco de carga que permita apoyar perimetralmente al espécimen de prueba, taras de material rígido y durable, deformímetro mecánico con precisión de 0,0254 m, pedestal rígido.

Descripción de las actividades:

- Se colocó la probeta sobre el marco en posición horizontal perimetralmente apoyada, posterior mente se instaló el deformímetro mecánico debajo de la probeta, apoyando su vástago al centro geométrico de la probeta, utilizando para esto el pedestal rígido para sujetarlo.
- Se le aplico la carga, distribuyendo simétricamente las taras de concreto sobre la probeta de los extremos al centro, hasta llegar a la carga total que por área deba de soportar la probeta.
- Se fue registrando la deformación inicial obtenida al final de la aplicación de la carga total y después de haber dejado transcurrir 24 h.
- Se descarga la probeta de las taras y se registra la deformación remanente obtenida, después de haber dejado transcurrir otras 24 h.

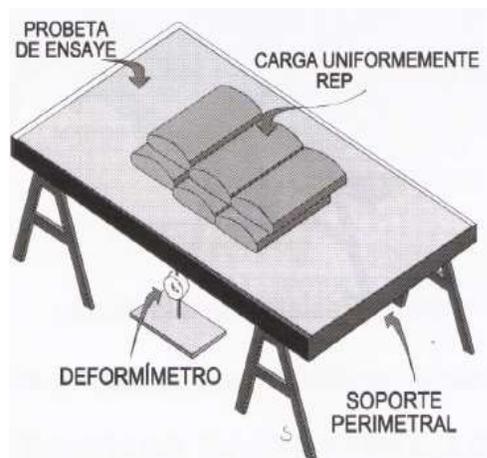


Fig. 8 Resistencia a carga uniformemente repartida actuando perpendicular al plano
Fuente: NMX-C-405-1997-ONNCCE

3.2.6 Resistencia al impacto en losas y uniones en base a la NMX-C-405-1997-ONNCCE

Objetivo: Los paneles estructurales Tipo II deben resistir las cargas totales de diseño (Cargas de servicio multiplicadas por el factor de carga correspondiente). Aplicadas perpendicularmente al plano de la losa.

Materiales: Soporte, rodillos de acero, instrumento de impacto, deflectómetro o equipo similar para medir la deflexión, y soporte metálicos.

Descripción de las actividades:

Se registró la deformación remanente obtenida, después de haber dejado transcurrir 24 h.

- Se colocó la probeta sobre las estructuras trapezoidales de acero, en posición horizontal con relación a su eje longitudinal, de tal forma que sus extremos quedaran libremente apoyados.
- Se colocó el deformímetro mecánico debajo de la probeta, apoyando su vástago al centro geométrico de la probeta, utilizando para esto el pedestal rígido para sujetarlo.
- Se aplicó la carga, distribuyendo simétricamente las taras de concreto sobre la probeta de los extremos al centro, hasta llegar a la carga total que por área soportó la probeta.
- Se registró la deformación inicial obtenida al final de la aplicación de la carga total y después de haber dejado transcurrir 24 h.
- Se descargó la probeta de las taras.



Fig. 9 Resistencia al impacto en pánels tipo II
Fuente: NMX-C-405-1997-ONNCCE

3.2.7 Resistencia a la flexión en pánels tipo II en base a la NMX-C-405-1997-ONNCCE

Objetivo: Los pánels tipo II así como sus uniones, deben de resistir las cargas totales de diseño, aplicadas perpendicularmente al plano de la losa, sin rebasar una flecha de $L/360$, donde L es la longitud del claro mayor y recuperarse de su deformación al retirar la carga.

Materiales: Marco de carga que permita apoyar perimetralmente al espécimen de prueba, taras de material rígido y durable, deformímetro mecánico con precisión de $0,0254$ m, pedestal rígido.

Descripción de las actividades:

- Se colocó la probeta sobre el marco en posición horizontal perimetralmente apoyada, posterior mente se instaló el deformímetro mecánico debajo de la probeta, apoyando su vástago al centro geométrico de la probeta, utilizando para esto el pedestal rígido para sujetarlo.
- Se le aplico la carga, distribuyendo simétricamente las taras de concreto sobre la probeta de los extremos al centro, hasta llegar a la carga total que por área deba de soportar la probeta.
- Se fue registrando la deformación inicial obtenida al final de la aplicación de la carga total y después de haber dejado transcurrir 24 h.



- Se descarga la probeta de las taras y se registra la deformación remanente obtenida, después de haber dejado transcurrir otras 24 h.



Fig. 10 Resistencia a la flexión en pánels tipo II
Fuente: NMX-C-405-1997-ONNCCE

3.3 Análisis y diseño estructural.

3.3.1 Plano arquitectónico de una casa de interés social.

Materiales: Computadora, libreta de apuntes para apoyo.

Descripción de la actividad: Con ayuda de una laptop y el software AutoCAD se elaboró el dibujo de una casa habitación de interés social, totalmente inédito.

Nota: La solución propuesta es con marcos de concreto reforzado.

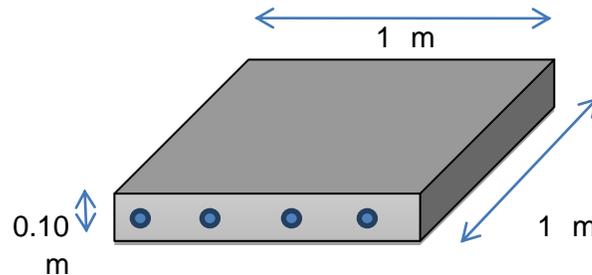
La relación entre la dimensión transversal mayor de una columna y la menor no excederá de 4. La dimensión transversal mínima será por lo menos igual a 200 mm. (NTC-2004)

El diseño estructural en esta investigación da una dimensión transversal de 150 mm, para fines de este estudio no se le modifica ya que el propósito es comparar el impacto económico, y sobre todo el peso de la estructura entre el sistema tradicional y el sistema innovador de pánels estructurales a base de EPS de reuso, utilizados en muros y losas, aplicado en una vivienda de interés social, ya que en construcciones de mayor tamaño superará el mínimo que las NTC-2004 exige, y el impacto económico seguirá siendo el mismo porcen



3.3.2 Bajadas de carga

3.3.2.1 Losa maciza



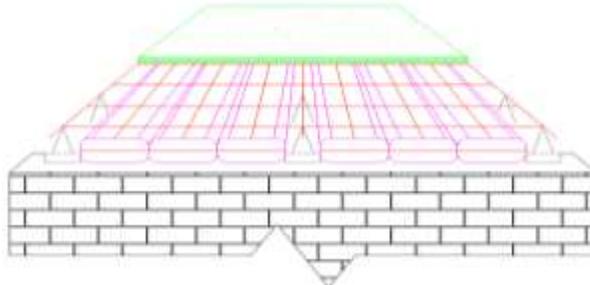
Carga Muerta (CM)		
Peso propio de la losa	= (1 m X 1m X 0.10 m X 2400 kg/m ³)	= 240 kg/m ²
Relleno		= 30 kg/m ²
Impermeabilizante		= 10 kg/m ²
Plafón		= 15 kg/m ²
Carga adicional (Art. 202 del RCMC)		= 40 kg/m ²
Instalaciones		= 15 kg/m ²
	ΣCM	= 350 kg/m²

Carga Viva (CV)		
Cubierta y azoteas con pendiente no mayor al 5 %		= 100 kg/m ²
	ΣCV	= 100 kg/m²

Carga de Servicio (Ws)		
Ws= CM + CV		= 450 kg/m ²



3.3.2.2 Peso de losa SIPPAA



Carga Muerta (CM)	
Peso propio de la losa (SIPPAA)	= 120 kg/m ²
Relleno	= 3.4 kg/m ²
Impermeabilizante	= 10 kg/m ²
Plafón	= 15 kg/m ²
Carga adicional (Art. 202 del RCMC)	= 40 kg/m ²
Instalaciones	= 15 kg/m ²
	∑CM = 203 kg/m²

Carga Viva (CV)	
Cubierta y azoteas con pendiente no mayor al 5 %	= 100 kg/m ²
	∑CV = 100 kg/m²

Carga de Servicio (Ws)	
Ws= CM + CV	= 303 kg/m ²



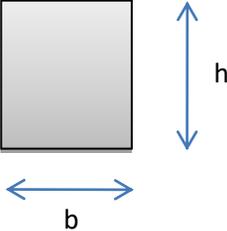
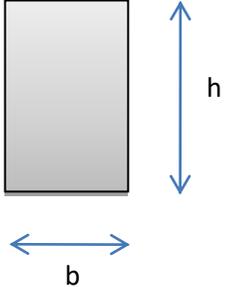
3.3.2.3 Peso de cubierta

Carga Muerta (CM)		
Peso propio de la cubierta	=	24 kg/m ²
Instalaciones	=	15 kg/m ²
	Σ CM =	39 kg/m ²

Carga Viva (CV)		
Cubierta y azoteas con pendiente mayor al 5 %	=	40 kg/m ²
	Σ CV =	40 kg/m ²

Carga de Servicio (Ws)		
Ws= CM + CV	=	79 kg/m ²

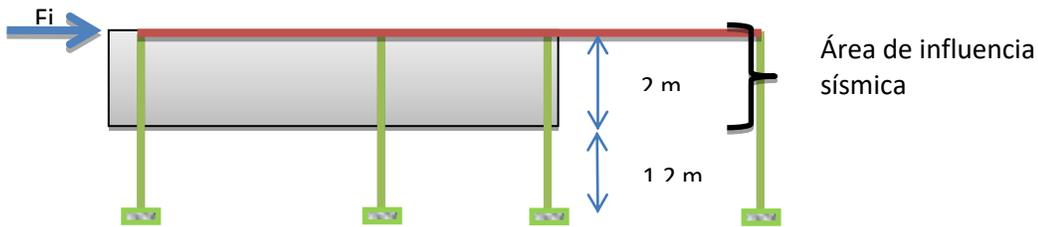
3.3.2.4 Determinación del peso total de la estructura.

Datos		
Peso volumétrico del concreto reforzado	=	2400 kg/m ³
Fc	=	1.1
Peso de 1m ² de muros SIPPAA	=	66.46 kg/m ²
Peso de 1m ² de muro de block	=	180 kg/m ²
Peso de 1 l de agua	=	1 kg/l
Castillos		
h=	15 cm	
b=	15 cm	
Ix =Iy=	4218.75 cm ⁴	
Peso/ml=	54 kg/ml	
	1.00 l	
Dalas		
h=	25 cm	
b=	15 cm	
Ix =	19531.25 cm ⁴	
Iy=	7031.25 cm ⁴	
Peso/ml=	90 kg/ml	
	4.63 l	

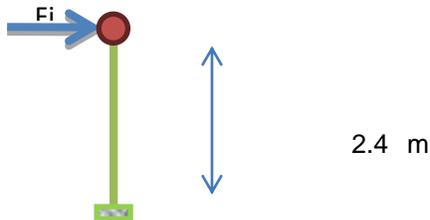


El criterio que se tomó para el análisis sismorresistente es el siguiente:

Estructura real

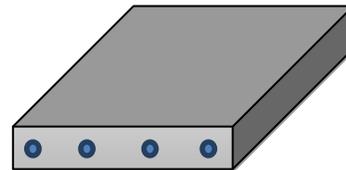


Estructura idealizada



Determinación del peso de la losa maciza

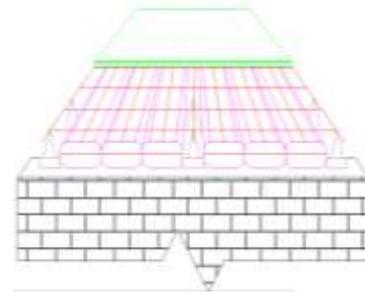
Datos		
L1=		1.35 m
L2=		2.4 m
$A_{\text{losa Maciza}}=$	$1.35 \text{ m} (2.4 \text{ m})=$	3.24 m^2
$W_s=$		420 kg/m^2
W=	$3.24 \text{ m}^2 (420 \text{ kg/m}^2)=$	1360.8 kg





Determinación del peso de la losa SIPPAA

Datos		
L1=		3.8 m
L2=		8.75 m
A _{T de losas} =	3.8 m (8.75 m)=	33.25 m ²
A _{losa maciza} =	1.35 m (2.4 m)=	3.24
A _{PANELES SIPPAA} .=	33.25 m ² - 3.24 m ² =	30.01 m ²
Ws=		273.4 kg/m ²
W=	3.24 m ² (273.4 kg/m ²)=	8204.734 kg

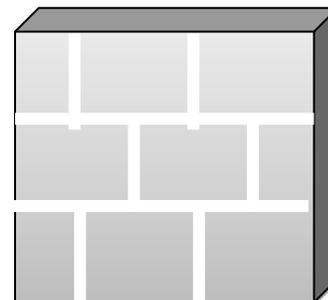


Determinación del peso de la cubierta

Datos		
L1=		4.12 m
L2=		8.75 m
A _{losa Mácula} =	4.12 m (8.75 m)=	36.05 m ²
Ws=		59 kg/m ²
W=	36.05 m ² (59 kg/m ²)=	2126.95 kg

Determinación del peso del muro de block

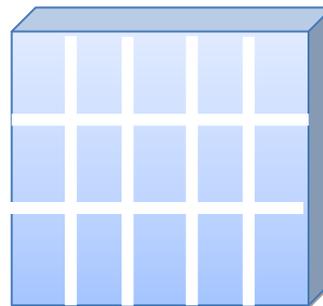
Datos		
L1=		1.2 m
L2=		8.75 m
A _{muro block} =	1.2 m (8.75 m)=	10.5 m ²
Peso de 1m ² =		180 kg/m ²
W=	10.5 m ² (180kg/m ²)=	1890 kg





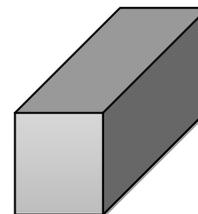
Determinación del peso del muro SIPPAA

Datos		
L1=		1.2 m
L2=		54.75 m
A _{muro SIPPAA} =	1.2 m (54.75 m)=	65.7 m ²
Peso de 1m ² =		66.46 kg/m ²
W=	65.7 m ² (66.46 kg/m ²)=	4366.422 kg



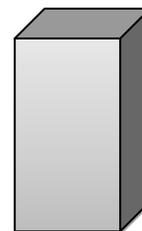
Determinación del peso de dalas

Datos		
L=	2(8.75 m)+3(6.6 m)+11.4 m	48.7 m
Peso por ml=		90 kg/m
W=	48.7 m (90 kg/m)	4383 kg



Determinación del peso castillos

Datos		
L=	8(2.4 m)+5(1.2 m)=	25.2 m
Peso por ml=		54 kg/m
W=	25.2 m (54 kg/m)	1360.8 kg



Determinación del peso del tinaco.

Datos		
Capacidad=		750 l
Peso /l de agua		1 kg/l
W=	750 l (1 kg/l) + 50 kg	800 kg



Σ WTOTAL=

24492.71 kg



$$\begin{aligned} \Sigma W &= 24.49 \text{ ton} \\ \Sigma Wu &= 1.1 (31.94 \text{ ton}) = 26.94 \text{ ton} \end{aligned}$$

3.3.3 Determinación del cortante por el método estático

Datos	
Terrano tipo B - II	
C=	0.30
Ta=	0.30
Tb=	1.50
r =	2/3
Q =	2

Donde:
 Cs = Coeficiente sísmico basal
 Vs = Cortante basal

$$Cs = \frac{C}{Q} = \frac{0.30}{2} = 0.15$$

$$Vs = Cs (\Sigma Wu) = 0.15 (26.94 \text{ ton}) = 4.041$$

Nivel (m)	hi (m)	Wi (ton)	Wi * hi (ton-m)	Fi (ton)	Vi (ton)
1	2.4	26.94	64.66	4.041	4.041

$$\begin{aligned} \Sigma Wi * hi \\ = 64.66 \end{aligned}$$

$$Fi = \frac{Wi * hi}{\Sigma Wi * hi} (Vs) = \frac{64.66}{64.66} [4.041] = 4.041 \text{ ton}$$



Para el eje B

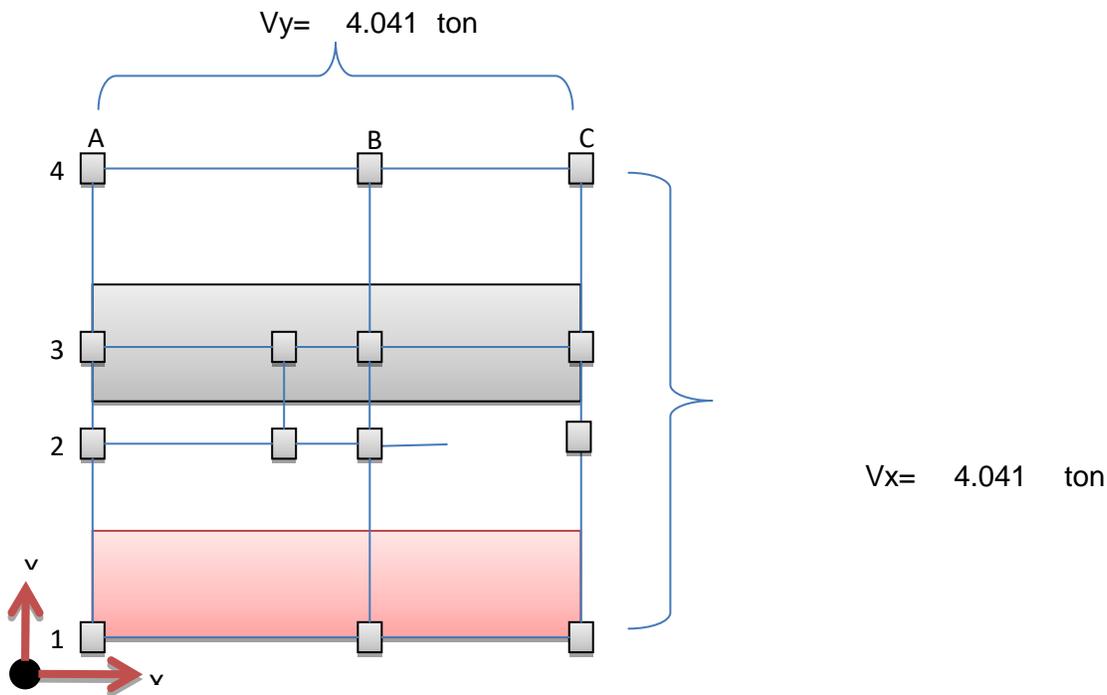
Si $V_y = 4.041 \text{ ton}$ 6.9 m
 $V_{yB} = ? \text{ ton}$ 3.45 m
 $V_{yB} = 2.021 \text{ ton}$

Para el eje C

Si $V_y = 4.041 \text{ ton}$ 6.9 m
 $V_{yC} = ? \text{ ton}$ 1.575 m
 $V_{yC} = 0.922 \text{ ton}$

$$V_y = V_{yA} + V_{yB} + V_{yC} = 1.098 \text{ ton} + 2.021 \text{ ton} + 0.922 \text{ ton} = 4.041 \text{ ton}$$

En el sentido X



Ejes	Longitud
1 - 2	3.75 m
2 - 3	1.35 m
3 - 4	2.55 m



Para el eje

1

Si $V_x =$	4.041 ton	7.65 m
$V_{x1} =$? ton	1.875 m
$V_{x1} =$	0.991 ton	

Para el eje

2

Si $V_x =$	4.041 ton	7.65 m
$V_{x2} =$? ton	2.55 m
$V_{x2} =$	1.347 ton	

Para el eje

3

Si $V_x =$	4.041 ton	7.65 m
$V_{x3} =$? ton	1.95 m
$V_{x3} =$	1.030 ton	

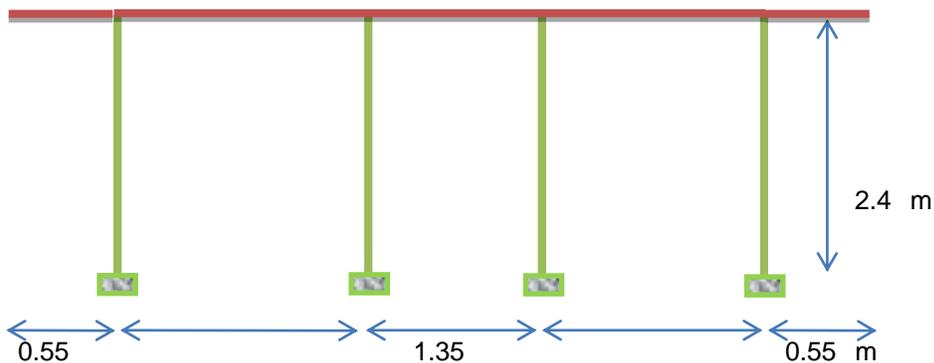
Para el eje

4

Si $V_y =$	4.041 ton	7.65 m
$V_{y4} =$? ton	1.275 m
$V_{y4} =$	0.674 ton	

$$V_x = V_{x1} + V_{x2} + V_{x3} + V_{x4c} = 0.991 \text{ ton} + 1.347 \text{ ton} + 1.030 \text{ ton} + 0.674 = 4.041 \text{ ton}$$

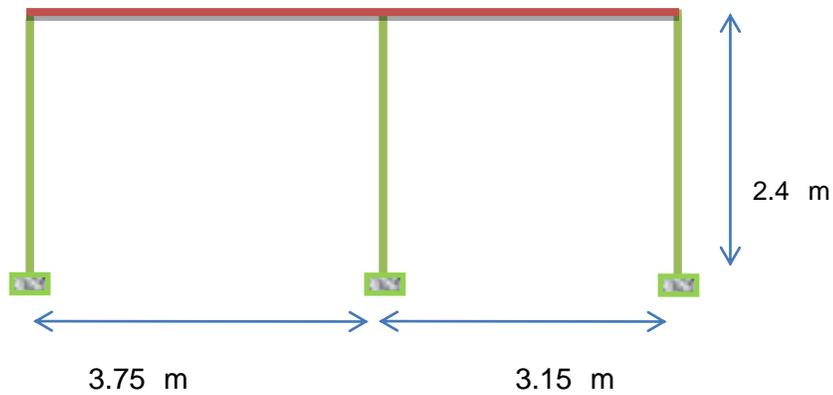
Marco Ejes A, B y C



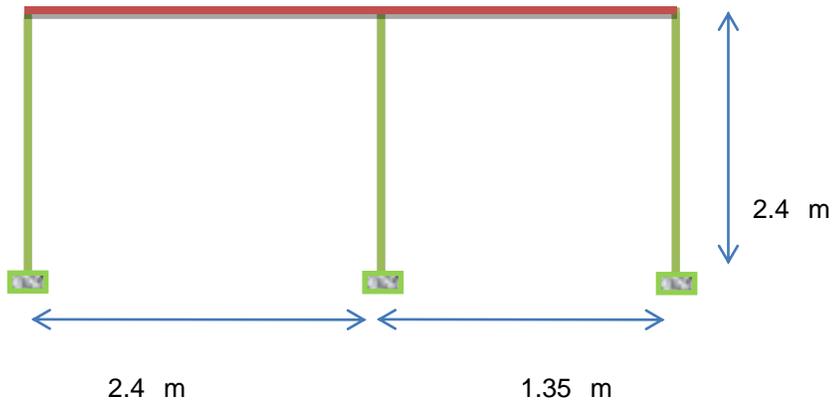


m 3.75 m m 2.55 m

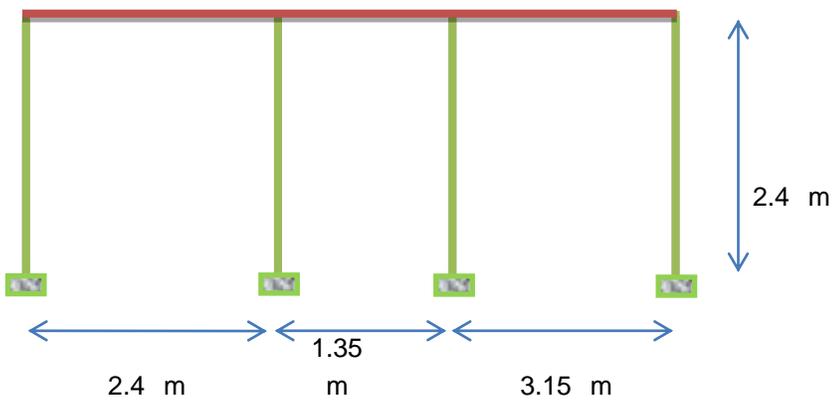
Marco Ejes 1 y 4



Marco Eje 2



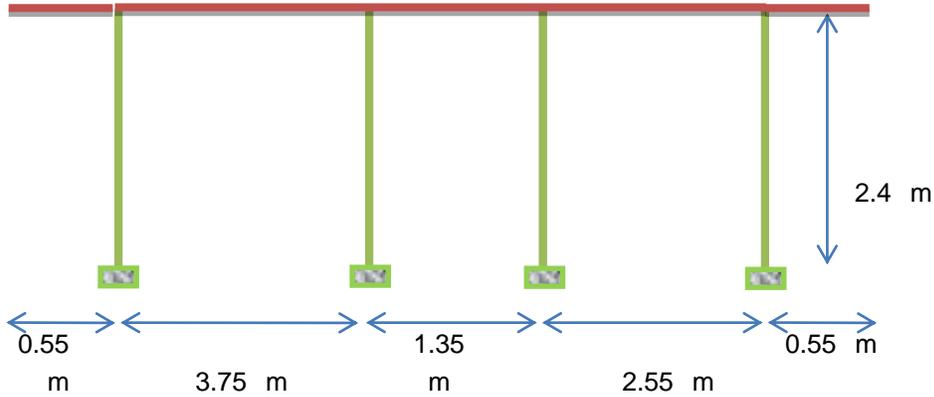
Marco Eje 3





Determinación De Las Cargas

Marco Eje A



W₁₋₂

Datos	
Sist. Paneles para losa	
L1 =	3.75 m
L2 =	3.75 m
A _T =	$((3.75 \text{ m} \times 3.75 \text{ m})/2) = 7.031 \text{ m}^2$
Ws=	303.4 kg/m ²
Muros SIPPAA	
L1 =	1.2 m
L2 =	3.75 m
A =	$(1.2 \text{ m} \times 3.75 \text{ m}) = 4.500 \text{ m}^2$
WsSIPPAA _{m²} =	66.46 kg/m ²
Dala	
Peso/ml	90 kg/m
W1-2=	1034.0778 kg/m



W₂₋₃

Datos	
Losas Másciza	
L1 =	0.675 m
L2 =	1.35 m
A _T =	$((0.675 \text{ m} \times 1.35 \text{ m})/2) = 0.456 \text{ m}^2$
Ws=	450 kg/m ²
Muros SIPPAA	
L1 =	1.2 m
L2 =	1.35 m
A =	$(1.2 \text{ m} \times 1.35 \text{ m}) = 1.620 \text{ m}^2$
WsSIPPAA _{/m²} =	66.46 kg/m ²
Dala	
Peso/ml	90 kg/m
Tinaco	148.15 kg/m

$$W_{2-3} = 657.6878 \text{ kg/m}$$

W₃₋₄

Datos	
Sist. Paneles para losa	
L1 =	2.55 m
L2 =	3.75 m
A _T =	$((2.55 \text{ m} \times 3.75 \text{ m})/2) = 4.781 \text{ m}^2$
Ws=	303.4 kg/m ²
Muros SIPPAA	
L1 =	1.2 m
L2 =	2.55 m
A =	$(1.2 \text{ m} \times 2.55 \text{ m}) = 3.060 \text{ m}^2$
WsSIPPAA _{/m²} =	66.46 kg/m ²
Dala	
Peso/ml	90 kg/m

$$W_{3-4} = 1034.0778 \text{ kg/m}$$



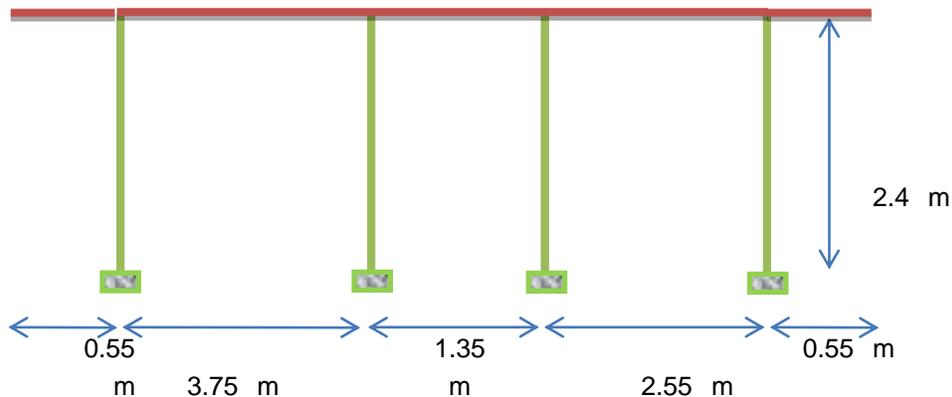
$W_{volados}$

Datos	
Sist. Peneles para losa	
L1 =	0.55 m
L2 =	3.75 m
$A_T = ((0.55 \text{ m} \times 3.75 \text{ m})/2) =$	1.031 m ²
$W_s =$	303.4 kg/m ²
Muros SIPPAA	
L1 =	0.55 m
L2 =	1.2 m
$A = (0.55 \text{ m} \times 1.2 \text{ m}) =$	0.660 m ²
$W_{sSIPPAA/m^2} =$	66.46 kg/m ²
Dala	
Peso/ml	90 kg/m

$$W_{3-4} = 1034.0778 \text{ kg/m}$$

Nota: Estas cargas W están afectadas por el factor de carga (F_c) = 1.4

Marco Eje B





W₁₋₂

Datos	
Sist. Paneles para losa	
L1 =	3.75 m
L2 =	3.75 m
A _T =	$((3.75 \text{ m} \times 3.75 \text{ m})/2) = 7.031 \text{ m}^2$
Ws=	303.4 kg/m ²
Sist. De Cubierta	
L1 =	4.12 m
L2 =	3.75 m
A _T =	$((4.12 \text{ m} \times 3.75 \text{ m})/2) = 7.725 \text{ m}^2$
Ws=	79 kg/m ²
Muros De Block	
L1 =	1.2 m
L2 =	3.75 m
A =	$(1.2 \text{ m} \times 3.75 \text{ m}) = 4.500 \text{ m}^2$
Block _{/m²} =	180 kg/m ²
Dala	
Peso/ml	90 kg/m
W1-2=	1224.825 kg/m

W₂₋₃

Datos	
Sist. Paneles para losa	
L1 =	0.675 m
L2 =	1.35 m
A _T =	$((0.675 \text{ m} \times 1.35 \text{ m})/2) = 0.456 \text{ m}^2$
Ws=	303.4 kg/m ²
Sist. De Cubierta	
L1 =	1.35 m
L2 =	4.12 m
A _T =	$((1.35 \text{ m} \times 4.12 \text{ m})/2) = 2.781 \text{ m}^2$
Ws=	79 kg/m ²
Muros De Block	
L1 =	1.2 m
L2 =	1.35 m
A =	$(1.2 \text{ m} \times 1.35 \text{ m}) = 1.620 \text{ m}^2$
WsSIPPA _{/m²} =	180 kg/m ²
Dala	
Peso/ml	90 kg/m
W ₂₋₃ =	571.7565 kg/m



W₃₋₄

Datos	
Sist. Paneles para losa	
L1 =	2.55 m
L2 =	3.75 m
A _T =	((2.55 m X 3.75 m)/2) = 4.781 m ²
Ws=	303.4 kg/m ²
Sist. De Cubierta	
L1 =	2.55 m
L2 =	4.12 m
A _T =	((1.35 m X 4.12 m)/2) = 5.253 m ²
Ws=	79 kg/m ²
Muros De Block	
L1 =	1.2 m
L2 =	2.55 m
A =	(1.2 m X 2.55 m)= 3.060 m ²
WsBlock _m ² =	180 kg/m ²
Dala	
Peso/ml	90 kg/m
W ₃₋₄ =	1224.825 kg/m

W_{volados}

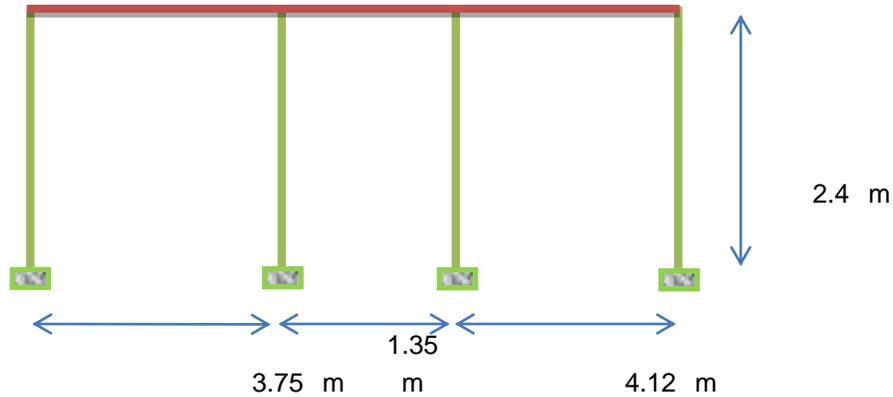
Datos	
Sist. Paneles para losa	
L1 =	0.55 m
L2 =	3.75 m
A _T =	((0.55 m X 3.75 m)/2) = 1.031 m ²
Ws=	303.4 kg/m ²
Sist. De Cubierta	
L1 =	0.55 m
L2 =	4.12 m
A _T =	((0.55 m X 4.12 m)/2) = 1.133 m ²
Ws=	79 kg/m ²
Muros De Block	
L1 =	0.55 m
L2 =	1.2 m
A =	(0.55 m X 1.2 m)= 0.660 m ²
WBlock _m ² =	180 kg/m ²
Dala	
Peso/ml	90 kg/m
W ₃₋₄ =	1224.825 kg/m

Nota: Estas cargas W están afectadas por el factor de carga (Fc) = 1.4



Determinación De Las Cargas

Marco Eje C



W₁₋₂

Datos	
Sist. De Cubierta	
L1 =	4.12 m
L2 =	4.3 m
A _T =	$((4.12\text{m} \times 4.3\text{ m})/2) =$ 8.858 m ²
Ws=	79 kg/m ²
Dala	
Peso/ml	90 kg/m
W1-2=	387.252 kg/m

W₂₋₃

Datos	
Sist. De Cubierta	
L1 =	1.35 m
L2 =	4.12 m
A _T =	$((1.35\text{ m} \times 4.12\text{ m})/2) =$ 2.781 m ²
Ws=	79 kg/m ²
Dala	
Peso/ml	90 kg/m
W ₂₋₃ =	353.836 kg/m



W₃₋₄

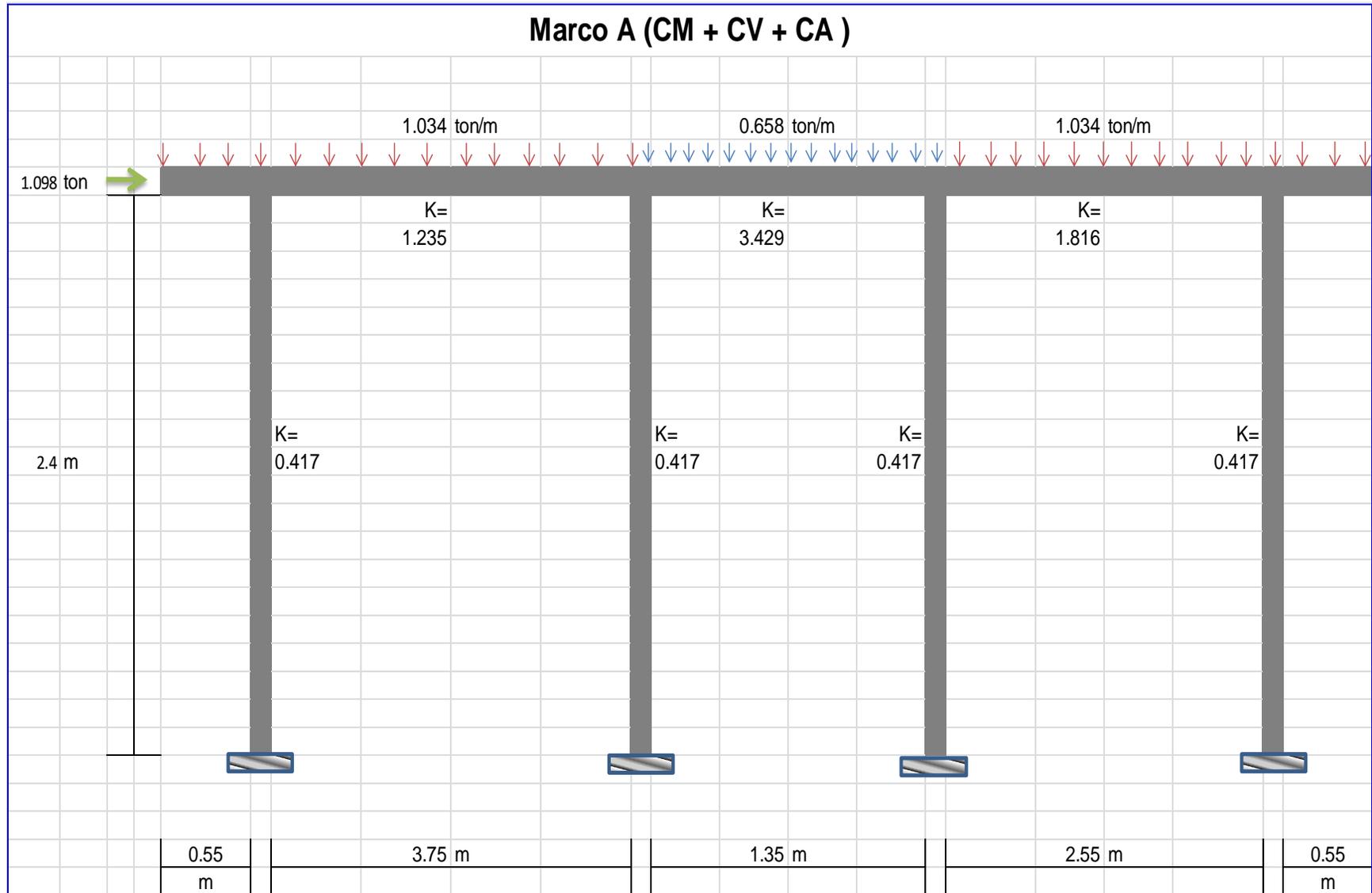
Datos	
Sist. De Cubierta	
L1 =	3.1 m
L2 =	4.12 m
A _T =	((1.35 m X 4.12 m)/2) = 6.386 m ²
Ws=	79 kg/m ²
Dala	
Peso/ml	90 kg/m
W ₃₋₄ =	297.43 kg/m

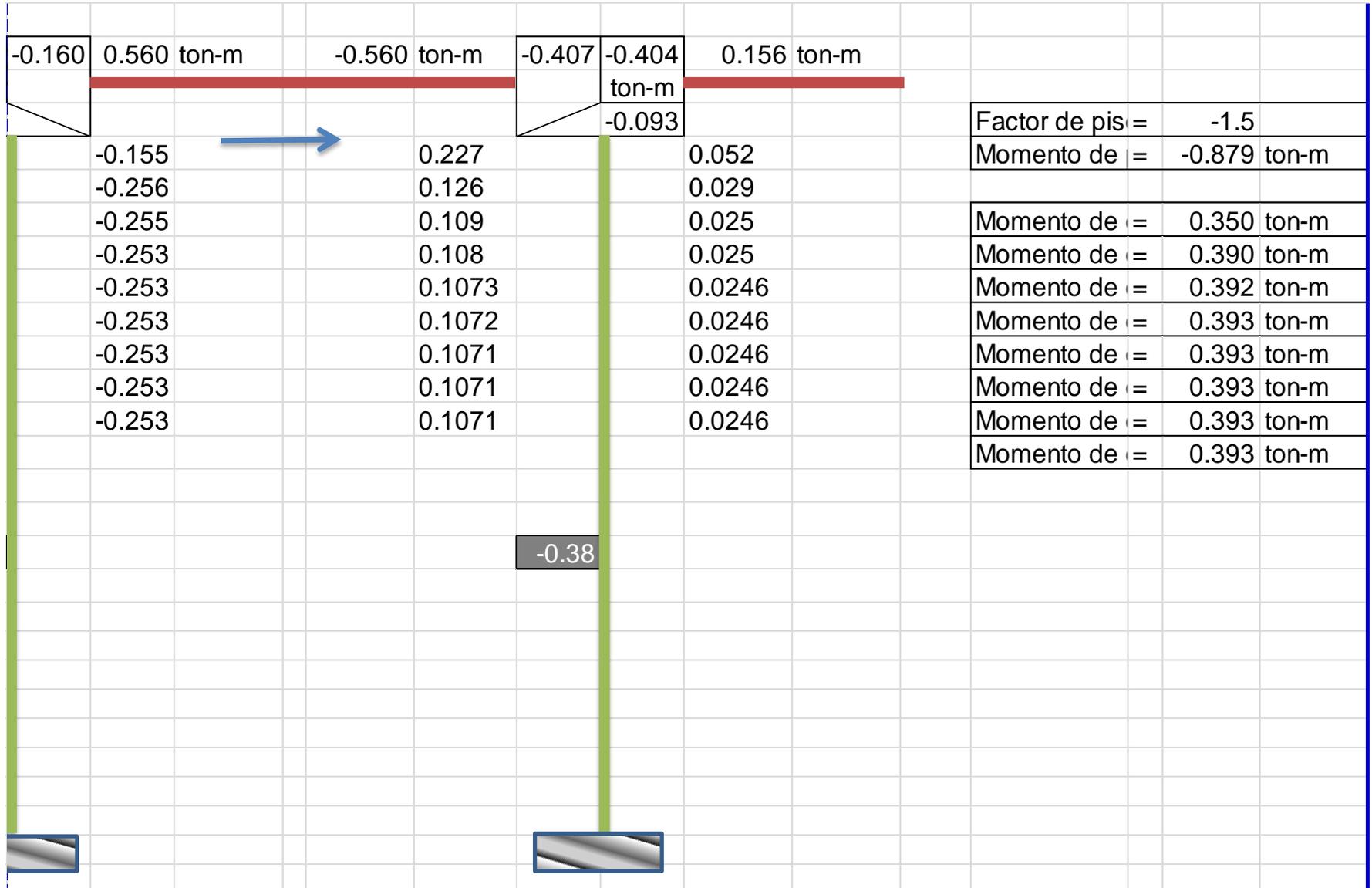
Nota: Estas cargas W están afectadas por el factor de carga (Fc) = 1.4



3.3.4

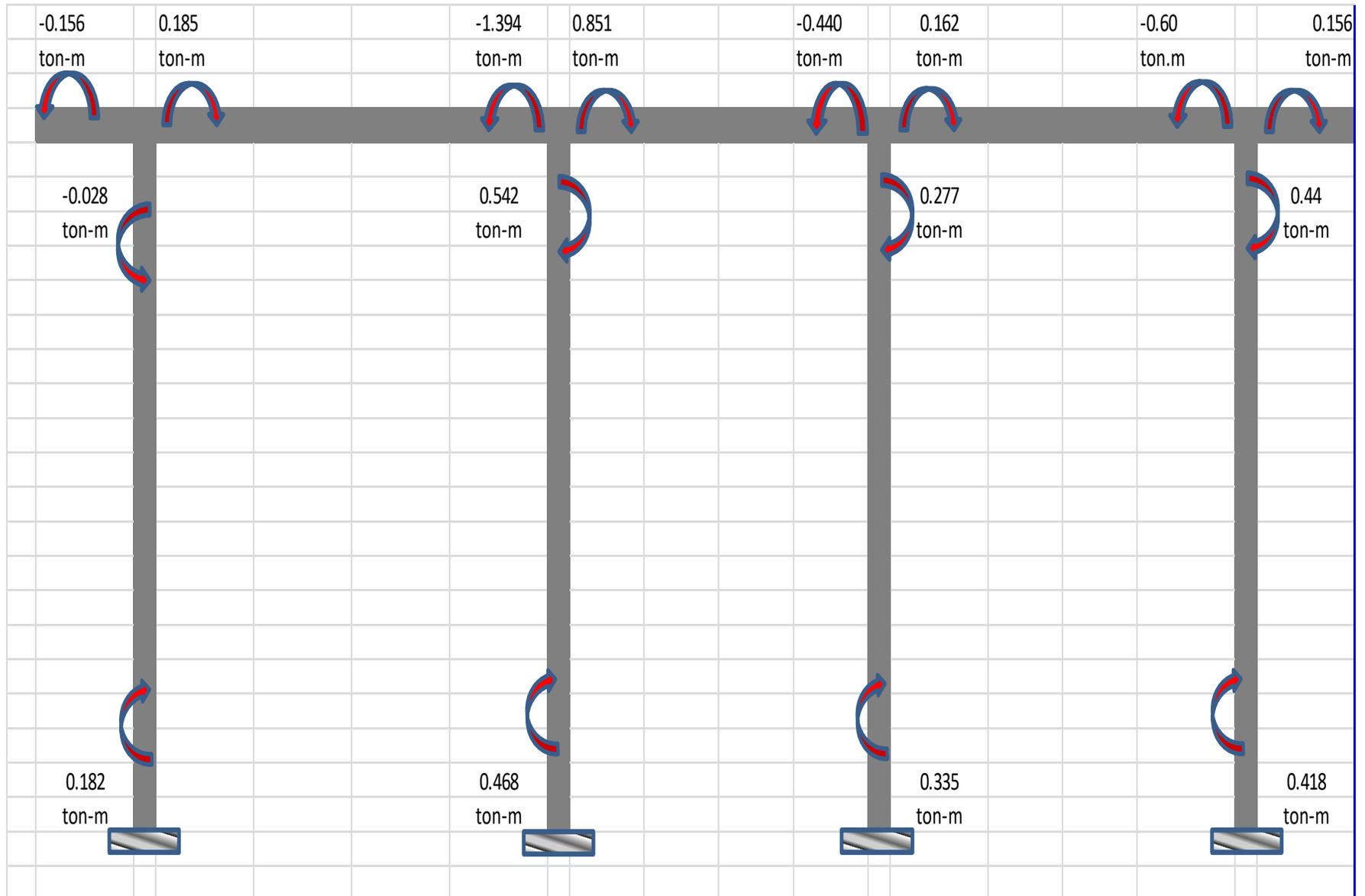
Corrección de momentos en el marco A





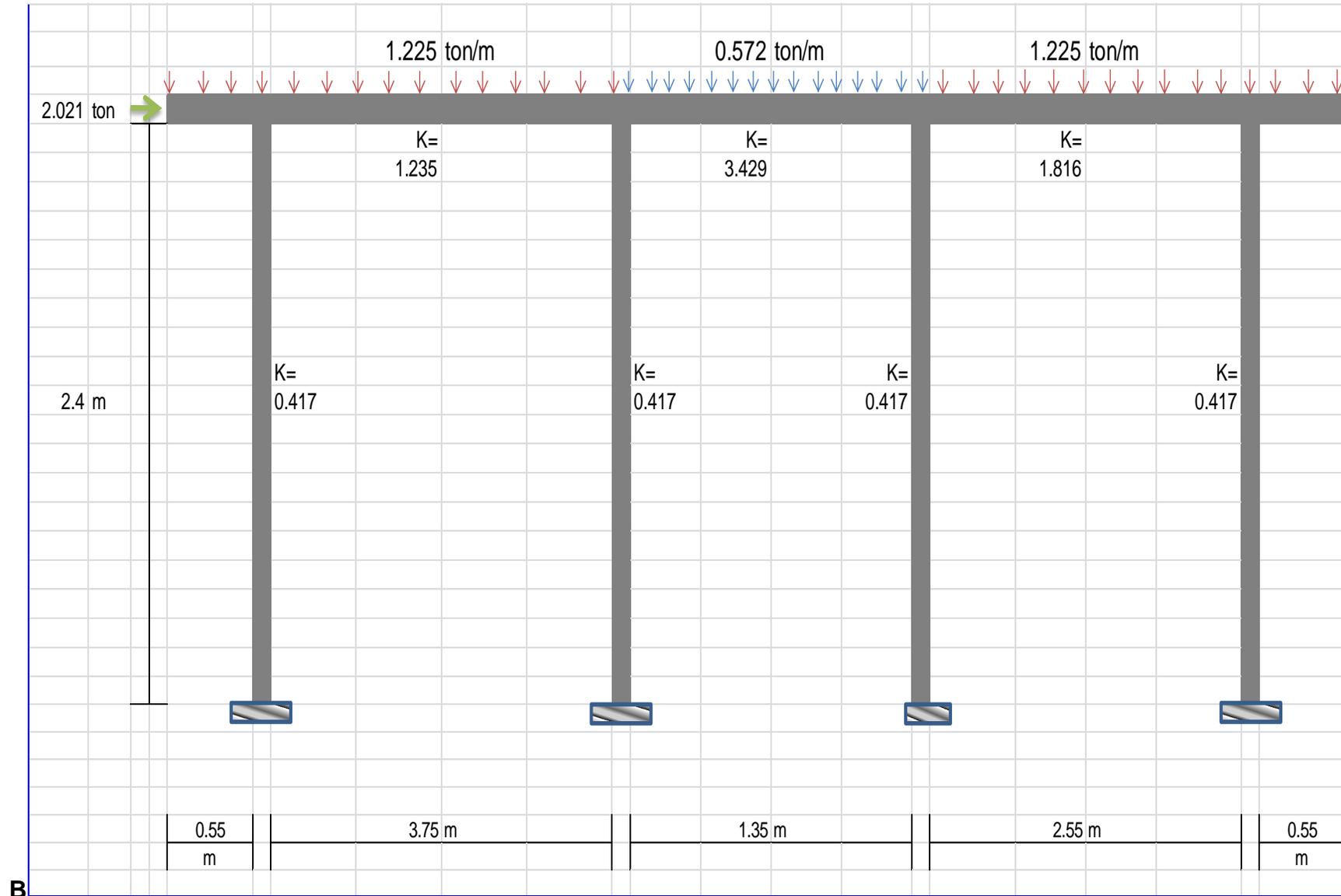


3.3.4.2 Momentos finales del marco A





3.3.5 Corrección de momentos en el marco

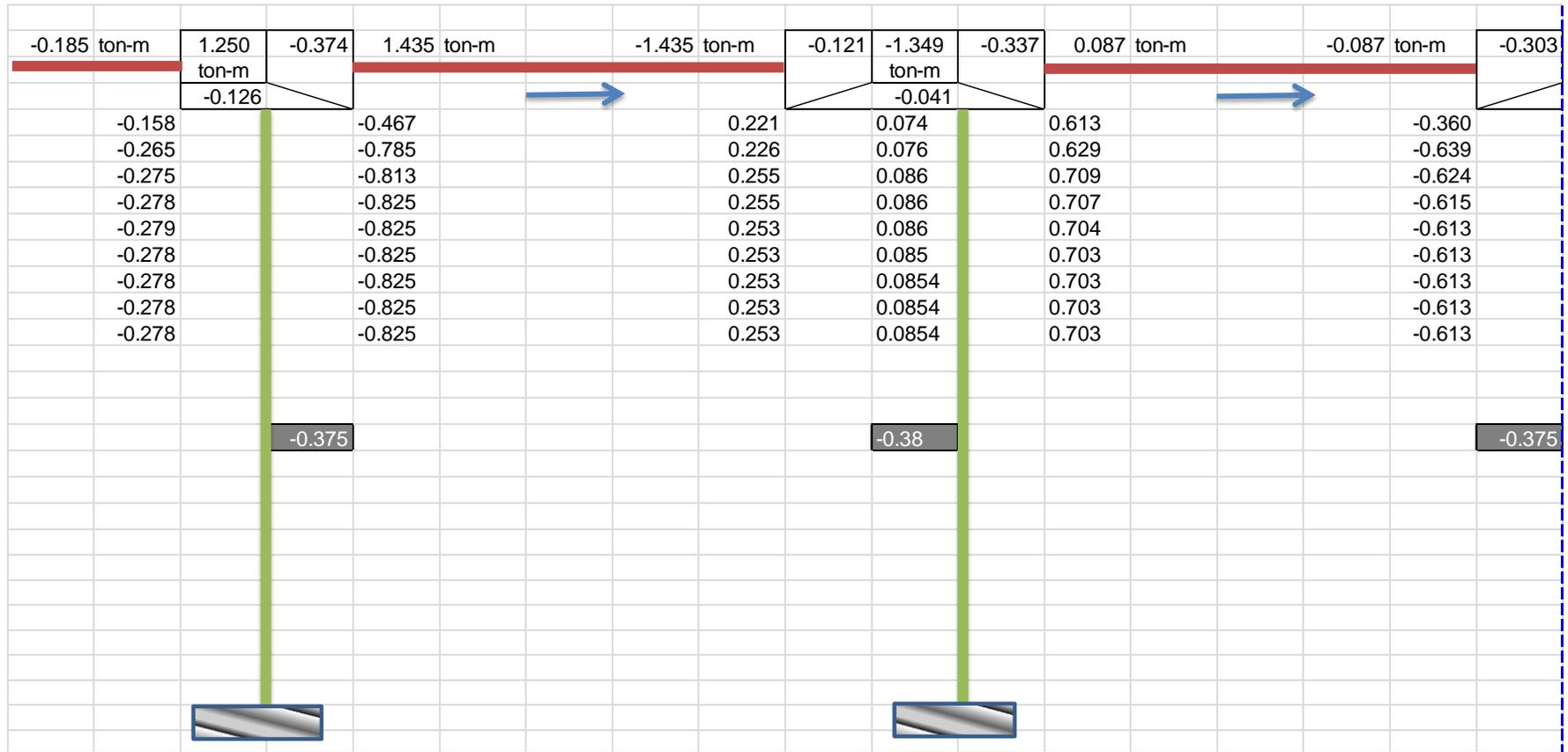


B



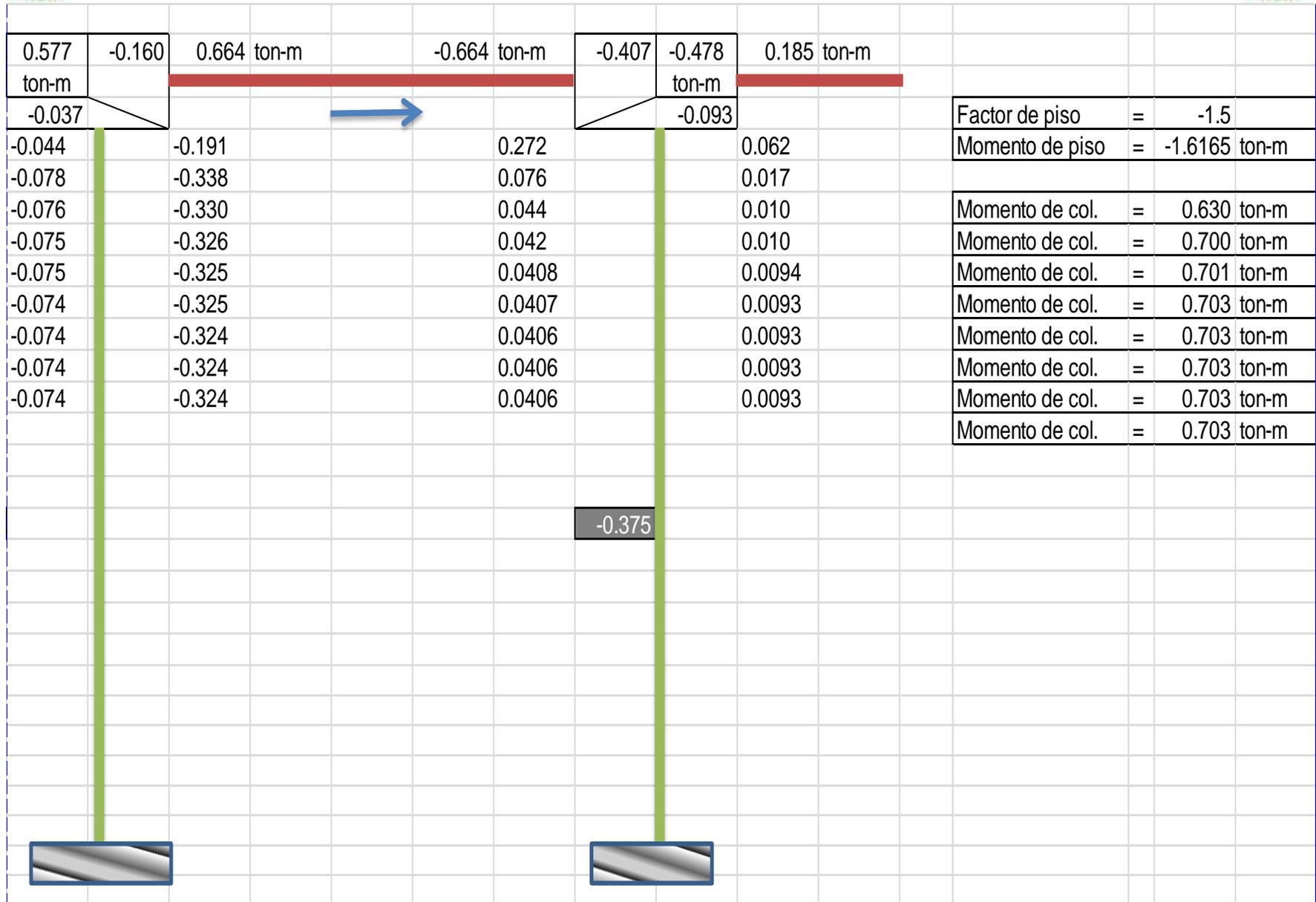
3.3.5.1

Momentos corregidos del marco B (CM+CV+CA)





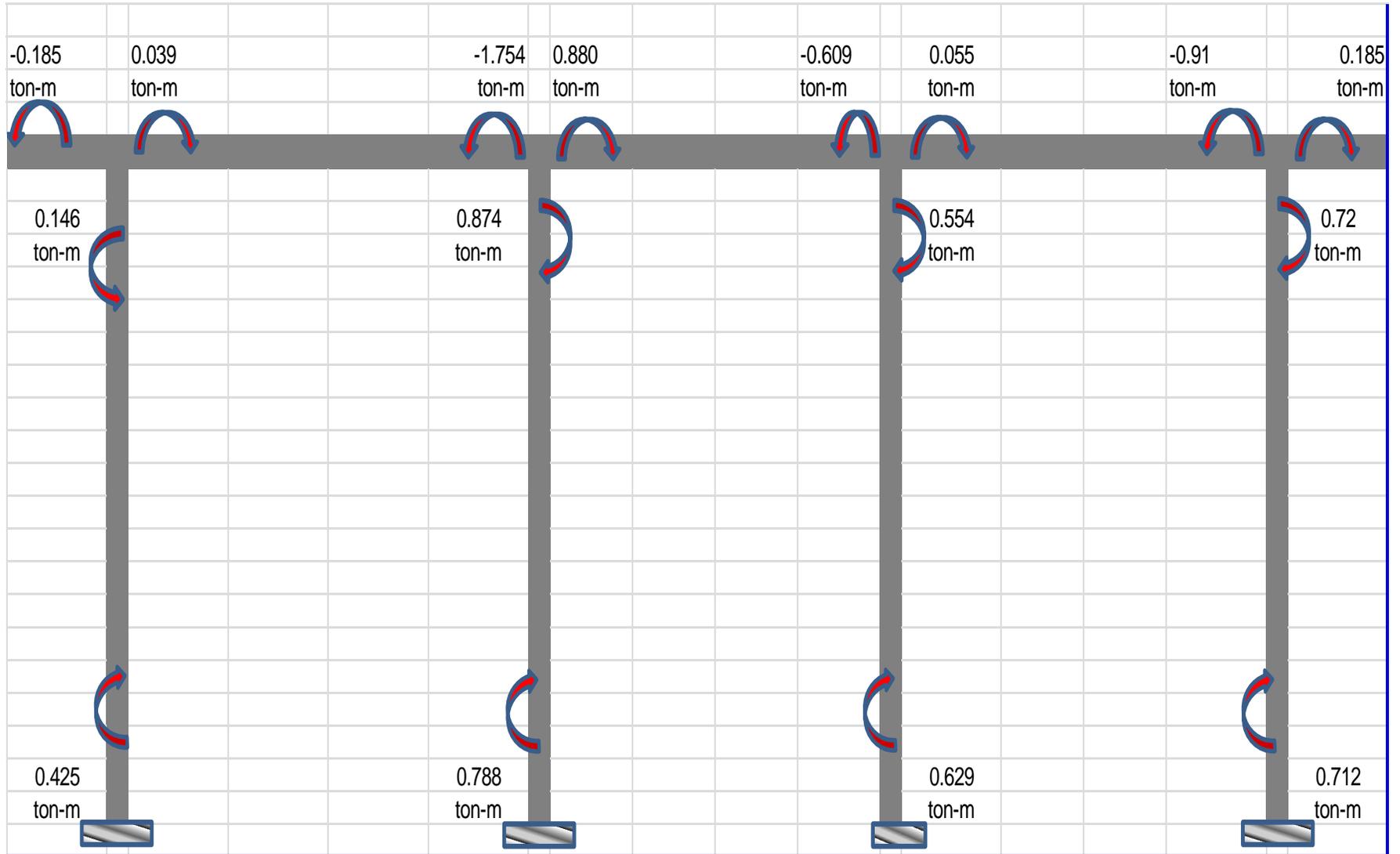
Diseño arquitectónico y estructural, de una vivienda sustentable





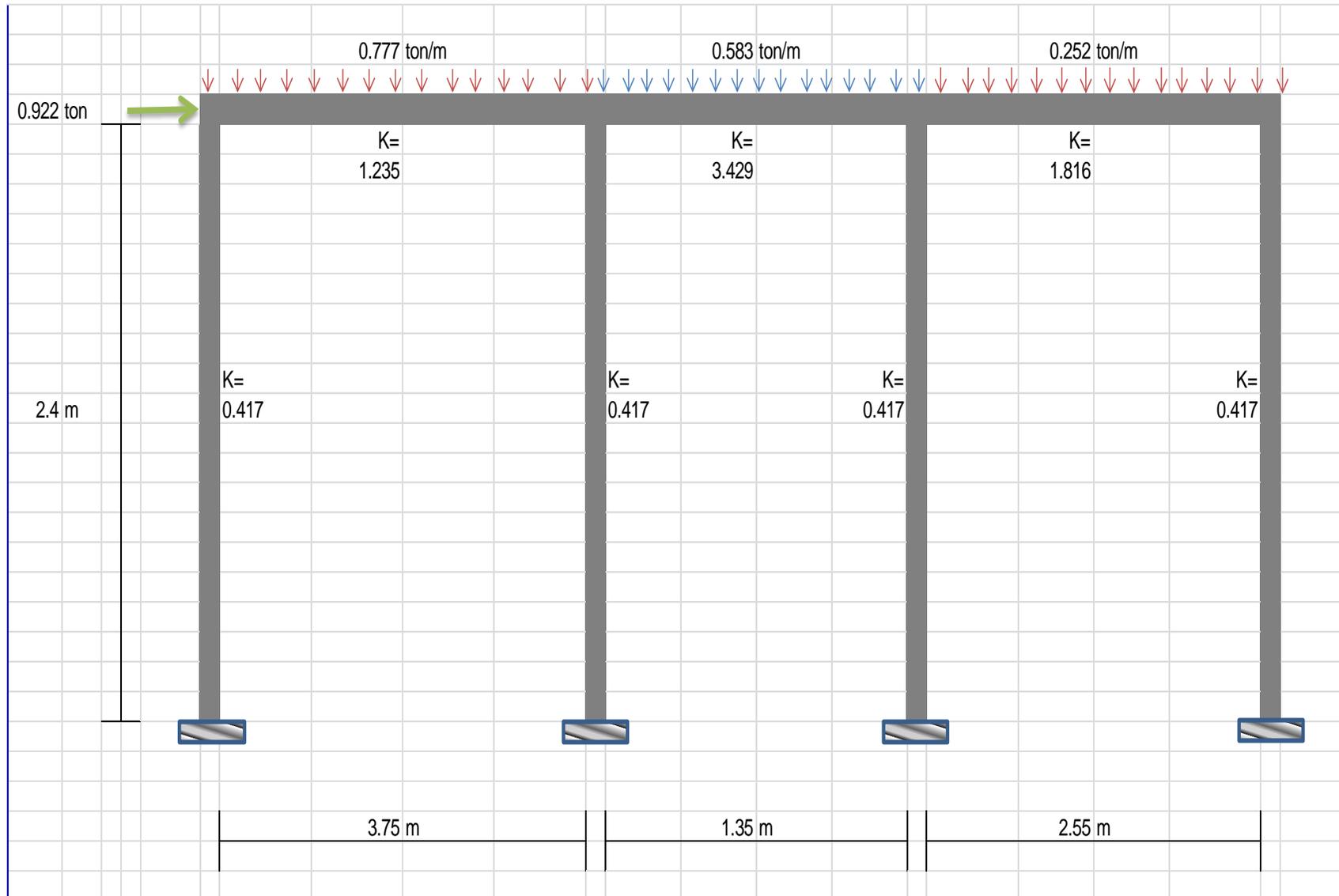
3.3.5.2

Momentos finales del marco B (CM+CV+CA)



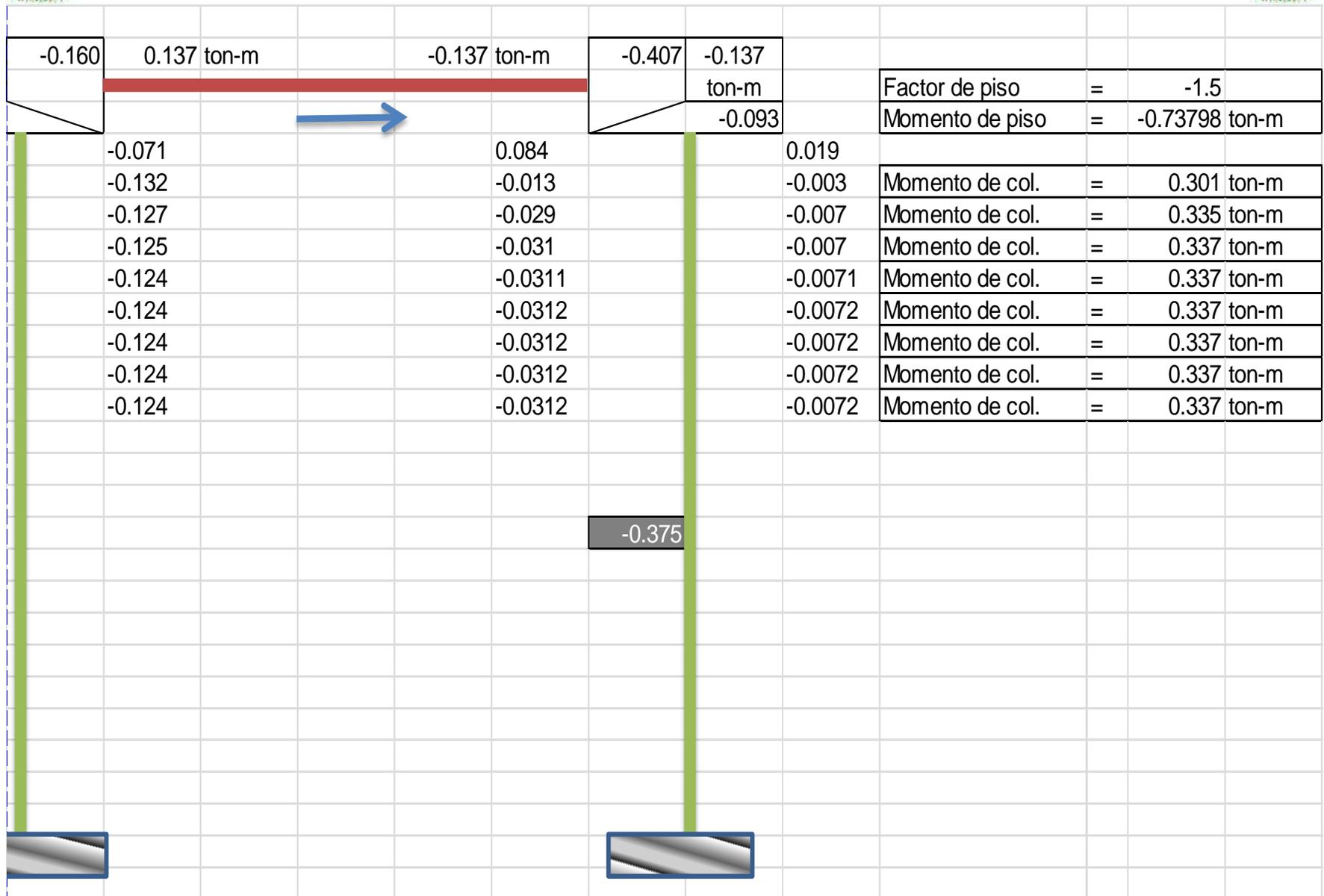


3.3.6 Corrección de momentos en el marco C





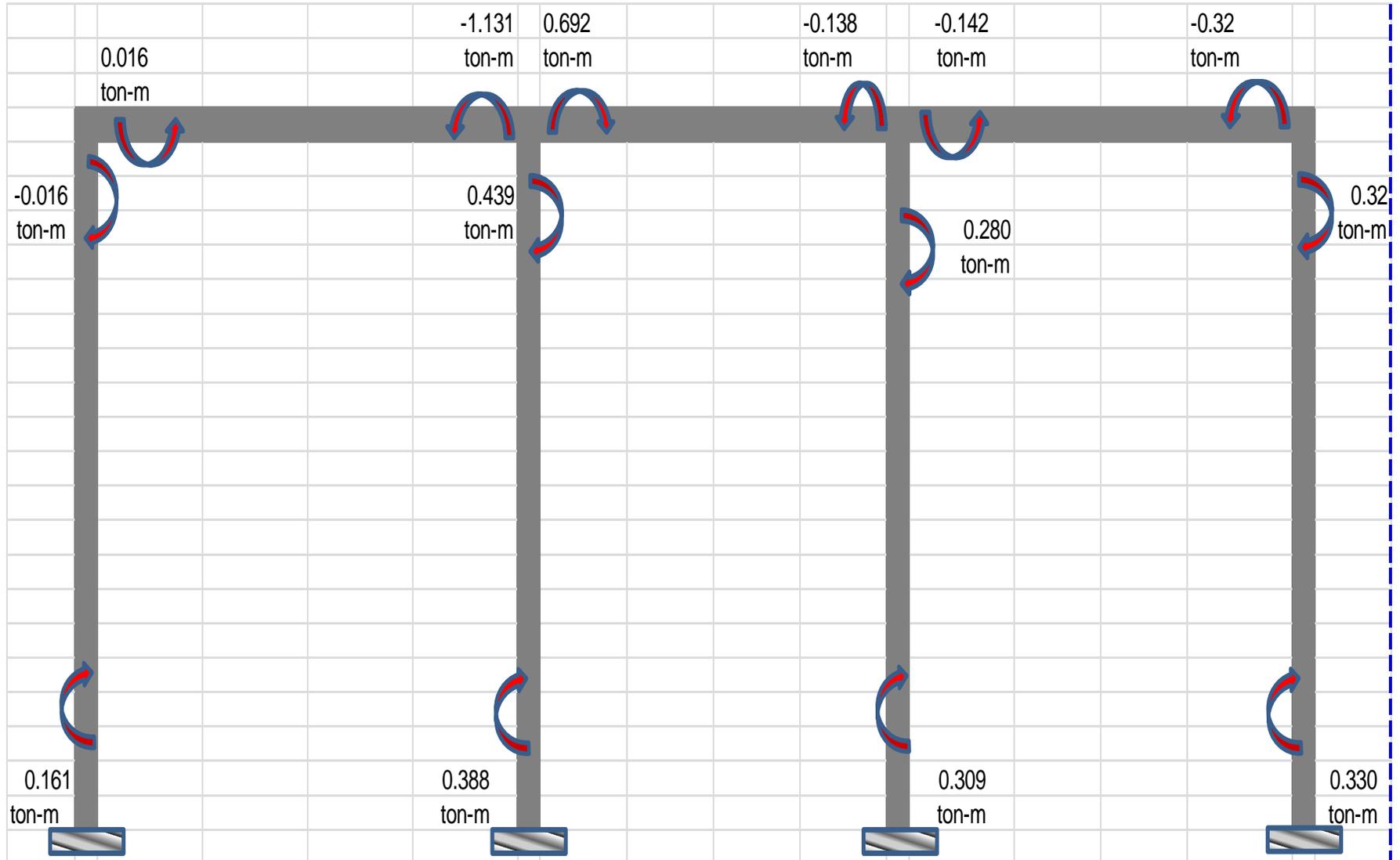
Diseño arquitectónico y estructural, de una vivienda sustentable





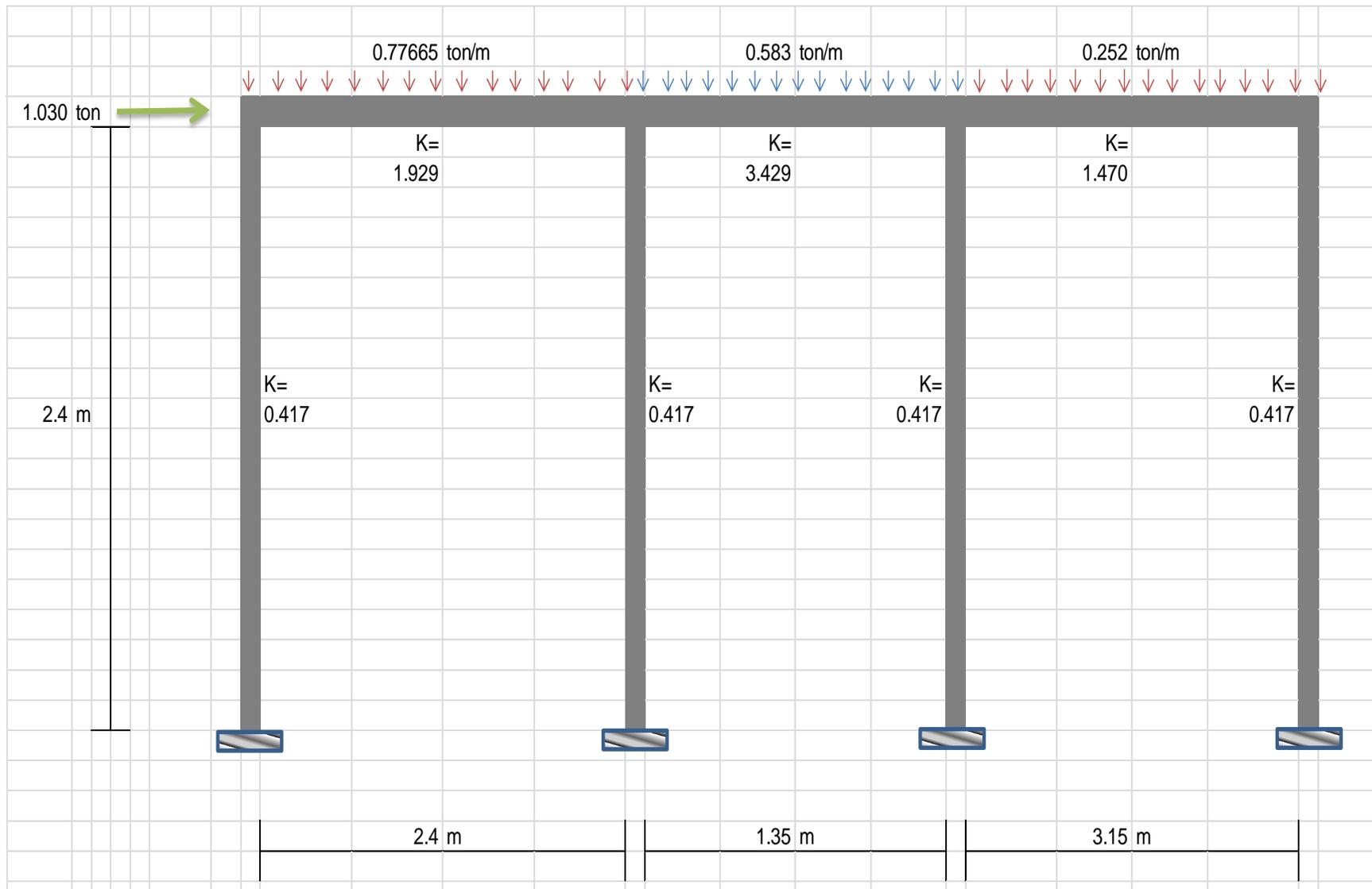
3.3.6.1

Momentos finales del marco C



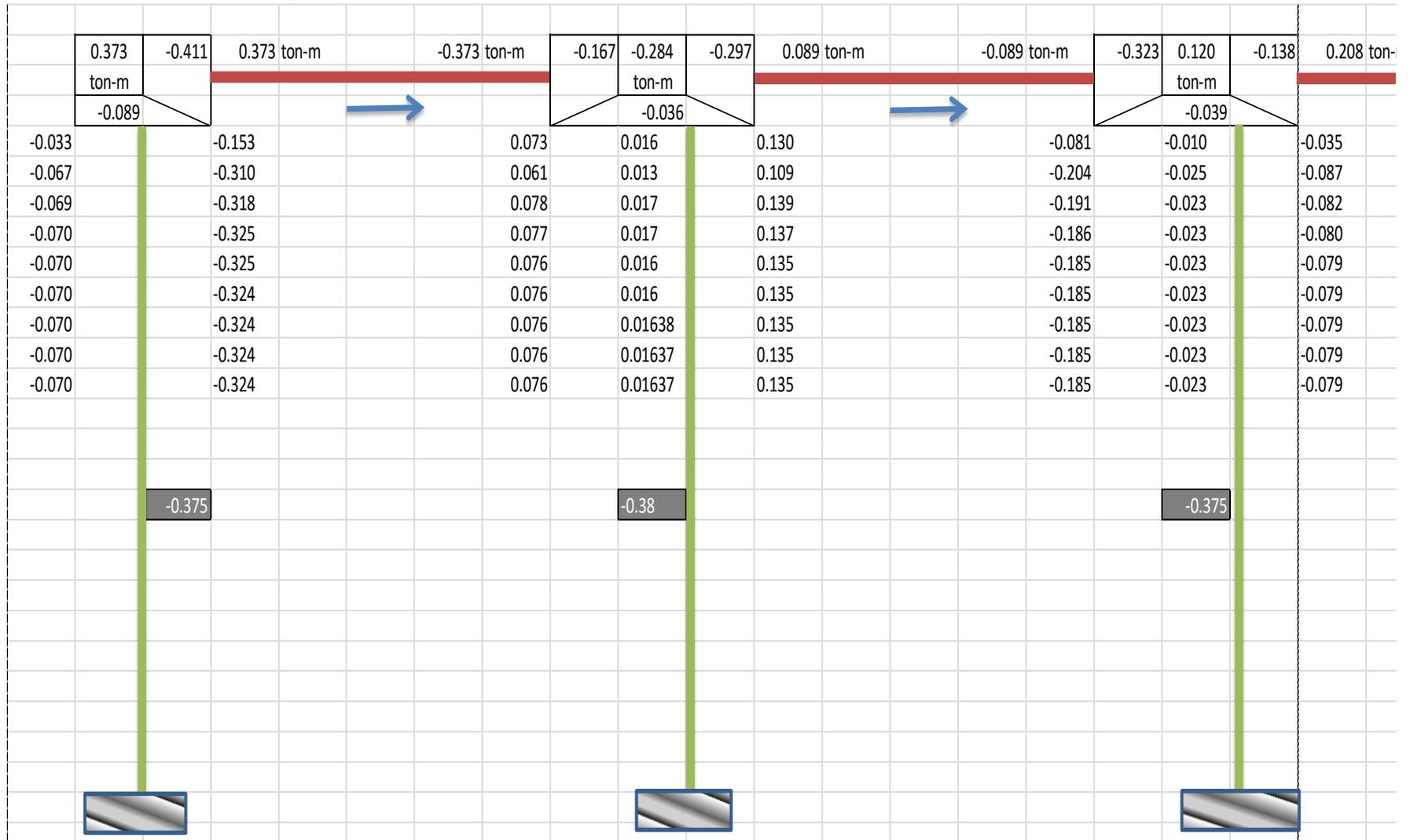


3.3.7 Corrección de momentos en marco 3



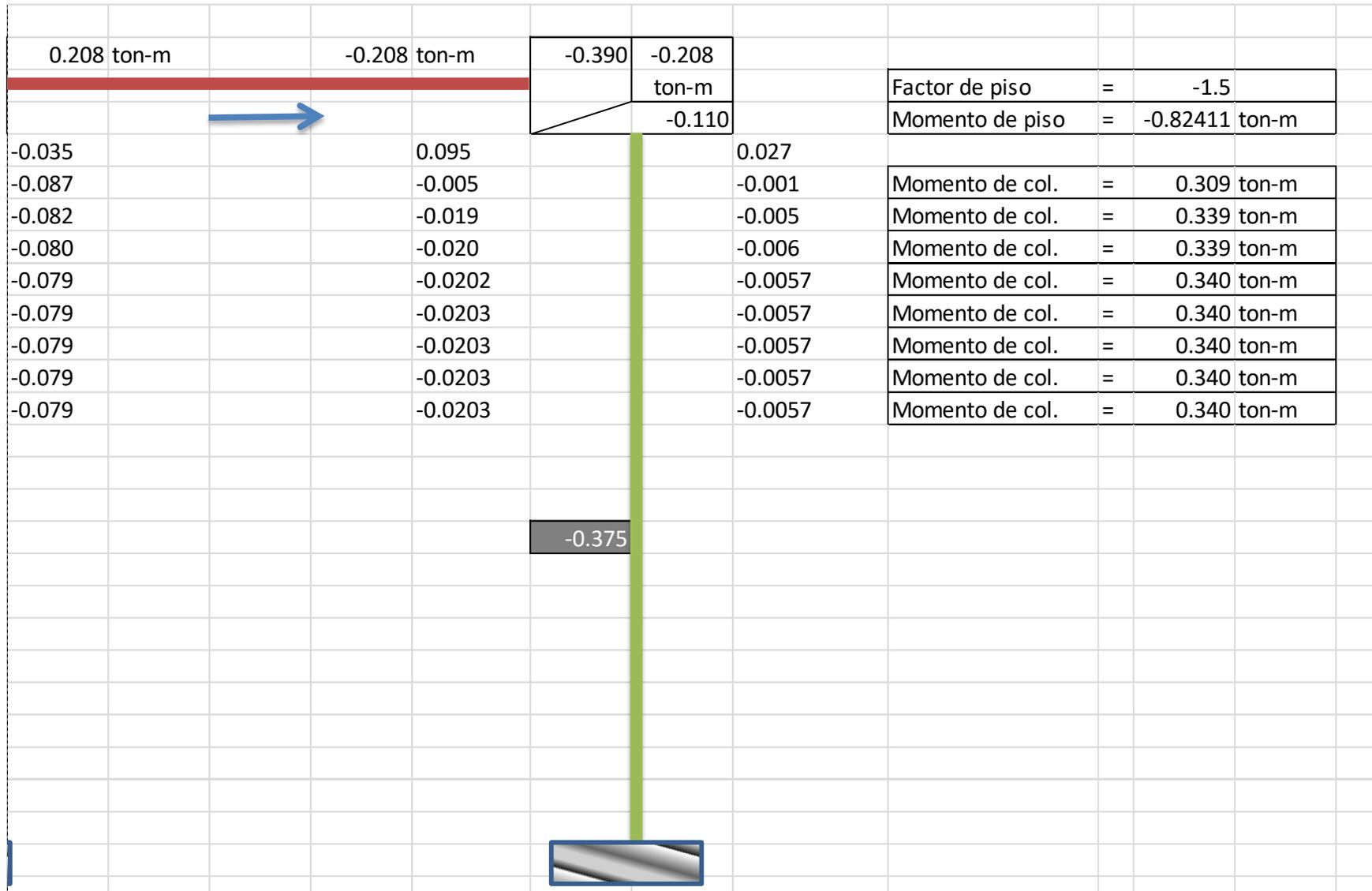


3.3.7.1 Momentos corregidos del marco 3





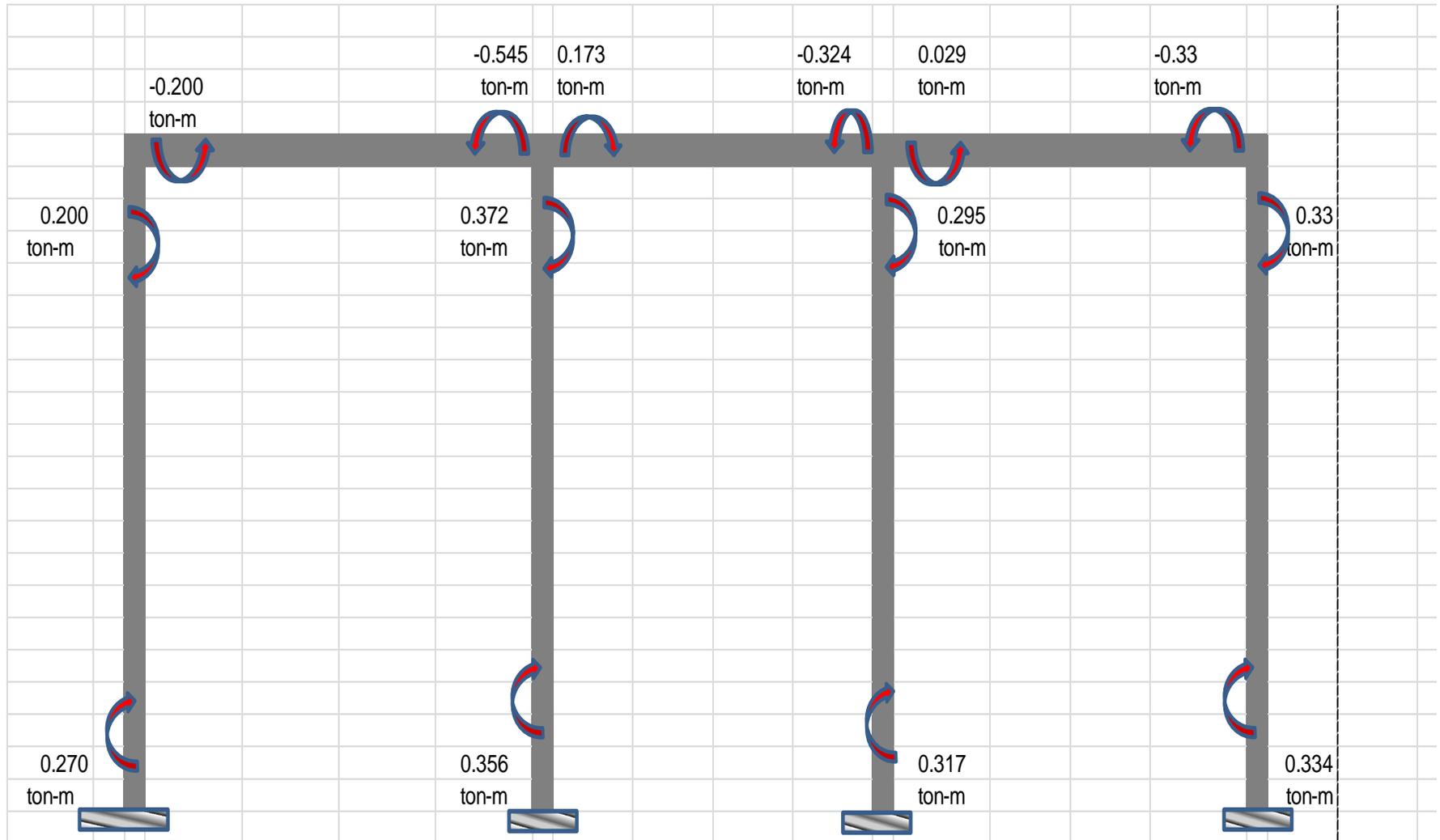
Diseño arquitectónico y estructural, de una vivienda sustentable





3.3.7.2

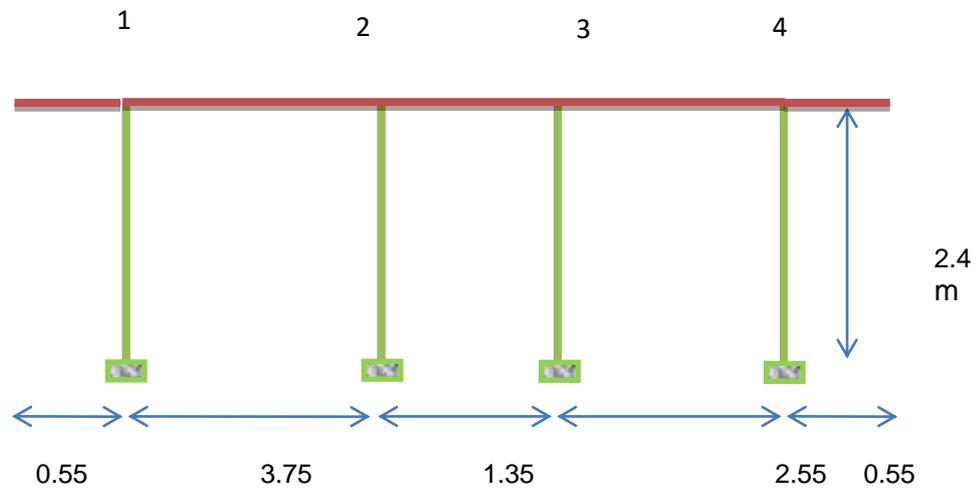
Momentos finales del marco 3





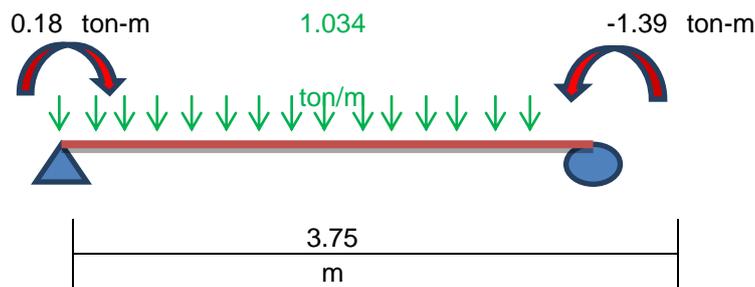
3.3.8 Diseño a flexo-compresión.

Diseño De Los Elementos Del Marco Del Eje A



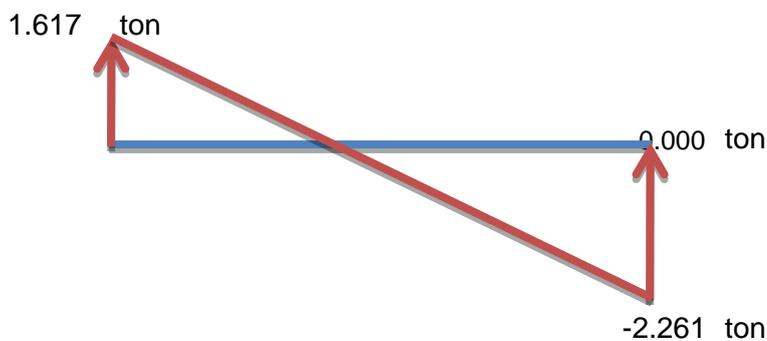
Nota: Todas las medidas son en m

Entre el eje 1 y 2



VE=	1.939	1.94	
VH=	<u>-0.322</u>	<u>0.322</u>	
ΣV=	1.617	2.261	En ton

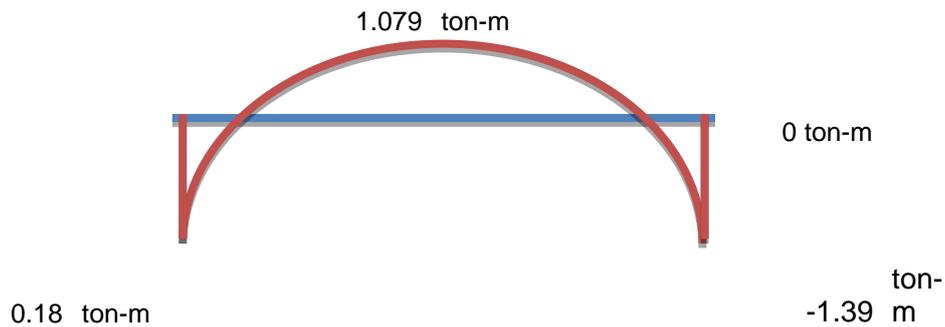
Diagrama de cortante



Cuando V=0 ----- X= 1.563 m



Diagrama de momento



Diseño para el momento de = **1.079 ton-m**

Datos	
Sección	
b=	15 cm
H=	25 cm
d ₁ =	22.5 cm
d ₂ =	21.5 cm
r1=	2.5 cm
r2=	3.5 cm
Concreto	
f'c=	250 kg/cm ²
f*c=	200 kg/cm ²
f''c=	170 kg/cm ²
Armex de 10.1 cm X 19 cm	
f _y =	6000 kg/cm ²
a _s =	0.283 cm ²
Acero de refuerzo Var. # 3	
f _y '=	4200 kg/cm ²
a _s '=	0.71 cm ²
D=	0.9525 cm
Fr=	0.9

1.- Calcular el momento resistente del armex, y en base a esto determinar el acero refuerzo que pueda necesitar.

$$A_s = 0.566 \text{ cm}^2$$

Pero $A_s = pbd$

Por tanto

$$p = \frac{A_s}{bd_1} = \frac{0.566 \text{ cm}^2}{15 \text{ cm} (22.5 \text{ cm})}$$

$$p = 0.0017$$

$$q = p \frac{f_y}{f''c} = 0.0017 \frac{6000 \text{ kg/cm}^2}{170 \text{ kg/cm}^2} =$$

$$q = 0.0592$$

$$q (1 - 0.5 q) = 0.0592 [1 - 0.5 (0.0592)] = 0.057$$



$$M_R = Fr b d^2 f'c q (1 - 0.5 q) = 0.9 (15 \text{ cm})(22.5 \text{ cm})^2(170 \text{ kg/cm}^2)(0.057) =$$

$$M_R = 66733.8 \text{ kg-cm} = 0.667 \text{ ton-m}$$

En conclusión se necesita colocar acero de refuerzo, para que pueda soportar el momento de 1.079 ton-m.

2.- Calcular el acero de refuerzo necesario

$$d_3 = 22.5 \text{ cm} (0.9525 \text{ cm} / 2) = 22.02 \text{ cm}$$

$$M_{\text{restante}} = (1.079 \text{ ton-m}) - (0.667 \text{ ton-m}) = 0.411 \text{ ton-m}$$

$$41144.31061 \text{ kg-cm}$$

Cálculo de la cuantía

$$M_R = Fr b d^2 f'c q (1 - 0.5 q) = 0.9 (15 \text{ cm})(22.02 \text{ cm})^2(170 \text{ kg/cm}^2) q(1-0.5q) =$$

$$C = Fr b d^2 f'c = 0.9 (15 \text{ cm})(22.02 \text{ cm})^2(170 \text{ kg/cm}^2)$$

$$\frac{MR}{C} = q (1 - 0.5 q)$$

$$\frac{41144.311 \text{ kg-cm}}{1113179.6 \text{ kg-cm}} = q (1 - 0.5 q)$$

$$0.0370 = q (1 - 0.5 q)$$

$$0.5 q^2 - q + 0.0705 = 0$$

Utilizar la fórmula general para resolverla

$$a = 0.5$$

$$b = -1$$

$$c = 0.0370$$

$$q_1 = 1.962$$

$$q_2 = 0.038$$

Nota: Utilizar la q menor

$$q = 0.0377$$

Cálculo de porcentaje de acero

$$p = q \frac{f'c}{fy'} = 0.0732 \frac{170 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2} =$$

$$p = 0.0015$$



$$A_s = \rho b d_3 = 0.0030 (15 \text{ cm}) (22.02 \text{ cm}) = 0.504 \text{ cm}^2$$

Proponiendo Var # 3 $a_s = 0.71 \text{ cm}^2$

$$\text{Var \# 3} = \frac{A_s}{a_s'} = \frac{0.504 \text{ cm}^2}{0.71 \text{ cm}^2} = 0.709$$

Var # 3 = 1.000

Cálculo de porcentaje de acero real

$$\rho = \frac{A_s}{b d_3} = \frac{1.42 \text{ cm}^2}{15 \text{ cm} (22.02 \text{ cm})} = 0.00215$$

Cálculo de la cuantía real

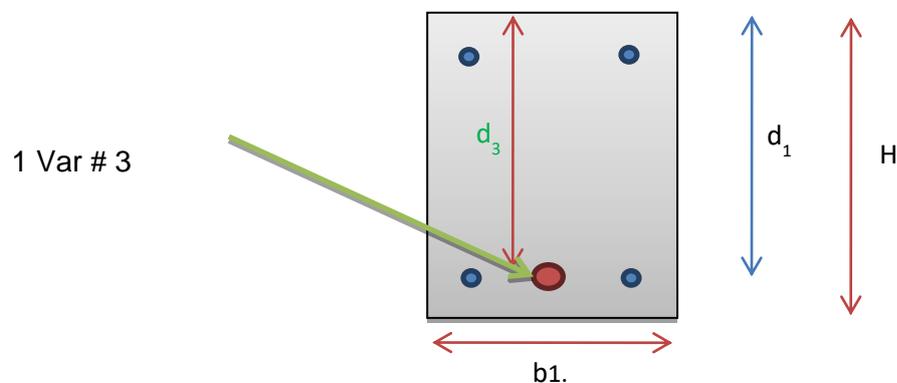
$$q = \rho \frac{f_y'}{f''c} = 0.0043 \frac{4200 \text{ kg/cm}^2}{170 \text{ kg/cm}^2} = 0.0531$$

Cálculo del momento real

$$M_R = F_r b d^2 f''c q (1 - 0.5 q) = 0.9 (15 \text{ cm})(22.02 \text{ cm})^2 (170 \text{ kg/cm}^2) q (1 - 0.5 q) = 0.05169$$

$$M_R = F_r b d^2 f''c q (1 - 0.5 q) = 0.9 (15 \text{ cm})(22.02 \text{ cm})^2 (170 \text{ kg/cm}^2) (0.1006) = 57538.1 \text{ kg-cm} = 0.575 \text{ ton-m}$$

$$\Sigma M = (0.667 \text{ ton-m}) + (0.575 \text{ ton-m}) = 1.243 \text{ ton-m}$$





Diseño para el momento de = **0.185 ton-m**

Datos	
Sección	
b=	15 cm
H=	25 cm
d ₁ =	22.5 cm
d ₂ =	21.5 cm
r1=	2.5 cm
r2=	3.5 cm
Concreto	
f'c=	250 kg/cm ²
f*c=	200 kg/cm ²
f''c=	170 kg/cm ²
Armex de 10.1 cm X 19 cm	
fy=	6000 kg/cm ²
as=	0.283 cm ²
Acero de refuerzo Var. # 3	
fy'=	4200 kg/cm ²
as' =	0.71 cm ²
D=	0.9525 cm
Fr=	0.9

1.- Calcular el momento resistente del armex, y en base a esto determinar el acero refuerzo que pueda necesitar.

$$As = 0.566 \text{ cm}^2$$

Pero $As = pbd$

Por tanto

$$p = \frac{As}{bd_2} = \frac{0.566 \text{ cm}^2}{15 \text{ cm} (21.5 \text{ cm})} =$$

$$p = 0.0018$$

$$q = p \frac{fy}{f''c} = 0.0018 \frac{6000 \text{ kg/cm}^2}{170 \text{ kg/cm}^2} =$$

$$q = 0.0619$$

$$q (1 - 0.5 q) = 0.0619 [1 - 0.5 (0.0619)] = 0.060$$

$$M_R = Fr b d^2 f''c q (1 - 0.5 q) = 0.9 (15 \text{ cm})(21.5 \text{ cm})^2 (170 \text{ kg/cm}^2)(0.060) =$$

$$M_R = 63677.4 \text{ kg-cm} = 0.637 \text{ ton-m}$$

En conclusión no se necesita colocar acero de refuerzo, para que pueda soportar el momento de 0.185 ton-m.



Diseño para el momento de = -1.394 ton-m

Datos	
Sección	
b=	15 cm
H=	25 cm
d ₁ =	22.5 cm
d ₂ =	21.5 cm
r ₁ =	2.5 cm
r ₂ =	3.5 cm
Concreto	
f'c=	250 kg/cm ²
f*c=	200 kg/cm ²
f''c=	170 kg/cm ²
Armex de 10.1 cm X 19 cm	
fy=	6000 kg/cm ²
as=	0.283 cm ²
Acero de refuerzo Var. # 4	
fy'=	4200 kg/cm ²
as' =	1.27 cm ²
D=	1.27 cm
Fr=	0.9

1.- Calcular el momento resistente del armex, y en base a esto determinar el acero refuerzo que pueda necesitar.

$$A_s = 0.566 \text{ cm}^2$$

Pero $A_s = pbd$

Por tanto

$$p = \frac{A_s}{bd_2} = \frac{0.566 \text{ cm}^2}{15 \text{ cm} (21.5 \text{ cm})} = 0.0018$$

$$q = p \frac{f_y}{f''c} = 0.0018 \frac{6000 \text{ kg/cm}^2}{170 \text{ kg/cm}^2} = 0.0619$$

$$q (1 - 0.5 q) = 0.0619 [1 - 0.5 (0.0619)] = 0.060$$

$$M_R = Fr b d^2 f''c q (1 - 0.5 q) = 0.9 (15 \text{ cm})(21.5 \text{ cm})^2 (170 \text{ kg/cm}^2)(0.060) =$$

$$M_R = 63677.4 \text{ kg-cm} = 0.637 \text{ ton-m}$$

En conclusión se necesita colocar acero de refuerzo, para que pueda soportar el momento de 1.39 ton-m.



2.- Calcular el acero de refuerzo necesario

$$d_4 = 21.5 \text{ cm} (1.27 \text{ cm} / 2) = 20.87 \text{ cm}$$

$$M_{\text{restante}} = (1.39 \text{ ton-m}) - (0.637 \text{ ton-m}) = 0.757 \text{ ton-m}$$

$$75688.84474 \text{ kg-cm}$$

Cálculo de la cuantía

$$M_R = F_r b d^2 f'c q (1 - 0.5 q) = 0.9 (15 \text{ cm})(20.87 \text{ cm})^2 (170 \text{ kg/cm}^2) q(1-0.5q) =$$

$$C = F_r b d^2 f'c = 0.9 (15 \text{ cm})(20.87 \text{ cm})^2 (170 \text{ kg/cm}^2)$$

$$\frac{MR}{C} = q (1 - 0.5 q)$$

$$\frac{75688.845 \text{ kg-cm}}{999124.18 \text{ kg-cm}} = q (1 - 0.5 q)$$

$$0.0758 = q (1 - 0.5 q)$$

$$0.5 q^2 - q + 0.1217 = 0$$

Utilizar la fórmula general para resolverla

$$a = 0.5$$

$$b = -1$$

$$c = 0.0758$$

$$q_1 = 1.921$$

$$q_2 = 0.079$$

Por tanto

$$q = 0.079$$

Cálculo de porcentaje de acero

$$p = q \frac{f'c}{f_y} = 0.13 \frac{170 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2} =$$

$$p = 0.0032$$

$$A_s = p b d_3 = 0.0032 (15 \text{ cm}) (20.87 \text{ cm}) = 0.999 \text{ cm}^2$$

$$\text{Proponiendo Var \# 4} \quad a_s = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$\text{Var \# 4} = \frac{A_s}{a_s} = \frac{0.999 \text{ cm}^2}{1.27 \text{ cm}^2} = 0.787$$

$$\text{Var \# 3} = 1.000$$



Cálculo de porcentaje de acero real

$$\rho = \frac{A_s}{bd_3} = \frac{2.54 \text{ cm}^2}{15 \text{ cm} (21.02 \text{ cm})} =$$

$$\rho = 0.00406$$

Cálculo de la cuantía real

$$q = \rho \frac{f_y'}{f'_c} = 0.0081 \frac{4200 \text{ kg/cm}^2}{170 \text{ kg/cm}^2} =$$

$$q = 0.10025$$

Cálculo del momento real

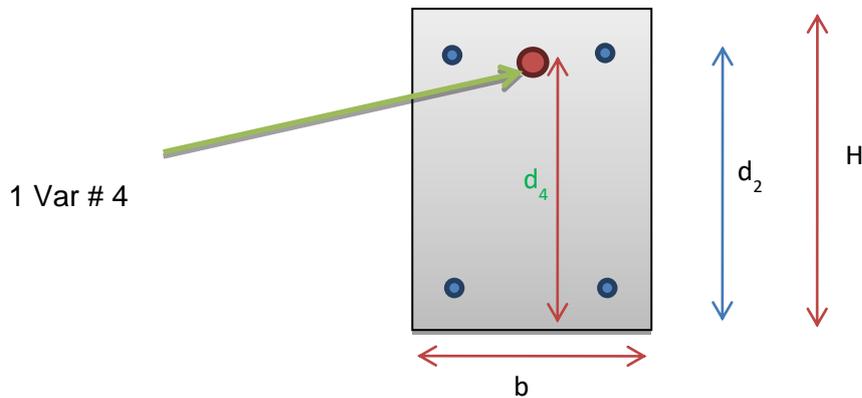
$$M_R = F_r b d^2 f'_c q (1 - 0.5 q) = 0.9 (15 \text{ cm})(20.87 \text{ cm})^2 (170 \text{ kg/cm}^2) q (1 - 0.5 q) =$$

$$q (1 - 0.5 q) = 0.09523$$

$$M_R = F_r b d^2 f'_c q (1 - 0.5 q) = 0.9 (15 \text{ cm})(21.02 \text{ cm})^2 (170 \text{ kg/cm}^2)(0.1804) =$$

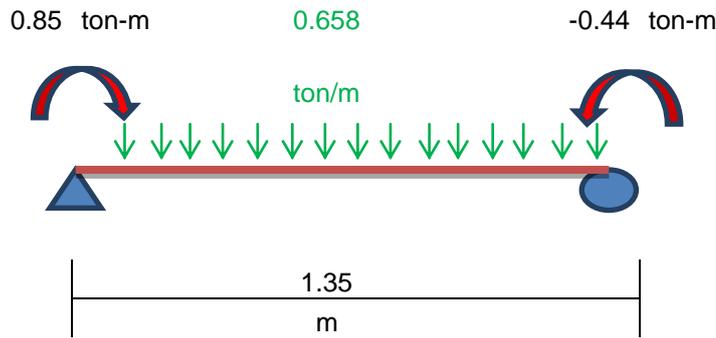
$$M_R = 95143.7 \text{ kg-cm} = 0.951 \text{ ton-m}$$

$$\Sigma M = (0.637 \text{ ton-m}) + (0.951 \text{ ton-m}) = 1.588 \text{ ton-m}$$



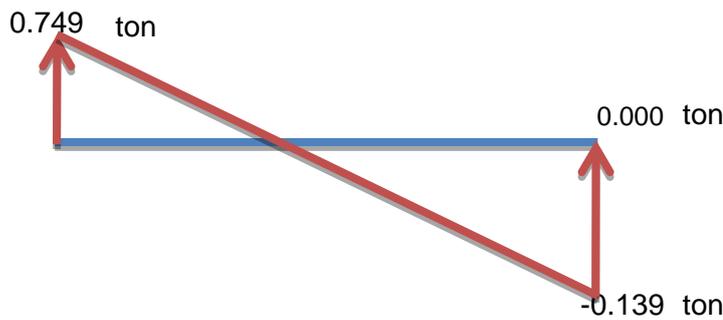


Entre el eje 2 y 3



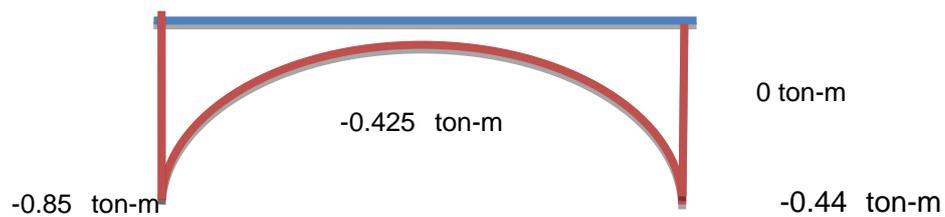
VE=	0.444	0.44	
VH=	<u>0.305</u>	<u>-0.305</u>	
ΣV=	0.749	0.139	En ton

Diagrama de cortante



Cuando V=0 ----- X= 1.139 m

Diagrama de momento



Nota: En este caso sólo necesita calcular el acero de refuerzo para el momento mayor, los otros no lo necesitan por que el armex lo soporta.



Diseño para el momento de = 0.851 ton-m

Datos	
Sección	
b=	15 cm
H=	25 cm
d ₁ =	22.5 cm
d ₂ =	21.5 cm
r ₁ =	2.5 cm
r ₂ =	3.5 cm
Concreto	
f'c=	250 kg/cm ²
f*c=	200 kg/cm ²
f''c=	170 kg/cm ²
Armax de 10.1 cm X 19 cm	
f _y =	6000 kg/cm ²
a _s =	0.283 cm ²
Acero de refuerzo Var. # 3	
f _y '=	4200 kg/cm ²
a _s '=	0.71 cm ²
D=	0.95 cm
Fr=	0.9

1.- Calcular el momento resistente del armex, y en base a esto determinar el acero refuerzo que pueda necesitar.

$$A_s = 0.566 \text{ cm}^2$$

Pero $A_s = pbd$

Por tanto

$$p = \frac{A_s}{bd_1} = \frac{0.566 \text{ cm}^2}{15 \text{ cm} (21.5 \text{ cm})} = 0.0018$$

$$q = p \frac{f_y}{f''c} = 0.0018 \frac{6000 \text{ kg/cm}^2}{170 \text{ kg/cm}^2} = 0.0619$$

$$q (1 - 0.5 q) = 0.0619 [1 - 0.5 (0.0619)] = 0.060$$

$$M_R = Fr b d^2 f''c q (1 - 0.5 q) = 0.9 (15 \text{ cm})(21.5 \text{ cm})^2 (170 \text{ kg/cm}^2)(0.060) =$$

$$M_R = 63677.4 \text{ kg-cm} = 0.637 \text{ ton-m}$$



En conclusión se necesita colocar acero de refuerzo, para que pueda soportar el momento de 0.85 ton-m.

2.- Calcular el acero de refuerzo necesario

$$d_3 = 21.5 \text{ cm} (0.9525 \text{ cm} / 2) = 21.03 \text{ cm}$$

$$M_{\text{restante}} = (1.168 \text{ ton-m}) - (0.637 \text{ ton-m}) = 0.215 \text{ ton-m}$$

$$= 21466.10347 \text{ kg-cm}$$

Cálculo de la cuantía

$$M_R = F_r b d^2 f'c q (1 - 0.5 q) = 0.9 (15 \text{ cm})(21.02 \text{ cm})^2 (170 \text{ kg/cm}^2) q(1-0.5q) =$$

$$C = F_r b d^2 f'c = 0.9 (15 \text{ cm})(22.02 \text{ cm})^2 (170 \text{ kg/cm}^2)$$

$$\frac{M_R}{C} = q (1 - 0.5 q)$$

$$\frac{21466.103 \text{ kg-cm}}{1014506.2 \text{ kg-cm}} = q (1 - 0.5 q)$$

$$0.0212 = q (1 - 0.5 q)$$

$$0.5 q^2 - q + 0.0532 = 0$$

Utilizar la fórmula general para resolverla

$$a = 0.5$$

$$b = -1$$

$$c = 0.0212$$

$$q_1 = 1.979$$

$$q_2 = 0.021$$

Nota: Utilizar la q menor

$$q = 0.0214$$

Cálculo de porcentaje de acero

$$p = q \frac{f'c}{f_y} = 0.0547 \frac{170 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2} =$$

$$p = 0.0009$$

$$A_s = p b d_3 = 0.0022 (15 \text{ cm}) (21.02 \text{ cm}) = 0.273 \text{ cm}^2$$

$$\text{Proponiendo Var \# 3} \quad a_s = 0.71 \text{ cm}^2$$



$$\text{Var \# 3} = \frac{A_s}{a_s'} = \frac{0.273 \text{ cm}^2}{0.71 \text{ cm}^2} = 0.385$$

$$\text{Var \# 3} = 1.000$$

Cálculo de porcentaje de acero real

$$\rho = \frac{A_s}{b d_3} = \frac{0.71 \text{ cm}^2}{15 \text{ cm} (22.02 \text{ cm})} = 0.00225$$

Cálculo de la cuantia real

$$q = \rho \frac{f_y'}{f'_c} = 0.0023 \frac{4200 \text{ kg/cm}^2}{170 \text{ kg/cm}^2} = 0.05562$$

Cálculo del momento real

$$M_R = F_r b d^2 f'_c q (1 - 0.5 q) = 0.9 (15 \text{ cm})(21.02 \text{ cm})^2 (170 \text{ kg/cm}^2) q (1 - 0.5 q) =$$

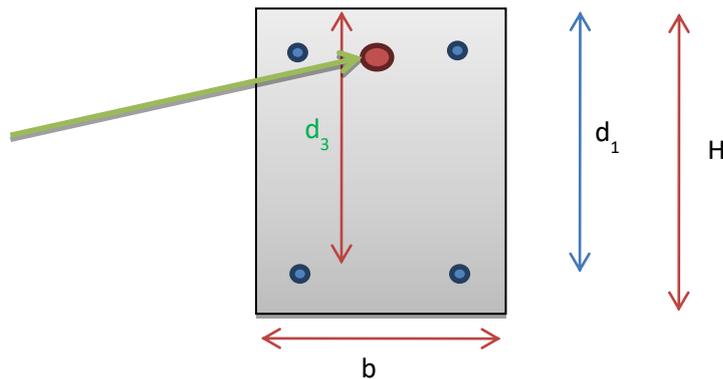
$$q (1 - 0.5 q) = 0.05407$$

$$M_R = F_r b d^2 f'_c q (1 - 0.5 q) = 0.9 (15 \text{ cm})(22.02 \text{ cm})^2 (170 \text{ kg/cm}^2)(0.0541) =$$

$$M_R = 54857.7 \text{ kg-cm} = 0.549 \text{ ton-m}$$

$$\Sigma M = (0.637 \text{ ton-m}) + (0.549 \text{ ton-m}) = 1.185 \text{ ton-m}$$

1 Var # 3





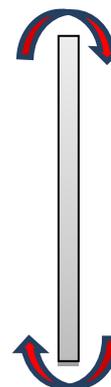
3.3.9 Diseño a compresión

3.3.9.1 Diseño De La Columna Critica

Datos		
Fc	=	1.4
Kdala 1-2	=	1.235 l
Kdala 2-3	=	3.429 l
Kcastillo	=	0.417 l
M1	=	0.788 ton-m
M2	=	0.874 ton-m
P	=	3.190 ton
L	=	240 cm
r	=	4.33 cm
f'c	=	250 kg/cm ²
f*c	=	200 kg/cm ²
f''c	=	170 kg/cm ²
Ec	=	221359.436 kg/cm ²
Fr	=	0.8
b	=	15 cm
h	=	15 cm
Recub.	=	2 cm
d	=	13 cm

3.190 ton

0.874 ton-m



0.788 ton-m

Determinación de la rigidez K_{A-B} , pero antes hay que determinar los factores Ψ_A y Ψ_B y con estos usar el nomograma.

$$\Psi = \frac{\sum K_{col}}{\sum K_{piso}} =$$

$$\Psi_A = \frac{0.417}{\infty} = 0.00$$

Nota: La rigidez del piso es infinita, y todo número dividido entre el infinito es igual a cero.

$$\Psi_B = \frac{0.417}{1.235 + 3.429} = 0.09$$

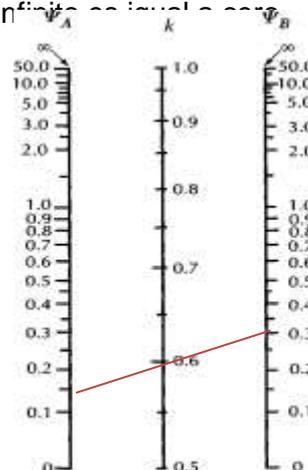
Por tanto se tiene que $K_{A-B} = 0.53$

Determinación de la longitud efectiva (L_e):

$$L_e = K_{A-B}(L) = 0.53(240 \text{ cm}) = 127.2 \text{ cm}$$

Determinación si existe efecto de esbeltez:

$$\left[\frac{M1}{M2} \right] =$$





$$\text{Si } \frac{L_e}{r} \leq 34 - 12$$

Si se cumple lo anterior, se pueden despreciar los efectos de esbeltez.

$$\begin{array}{l} 127.2 \text{ cm} \\ 4.33 \text{ cm} \\ 29.376 \end{array} \leq 34 - 12 \left[\begin{array}{l} 0.957 \text{ ton-m} \\ 1.068 \text{ ton-m} \end{array} \right]$$

$$29.376 \geq 23.17$$

Para el diseño de la columna se tienen que tomar en cuenta los efectos de esbeltez.

Diseño por el método de amplificación de momento:

$$M_c = F_{ab} M_2$$

Donde:

$$F_{ab} = \frac{C_m}{1 - \left[\begin{array}{l} P_u \\ 0.75 P_c \\ 0.961 \end{array} \right]} = \dots$$

$C_m = 0.6 + 0.4(M_1/M_2) = \dots$

$F_{ab} = 0.961$, por tanto el $F_{ab} > 1$. $F_{ab} = 1.000$

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{L_e^2} = \dots$$

$$P_c = 227848.488$$

$$EI = 0.4 \frac{I_g(E)}{1 + u} = \dots$$

$$EI = 373544049$$

$$M_1 = 0.874 \text{ ton-m}$$

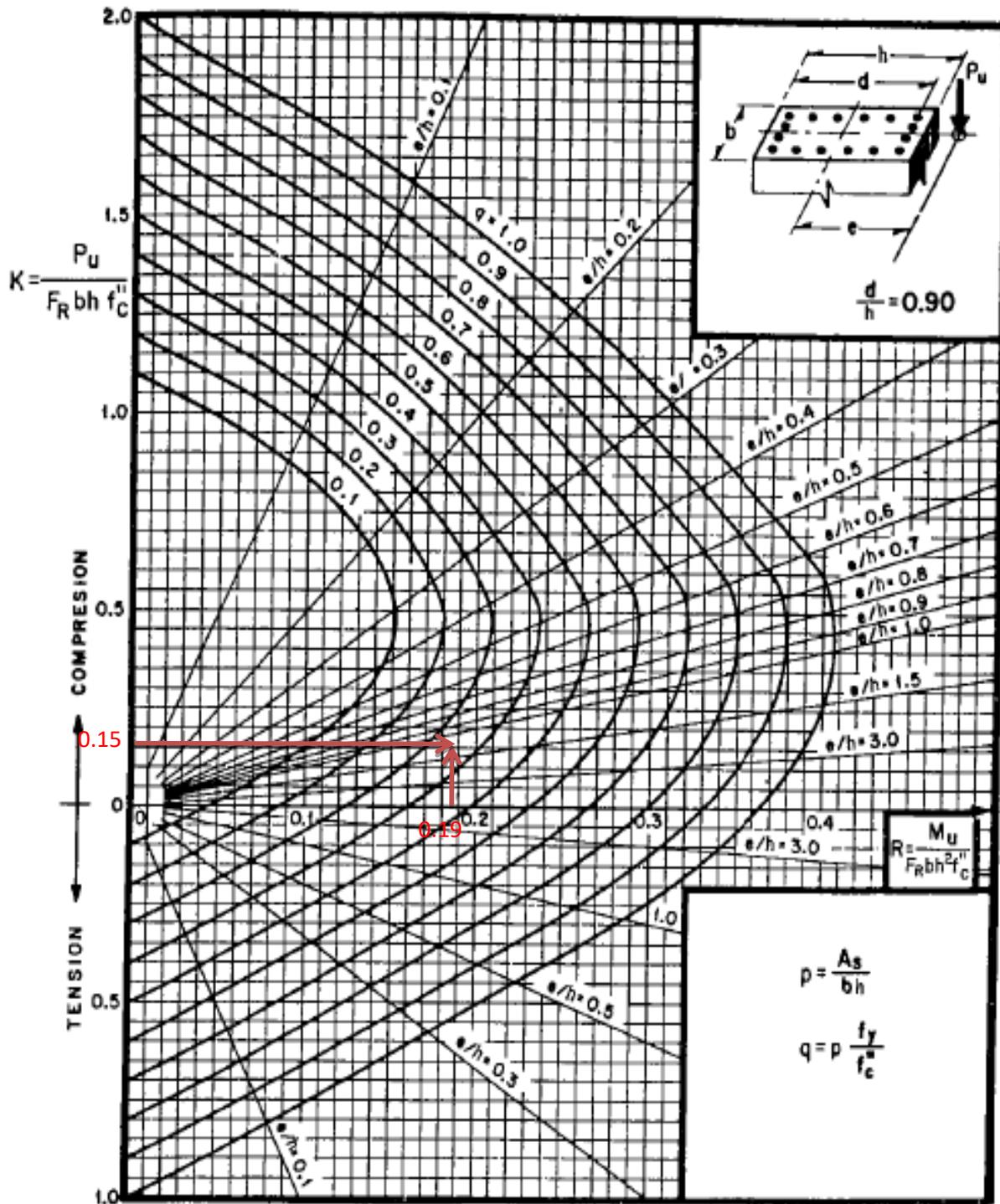
Determinación de los factores K y R, para poder usar los nomogramas para el diseño de columnas:

Relación

$$\frac{d}{h} = 0.87 = 0.90$$

$$K = \frac{P_u}{F_r b h^2 f''_c} = 0.15$$

$$R = \frac{M_u}{F_r b h^2 f''_c} = 0.19$$



A_s = Area total de refuerzo

$f_c'' = 0.85 f_c^*$; si $f_c^* \leq 250 \text{ kg/cm}^2$; $f_c'' = \left(1.05 - \frac{f_c^*}{1250}\right) f_c^*$; si $f_c^* > 250 \text{ kg/cm}^2$

M_u = Momento flexionante de diseño

P_u = Carga axial de diseño



Determinación de q con ayuda de los parametros K y R:

$$q = 0.35$$

Determinación de porcentaje de acero necesario:

$$\text{Var \# 3} \quad a_s = 0.71 \text{ cm}^2 \quad D = 0.9525 \text{ cm}$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$p = q \left[\frac{f'_c}{f_y} \right] = 0.014$$

Determinación del área de acero necesaria:

$$A_s = p b h = 3.19 \text{ cm}^2$$

$$\text{Var \# 3} = \frac{3.19 \text{ cm}^2}{0.71 \text{ cm}^2} = 4.49$$

$$4.00 \text{ Var \# 3}$$

Refuerzo transversal

Considerandose Est. # 2

$$S \leq \frac{850 \text{ db}}{\text{sqr}(f_y)} = 12.49 \text{ cm}$$

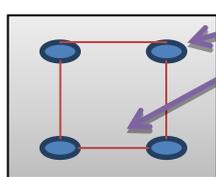
$$\text{En los extremos será} = \frac{15}{2} = 7.5 \text{ cm}$$

Donde:

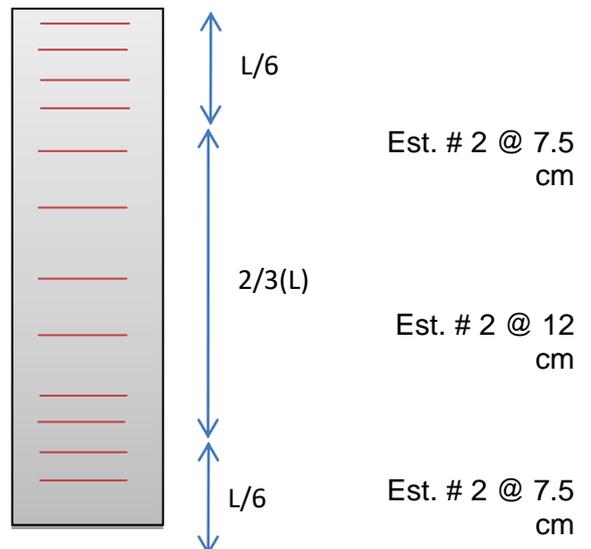
S=Separación de los estribos.

db= Diametro mayor de las barras longitudinales.

f_y= Esfuerzo de fluencia de las barras longitudinales.



4 Var. # 3
Est. # 2





3.3.10

Diseño de cimentación

3.3.10.1 Diseño de zapata Z-1

Datos Para Calcular P		
Sist. Paneles para losa		
A	=	1.875 m ²
Ws	=	303.4 kg/cm ²
Cadena		
Peso/ml	=	90 kg/cm ²
Panel SIPPAA		
ASIPPAA	=	3.6 m ²
Peso/m ²	=	66.46 kg/m ²
R _T	=	2100 kg/m ²
Fc	=	1.4

Determinación de las cargas actuantes en la zapata

P	=	898.131 kg/m
P.P.= 0.30 P	=	269.4393 kg/m
ΣP	=	1167.57 kg/m

Determinación de las secciones geométricas

$$B = \frac{\Sigma P}{R_T} = \frac{1168}{2100} = 0.56 \text{ m}$$

Haciendo que B= 0.56 m = 60 cm

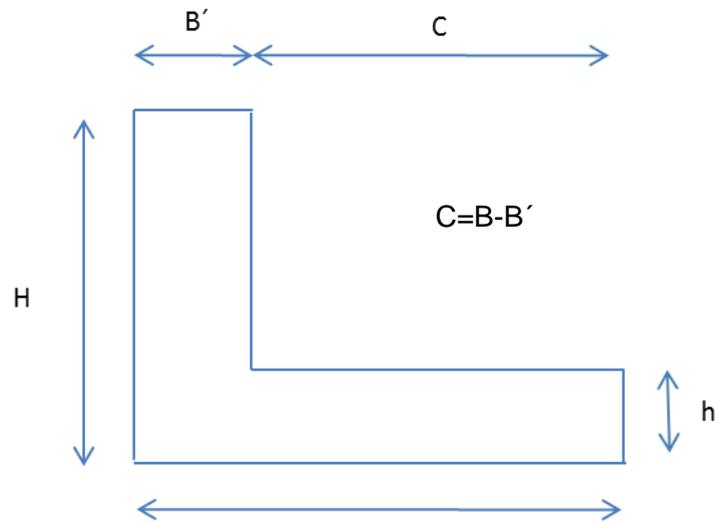
Esfuerzo último de diseño

$$u = \frac{\sigma_{Fc} P}{B} = \frac{1.4(1552 \text{ kg})}{0.6 \text{ m}} = 2724 \text{ kg/m}^2 = 2.724 \text{ ton/m}^2$$



Análisis por efecto flexionante

Datos		
f'c	=	250 kg/cm ²
f*c	=	200 kg/cm ²
f''c	=	170 kg/cm ²
fy	=	4200 kg/cm ²
pmin	=	0.002635
pb	=	0.020238
pmax	=	0.015179
qmin	=	0.065106
qmin	=	0.375
B'	=	20 cm
C	=	40 cm
Fr	=	0.9
r	=	5 cm



$$Mu = \frac{\sigma_u C^2}{2} = \frac{2897 \text{ kg/m}^2 (0.55 \text{ m})^2}{2} = 217.95$$

Determinación del peralte efectivo d:

d:

$$K_{umin} = Fr f''c q (1 - 0.5 q_{min}) = 9.64$$

$$K_{umax} = Fr f''c q (1 - 0.5 q_{max}) = 46.62$$

$$\text{Siendo } b = 100 \text{ cm}$$

$$d_{min} = \sqrt{\frac{Mu}{K_{umax} (b)}} = \sqrt{\frac{21795 \text{ kg-cm}}{46.62 (100)}} = 2.162 \text{ cm}$$

$$d_{max} = \sqrt{\frac{Mu}{K_{umin} (b)}} = \sqrt{\frac{21794.6 \text{ kg-cm}}{9.64 (100)}} = 4.756 \text{ cm}$$

$$d_{prom} = \frac{3.066 \text{ cm} + 6.742 \text{ cm}}{2} = 3.46 \text{ cm}$$

Determinación del peralte h:

$$\text{Proponiendo Var \# 4} \quad D = 1.27 \text{ cm} \quad A_s = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$h = d_{prom} + r + (d/2) = 3.460 \text{ cm} + 5 \text{ cm} + (1.27 \text{ cm} / 2) = 9.094 \text{ cm}$$

$$h = 10 \text{ cm}$$

Determinación del peralte efectivo d:

d:

$$d = h - r - (d/2) = 15 \text{ cm} - 5 \text{ cm} - (1.27 \text{ cm} / 2) = 4.365 \text{ cm}$$



Dimensiones de la zapata:

B	=	60 cm
h	=	10 cm
d	=	4.365 cm
r	=	5 cm

Determinación de la cantidad de acero de refuerzo:

Cortante por viga ancha

Esfuerzo cortante por penetración de diseño

(V_{up})

$$V_{up} = \frac{\sigma_u (C - d)}{d} = \frac{2.897 \text{ ton/m}^2 (0.55 \text{ m} - 0.09365 \text{ m})}{0.09365 \text{ m}} = 22.24 \text{ ton/m}^2 = 2.22 \text{ kg/cm}^2$$

Para obtener el A_s de la sección transversal se obtienen los porcentajes de acero debido al efecto cortante y por flexión.

Por cortante p_{vu}

Fr = 0.8 Por cortante

$$p_{vu} = \frac{V_{up}}{Fr \cdot \sqrt{f'_c}} = \frac{2.22 \text{ kg/cm}^2}{0.8 \cdot \sqrt{200 \text{ kg/cm}^2}} = 0.0066$$

Por momento flexionante p_{Mu}

Fr = 0.9

$$Q = \frac{M_u}{Fr b d^2 f'_c} = \frac{21794.646 \text{ kg-cm}}{(0.9 \text{ cm})(100 \text{ cm})(9.365 \text{ cm})^2 (170 \text{ kg/cm}^2)} = 0.074764$$

Q = 0.074764

$$q = 1 - \sqrt{1 - 2Q} = 1 - \sqrt{1 - (2 \cdot 0.0326)} = 0.07779$$

$$p = q \frac{f'_c}{f_y} = 0.033 \frac{170 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2} = 0.00315$$

El que es el p_{vu} es el que rige por ser mayor, así que será éste el que se utilice para diseñar.



Acero necesario

$$A_s = pbd = (0.0066 * 100 \text{ cm} * 4.365 \text{ cm}) = 2.86 \text{ cm}^2$$

Usando Var

$$\# 3 \quad A_s = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ Var} = \frac{2.86 \text{ cm}^2}{0.71 \text{ cm}^2} = 4.03 \quad 5 \quad \text{Var} \# 3$$

Separación del acero de refuerzo

$$S = \frac{A_s (100 \text{ cm})}{A_s} = \frac{1.27 \text{ cm}^2 (100 \text{ cm})}{3.89 \text{ cm}^2} = 24.823 \text{ cm}$$

Separación Var # 4 @ 20 cm

Acero por cambios volumétricos

$$A_s = \frac{66000 X_1}{f_y (X_1 + 100)} = \frac{66000 (15 \text{ cm})}{4200 \text{ kg/cm}^2 (15 \text{ cm} + 100)} = 1.429 \text{ cm}^2$$

Usando Var

$$\# 3 \quad A_s = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ Var} = \frac{1.429 \text{ cm}^2}{0.71 \text{ cm}^2} = 2.01 \quad 3 \quad \text{Var} \# 3$$

$$S = \frac{A_s (100 \text{ cm})}{A_s} = \frac{0.71 \text{ cm}^2 (100 \text{ cm})}{2.05 \text{ cm}^2} = 49.7 \text{ cm}$$

Separación Var # 3 @ 45 cm



3.3.10.2 Diseño de zapata Z-2

Datos Para Calcular P	
Muro Block	
A_{block}	= 1.2 m ²
Peso/m ²	= 180 kg/m ²
Sist. Paneles para losa	
A	= 1.875 m ²
Ws	= 303.4 kg/m ²
Cubierta	
A	= 2.06 m ²
Ws	= 79 kg/m ²
Cadena	
Peso/ml	= 90 kg/cm ²
Panel SIPPAA	
A_{SIPPAA}	= 2.4 m ²
Peso/m ²	= 66.46 kg/m ²
R_T	= 2100 kg/m ²
F_c	= 1.4

Determinación de las cargas actuantes en la zapata	
P	= 1197.12 kg/m
P.P.= 0.35 P	= 418.992 kg/m
ΣP	= 1616.11 kg/m

Determinación de las secciones geométricas

$$B = \frac{\Sigma P}{R_T} = \frac{1616}{2100} = 0.77 \text{ m}$$

Haciendo que B= 0.8 m = 80 cm

Esfuerzo último de diseño

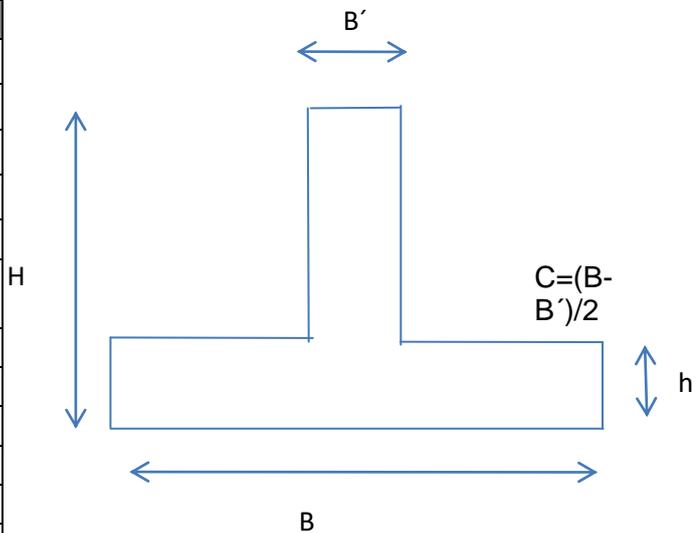
$$u = \frac{\sigma F_c P}{B} = \frac{1.4(1993 \text{ kg})}{0.8 \text{ m}} = 2828 \text{ kg/m}^2$$

$$= 2.828 \text{ ton/m}^2$$



Análisis por efecto flexionante

Datos:		
$f'c$	=	250 kg/cm ²
f^*c	=	200 kg/cm ²
$f''c$	=	170 kg/cm ²
f_y	=	4200 kg/cm ²
p_{min}	=	0.00264
p_b	=	0.020238
p_{max}	=	0.01518
q_{min}	=	0.065106
q_{min}	=	0.375
B'	=	20 cm
C	=	60 cm
Fr	=	0.9
r	=	5 cm



$$Mu = \frac{\sigma}{2} uC^2 = \frac{2790 \text{ kg/m}^2 (0.4 \text{ m})^2}{2} = 127.269 \text{ kg-m}$$

Determinación del peralte efectivo d:

$$K_{min} = Fr f''c q (1 - 0.5 q_{min}) = 9.64$$

$$K_{max} = Fr f''c q (1 - 0.5 q_{max}) = 46.62$$

Siendo b = 100 cm

$$d_{min} = \sqrt{\frac{Mu}{K_{max} (b)}} = \sqrt{\frac{12727 \text{ kg-cm}}{46.62 (100)}} = 1.652 \text{ cm}$$

$$d_{max} = \sqrt{\frac{Mu}{K_{min} (b)}} = \sqrt{\frac{12726.9 \text{ kg-cm}}{9.64 (100)}} = 3.634 \text{ cm}$$

$$d_{prom} = \frac{2.19 \text{ cm} + 4.81 \text{ cm}}{2} = 2.64 \text{ cm}$$

Determinación del peralte h:

Proponiendo Var # 4 D= 1.27 cm As= 1.27 cm²

$$h = d_{prom} + r + (d/2) = 3.50 \text{ cm} + 5 \text{ cm} + (1.27 \text{ cm} / 2) = 8.278 \text{ cm}$$

$$h = 15 \text{ cm}$$



Determinación del peralte efectivo d:

$$d = h - r - (d/2) = 15 \text{ cm} - 5 \text{ cm} - (1.9\text{cm} / 2) = 9.365 \text{ cm}$$

Dimensiones de la zapata:

$$\begin{aligned} B &= 80 \text{ cm} \\ h &= 15 \text{ cm} \\ d &= 9.365 \text{ cm} \\ r &= 5 \text{ cm} \end{aligned}$$

Determinación de la cantidad de acero de refuerzo:

Cortante por viga ancha

Esfuerzo cortante por penetración de diseño (V_{up})

$$\begin{aligned} V_{up} &= \frac{\sigma_u (C - d)}{d} = \frac{2.79 \text{ ton/m}^2 (0.4 \text{ m} - 0.09365 \text{ m})}{0.09365 \text{ m}} = \\ &= 6.23 \text{ ton/m}^2 = 0.62 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Para obtener el A_s de la sección transversal se obtienen los porcentajes de acero debido al efecto cortante y por flexión.

Por cortante p_{vu}

$$\begin{aligned} Fr &= 0.8 \text{ Por cortante} \\ p_{vu} &= \frac{V_{up}}{Fr \cdot \sqrt{f'c}} = \frac{0.91 \text{ kg/cm}^2}{0.8 \cdot \sqrt{200 \text{ kg/cm}^2}} = \frac{0.91}{30} = 0.0018 \end{aligned}$$

Por momento flexionante p_{mu}

$$\begin{aligned} Fr &= 0.9 \\ Q &= \frac{Mu}{Frbd^2f'c} = \frac{12726.871 \text{ kg-cm}}{(0.9 \text{ cm})(100 \text{ cm})(9.365 \text{ cm})^2(170\text{kg/cm}^2)} = \\ Q &= 0.009485 \\ q &= 1 - \sqrt{1 - 2Q} = 1 - \sqrt{1 - (2 \cdot 0.01664)} = 0.00953 \\ p &= q \frac{f'c}{f_y} = 0.01678 \frac{170 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2} = 0.00039 \end{aligned}$$

Nose utiliza ninguno de los dos porque son menor al $p_{im}=0.0026$

Acero necesario

$$A_s = p_b d = (0.0026 * 100 \text{ cm} * 9.365 \text{ cm}) = 2.43 \text{ cm}^2$$



Usando Var
3

$$as = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ Var} = \frac{2.43 \text{ cm}^2}{0.71 \text{ cm}^2} = 3.43 \quad 4 \quad \text{Var} \# 3$$

Separación del acero de refuerzo

$$S = \frac{as (100 \text{ cm})}{As} = \frac{1.27 \text{ cm}^2 (100 \text{ cm})}{5.81 \text{ cm}^2} = 29.15 \text{ cm}$$

Separación Var # 3 @ 25 cm

Acero por cambios volumétricos

$$As = \frac{66000 X_1}{fy (X_1 + 100)} = \frac{66000 (15 \text{ cm})}{4200 \text{ kg/cm}^2 (15 \text{ cm} + 100)} = 2.050 \text{ cm}^2$$

Usando Var
3

$$As = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ Var} = \frac{2.050 \text{ cm}^2}{0.71 \text{ cm}^2} = 2.89 \quad 3 \quad \text{Var} \# 3$$

$$S = \frac{as (100 \text{ cm})}{As} = \frac{0.71 \text{ cm}^2 (100 \text{ cm})}{2.05 \text{ cm}^2} = 34.63 \text{ cm}$$

Separación Var # 3 @ 30 cm



3.3.10.3 Diseño de zapata Z-3

Datos Para Calcular P	
Losa maciza	
A	= 0.675 m ²
Ws	= 450 kg/m ²
Tinaco	
A	= 0.675 m ²
Ws	= 246.92 kg/m ²
Cadena	
Peso/ml	= 90 kg/cm ²
Panel SIPPAA	
A _{SIPPAA}	= 2.4 m ²
Peso/m ²	= 66.46 kg/m ²
R _T	= 2100 kg/m ²
Fc	= 1.4

Determinación de las cargas actuantes en la zapata

	=	719.925 kg/m
P.P.= 0.35 P	=	251.974 kg/m
ΣP	=	971.899 kg/m

Determinación de las secciones geométricas

$$B = \frac{\Sigma P}{R_T} = \frac{972}{2100} = 0.46 \text{ m}$$

Haciendo que B= 0.5 m = 50 cm

Esfuerzo último de diseño

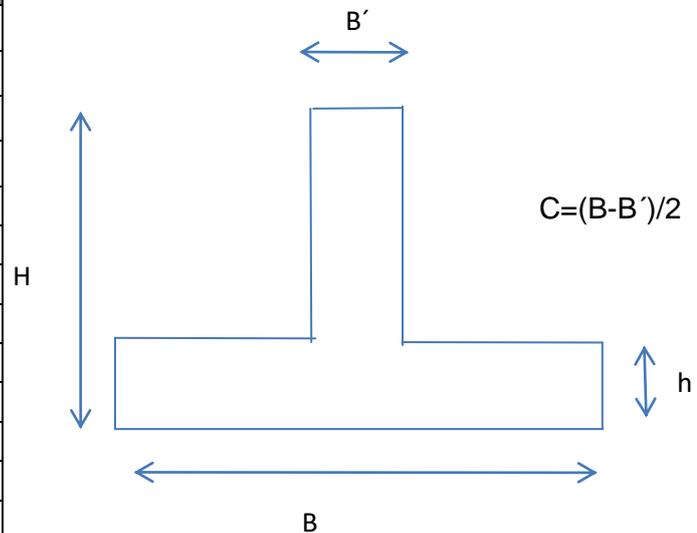
$$u = \frac{F_c P}{B} = \frac{1.4(1016 \text{ kg})}{0.5 \text{ m}} = 2721 \text{ kg/m}^2$$

$$= 2.721 \text{ ton/m}^2$$



Análisis por efecto flexionante

Datos		
$f'c$	=	250 kg/cm ²
f^*c	=	200 kg/cm ²
$f''c$	=	170 kg/cm ²
f_y	=	4200 kg/cm ²
p_{min}	=	0.002635
p_b	=	0.020238
p_{max}	=	0.015179
q_{min}	=	0.065106
q_{min}	=	0.375
B'	=	20 cm
C	=	30 cm
Fr	=	0.9
r	=	5 cm



$$M_u = \frac{\sigma_u C^2}{2} = \frac{2844 \text{ kg/m}^2 (0.15 \text{ m})^2}{2} = 30.6148 \text{ kg-m}$$

Determinación del peralte efectivo d:

$$K_{min} = Fr f''c q (1 - 0.5 q_{min}) = 9.64$$

$$K_{max} = Fr f''c q (1 - 0.5 q_{max}) = 46.62$$

$$\text{Siendo } b = 100 \text{ cm}$$

$$d_{min} = \sqrt{\frac{M_u}{K_{max} (b)}} = \sqrt{\frac{3061 \text{ kg-cm}}{46.62 (100)}} = 0.81 \text{ cm}$$

$$d_{max} = \sqrt{\frac{M_u}{K_{min} (b)}} = \sqrt{\frac{3061.48}{9.64 (100)}} = 1.782 \text{ cm}$$

$$d_{prom} = \frac{0.828 \text{ cm} + 1.822 \text{ cm}}{2} = 1.30 \text{ cm}$$

Determinación del peralte h:

$$\text{Proponiendo Var \# 3} \quad D = 0.95 \text{ cm} \quad A_s = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$h = d_{prom} + r + (D/2) = 1.33 \text{ cm} + 5 \text{ cm} + (0.95 \text{ cm} / 2) = 6.771 \text{ cm}$$

$$h = 10 \text{ cm}$$

$$\text{El peralte } h_{min} = 15 \text{ cm}$$



Determinación del peralte efectivo d:

$$d = h - r - (d/2) = 15 \text{ cm} - 5 \text{ cm} - (0.95 \text{ cm} / 2) = 9.525 \text{ cm}$$

Dimensiones de la zapata:

$$\begin{aligned} B &= 50 \text{ cm} \\ h &= 15 \text{ cm} \\ d &= 9.525 \text{ cm} \\ r &= 5 \text{ cm} \end{aligned}$$

Determinación de la cantidad de acero de refuerzo:

Cortante por viga ancha

Esfuerzo cortante por penetración de diseño (V_{up})

$$V_{up} = \frac{\sigma_u (C - d)}{d} = \frac{2.844 \text{ ton/m}^2 (0.15 \text{ m} - 0.09525 \text{ m})}{0.09525 \text{ m}} = 5.85 \text{ ton/m}^2 = 0.58 \text{ kg/cm}^2$$

Para obtener el A_s de la sección transversal se obtienen los porcentajes de acero debido al efecto cortante y por flexión.

Por cortante p_{vu}

$$\begin{aligned} Fr &= 0.8 \text{ Por cortante} \\ p_{vu} &= \frac{Fr * \sqrt{f^*c}}{30} = \frac{0.8 * \sqrt{200 \text{ kg/cm}^2}}{30} = 0.0017 \end{aligned}$$

Por momento flexionante p_{mu}

$$\begin{aligned} Fr &= 0.9 \\ Q &= \frac{Mu}{Frbd^2f^*c} = \frac{3061.4811 \text{ kg-cm}}{(0.9 \text{ cm})(100 \text{ cm})(9.525 \text{ cm})^2(170 \text{ kg/cm}^2)} = 0.002206 \\ q &= 1 - \sqrt{1 - 2Q} = 1 - \sqrt{1 - (2 * 0.0023)} = 0.00221 \\ p &= q \frac{f^*c}{f_y} = 0.0023 \frac{170 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2} = 8.9E-05 \end{aligned}$$

No se utiliza ninguno de los dos porque son menores al p_{min}

$$P_{min} = 0.0026$$

Acero necesario

$$A_s = p_{bd} = (0.0026 * 100 \text{ cm} * 9.525 \text{ cm}) = 2.51 \text{ cm}^2$$



Usando Var #

$$3 \qquad \qquad \qquad as = \qquad \qquad \qquad 0.71 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ Var} = \frac{2.51 \text{ cm}^2}{0.71 \text{ cm}^2} = 3.54 \qquad \qquad \qquad 4 \qquad \text{Var} \# \qquad \qquad \qquad 3$$

Separación del acero de refuerzo

$$S = \frac{as (100 \text{ cm})}{As} = \frac{0.71 \text{ cm}^2 (100 \text{ cm})}{2.51 \text{ cm}^2} = 28.28 \text{ cm}$$

Separación Var # 3 @ 25 cm

Acero por cambios volumétricos

$$As = \frac{66000 X_1}{fy (X_1 + 100)} = \frac{66000 (15 \text{ cm})}{4200 \text{ kg/cm}^2 (15 \text{ cm} + 100)} = 2.050 \text{ cm}^2$$

Usando Var #

$$3 \qquad \qquad \qquad As = \qquad \qquad \qquad 0.71 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ Var} = \frac{2.050 \text{ cm}^2}{0.71 \text{ cm}^2} = 2.89 \qquad \qquad \qquad 3 \qquad \text{Var} \# \qquad \qquad \qquad 3$$

$$S = \frac{as (100 \text{ cm})}{As} = \frac{0.71 \text{ cm}^2 (100 \text{ cm})}{2.05 \text{ cm}^2} = 34.63 \text{ cm}$$

Separación Var # 3 @ 30 cm



3.4 Evaluación económica de una vivienda de interés social utilizando SIPPAA.

RESUPUESTO DE OBRA

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe
INFRAESTRUCTURA					
	Trazo y nivelación manual para establecer ejes, banco de nivel y referencias, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	m ²	130.3900	\$10.84	\$1,413.43
	Zapata corrida de cimentación de 60x15 cm. de concreto premezclado de F'c= 250 kg/cm ² , armada con varilla 4 varilla de 3/8" en el sentido longitudinal y a cada 25 cms. en el sentido transversal, con una contratrase de 20x25 cms. armada con 4 varillas de 1/2" y estribos con grapa del No. 3 a cada 20 cms. incluye: cimbrado, descimbrado, mano de obra, equipo y heramienta.	m	29.7000	\$1,327.58	\$39,429.13
	Cimiento de concreto F'c= 250 kg/cm ² , construido a base de zapata corrida de 80 cm. de ancho por 15 cm. de peralte armado con varillas de 3/8" a cada 25 cm. en ambos sentidos con contrabe de 20 cm. de ancho por 25 cm. de peralte armada con 4 varillas de 3/8" con estribos de varilla de 3/8" a cada 20 cm., incluye: materiales, acarreos, habilitado, cimbrado, descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta.	m	7.8000	\$1,628.85	\$12,705.03
	Zapata corrida de cimentación de 60x15 cm. de concreto premezclado de F'c= 250 kg/cm ² , armada con varilla 4 varilla de 3/8" en el sentido longitudinal y a cada 25 cms. en el sentido transversal, con una contratrase de 20x25 cms. armada con 4 varillas de 1/2" y estribos con grapa del No. 3 a cada 20 cms. incluye: cimbrado, descimbrado, mano de obra, equipo y heramienta.	m	12.6500	\$1,327.58	\$16,793.89
MUROS					
	Suministro y colocación de panel sippaa para muro, anclandolo a los castillos con varilla del número 3 incluye material, mano de obra, equipo, herramienta y todo lo necesario para su correcta instalación.	m ²	72.0000	\$234.31	\$16,870.32
	Aplanado acabado fino en muros de planta baja, con mezcla cemento arena 1:5, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	m ²	144.0000	\$180.33	\$25,967.52
	MURO DE BLOCK DE 10 X 20 X 15 ACENTADO CON MORTERO CEMENTO-ARENA CON PROPORCION DE 1:4; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR, ANDAMIOS, Y TODO LO NECESARIO PARA LA CORRECTA EJECUCION DE LOS TRABAJOS.	m ²	10.5000	\$683.75	\$7,179.38
	MURO DE BLOCK JUNTADO CON MORTERO CEMENTO ARENA CON PROPORCIÓN 1:4; INCLUYE MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR, Y TODO LO NECESARIO PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.	m ²	18.0000	\$330.24	\$5,944.32



Diseño arquitectónico y estructural, de una vivienda sustentable



Firme de 10 cm. de espesor, de concreto F'c=150 kg/cm2 acabado con llana metálica, armado con malla electrosoldada 6x6/10-10, incluye: materiales, acarreos, preparación de la superficie, nivelación, cimbrado colado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ²	47.7900	\$305.04	\$14,577.86
ESTRUCTURA				
concreto hecho en obra de F'c=150 kg/cm2., acabado con malla electrosoldada 6x6/10-10, incluye: materiales, acarreos, cortes, amarres, cimbrado, colado, descimbrado, mano de obra.	m	35.2800	\$191.81	\$6,767.06
Trabe de 15x20 cms. de concreto premezclado de F'c= 250 kg/cm2, armado con viga armex acabado comun, incluye: cimbrado, descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta.	m	51.6000	\$370.73	\$19,129.67
LOSA				
Losa de 10 cm. de espesor acabado aparente de espesor de concreto F'c=250 kg/cm2, armada con varilla del No. 3 a cada 15 cm. en ambos sentidos, incluye: cimbrado acabado comun, armado, colado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ²	2.7600	\$1,224.88	\$3,380.67
Losa de 12 cm. de espesor de panel SIPPAA tipo estructural de 3" con refuerzo de varilla de 5/16" en la parte inferior, colocada a cada 0.40 cms. por el claro corto y a cada 60 cm. en el claro largo, cada panel deberá estar unido entre si por malla de unión de 25 cms. de ancho del mismo material con la finalidad de evitar agrietamiento. una vez colocado el panel y la varilla se dara un aplanado por la parte inferior de 2 cms. con mezcla de cemento arena en proporción de 1:4, con la finalidad de ahogar la varilla y la malla inferior en mezcla, posteriormente (24 horas) se colara la parte superior una capa de 4 cm. minimo de concreto de F'c=250 kg/cm2, TMA= 19 MM. Sistema recomendado para claros hasta de 3.50 m. El precio unitario incluye: apuntalamiento de losa durante todo el proceso, suministro de materiales, acarreos, elevaciones, cortes, desperdicios, amarres, anclajes, traslapes, colado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ²	26.4600	\$662.17	\$17,521.02

TOTAL DEL PRESUPUESTO MOSTRADO

SIN IVA:

\$187,679.30

(* CIENTO OCHENTA Y SIETE MIL SEISCIENTOS SETENTA Y NUEVE PESOS 30/100 M.N. *)



3.5 Evaluación económica de una vivienda de interés social utilizando un sistema tradicional. PRESUPUESTO DE OBRA

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe
INFRAESTRUCTURA					
	Trazo y nivelación manual para establecer ejes, banco de nivel y referencias, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	m ²	130.3900	\$10.53	\$1,373.01
	Cimiento de concreto F'c= 200 kg/cm2, construido a base de zapata corrida de 1.00 m. de ancho por 20 cm. de peralte armado con varillas de 1/2" a cada 20 cm. en el sentido transversal y 6 de 3/8" en el sentido longitudinal, con contrabe de 20 cm. de ancho por 80 cm. de peralte armada con 4 varillas de 5/8" y dos de 3/8", con estribos de varilla de 3/8" a cada 20 cm., incluye: materiales, acarreo, habilitado, cimbrado, descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta.	m	50.1500	\$1,599.12	\$80,195.87
TOTAL INFRAESTRUCTURA					\$81,568.88
MUROS					
	10 X 20 X 15 ACENTADO CON MORTERO CEMENTO-ARCILLON DE 1:4; INCLUYE: MANO DE OBRA, OR, ANDAMIOS, Y TODO LO NECESARIO PARA LA ON DE LOS TRABAJOS.	m ²	100.5000	\$705.78	\$70,930.89
	Firme de 10 cm. de espesor, de concreto F'c=150 kg/cm2 acabado con llana metálica, armado con malla electrosoldada 6x6/10-10, incluye: materiales, acarreo, preparación de la superficie, nivelación, cimbrado colado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ²	47.7900	\$294.55	\$14,076.54
TOTAL MUROS					\$85,007.43
ESTRUCTURA					
	Castillo de 15x20 cm. de concreto hecho en obra de F'c=200 kg/cm2, acabado común, armado con 4 varillas de 3/8" y estribos del No.2 a cada 20 cm., incluye: materiales, acarreo, cortes, desperdicios, traslapes, amarres, cimbrado, colado, descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta.	m	35.2800	\$296.10	\$10,446.41
	Trabe de 15x30 cms. de concreto premezclado de F'c= 250 kg/cm2, armado con 3 varillas del No.5, 4 varillas del No. 4 y estribos del No. 2 a cada 10 cms. acabado comun, incluye: cimbrado, descimbra, mano de obra, equipo y herramienta.	m	51.6000	\$678.89	\$35,030.72
TOTAL ESTRUCTURA					\$45,477.13
LOSA					
	Losa de 10 cm. de espesor acabado aparente de espesor de concreto F'c=250 kg/cm2, armada con varilla del No. 3 a cada 15 cm. en ambos sentidos, incluye: cimbrado acabado comun, armado, colado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ²	29.2500	\$1,181.93	\$34,571.45
TOTAL LOSA					\$34,571.45

TOTAL DEL PRESUPUESTO MOSTRADO SIN IVA: \$246,624.89
 (* DOSCIENTOS CUARENTA Y SEIS MIL SEISCIENTOS VEINTICUATRO PESOS 89/100 M.N. *)



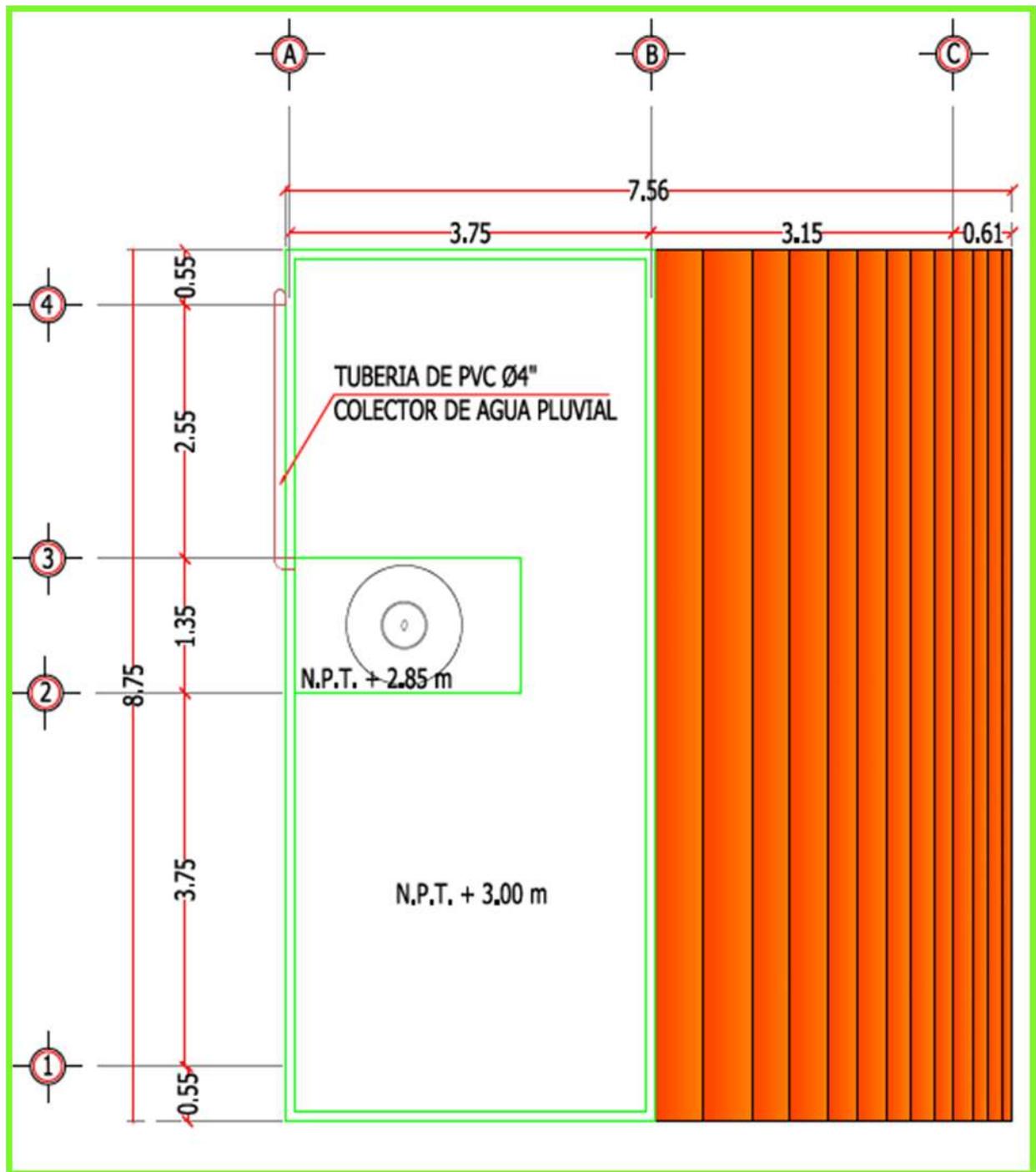
4

Resultados.

4.1 Resultados de Elaborar un plano arquitectónico de una casa-habitación de interés social.



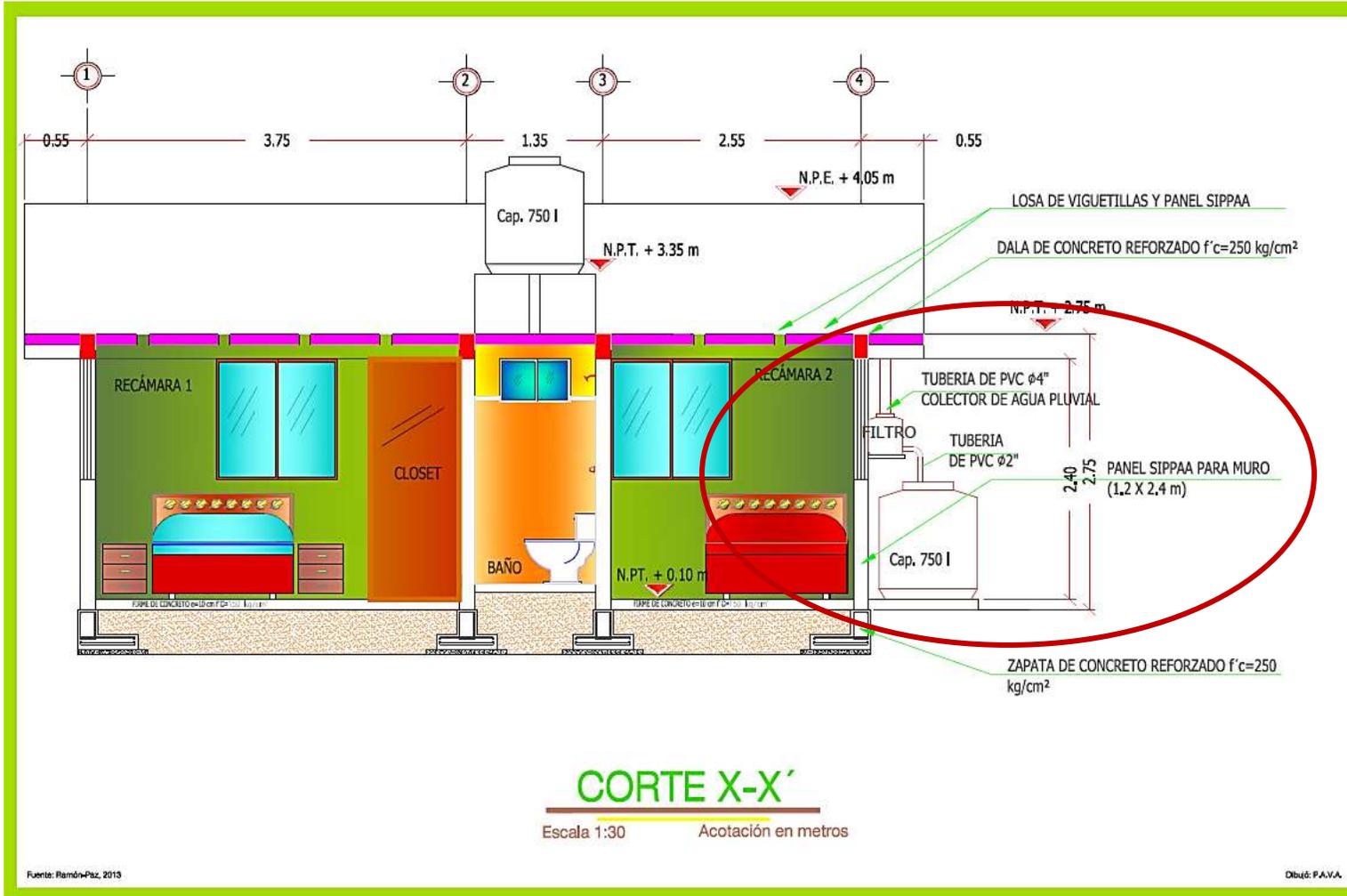
Plano 1. Planta arquitectónica
Fuente: elaborado por autor



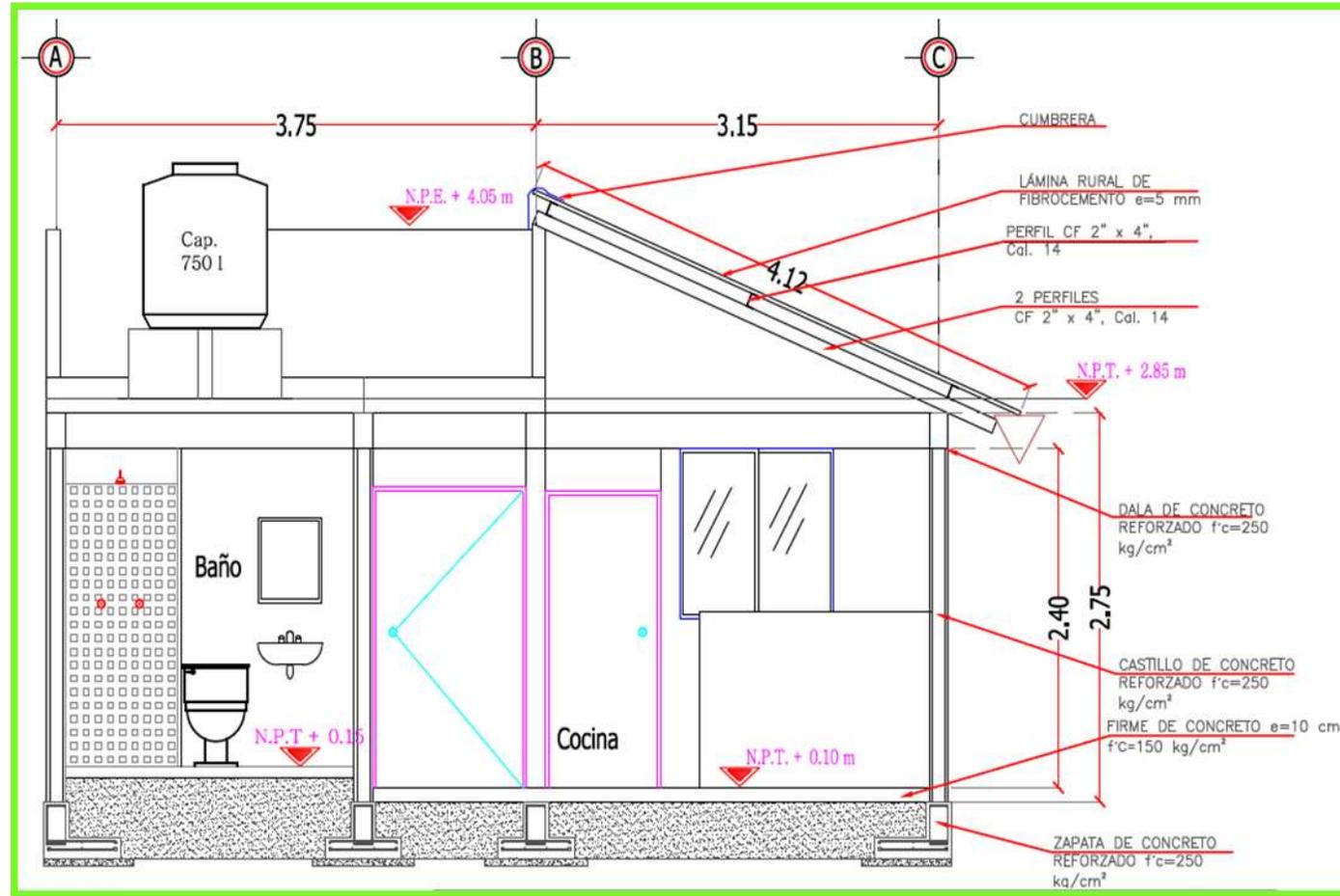
Plano 2. Planta de azotea
Fuente: Elaborado por autor.



Diseño arquitectónico y estructural, de una vivienda sustentable



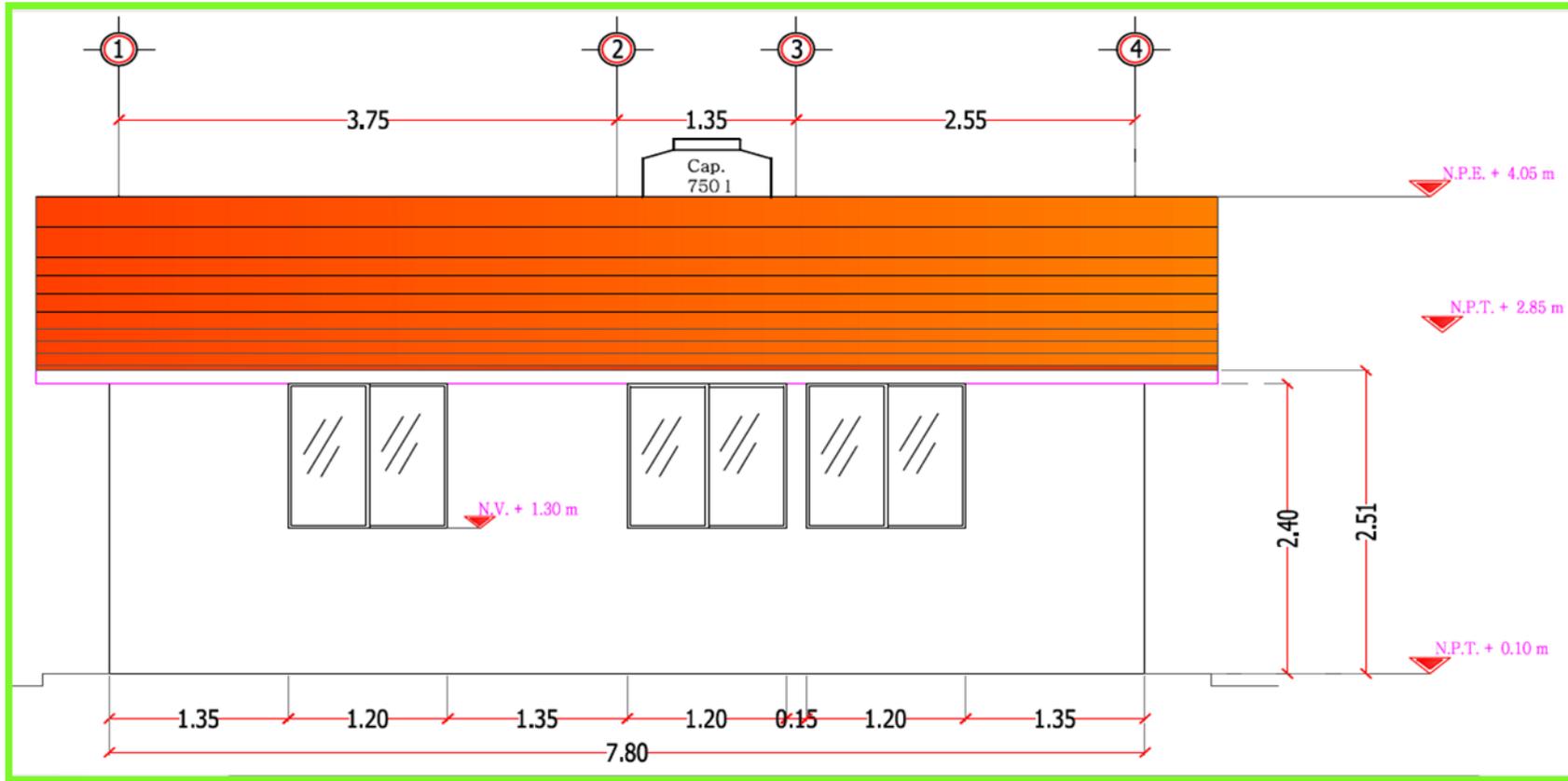
Plano 3. Corte X-X'
Fuente: Elaborado por autor.



Plano 4. Corte Y-Y'
Fuente: Elaborado por autor



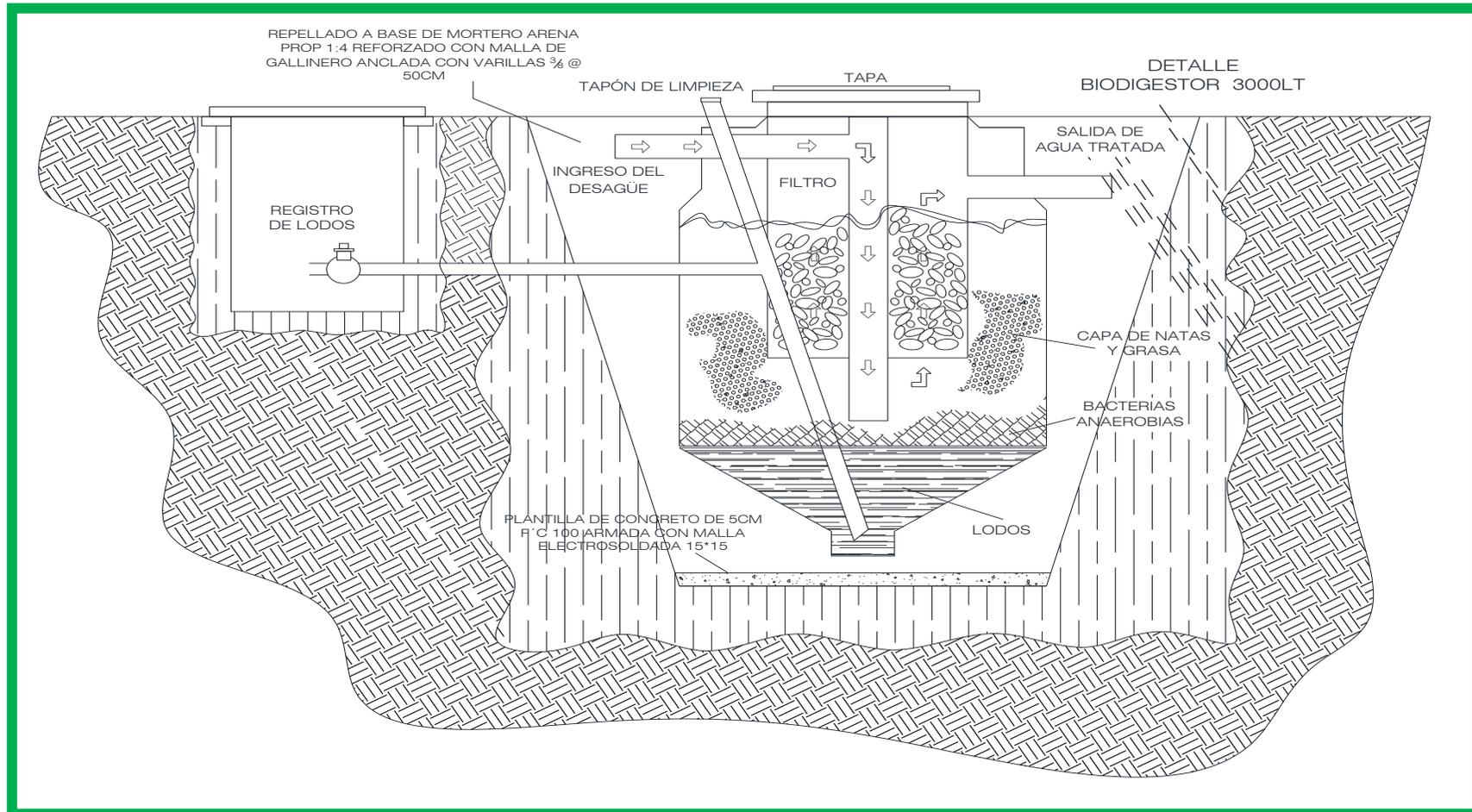
Diseño arquitectónico y estructural, de una vivienda sustentable



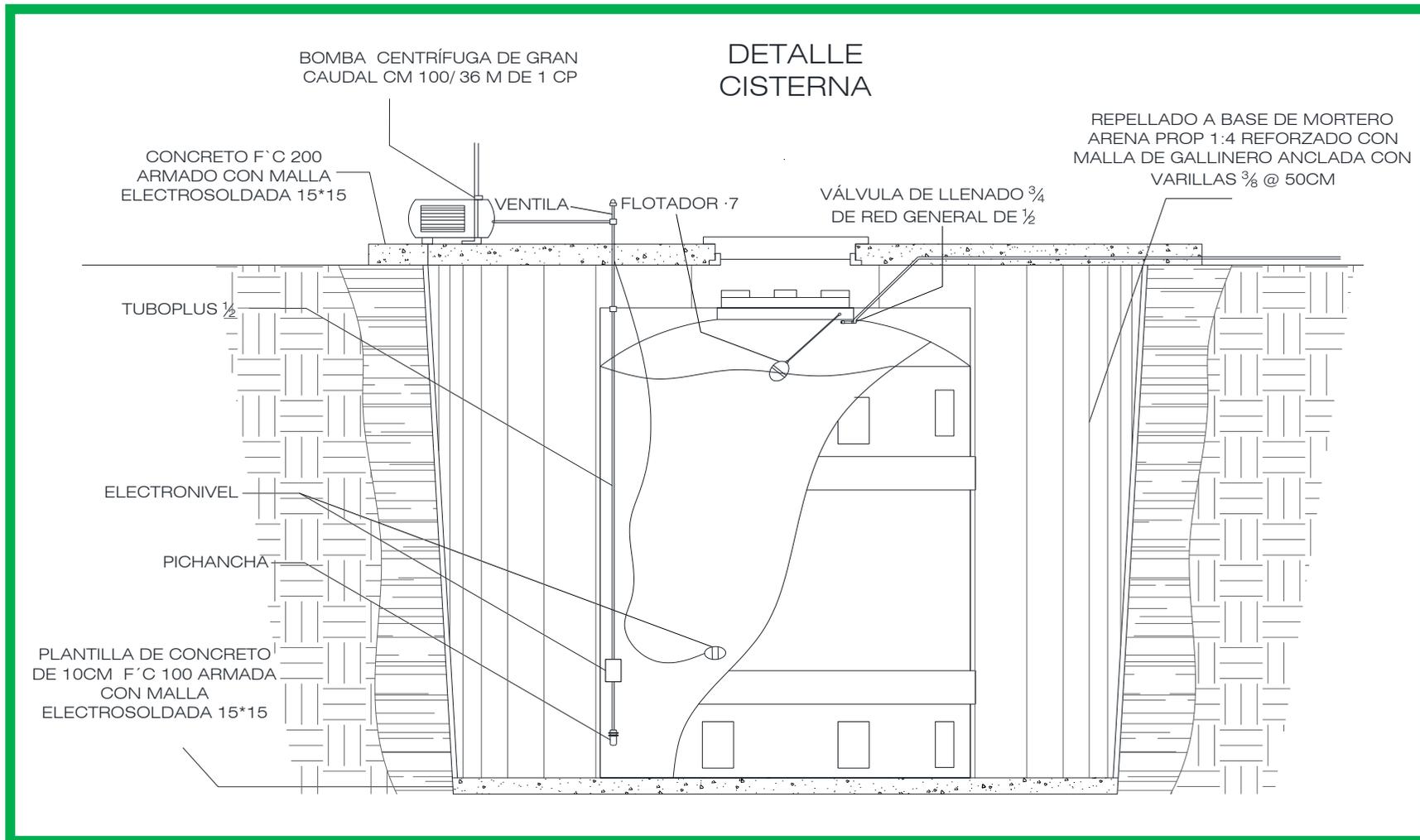
Plano 5. Fachada lateral.
Fuente: Elaborado por autor



4.2 Diseño de plano de instalación de un biodigestor y de cisterna.



Plano 6. Detalle instalación de biodigestor.
Fuente: Elaborado por autor



Plano 7. Instalación de cisterna.
Fuente: Elaborado por autor



4.3 Resultados de las pruebas de la NMX-C-405-1997-ONNCCE

Obtención de especificaciones técnicas de los paneles a utilizar y se aplicó la norma NMX-C-405-1997-ONNCCE (Paneles para uso estructural en muros, techos y Entrepisos).

TIPO I (PÁNELES PARA MURO)		
PRUEBA	LIMITE ACEPTABLE	RESULTADOS
COMPRESION SIMPLE	5 Kg/Cm ²	6 kg/Cm ²
CARGA LATERAL	1.5 Ton-m.	1.65 Ton-m
RESISTENCIA AL FUEGO	1 Hora	1.5 Hora
IMPACTO PARA MURO	Deflexión 10 mm	8 mm
CARGA UNIFORME	100 Kg/Cm ²	200 Kg/Cm ²
TIPO II (PÁNELES PARA LOSA)		
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	L/360 (Flecha)	0.0025 en un metro
RESISTENCIA AL IMPACTO	L/360 (Flecha)	0.0024 en un metro
RESISTENCIA AL FUEGO	1 hora	1.5 Hora



Fig. 11 Pruebas realizadas. (Foto tomada por autor)

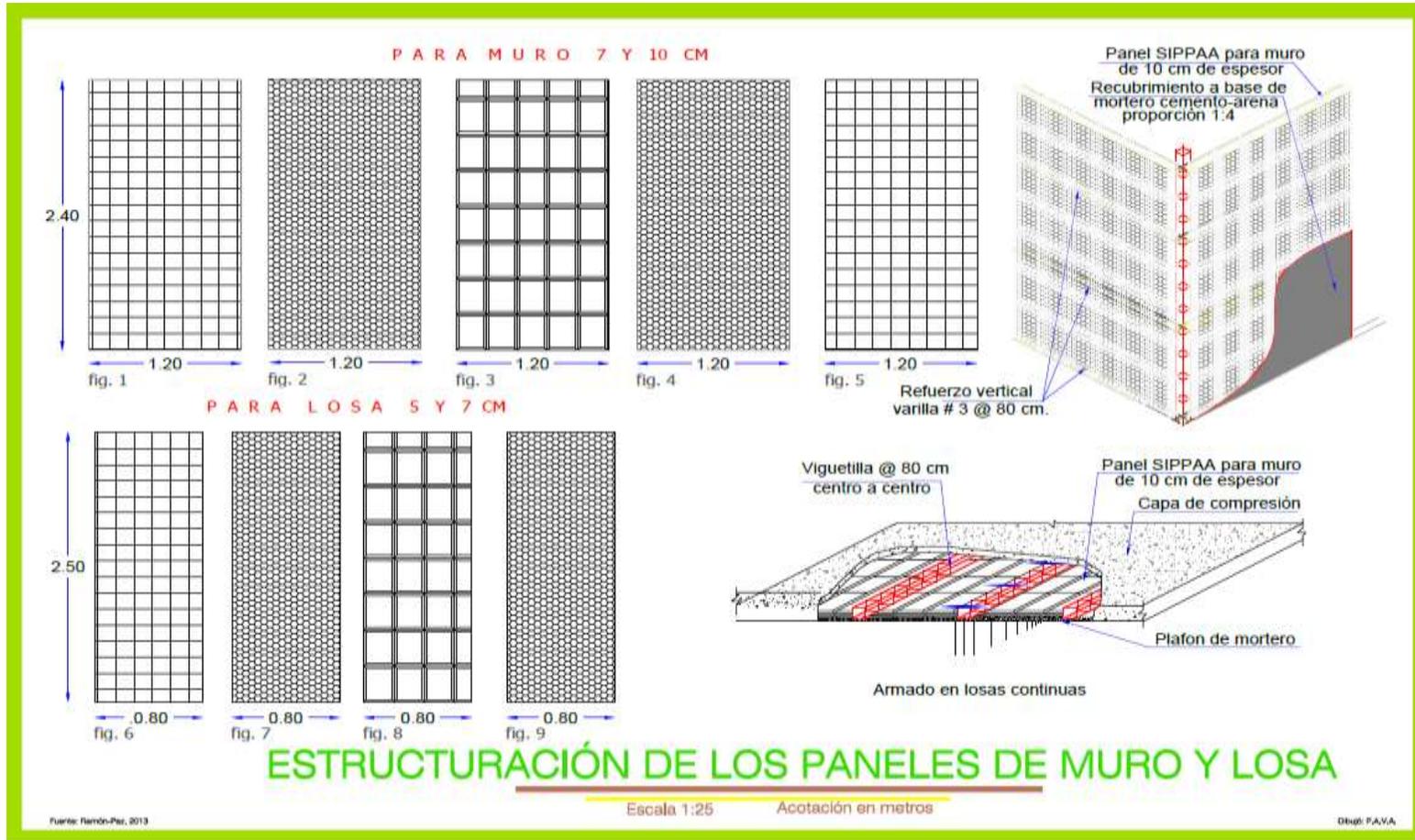


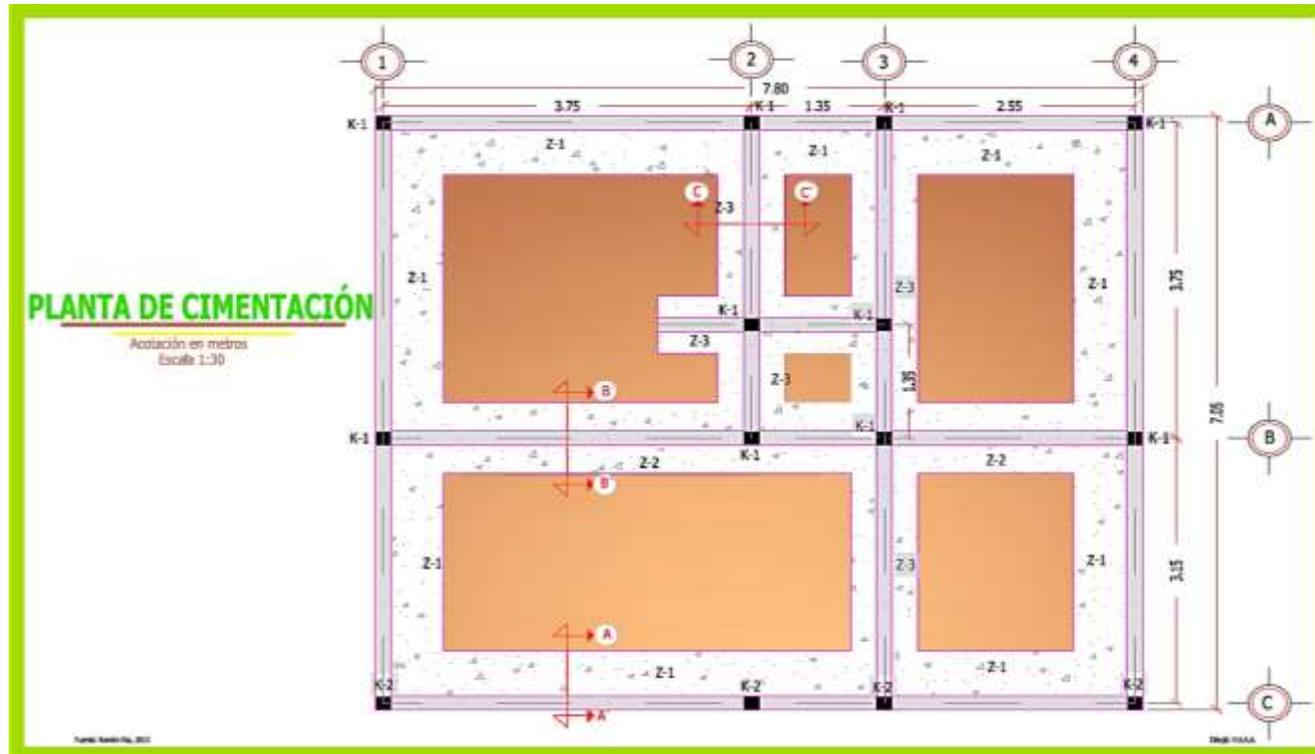
Fig. 12 Estructuración del sistema SIPPAA
Fuente: Elaborado por autor. ISSN: 9946-5351, 2013



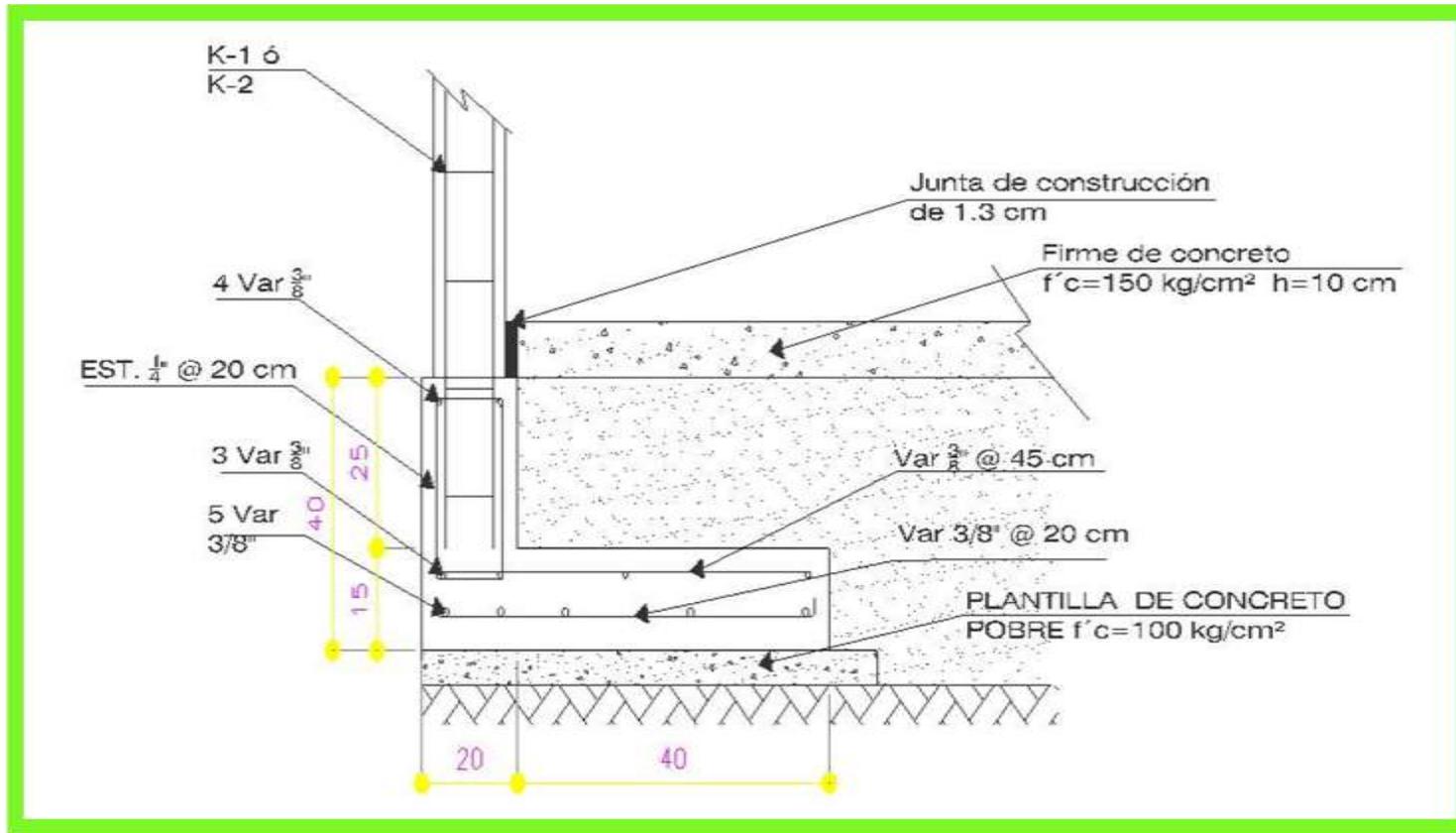
4.4 Diseño estructural.

Se consiguió obtener todo el diseño estructural, de una casa habitación, utilizando paneles SIPPAA.

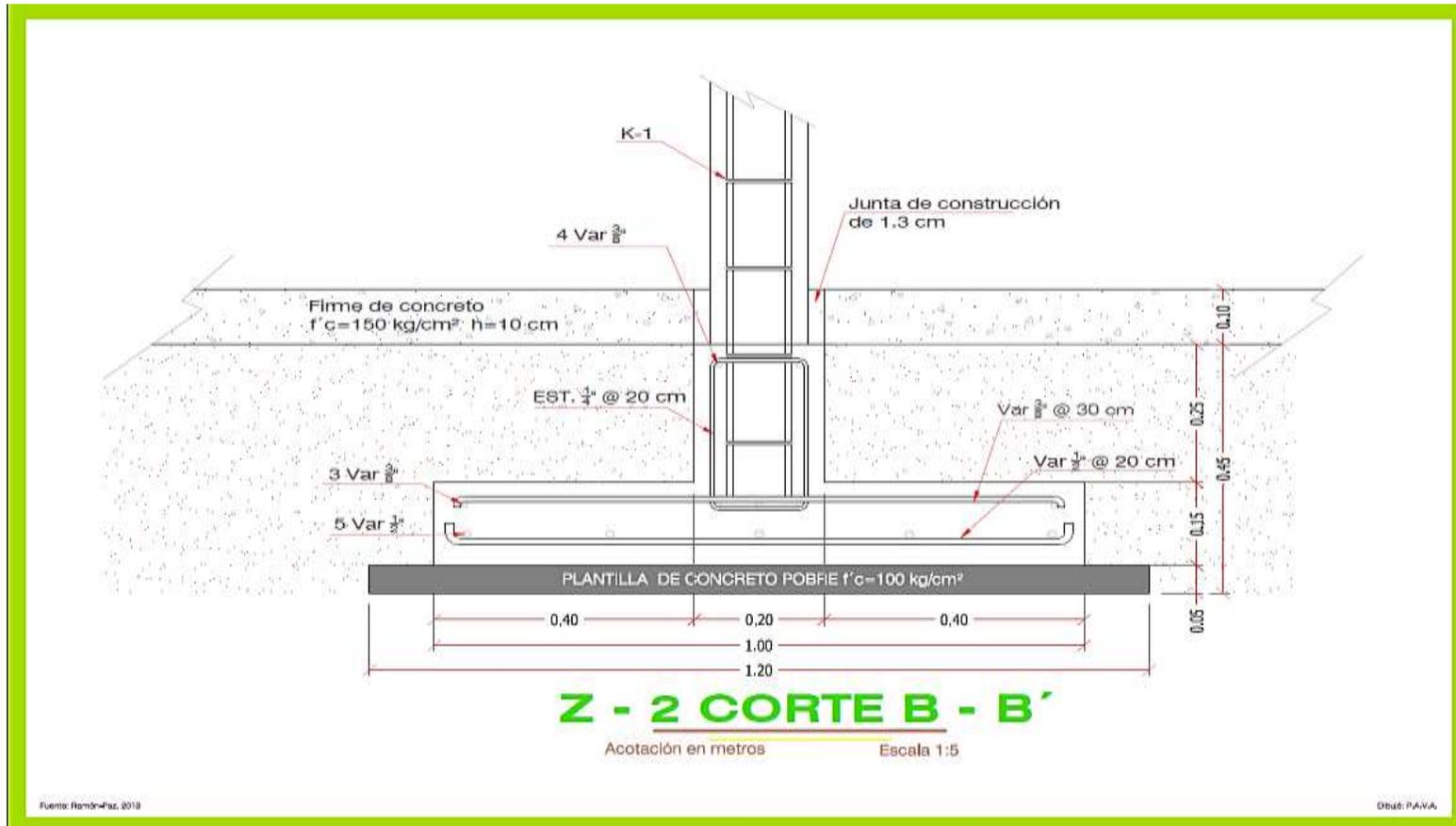
(DISEÑO ESTRUCTURAL)



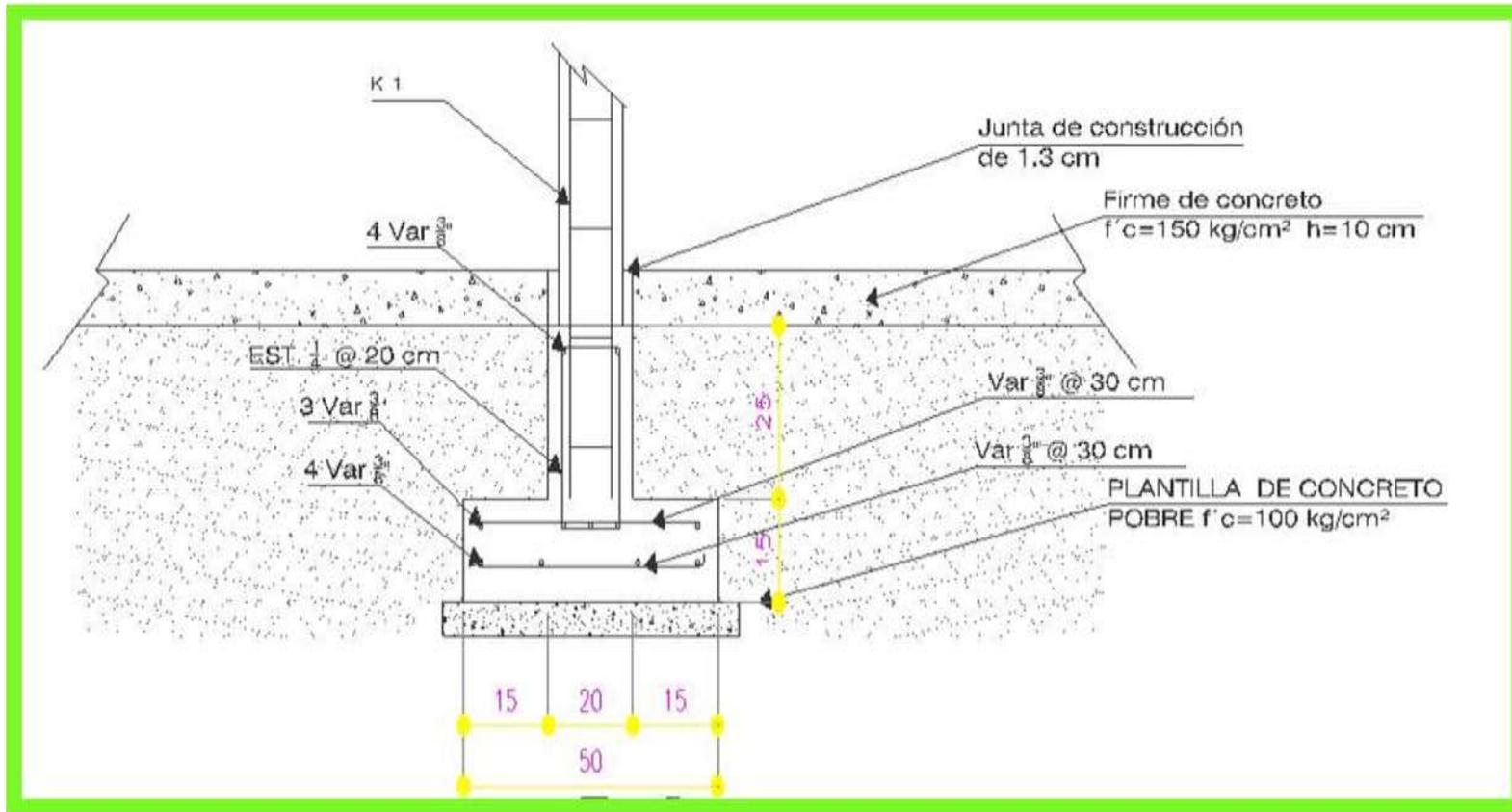
Plano 8. Planta de cimentación
Fuente: Elaborado por autor.



Plano 9. Zapata Z-1.
Fuente: Elaborado por autor.



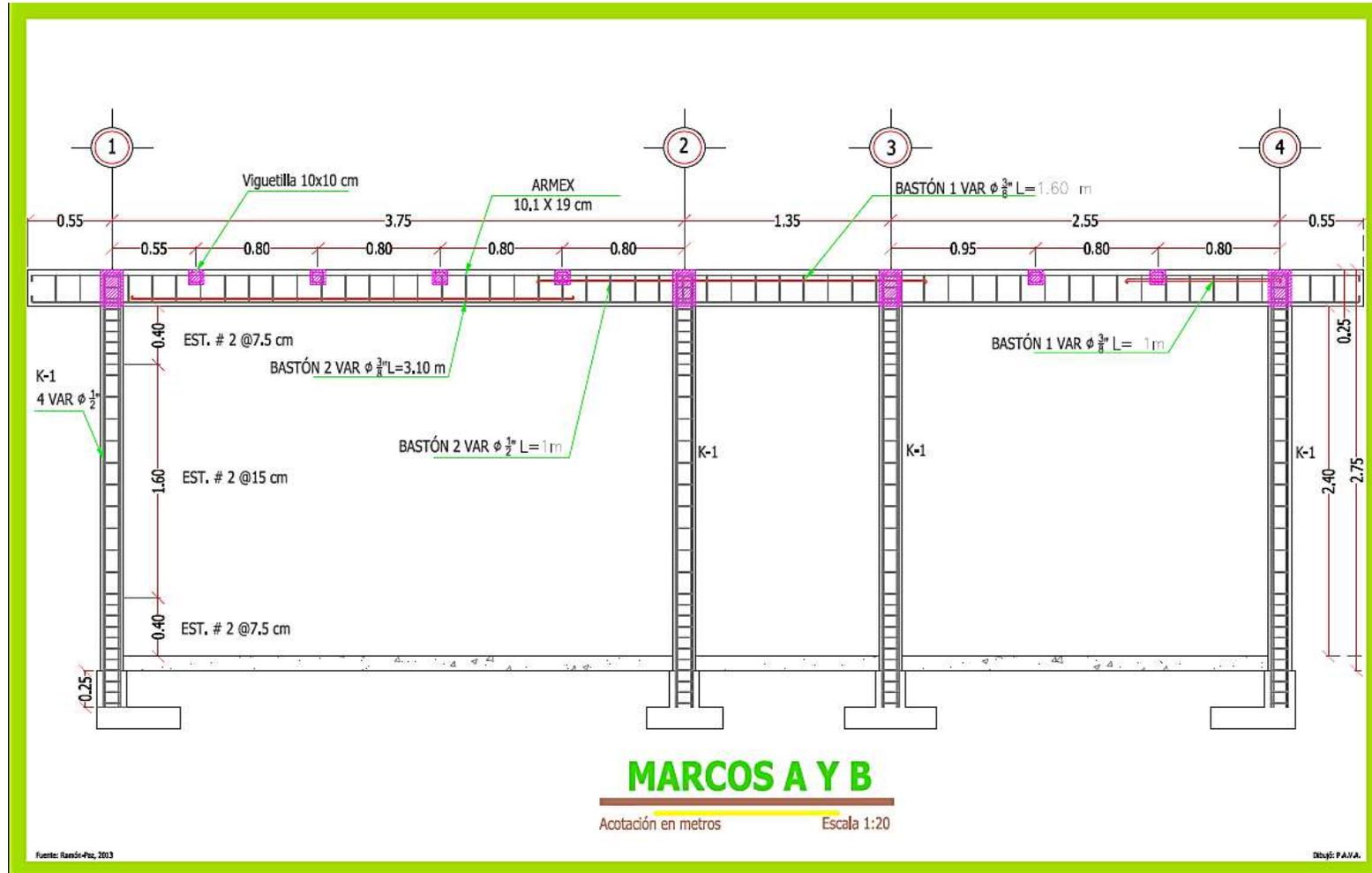
Plano 10. Zapata Z-2
Fuente: elaborado por autor.



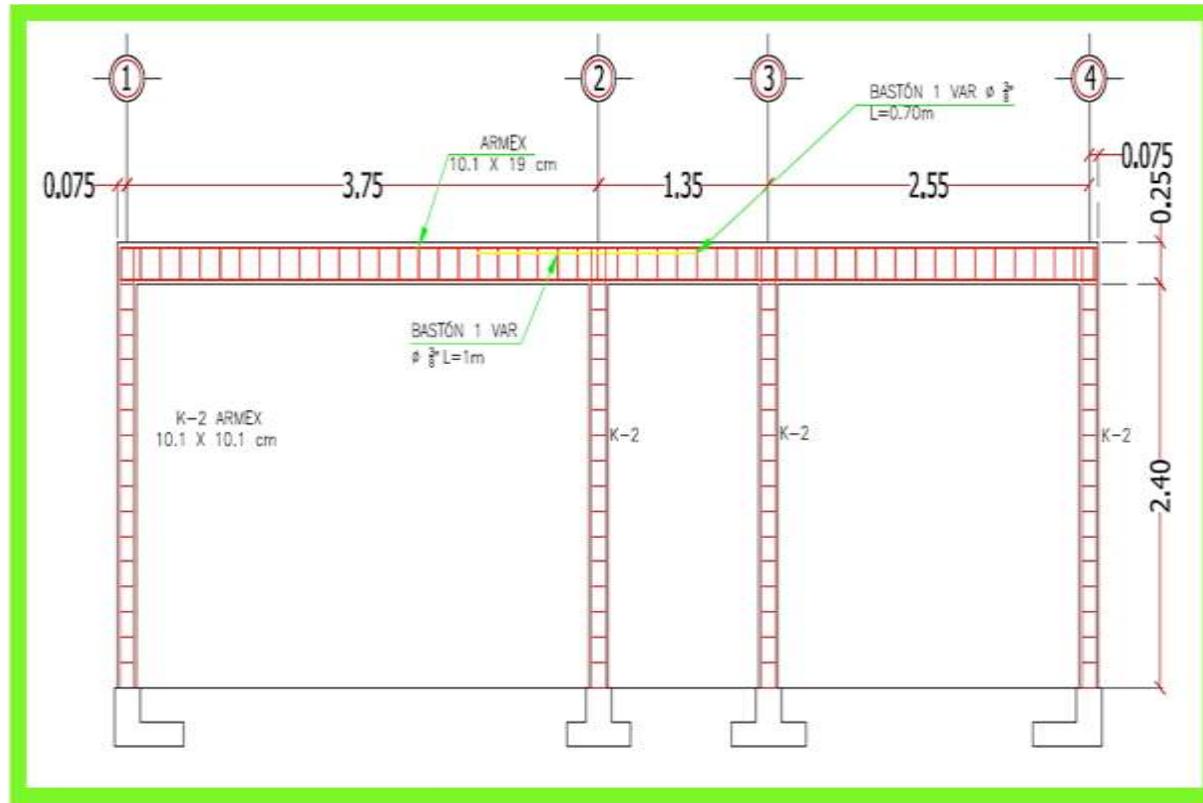
Plano11. Zapata Z-3
Fuente: Elaborado por autor.



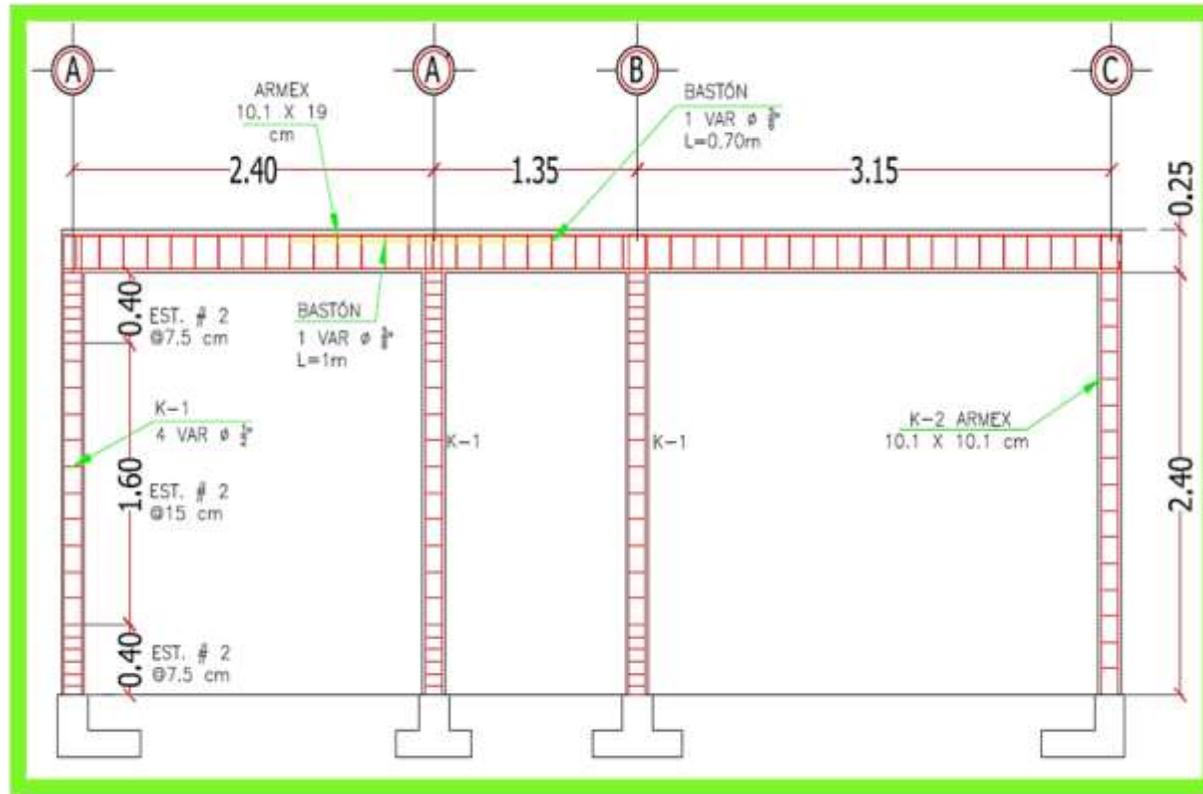
Diseño arquitectónico y estructural, de una vivienda sustentable



Plano12. Marcos A y B
Fuente: Elaborado por autor.



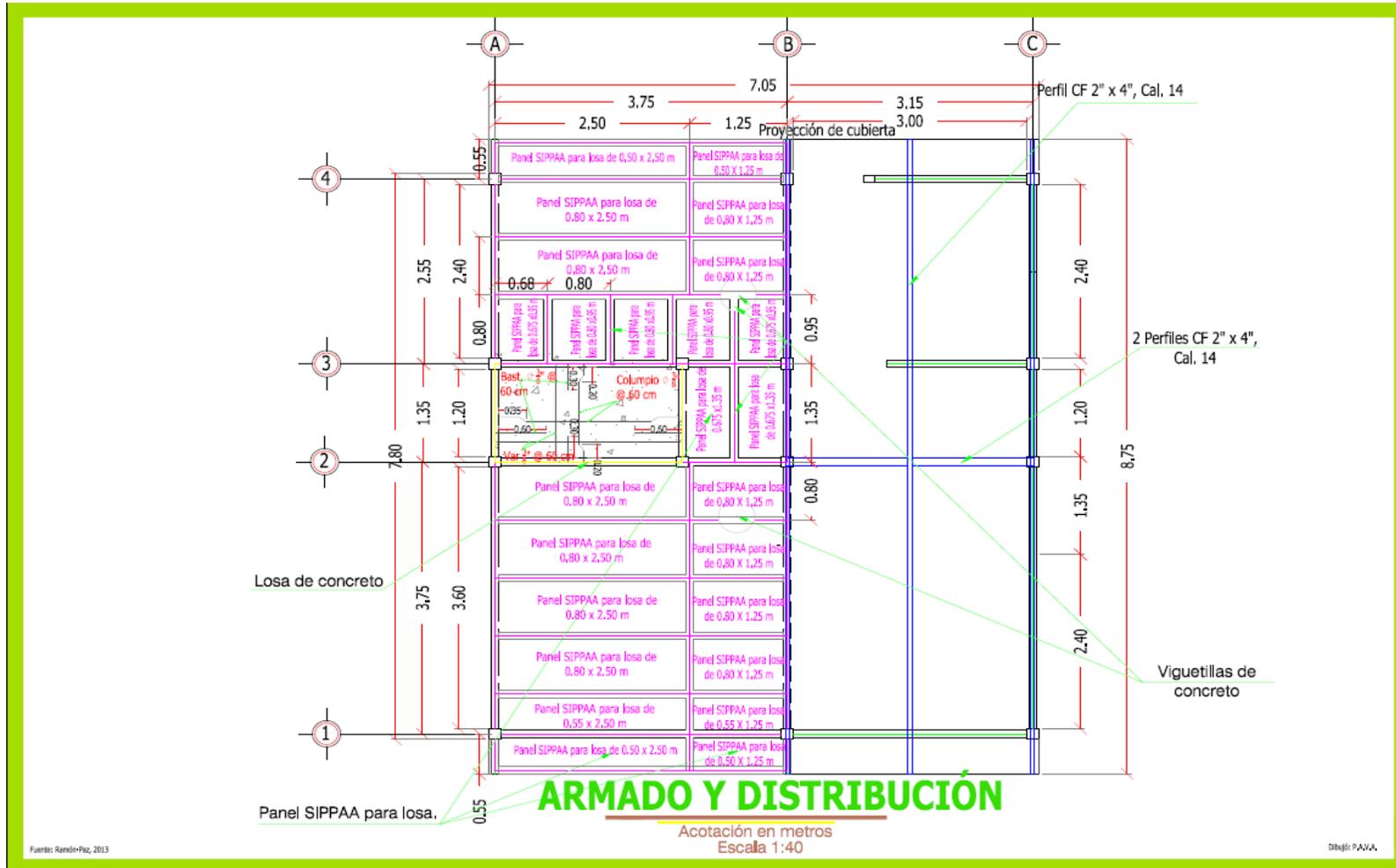
Plano 13. Marco C
Fuente: Elaborado por autor.



Plano 14. Marco 3
Fuente: Elaborado por autor.



Diseño arquitectónico y estructural, de una vivienda sustentable



Plano 15. Azotea
Fuente: Elaborado por autor.



4.5 Evaluación económica

PARTIDA	SIPPAA	SISTEMA TRADICIONAL
INFRAESTRUCTURA	\$70,341.48	\$81568.88
MURO	\$70,539.40	\$85,007.43
ESTRUCTURA	\$25,896.73	\$45,477.13
LOSA	\$20,901.69	\$34,571.45
TOTAL	\$187,679.30	\$246,624.89



5 Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

Se logró el diseño de los planos de una casa habitación de interés social, totalmente inéditos, la cual incluye un sistema de captación de agua pluvial para el uso doméstico; como futura línea de investigación.

En el estudio de un sistema innovador, se fabricaron paneles para muro y para losa, los cual aplicándole la norma NMX-C-405-1997-ONNCCE, supera los límites mínimos que ésta exige.

Una vez comprobado que aprueba la norma, se hacen las bajadas de cargas, el análisis y el diseño estructural, dando como resultados, columnas, vigas y cimentaciones más esbeltas, y por ende más económica y claro sin poner en riesgo la seguridad estructural.

Se hace la evaluación económica de la casa, hecha a base del sistema innovador SIPPAA, y se compara con el sistema tradicional, dando como resultado un ahorro del 25 % del costo total de la obra. (Méndez, Ramón, Rodríguez, Alvarado; 2013)

5.2 Recomendaciones.

Hacer una revisión de acuerdo a la norma, para que este producto, se pueda aplicar en otros tipos de estructuras como: oficinas, hoteles, edificios y hospitales. Además ampliar este producto, para que se puedan hacer cúpulas, escaleras a base de este tipo de paneles, para que sea adaptable a la forma arquitectónica que requiera un proyecto.



Bibliografía

- Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas
- *NMX-C-405-1997-ONNCCE*
- Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto
- Reglamento de Construcción del Estado de Tabasco, del municipio del Centro.

LITERATURA CITADA.

- **Cervantes, Abarca, Alejandro, 2012.** La influencia de la prefabricación en el diseño de vivienda de interés social
- **Golay y Ozden, 2009.** ONU y CETIM
- **Hernández Castillo, 2005,** Diseño de edificio del cuerpo de bomberos; Universidad de San Carlos.
- **Nieto, Maria Luz, 1999** Metodología de evaluación de proyectos de viviendas sociales.
- **Noemí Méndez de los Santos, Luis Miguel Ramón Paz, Carlos Rodríguez Jiménez y Antonio Alvarado Jaramillo, 2013,** El EPS de reuso, aplicado en una vivienda de interés social (SIPPAAsistema prefabricado de paneles amigables con el ambiente)
- **Roux Gutiérrez, Rubén Salvador; Gallegos Sánchez, Diana Patricia 2015,** CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE, ANÁLISIS DE RETRASO TÉRMICO A BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDOS.
- **Ruíz, Yazmín, 2013.** Tabasco con déficit de vivienda; Lunes 20 de Mayo de 2013; Novedades de Tabasco
- **Sánchez Corral, Javier;** Sistema Nacional de Creadores de Arte Emisión 2008 Agosto 2009 – Julio 2012
- **Schimdt, Stephanie;**
- **Budinich, Valeria 2006.** Soluciones de vivienda y nuevos modelos de negocios al servicio de las familias de bajos ingresos