



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
COMPUESTA EN PERFILES DE ACERO
LIVIANO - CONCRETO CELULAR PARA
VIVIENDA MULTIFAMILIARES EN SUELOS DE
BAJA CAPACIDAD PORTANTE”**

**PRESENTADA POR EL BACHILLER
JOEL CRISTHIAN AYUQUE CCORA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

**LIMA – PERÚ
NOVIEMBRE, 2017**

DEDICATORIA

A Dios por permitir desarrollarme en mi vida profesional y brindarme su luz que guía el camino de mi vida.

A mi **padre Julio** que con su ejemplo de superación y sus enseñanzas , hacen posible que siga avanzando en el desarrollo del conocimiento; **A mi madre Aurelia** quien es mi ejemplo de perseverancia, por su amor y apoyo en cada etapa de mi vida.

A mi **Familia**; por su apoyo incondicional, a mi **hijo Gareth** por comprender la ausencia en esta etapa y por ser el motivo de mi inspiración para el logro de este objetivo

AGRADECIMIENTO

Mi más ferviente agradecimiento y reconocimiento:

- A la Universidad Alas Peruanas por haberme brindado la oportunidad de la formación profesional como ingeniero Civil.
- A Colegas de trabajo del Ejército del Perú por su apoyo en la información del proyecto y exigencia para la culminación de este trabajo de investigación.
- Finalmente a mi Hermano Julio Rosales Ayuque Ccora. por su apoyo desinteresado,

RESUMEN

La presente investigación titulada "TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN COMPUESTA EN PERFILES DE ACERO LIVIANO – CONCRETO CELULAR PARA VIVIENDAS MULTIFALIARES EN SUELOS DE BAJA CAPACIDAD PORTANTE", En los últimos años se ha tenido un crecimiento de los métodos y sistemas constructivos de edificaciones, incorporándose nuevas técnicas y tecnologías con la finalidad de aminorar costos y optimizar recursos. Esto se ve reflejado en últimos años la gran demanda que tiene el sector construcción en la oferta de viviendas a través de los Programa Techo propio, Mi Vivienda, Ores Fovime.

El empleo de sistemas constructivos como el tratado en la tesis es reciente en nuestro medio y no se conoce de experiencia local tanto de diseño como de análisis de edificaciones. Por este motivo, esta tesis busca recoger el estado del arte en cuanto a análisis y diseño estructural con perfiles de acero liviano y concreto celular, y desarrolla un análisis de costos de una vivienda construida con el nuevo sistema de tres niveles.

Asimismo, la tesis recoge la experiencia constructiva de otros métodos de trabajo como el sistema tradicional de albañilería confinada y concreto armado, etc. lo cual refleja detalles constructivos de bastante utilidad en obra. Como resultado de esta tesis se espera contar con un documento de referencia para todo ingeniero interesado en desarrollar edificaciones en base a perfiles de acero y concreto celular.

Cabe recalcar que la tablas y especificaciones vertidas en la tesis están basadas por el AISI (American Iron Steel Institute) Instituto que dicta las normas de diseño para determinar cualquier elemento estructural de acero considerando sus propiedades mecánicas, capacidad de trabajo, requerimientos dimensionales y geometría. Además indica el método adecuado para determinar los diseños estructurales de cualquier edificio.

Palabras clave: Perfiles livianos y concreto celular

ABSTRACT

This research entitled "CONSTRUCTION TECHNOLOGY COMPOSED OF LIGHT STEEL PROFILES - CELL CONCRETE FOR MULTI-FLOOR HOUSING IN LOW-CAPACITY SOILS", In recent years there has been an increase in construction methods and building systems, incorporating new techniques and technologies in order to reduce costs and optimize resources. This is reflected in recent years the great demand that the construction sector has in the supply of housing through the Own Roof Program, Mi Vivienda, Ores Fovime.

The use of constructive systems such as the one dealt with in the thesis is recent in our environment and there is no local experience in design or building analysis. For this reason, this thesis seeks to collect the state of the art in terms of analysis and structural design with light steel profiles and cellular concrete, and develops a cost analysis of a house built with the new three-level system.

Likewise, the thesis collects the constructive experience of other methods of work such as the traditional system of confined masonry and reinforced concrete, etc. which reflects constructive details of quite useful work. As a result of this thesis is expected to have a reference document for any engineer interested in developing buildings based on profiles of steel and cellular concrete.

It should be noted that the tables and specifications in the thesis are based on the AISI (American Iron Steel Institute) Institute that dictates the design standards to determine any structural steel element considering its mechanical properties, work capacity, dimensional requirements and geometry. It also indicates the appropriate method to determine the structural designs of any building.

KEY WORDS: Profile light and concrete cellular

INTRODUCCIÓN

En el último tiempo se ha visto como en el mercado de la construcción se han introducido nuevos sistemas de constructivos utilizando métodos distintos. Dentro de los sistemas más comunes, contamos con el sistema de albañilería confinada, albañilería armada, empleando materiales como el acero, bloque de ladrillo hueco y concreto convencional u otros materiales semejantes. Actualmente existen mucho más innovadores sistemas constructivos por lo cual presentamos el nuevo sistema constructivo compuesto en perfiles de acero liviano y concreto celular. Son dos sistemas distintos que al aplicar ambos obtenemos una estructura monolítica y sólida. De esta manera se disminuye enormemente las cargas muertas de la estructura ya que está construida con materiales livianos y es una opción de solución para un suelo de baja capacidad portante. El presente trabajo tiene por objeto el análisis y diseño estructural del sistema de perfiles de acero liviano y concreto celular de una vivienda edificio de tres (3) pisos destinados a una vivienda, ubicado en la ciudad de Lima en el distrito de Lurín, sobre un terreno de 90 m² de área y área techada de 60,20 m².

La investigación está basada en referencia al sistema tradicional como de albañilería confinada y concreto armado, además la reglamentación o normatividad referente a los problemas de durabilidad, cambios volumétricos, métodos de ensayos para la evaluación del sistema tradicional, bajo la norma técnica peruana (NTP)

INDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
INTRODUCCIÓN	v
CAPÍTULO I:	1
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	1
I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	1
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.2.1 OBJETIVO GENERAL	2
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.3.1 JUSTIFICACIÓN	2
1.3.2 IMPORTANCIA.....	3
1.4 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	3
1.4.1 HIPÓTESIS GENERAL.....	3
1.4.2. HIPÓTESIS SECUNDARIA.....	3
1.5 IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE VARIABLES	3
1.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.	3
1.5.1.1 INDICADOR:.....	3
1.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE	4
1.5.2.1 INDICADOR:.....	4
CAPÍTULO II	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN CONCRETO CELULAR.....	5
2.2 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	7
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS DEL CONCRETO CELULAR	8
2.4 NORMATIVIDAD A NIVEL MUNDIAL APLICABLE PARA LA UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CELULAR.....	10
2.5 GENERADOR DE ESPUMA PARA CONCRETO CELULAR.....	11
2.6 PRODUCTOS DE CONCRETO CELULAR	13
2.6.1 PROPIEDADES.....	14
2.6.2 PRODUCCIÓN DE MATERIALES CONCRETO CELULAR	14
2.7 ADITIVO ESPUMANTE PARA CONCRETOS CELULARES	15
2.7.1 EXISTEN DOS TIPOS DE AGENTE ESPUMANTE:	15
2.8 VENTAJAS AL CONSTRUIR CON CONCRETO CELULAR.....	17

2.8.1 RESISTENCIA Y SOLIDEZ.....	17
2.8.2 LIVIANDAD	17
2.8.3 RAPIDEZ DE CONSTRUCCIÓN.....	18
2.8.4 EFICIENCIA Y ECONOMÍA EN CONSTRUCCIÓN.....	18
2.8.5 CALIDAD Y DURABILIDAD	19
2.9 VENTAJAS DEL CONCRETO CELULAR.....	19
2.9.1 AISLAMIENTO TÉRMICO	19
2.9.2 RESISTENCIA AL FUEGO	20
2.9.3 AISLACIÓN ACÚSTICA.....	23
2.9.4 DURABILIDAD Y RESISTENCIA MECÁNICA.....	24
2.9.5 SUSTENTABILIDAD.....	24
2.9.6 MATERIAL ECOLÓGICO	25
2.9.7 ENSAYOS Y PRUEBAS DEL CONCRETO CELULAR	25
2.9.7.1 PRUEBA DEL AGENTE ESPUMANTE	25
2.9.7.2 ENSAYOS EN LAS MEZCLAS FRESCAS	26
2.9.7.3 ENSAYO DE ASENTAMIENTO CON TRONCO DE CONO DE ABRAMS.....	27
2.9.7.4 ENSAYO DE PENETRACIÓN.....	28
2.9.7.5 ENSAYO DE PESO UNITARIO DE LA MEZCLA FRESCA Y CONTENIDO DE AIRE INCORPORADO:.....	30
2.10 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN PERFILES DE ACERO LIVIANO.....	32
2.11 DEFINICIONES DE ACERO LIVIANO	33
2.11.1 GENERALIDADES.	34
2.11.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	34
2.11.3 VENTAJA DEL SISTEMA DE PERFILES DE ACERO	35
2.11.4 ACERO Y SUS PROPIEDADES.....	35
2.11.5 TIPOS DE PERFILES DE ACERO LIVIANO (STEELY FRAMING).....	35
2.11.6 COMPONENTES PRINCIPALES PERFILES.....	37
2.11.6.1 Canal.	37
2.11.6.2 MONTANTE O PIE DERECHO.....	38
2.11.6.3 TEGAL OMEGA ATIESADA.....	38
2.11.6.4 CIGAL PORTANTE	39
2.11.6.5 TEGAL DIAGONAL.....	39
2.11.6.6 TEGAL NORMAL	40
2.11.6.7 MUROGAL TIRANTE.....	40
2.11.7 TORNILLOS - CONECTORES.....	41
2.11.8 REGLAS GENERALES PARA TORNILLOS	41
2.12 TIPOS DE CABEZAS DISPONIBLES	43
(Asociación Latinoamericana del Acero, 2006).....	44

2.12.1 SELECCIÓN DEL TIPO DE PUNTA A EMPLEAR.....	44
2.12.3 LONGITUD DE LOS TORNILLOS.....	45
2.12.4. RANURA DE LA BROCA.....	45
2.12.5. LONGITUD DE LA PUNTA.....	45
2.12.6. LONGITUD DE LA ROSCA.....	46
2.12.7 PASO DE ROSCA.....	46
2.12.8 REQUERIMIENTO DE ESPACIAMIENTO Y DISTANCIAMIENTO AL BORDE.....	46
2.12.9 COLOCACIÓN DE TORNILLOS.....	46
2.13 REQUISITOS PARA LOS PERFILES LIVIANOS.....	47
2.13.1 DEFINICIONES DE LOS PERFILES LIVIANOS.....	47
2.14 CLASIFICACIÓN.....	48
2.14.1 REQUISITOS ESPECÍFICOS DIMENSIONALES.....	48
CAPÍTULO III.....	58
TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN.....	58
3.1 GENERALIDADES.....	58
3.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CLIMA.....	59
3.2.1 ALTITUD.....	60
3.2.2 TIPO DE SUELO.....	60
3.3 PERFIL TERRENO DE ESTACIÓN DE LURIN.....	61
3.3.1 VIENTOS FUERTES:.....	62
3.3.2 SÍSMICO EFECTOS DE SISMO:.....	62
3.3.3 ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN.....	62
3.3.4 ALCANCES.....	63
3.3.5 Recomendaciones para la Cimentación.....	63
CAPÍTULO IV.....	70
DESARROLLO DEL PROYECTO.....	70
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA.....	70
4.1.1 NORMAS APLICADAS.....	70
SOBRECARGAS.....	71
4.2 REQUISITOS GENERALES PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO.....	71
4.2.1 RESISTENCIA REQUERIDA:.....	71
4.2.2 ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL.....	71
4.3 CARGAS.....	72
4.3.1 CARGAS VERTICALES.....	72
4.4 ANÁLISIS SÍSMICO.....	73
4.4.1 Periodo Fundamental:.....	73
4.4.2 ESPECTRO DE RESPUESTA.....	75
4.5 ANÁLISIS ESTÁTICO.....	76

4.5.1 ANÁLISIS DINÁMICO	77
4.5.2 Aceleración Espectral.....	77
4.5.3 PERIODOS DE VIBRACIÓN.....	78
4.5.4 DERIVAS Y DISTORSIONES.....	79
4.5.5. DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	80
4.5.5.1. SECCIONES UTILIZADAS	80
4.6 COLUMNAS EJE 1	85
4.6.1 COLUMNAS EJE 2.....	88
4.6.2. COLUMNAS EJE 3.....	90
4.6.3 COLUMNAS EJE 4.....	93
4.6.4 COLUMNAS EJE 5.....	96
CAPÍTULO V.....	119
ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS DISTINTOS TIPOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS	119
5.1 GENERALIDADES.....	119
5.2 CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS	120
5.2.1 CLASIFICACIÓN SEGÚN EL TIPO ESTRUCTURAL	120
5.2.2 SISTEMAS APORTICADO.....	120
5.3 SISTEMA DE MUROS ESTRUCTURALES EN CONCRETO	121
5.4 CLASIFICACIÓN SEGÚN EL TIPO CONSTRUCTIVO	121
5.4.1 SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL.....	121
5.5 SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN CON MERFILES DE ACERO LIVIANOS Y CONCRETO CELULAR.....	121
5.6 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS EXPUESTOS	122
5.7 ANÁLISIS COMPARATIVO DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS	124
SISTEMA TRADICIONAL APORTICADO	124
5.8 VENTAJAS Y BENEFICIOS DEL SISTEMA DE PERFILES DE ACERO LIVIANOS Y CONCRETO CELULAR.....	125
CONCLUSIONES	129
RECOMENDACIONES.....	131
BIBLIOGRAFÍA.....	132

CAPÍTULO I:

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Uno de los sistemas más utilizados en la industria de la construcción es, sin duda, el acero y el cemento. La aparición del sisma de albañilería confinada y concreto armado es el resultado de la búsqueda del hombre por tener espacios con mayor comodidad, seguridad y sobre todo a un bajo costo de construcción. Ha conllevado al descubrimiento de materiales dispuestos para ese fin, uno de ellos sobre el cual se realiza esta investigación da a conocer la aplicación de dos sistemas nuevos, innovadores, se trata de los perfiles de acero liviano y el concreto celular, que son materiales que tienen propiedades específicas dedicadas a la mejora de la calidad del material como de construcción (unidad de albañilería, mortero y mezcla, relleno, aislamiento)

Esto me conllevó a desarrollar esta investigación, que usa materiales presentes en la localidad como son los perfiles de acero liviano laminados en frío que se elaboran a partir de láminas o bobinas de acero, usualmente desde 0.93 mm a 3.125 mm de espesor. Los perfiles trabajados en frío se encuentran en lámina galvanizada o aluzinc, garantizando mayor defensa contra la corrosión. Y el concreto celular es la espuma de poliestireno (tecnopor) o el agente espumante, pero así como cada uno de ellos respectivamente determina ciertas propiedades. Es el más óptimo en relación a sus propiedades y su interacción con su entorno determinara su mejor uso en las construcciones de las viviendas.

1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un proceso constructivo utilizando la tecnología de los Perfiles de acero liviano y el Concreto Celular, en base a una estructura compuesta por perfiles y concreto celular para vivienda multifamiliar en suelo de baja capacidad portante.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer materiales livianos para la producción de concreto celular y cuál debe ser su dosificación
- Detallar los materiales de acero liviano utilizados como perfiles para concreto celular
- Explicar procedimientos constructivos modernos aplicables a la tecnología de perfiles de acero liviano y concreto celular.
- Explicar paso a paso el sistema constructivo, desarrollando un proyecto tipo de una construcción en base a tres pisos.

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 JUSTIFICACIÓN

Por las viviendas existentes en la capital las cuales son construcciones en su mayoría del sistema constructivo de albañilería confinada y concreto armado (a porticado) debido al alto costo de financiamiento de viviendas o departamentos y catalogado como una zona sísmica, se tiene suelos de baja capacidad portante en la zona. Esto conlleva a buscar y emplear con otro tipo de sistema liviano y económico, pero que brinde la seguridad y el confort que una edificación o vivienda necesita. Es entendido que el país este sistema constructivo y esto conlleva a plasmarlo en un tramo experimental de una vivienda cuya área de cobertura es de 90 m² y área techada de 60.20mm² esta estructura subyace sobre un terreno arcilloso y limoso común de la zona empleada. Esta tecnología de construcción se empleara con la finalidad de aminorar costos, incrementar rendimientos, mejorar en la calidad y por ende ver como alternativa de innovación en nuestro país.

1.3.2 IMPORTANCIA

Lo queremos lograr con ésta investigación es dar a conocer la tecnología y los métodos que permitan lograr construir las viviendas eficientes de bajo peso, en el distritito de Lurín que tiene el suelo de Baja capacidad de portante.

1.4 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

1.4.1 HIPÓTESIS GENERAL

Aplicando el nuevo sistema innovador de perfiles de acero liviano y concreto celular se podrá construir adecuadamente las viviendas en el sur de la capital de forma económica y segura.

1.4.2. HIPÓTESIS SECUNDARIA

- Construyendo edificaciones de bajo peso el suelo tendrá un comportamiento estructural eficiente sin asentamientos diferenciales ni distorsiones angulares en el campo de la tolerabilidad.
- El aditivo espumante genera burbujas de aire por su constitución interna que compone al concreto celular brindando características térmicas, así como una baja densidad en relación a su peso.
- Los perfiles de acero liviano laminados en frío satisfacen los Principios clásicos de la mecánica estructural

1.5 IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE VARIABLES

1.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.

- Perfiles de Acero Liviano
- Concreto celular

1.5.1.1 INDICADOR:

- Resistencia a la compresión ($F'c$).
- La densidad, modulo elasticidad, módulo de corte.
- Tipos de perfiles acero
- Resistencia a la flexión

1.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE

- Peso de fabricación del perfil
- Los perfiles en su geometría y su mayor peralte
- La espuma del agente espumante
- Aditivo de incorporador de aire.

1.5.2.1 INDICADOR:

- Organización de información de material.
- Manuales, normas
- La Fisiología del material

Los antecedentes correspondientes para la presente tesis, en el ámbito internacional, nacional y local, se encuentran centrados en la gestión de la seguridad, la gestión de la calidad y la gestión de la productividad por separado, pero que sirven de referencia con respecto a lo investigado en el presente trabajo .

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN CONCRETO CELULAR

- A fines del siglo xix en los Estados Unidos de Norteamérica, en Inglaterra se empleó el agregado de escoria de Hulla con aire encapsulado para viviendas populares de Bajo costo. (hisWHcos, 2000)
- A mediados de los años 30 la escoria espumosa de los altos hornos se introdujo en Inglaterra como agregado de peso ligero se fabricaron muros no portantes de carga (hisWHcos, 2000)
- En 1929 se produjo por primera vez en Suecia el concreto aireado con bomba generadora de espuma y su empleo durante los primeros años se dedicó exclusivamente a la fabricación de bloques. (hisWHcos, 2000)
- No fue sino hasta el año 1950 cuando se introdujo en Inglaterra el concreto aireado para elementos de carga. En Gran Bretaña el concreto ligero se fabricaba con escoria de termoeléctricas a base de carbón, pero la gran aceptación del material obligando a que la demanda creciera acabando con las pocas existencias que había de polvo de cenizas, a raíz de esto se implementó el concreto ligero a base de espumas jabonosas que permitieran el encapsulamiento de aire. (hisWHcos, 2000)
- En Alemania, a raíz de la segunda guerra mundial, provocó una escasez de agregado como la piedra pómez a la industrias productoras de bloques y recolados y por el uso acrecentando del concreto colado "in –situ"; por lo tanto, tuvo una gran acogida la iniciación de agregados a base de proceso de espuma. (hisWHcos, 2000)
- En Estados Unidos de Norteamérica, el desarrollo en gran escala del concreto de peso ligero fue más rápido que ninguna otra parte, debido principalmente a que el enorme tamaño de éste país origina altos costos de transporte al mover materiales pesados a través de grandes distancias para llegar a las obras; El factor debe ser aumentado al de los costos de la mano de obra

relativamente altos. Aunque no parece haber escasez de agregados, estos se encuentran a distancias considerables de los centros de prefabricados; es entonces cuando resulta más económico el uso de agregados a base de espumas producidos en la misma planta. Estos factores han conducido al desenvolvimiento más tecnificado del uso del concreto celular. (hisWHcos, 2000)

- El desarrollo de nuevos tipos de concretos ligeros como el celular, y el uso creciente de tales materiales de construcción se ve reflejado, y al mismo tiempo alentado y ayudado, por el trabajo de investigadores de muchas "instituciones de investigación" en todo el mundo. En gran Bretaña, se inició este trabajo en el "Building Reseñar Satinó", donde muchos investigadores llevaron una serie de estudios experimentales sobre la manufactura y propiedades del concreto celular y de otros agregados de peso ligero. (Arraga, concreto celular, 2004)
- En Brasil el concreto celular ha alcanzado un auge importante en monumentos y estatuas de gran tamaño y poco peso, así mismo, es utilizado en viviendas del nivel social alto para la fabricación de muros aislantes térmicos y acústicos. (López, Acosta, 2003)
- En Argentina el concreto celular ha sido implementado a través de bombas generadoras de espumas y en la construcción de bloques de gran tamaño y poco peso; en Venezuela se emplea el concreto celular para vivienda industrializada, losas de pavimentación y rellenos. En, México las grandes empresas de concretos prefabricados trabajan el concreto celular vendiéndolo como concreto móvil para ser colocado "in situ" y es utilizado para aliviar cargas muertas en estructuras, cuando las condiciones de suelo así lo exigen. En Colombia se han realizado diferentes tipos de obras entre ellos vivienda social totalmente en concreto celular, rellenos para acometidas en tuberías, soportes geotécnicos, pavimentaciones y rellenos. (López, Acosta, 2003)
- El concreto celular está recomendado en particular para el mercado residencial (casas unifamiliares y colectivas), equipamientos (escuelas, residencias de tercera edad, hotelería etc.) y la construcción de edificios

públicos. Más antiguo de lo que se suele pensar (fue inventado en 1927) el hormigón celular es un material de construcción utilizado con frecuencia. A escala europea, se estima que se construyen 500.000 casas individuales cada año con este material. Si bien el material se utiliza mucho en los países de Europa del Norte, desde hace varias décadas, su introducción en España es más lenta debido a motivos culturales. En España por ejemplo, se aísla una habitación por dentro, mientras que en Alemania, se aísla por fuera. (López, Acosta, 2003)

2.2 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **CONCRETO.-** Los cementos pertenecen a la clase de materiales denominados aglomerados hidráulicos. Esta denominación comprende aquellos aglomerados que se endurecen una vez mezclados con el agua y al mismo tiempo resisten a ella. Existen diferentes tipos de cemento, entre los cuales se puede mencionar los cementos aluminosos, cementos refractarios, cementos metalúrgicos, etc. El cemento utilizado en la fabricación del hormigón celular es el cemento Pórtland Puzolánico, el cual se diferencia del cemento Pórtland normal, en que permite obtener una mejor resistencia química y durabilidad. (Quezada, 2009)
- **ÁRIDOS:** Los áridos son materiales granulares inertes de naturaleza inorgánica, los cuales pueden tener una procedencia natural o artificial, y aportan, en el caso del hormigón celular, la estabilidad de volumen y resistencia. A los áridos se les puede considerar como el componente más importante de los que forman parte en la fabricación del hormigón. (Arraga, los agregados, 2004)
- **ADITIVOS:** El aditivo en el hormigón celular se le puede considerar como el componente más importante, ya que será éste el responsable de modificar las propiedades del hormigón, a través de los agentes formadores de gas. Se puede definir a los aditivos como el o los productos que añadidos al aglomerante en el momento de su elaboración en las condiciones adecuadas, en la forma conveniente y en las dosis precisas, tienen por finalidad modificar en sentido positivo y con carácter permanente las propiedades de los conglomerados, o en su caso conferírselas, para su mejor

comportamiento en todos o algún aspecto, tanto como en estado fresco, como una vez endurecido. (Ali, Gelim &, 2003)

- AGUA: El agua es el segundo componente del hormigón, empleándose en el amasado y en el curado del hormigón. Dependiendo si se emplea para uno u otros fines, se les exigirán determinadas características al agua. Como se sabe el agua se añade en la hormigonera junto a los demás componentes del hormigón celular, y tiene como finalidad la hidratación de los activos del cemento, y actuar como lubricante entre todos los componentes. (Ali, Gelim &, 2003)
- MÓDULO DE FINURA. Es el área total de la superficie de todos los granos contenidos en una unidad de peso de cemento. (Ali, Gelim &, 2003)
- CONSISTENCIA. Capacidad de fluir de un mortero o de una pasta de cemento. (Quezada, 2009)
- CALOR DE HIDRATACIÓN: calor que se genera cuando reacciona el agua y el cemento.
- AGREGADOS: material natural o artificial que se mezcla con el cemento para formar el concreto, los agregados comunes son la grava y la arena en el caso de concreto celular son todos aquellos agregados de bajo peso que se pueden utilizar para producir concreto. (Arraga, concreto celular, 2004)

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS DEL CONCRETO CELULAR

El concreto ligero tiene características propias; por un medio espumoso adicionado a la mezcla se ha hecho más ligero que el concreto convencional de cemento, arena y grava, que por tanto tiempo ha sido el material empleado en las construcciones. Asimismo, se ha sugerido definirlo como un concreto hecho con base en agregados de peso ligero, lo cual se presta a dudas ya que en todos lados se conoce por agregado de peso ligero aquel que produce un peso ligero. En todo caso, existen algunos concretos ligeros que ni siquiera contienen agregados. (Raul Huerta, 2004)

Concreto ligero cuya densidad superficialmente seca no es mayor a 1,800kg/m³. Por otra parte, con la aplicación en miembros estructurales de concreto reforzado con agregados de peso ligero, la densidad límite tuvo que ser revisada, ya que algunas muestras de concreto hechas para este propósito a menudo daban concretos de densidad (superficialmente secos) de 1,840 kg/m³, o mayores. Esto, sin embargo, es aún concreto ligero dado que resulta todavía bastante más ligero

que el concreto común, que usualmente pesa entre los 2,400 y 2,500kg/m³. El concreto ligero se ha utilizado por más de 50 años. Su resistencia es proporcional a su peso, y su resistencia al desgaste por la acción atmosférica es casi como la del concreto ordinario. Con respecto al concreto de arena y la grava tiene ciertas ventajas y desventajas. Sus ventajas están en los ahorros en acero estructural y en los tamaños disminuidos de la cimentación debido a cargas disminuidas y una Resistencia y un aislamiento mejores contra el fuego, el calor y sonido. Sus desventajas incluyen un mayor costo (30 a 50 por ciento); la necesidad de más cuidado en la colocación; la mayor porosidad y su mayor contracción por secado. (Raul Huerta, 2004)

IMAGEN 1 PRODUCCIÓN DE ESPUMA DEL CONCRETO CELULAR



(AYUQUE CC. J., 2017)

Esta presencia de vacíos ocasiona la disminución de la resistencia del concreto, por lo que muchas veces la resistencia no es la condición predominante para los concretos, y en otros casos se compensa. En construcciones de concreto, el peso propio de la estructura representa una proporción importante en la carga total de la estructura por lo que reducir la densidad del mismo resulta beneficioso. Así se reduce la carga muerta, con la consiguiente reducción del tamaño de los distintos elementos estructurales, llegando a los cimientos y al suelo con menores cargas. Básicamente el uso de concretos ligeros depende de las consideraciones económicas. Para analizar el concreto ligero o celular se estudian previamente sus propiedades y características, en relación a las de aquellos concretos tradicionales.

La característica más evidente es su densidad, la cual es considerablemente menor que la del concreto normal y con frecuencia solo implica una fracción de la misma.

Las ventajas de tener materiales con baja densidad son numerosas. Por ejemplo, reducción de las cargas muertas, mayor rapidez de construcción, así como menores costos de transportes y acarreos. El peso que gravita sobre la cimentación de un edificio es un factor importante en el diseño del mismo especialmente hoy en día en que la tendencia es hacia la construcción de edificios cada vez más altos. Los agregados producidos por aplicación de calor para expandir la pizarra, arcilla, esquisto, la pizarra diatomácea, perlita, obsidiana y vermiculita tienen una densidad de 650 a 900 kg/m³ para el caso del proceso mediante aglutinado y de 300 a 650 kg/m³ cuando se hacen en el horno giratorio. Los concretos que se obtienen tienen densidades entre 1,400 a 1,800 kg/m³. Tienen la ventaja de que se obtienen resistencias más elevadas que con cualquier otro agregado ligero. (R.C. Valore. American Concrete Institute Journal, 2003)

IMAGEN 2 MEZCLADO DEL SISTEMA CLC



(AYUQUE CC. J., 2017)

2.4 NORMATIVIDAD A NIVEL MUNDIAL APLICABLE PARA LA UTILIZACIÓN DEL CONCRETO CELULAR

En la Tabla N 01 se muestran las normas bajo las cuales el mortero celular se estandariza.

Tabla 1 NORMAS DEL SISTEMA

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.	TITULÓ
ASTM 495	Standard Test Method for Compressive Strength of Lightweight Insulating Concrete.
ASTM 796	Standard Test Method for Foaming Agents for use in Producing Cellular Concrete Using Preformed Foam.
ASTM C869	Standard Specification for Foaming Agents Used in Making Preformed Foam for Cellular Concrete.
ASTM C138	Standard method for density (Unit Weight), yield, and air content (Gravimetric) of concrete.

(ACI, NORMAS, 2006)

2.5 GENERADOR DE ESPUMA PARA CONCRETO CELULAR

Es un equipo que utilizando un agente generador de espuma, agua y aire comprimido produce espuma de densidad variable de acuerdo a la mezcla entre sus componentes. En general, la densidad que debe poseer la espuma para obtener una consistencia cremosa y fluida en la malta bombeables es de 75 g/L. Ya sea el espumígenos como el generador de espuma deben ser de probada calidad pues de lo contrario las paredes de las células de aire pueden romperse durante un bombeo excesivo o generar espuma inestable que no contiene los materiales inertes (cemento, arena) y taponan las mangueras de bombeo. La estabilidad y homogeneidad de la espuma es también factor esencial para evitar fisuras en el contrapiso terminado (o en los bloques de concreto celular). Otra característica esencial es que posea una estructura contenida para permitir un fácil transporte y ubicación en obra, así como su capacidad productiva. De la velocidad de producción depende la buena calidad de la malta final, debe producir no menos de 500 L de espuma/min, pues el tiempo de batido en la mezcladora (hormigonera) debe ser breve para no comprometer la estructura de las

microcélulas de aire que sufrirán una ulterior compresión durante el proceso de bombeo. (PINNACLE, 2010)

IMAGEN 03 MAQUINA DE PRODUCCION DE ESPUMA



(PINNACLE, 2010)

IMAGEN 04 DEL ADITIVO ESPUMANTE CLC



(PINNACLE, 2010)

IMÁGENE 05 ADITIVO ESPUMANTE CLC



(PINNACLE, 2010)

2.6 PRODUCTOS DE CONCRETO CELULAR

Con el concreto celular también se produce bloques que se presentan como estructuras rectangulares de color blanco. La gama completa de productos de concreto celular lo cual se usa en bloques, tabiques, dinteles, forjados y cubiertas, y responde a todas las necesidades de obra de una edificación, Además el hormigón celular es ideal para la construcción de contrapisos livianos, terrazas (gracias a sus excelentes propiedades de aislación térmica y acústica), rellenos, losas de base para pavimentación y paneles premoldeados para paredes de viviendas. (ACI, BLOQUE DE CONCRETO, 2010)

IMÁGENE 06 BLOQUE DE CONCRETO CELULAR



(PINNACLE, 2010)

2.6.1 PROPIEDADES

El aislamiento interior es menos eficiente en término energético, debido a que transmite calor por los puentes térmicos (encuentros entre muros exteriores, encuentro entre muros exteriores y suelo), lo que representa de media un 40% de pérdida energética. El concreto celular es un material homogéneo y macizo (aunque ligero) con aislamiento "repartido", ya que no necesita el uso de aislamiento adicional. Se trata de un producto "2 en 1": portante y aislante. (Arraga, los agregados, 2004)

Los profesionales llaman este tipo de aislamiento "aislamiento repartido" o "mono muro". Atrapadas de manera homogénea en la masa del material, el aire asume su papel de aislamiento perfecto. Así, el concreto celular impide cualquier pérdida de calor. Sirve de barrera contra el calor exterior en verano y guarda el calor de la calefacción dentro de la vivienda en invierno. Funciona como un verdadero climatizador natural. (Arraga, concreto celular, 2004)

2.6.2 PRODUCCIÓN DE MATERIALES CONCRETO CELULAR

La producción del material consiste en imitar el proceso de formación natural de la estructura molecular de la tobermorita, denominada también silicato de calcio hidratado.

Este modo de fabricación favorece el funcionamiento de las plantas en ciclo cerrado: no rechazan ninguna sustancia líquida o sólida susceptible de contaminar el agua o los suelos. Los pocos y totalmente inertes desechos producidos durante esta fase de producción se reutilizan al 90%. El único gas rechazado a la atmósfera es el vapor de agua. La fabricación de concreto celular necesita poca energía, la cual además es aprovechada en parte para calentar las oficinas de la fábrica. El agua, necesaria para este proceso, también se reutiliza.

Existe una alternativa para producir bloques en concreto celular, sin necesidad de autoclave ni polvo de aluminio, yeso y cal (que pueden generar absorción de agua y eventuales fisuras). El sistema consiste en usar agentes espumígenos proteicos de alta calidad y el calor natural de la hidratación para el fraguado, con resultados excelentes desde el punto de vista de la aislación térmica y acústica y de la resistencia mecánica. (López, Acosta, 2003)

2.7 ADITIVO ESPUMANTE PARA CONCRETOS CELULARES

Por primera vez se descubrió el uso del aditivo de espuma para introducir aire en el concreto fue en el país de Dinamarca. Los concretos con espuma en la mezcla que aparecieron posteriormente en Europa fueron: el concreto "IPARIT" en Alemania, y los concretos "CEUCOSOL". El papel de los agentes de formación de espuma en el mortero celular es crear pequeñas burbujas de aire mediante la reducción de la tensión superficial de una solución y el aumento de la estabilidad de las burbujas de aire. Este es el material que hace diferente al mortero convencional, proporcionándole ligereza y aportando propiedades termo acústicas y de fuego, este agente también se le llama agente incorporado de aire.

Cuando los agentes espumantes son incorporados en el agua de la mezcla, este va a producir cavidades de burbujas discretas que se incorporan en la pasta de cemento. Las propiedades del hormigón espumado dependen principalmente de la calidad de la espuma y la dosis de la misma (hisWHcos, 2000)

2.7.1 EXISTEN DOS TIPOS DE AGENTE ESPUMANTE:

- a) Sintético: El cual es adecuado para densidades de 1.000 kg/m³ superiores o iguales.
- b) Proteína: Adecuada para densidades de 400 kg/m³ a 1.800 kg/m³.

Las espumas de base de proteínas-tienen un peso equivalente alrededor de 80 g/lt. Estos agentes espumantes provienen de las proteínas animales de cuerno, la sangre, los huesos de las vacas, los cerdos y otros restos de los cadáveres de animales. Esto conduce no sólo a considerables variaciones en la calidad, debido a las diferentes materias primas empleadas, sino que también a un muy intenso hedor de esos agentes espumantes. (Ali, Gelim &, 2003)

Ambos tipos de agentes reducen la tensión superficial de la solución, que facilita la formación de burbujas de aire estables. Los agentes espumantes sintéticos son una sustancia que son anfiprótica, defínase esta como las sustancias que poseen la capacidad de dar o recibir un protón, y además es fuertemente hidrófilo refiriéndose a este como el comportamiento de toda molécula que posee afinidad

Por el agua, por lo que fácilmente se disuelven en agua produciendo burbujas de aire. Sin embargo, cuando se realice la inclusión del agente sintético en el mortero, que es un ambiente químico complejo, la compatibilidad de tenso activo y partículas de cemento es fundamental para arrastrar eficazmente el contenido de aire deseado y la microestructura de mortero. Sin embargo, a pesar de que los dos tipos de espumas proporcionan a la mezcla las características apropiadas, se ha encontrado en los orígenes microscópicos que la estabilidad de esta es muy diferente. (Ali, Gelim &, 2003)

Para la espuma sintética, la interacción de repulsión entre las capas adsorbidas ofrece una película fina y una espuma estable, mientras que, para la espuma de proteína el mecanismo para la estabilización está relacionada con el confinamiento de los agregados dentro de las películas delgadas, atrapado allí cuando las burbujas entran en contacto. (Ali, Gelim &, 2003)

Actualmente existen muchos fabricantes de aditivos, agentes, incorporado es de aire y espuma. A pesar de que el producto parece similar, existen entre ellos diferencias físicas, mecánicas y propiedades químicas que afectan de diferente manera su comportamiento. Los agentes espumantes se diluyen en agua a diferentes relaciones dependiendo de qué tan concentrados sean, esto se observa en la Tabla donde se comparan diferentes tipos de agentes espumantes. La presión de aire, que es la que crea la espuma, puede variar entre un rango de 60 a 150 psi (4.2 a 10.5 kg/cm²). Las densidades de la espuma varían, dependiendo del fabricante, entre 3 a 4 lb/ft³ (48 kg/m³ y 64 kg/m³) (Gray, 1998).

TABLA 2 TIPOS DE AGENTE ESPUMANTE

Datos comparativos de diferentes proveedores de agentes espumantes			
Agente Espumante	Dilución	Densidad de la espuma (kg/m ³)	Volumen de espuma producida por 1 litro de concentrado. (litros)
Neopor	1:40	80	510
Cellucon	1:100	48	2000
Mearlcrete	1:24	32	800
Elastizell	1:40	80	800
Celcore	1:40	56	600

(FÓCIL, ADOLFO ELIZONDO, 2006)

2.8 VENTAJAS AL CONSTRUIR CON CONCRETO CELULAR

2.8.1 RESISTENCIA Y SOLIDEZ

Las características del proceso productivo permiten la obtención de un material sólido y de alta resistencia, que puede ser utilizado tanto en muros exteriores como en tabiquería interior, cumpliendo con la Norma Alemana DIN

1053. Por ser un material liviano, reduce la carga sobre estructuras y fundaciones, lo que unido a su resistencia, se traduce en un buen comportamiento estructural ante la acción sísmica, lo que se ve confirmado por su exitosa utilización en países como Japón, Turquía, Dubái, Taiwán, Reino Unido, Finlandia, EE.UU. y Australia: Otras ventajas: el concreto celular es un material que respira, dejando pasar el vapor de agua producido por los ocupantes y las actividades cotidianas. Esta hidrorregulación es esencial para evitar todos los riesgos de humedad, condensación y aparición de hongos.

La colocación del material resulta muy rápida y fácil de ejecutar (9m² / hora), gracias a un ensamblaje de los bloques con mortero cola (colocación con "junta fina").

2.8.2 LIVIANDAD

Su baja densidad (600 a 700 Kg/m³) lo hace un material sumamente liviano, lo que representa grandes ventajas, como son menores costos de transporte, piezas de mayor tamaño, fácil manipulación del material en obra y rapidez de construcción. (Mario M. N. -IDIEM,, 2011)

TABLA 3 DENSIDAD DE DIFERENTES TIPOS DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA

MATERIALES	Densidad Kg/m³
Hormigón Armado	2.400
Ladrillo macizo de arcilla	1.650
Bloque hueco de hormigón	1.500
Ladrillo hueco de arcilla	1.400
concreto Celular	650

(Mario M. N. -IDIEM,, 2011)

2.8.3 RAPIDEZ DE CONSTRUCCIÓN

El bajo peso y mayor tamaño de las unidades constructivas determina que estas sean fáciles de manipular y rápidas de ensamblar. Esto sumado a los bajos espesores de mortero adhesivo y los bajos requerimientos en terminaciones, resulta en menores tiempos de ejecución de las obras. La velocidad de instalación de unidades de Hormigón Celular puede ser hasta cuatro veces más rápido que la del ladrillo tradicional, a lo que debe agregarse que no posee límites de altura diaria. El sistema constructivo mantiene el concepto de los métodos constructivos tradicionales ocupados en Perú, por lo que no se requiere más practica para que cualquier maestro de construcción aprenda a utilizarlo. (Mario M. N. -IDIEM,, 2011)

2.8.4 EFICIENCIA Y ECONOMÍA EN CONSTRUCCIÓN

El uso de Concreto Celular se traduce en una reducción de los costos de construcción y consecuente aumento en la productividad. (Mario M. N. -IDIEM,, 2011)

- Menores costos de transporte y almacenaje.
- Disminución de requerimiento de mano de obra
- Cubicación precisa y control de materiales.
- Máximo aprovechamiento del material, con baja producción de escombros.
- Menor inversión en fundaciones.
- No requiere aislamiento térmico adicional.

2.8.5 CALIDAD Y DURABILIDAD

EL Concreto Celular es símbolo de calidad de construcción, resistente y con buen comportamiento sísmico; es un material muy durable, que no se degrada bajo condiciones climáticas extremas. Posee características de durabilidad superiores a las de otros materiales de construcción frente a la humedad, ciclos de congelación o deshielo, ataques químicos, etc. En las construcciones con este material tanto los muros estructurales como los tabiques son muros sólidos.

El uso de Hormigón Celular garantiza una construcción con excelentes características de resistencia, durabilidad, aislación, terminaciones, etc. con gran valor inmobiliario. Todo esto a un precio equivalente o inferior al de las soluciones constructivas tradicionales. (Mario M. N. -IDIEM,, 2011)

2.9 VENTAJAS DEL CONCRETO CELULAR

2.9.1 AISLAMIENTO TÉRMICO

Una de las principales características del concreto celular es un muy buen aislante térmico. Esto lo logra a través de su estructura molecular, ya que existen millones de micro burbujas de aire incorporadas en su masa, que actúan como si fueran millones de pequeñas cámaras de aire. El aire, es el mejor aislante térmico. Al aprisionarlo en miles de células independientes unas de otras. (Mario M. N. -IDIEM,, 2011)

Existen diferentes formas de evaluar el grado de aislamiento térmico del concreto, Como por ejemplo la evaluación del coeficiente "K" de transmisión de calor, análisis de la resistencia térmica y la capacidad de reflejar luz solar que tiene una superficie (albedo). Los métodos más comunes para evaluar el aislamiento térmico en el concreto es por medio de la evaluación del coeficiente K de conductividad térmica y la resistencia térmica.

El coeficiente K en el concreto celular es relativamente alto y se hace mayor ó menor en razón inversa a la densidad del material. La razón de esta propiedad es debido a que las oquedades llenas de aire permiten se lleve a cabo la conductividad térmica de manera intermitente, pues los vacíos del concreto no se encuentran conectados entre sí.

En la Tabla se presentan valores de conductividad térmica de diferentes tipos de materiales ligeros incluyendo el concreto celular. Destaca entre ellos el concreto celular ya que muestra valores del coeficiente de resistencia a la transmisión de

calor altos a bajas densidades comparados a los demás materiales. Debido a sus poros de aire, el concreto celular reduce el paso de la temperatura exterior al interior en la construcción. (Mario M. N. -IDIEM,, 2011)

TABLA 4 VALORES DE CONDUCTIBILIDAD TERMICA DE DIFERENTES TIPOS DE MATERIALES

TIPO DE CONCRETO	DENSIDAD [kg/m ³]	VALOR DE K [kcal/m.h.oC]	VALOR DE 1/K [m.h.oC/kcal]
Escoria de hulla (clinker)	1200	0.31	3.23
	1520	0.50	2.00
	1680	0.56	1.78
Escoria espumosa	1000	0.25	4.00
	1280	0.30	3.33
Arcilla expandida	720	0.17	5.89
	960	0.24	4.16
	1200	0.29	3.45
Cenizas sinterizadas de combustible en polvo pómez	1200	0.29	3.45
	720	0.16	6.26
	1120	0.25	4.00
	1200	0.29	3.45
Vermiculita	576	0.14	7.15
	770	0.19	5.26
Perlita	480	0.10	10.00
	800	0.19	5.26
Concreto celular	320	0.07	13.88
	480	0.09	10.75
	640	0.12	8.06
	800	0.17	5.89
	960	0.22	4.55
Concreto sin finos (con grava)	1760	0.72	1.39
	1840	0.81	1.24
Concreto sin finos (con escoria de hulla)	1280	0.40	2.50
	1440	0.48	2.07
Concreto compacto	2320	1.24	0.81
Tabique de barro cocido	1600	1.12	0.89
Material de peso ligero pero enlucido	448	0.10	10.00
	480	0.11	9.09
	640	0.16	6.25
	770	0.17	5.89
	900	0.22	4.55
Yeso compacto para enlucidos	1600	1.00	1.00

Las unidades del coeficiente de conductividad térmica que se muestra corresponden al sistema internacional (Steel framing).

2.9.2 RESISTENCIA AL FUEGO

El bloque de concertó celular al ser fabricado con materiales minerales no contiene materias combustibles, por lo que es resistente a altas temperaturas por un período

más prolongado que cualquier otro producto utilizable para la construcción. Una pared, de bloques con un espesor de tan sólo 15 cm, permanece intacto luego de 3 horas sometida a temperaturas extremas de un incendio (+ 1.000 ° C). Por ello satisface todas las exigencias de la normativa vigente que obligan a regular las posibilidades de incendio en edificios (NCh 935/1 Of. 97) (Mario M. N. -IDIEM,, 2011) La prueba consiste en aplicar a fuego directo una cara de cada espécimen hasta el momento que el lado no expuesto al calor llegue a los 250 °F (121 °C). Para la realización de la prueba se utilizaron especímenes de 3 x 3 ft (0.91 x 0.91 m) y de espesores de 2, 3 ½ y 5 pulgadas (5.08, 8.9 y 12.7 cm) elaborados de concreto celular con espuma preformada, vermiculita y perlita (Gustafarro, Abrams y Litvin, 1970). (Mario M. N. -IDIEM,, 2011)

Se demostró en las pruebas de laboratorio que los paneles de concreto celular pueden mantenerse a fuego directo mucho más tiempo que otros concretos ligeros dependiendo del espesor. En la Tabla se muestran los resultados de una prueba realizada a tres tipos de concreto ligero, entre ellos el concreto celular, elaborado con espuma preformada, donde se observó el tiempo máximo que resisten losas de concreto ligero a fuego directo. Se observa que el concreto celular resiste más tiempo la exposición al fuego directo que los otros dos tipos de concreto ligero con una densidad más baja que el resto de los concretos. Se hace notar que a menores densidades la resistencia al fuego del concreto celular es mayor. (Mario M. N. - IDIEM,, 2011)

TABLA 5 PRUEBAS DE LABORATORIO CON DIFERENTES TIPOS DE CONCRETO

Tipo de concreto ligero	No. Mezcla	Promedio de la densidad húmeda. [kg/m ³]	Promedio de la resistencia a compresión [kg/cm ²]	Espesor del espécimen [cm]	Edad de los ensayos [días]	Duración de la prueba [hr:min]
Concreto Celular	C-30	657	23	12.7	37	7:48
	C-58	1073	32	13	43	6:22
	C-78	1346	58	13	42	4:36
	C-100	1700	154	12.8	102	3:04
Concreto con perlita	P-29	657	14.41	12.7	79	6:37
	P-58	1025	43	12.8	70	6:24
	P-74	1300	65	13	70	5:00
Concreto con	V-28	800	17	12.7	79	7:33
	V-54	1153	34	13.1	72	7:33
	V-70	1314	83	12.9	166	5:16

vermiculita	V-79	1474	74	13.4	98	5:26
-------------	------	------	----	------	----	------

Resistencia al fuego de diferentes tipos de concreto ligero (Gustafarro, Abrams y Litvin, 1970).

Tabla 6 ESPEMORE DE MURO DE CLC A PRUEBA DE FUEGO

Espesor muro Hormigón celular (cm)	Resistencia al fuego
7.5	F 60
10	F 120
12.2	F 120
15	F 120
20	F 180

(Mario M. N. -IDIEM,, 2011)

0.7 PRUEVA DE FUEGO AL CLC



(Moreno, 2011; Mario M. N. -IDIEM,, 2011)

Los ladrillos de concreto celular poseen una gran resistencia a la absorción de agua líquida, muy superior a Construcciones de otros materiales. Ello se debe a la presencia de millones de celdas de aire que componen su estructura celular

presentan una contextura cerrada sin intercomunicaciones distribuidas homogéneamente en su estructura, por lo cual el fenómeno de succión capilar es prácticamente nulo. No obstante al poseer alta resistencia a la penetración de agua líquida, las paredes de concreto celular son altamente permeables a la difusión de vapor erradicando así todo tipo de problemas debido a condensación de agua. (Mario M. N. -IDIEM,, 2011)

2.9.3 AISLACIÓN ACÚSTICA

Las paredes realizadas con productos de concreto celular poseen un importante aislamiento acústico con rangos similares o aún mayores a otros materiales tradicionales utilizados en construcción, o bien valores equivalentes a otros sistemas de construcción en seco. (Mario M. N. -IDIEM,, 2011)

Al ser un material poroso y permeable al aire, amortigua las ondas sonoras por el paso sucesivo a través de sus células y capas de aire contenidas en ella, reduciendo en gran medida el pasaje del sonido. Por otro lado, en los muros de Hormigón celular no existen puentes acústicos, a diferencia de otros materiales como ladrillos huecos o de hormigón, en donde las caras están vinculadas por elementos rígidos. (Mario M. N. -IDIEM,, 2011)

Su estructura le confiere cualidades acústicas superiores a lo correspondiente a su densidad según la ley de Berger, ofreciendo gran aislación acústica, especialmente en frecuencias altas. (Mario M. N. -IDIEM,, 2011)

Tabla 7 INFORMACION DEL CLC CON DIFERENTES TIPOS COEFICIENTE DE ABSORCION

Frecuencia (Hz)	Coef. Absorción Acústica
125	0,16
250	0,22
500	0,28
1.000	0,20
2.000	0,20
4.000	0,31

Relación entre nivel de frecuencia (Hz) de sonidos y coeficiente de absorción de decibeles en muros de Hormigón celular autoclave de 700 Kg/m³. (Mario M. N. -IDIEM,, 2011)

2.9.4 DURABILIDAD Y RESISTENCIA MECÁNICA

La durabilidad de un material se define como la capacidad que tiene para resistir los efectos de los agentes del medio que los rodea. Estos se pueden interpretar como los ataques químicos y los esfuerzos físicos.

El concreto celular no posee una resistencia especial a los ataques químicos como agua freática, corrosiva, ambiente contaminado y escurrimiento. Por el contrario, debido a que es más poroso que los concretos convencionales es más vulnerable. Es por ello la necesidad de utilizar un aditivo hidrófugo especial para permitir el uso del concreto celular en zona donde este expuesto.

El ataque químico del aire no es significativo a excepción de que se utilice en medios corrosivos y/o contaminados. (Concretos Celulares Ltda., 2004).

Los esfuerzos ocasionados debido a la contracción del concreto por secado o a movimientos térmicos diferenciales entre materiales de distinta clase, o bien otros fenómenos de la naturaleza semejantes, no ocasionan agrietamiento en el concreto celular, esto debido a la cantidad de agua que posee.

Los daños mecánicos pueden resultar de la abrasión o impacto, pero pueden también provenir de una carga excesiva en miembros sujetos a condiciones de esfuerzo, sin embargo, se puede llegar a reducir utilizando agregados como fibras de propileno especiales para concreto celular. Otro aspecto importante es el uso de varillas con alto grado de corrosión, ya que ocasiona descaramiento del concreto celular. El acero de refuerzo debe tratarse remojándolo en un líquido anticorrosivo adecuado como soluciones bituminosas (Neville, 1992).

2.9.5 SUSTENTABILIDAD

Debido al problema energético que afecta al planeta, el concepto sustentabilidad está más que usado y conocido, por ello la utilización de materiales ecológicos es fundamental y muy valorado en cualquier obra de construcción. El ahorro energético en una construcción es una ventaja y en la actualidad existen varios

Materiales que contribuyen con este factor. Una construcción sustentable es cada vez más apetecida en el mercado, y sin duda que los materiales son una parte importante para hacer que una vivienda pueda ahorrar energía por sí sola. En este sentido el hormigón no ha querido quedarse atrás. "Hablamos de hormigones

sustentables cuando generamos hormigones con componentes que contaminen menos y con la reutilización de los mismos componentes para elaborar nuevos hormigones", La sustentabilidad es un concepto muy profundo que, aplicado a una vivienda, necesita de muchos componentes para funcionar. En ese contexto, el concreto celular constituye efectivamente un gran aporte. Al ser un efectivo material aislante, permite reducir drásticamente el consumo de combustibles fósiles, tanto al calefaccionar una vivienda, como al enfriarla, ayudando a preservar el medioambiente, éste es un producto inerte y no contaminante con un proceso industrial que no genera ningún tipo de residuo. "Se puede decir que es un hormigón sustentable y ecológico por su gran estabilidad en el tiempo y las externalidades positivas en el uso eficiente de la energía en las construcciones con este material". (Mario M. N. -IDIEM,, 2011)

2.9.6 MATERIAL ECOLÓGICO

El concreto Celular es compatible con la conservación del medio ambiente. Su proceso productivo utiliza materias primas abundantes en la naturaleza, no incluye sustancias nocivas, involucra un bajo consumo de energía y permite el reciclaje de residuos. Las obras ejecutadas con este material son limpias, secas y producen muy poco desperdicio. No contiene sustancias tóxicas ni produce ningún tipo de polución, por lo que no representa ningún peligro para la salud de las personas o del medio ambiente. Además, permite ahorros substanciales de energía por su capacidad de aislación térmica. El concreto celular impide cualquier pérdida de calor. Sirve de barrera contra el calor exterior en verano y guarda el calor de la calefacción dentro de la vivienda en invierno. Funciona como un verdadero climatizador natural. Estudios desarrollados en Perú demuestran que al construir la estructura de una vivienda con muros de concreto celular, es posible ahorrar hasta un 50% en el consumo de calefacción. (Mario M. N. -IDIEM,, 2011)

2.9.7 ENSAYOS Y PRUEBAS DEL CONCRETO CELULAR

2.9.7.1 PRUEBA DEL AGENTE ESPUMANTE

Se calibra la máquina generadora de espuma. La espuma se controla con gasto respecto al tiempo y la densidad adecuada por recomendación al fabricante es de 80 kg/m³ a 6 kg/m³ el gasto de la máquina es de 6.8 lt/seg con respecto al gasto se obtuvo que la espuma requerida para la elaboración de la mezcla deseada es

de 355.55 Lt para 1 m³ en la cual se utilizaría un tiempo de 50 seg para dosificar 1 m³ de concreto celular

Se realiza varias calibraciones del agente espumante hasta que llegue a obtener aquella forma. (tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/13017/Capitulo3.pdf)

0.8 IMAGENS DE ADITIVO ESPUMANTE



Este es el comportamiento del agente espumante cuando ya esta calibrada la máquina y la espuma lista para usarse.

2.9.7.2 ENSAYOS EN LAS MEZCLAS FRESCAS

El concreto Celular se comporta como un líquido se lo denomina en estado fresco El lapso dura aproximadamente entre 1 y 3 horas. Se le pueden realizar los siguientes ensayos; calcular el grado de fluidez del concreto (consistencia). Para lograr obtener buenos resultados en las estructuras de hormigón, primero debe

realizarse una buena dosificación de materiales para que los ensayos que se realicen en el estado fresco y endurecido puedan dar los mejores resultados posibles. (tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/13017/Capitulo3.pdf)

2.9.7.3 ENSAYO DE ASENTAMIENTO CON TRONCO DE CONO DE ABRAMS

Es el ensayo que se realiza al concreto celular y convencional en su estado fresco, para medir su consistencia ("fluidez" del hormigón).

Dicha normativa recoge cualitativamente las siguientes consistencias en función del asiento del cono (en cm):

- De 0 a 2 cm, consistencia seca
- De 3 a 5 cm, consistencia plástica
- De 6 a 9 cm, consistencia blanda
- De 10 a 15 cm, consistencia fluida
- De 16 a 20 cm, consistencia líquida

Según la citada normativa, y salvo en aplicaciones específicas que así se requiera, se debe evitar la aplicación de las consistencias seca y plástica, así como tampoco la líquida, salvo que se consiga mediante aditivos (tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/13017/Capitulo3.pdf)

0.9 IMÁGENES DEL CONCRETO CLC A PRUEVA DE SLUMP



Mezcla inicial



**Mezcla después de
agregar la espuma**

2.9.7.4 ENSAYO DE PENETRACIÓN.

Para ejecutar el ensayo de penetración se coloca la semiesfera sobre la superficie horizontal del concreto fresco ya compactado (losa) y se deja penetrar la semiesfera en el interior de la masa hasta detenerse; se mide la penetración leyendo en la escala graduada del vástago el valor correspondiente a la intersección del vástago

con el armazón liviano, el que queda apoyado en la superficie del hormigón sin hundirse.

Medición de la penetración: El valor determinado en "cm" es el valor de la penetración; que mide la consistencia del concreto. Mediante ensayos paralelos de asentamiento de tronco de cono y penetración de la semiesfera, se efectúa la contratación de esta, para correlacionar penetraciones con asentamientos. Es especialmente apto el método para determinar consistencia de hormigones correspondientes a estructuras extensas y horizontales, tales como losas de entrepisos o pavimentos (hormigones de asentamientos inferiores a 10 cm). (Zanella, José Araujo: Ender Morales: Iván, 2014)

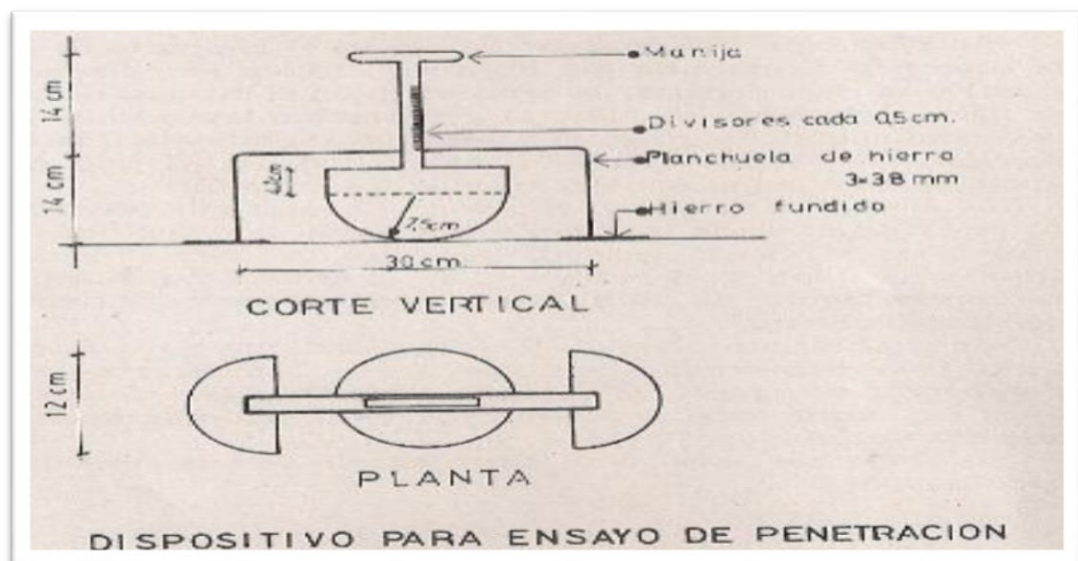
Tabla de correlación:

Tabla 8 RESULTADOS DE ASENTAMIENTO Y PENETRACION DE CLC

Asentamiento cm	Penetración cm
2.5	1.9
5.0	3.1
7.5	4.3
10.0	5.5

(Arraga, concreto celular, 2004)

10 IMÁGENES DEL ENSAYO DE PENETRACION



(hisWHcos, 2000)

2.9.7.5 ENSAYO DE PESO UNITARIO DE LA MEZCLA FRESCA Y CONTENIDO DE AIRE INCORPORADO:

Son ensayos muy sencillos pero que brindan informaciones sumamente importantes.

El primero consiste en determinar el peso de un volumen conocido de hormigón fresco, compactado en forma normalizada (por ejemplo molde cilíndrico de 15 x 30 cm llenado en 3 capas con compactación similar al ensayo de asentamiento).

Dado que el volumen del recipiente (VR), llenado hasta enrase superior puede conocerse con precisión (si es estanco, se lo llena con agua proveniente de probeta graduada al cm³) lo mismo que su peso (PR), por diferencia de pesadas (lleno a vacío), y haciendo el cociente de esa diferencia por el volumen del recipiente. (CTN Concreto, 2015)

0.11 IMÁGENES DEL EQUIPO DE PESO UNITARIO



(AYUQUE CC. J., 2017)

MEDIDOR DE AIRE

12 IMAGENES DE ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE



(AYUQUE CC. J., 2017)

2.10 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN PERFILES DE ACERO LIVIANO

- Las construcciones en madera, conocidas como "Wood Frame", se convirtieron en la tipología residencial más común en los Estados Unidos. Aproximadamente un siglo más tarde, en 1933, producto del gran desarrollo de la industria del acero en los Estados Unidos, se lanzó en la Feria Mundial de Chicago el prototipo de una residencia en Steel Framing que utilizó perfiles de acero en lugar de la estructura de madera (Frechette, 1999).
- En Japón, las primeras construcciones en SF comenzaron a aparecer después de la Segunda Guerra Mundial cuando hubo que reconstruir cuatro millones de viviendas destruidas por los bombardeos. La madera, material usado en la estructura de las casas, había sido un factor agravante de los incendios que se propagaron durante los ataques. (Asociación Latinoamericana del Acero, 2006)
- El acero, es un material que hizo historia a través del tiempo y ha contribuido a la historia de la construcción durante más de 30 siglos, toma una influencia decisiva sólo a partir de 1875, momento en que se logra producirlo económica y controladamente. Luego el desarrollo a lo alto de procedimientos científicos y tecnológicos en el área, han permitido que la industria siderúrgica llegue a constituir uno de los pilares fundamentales del desarrollo del mundo moderno llegando a su plenitud máximo. (Asociación Latinoamericana del Acero, 2006)
- Es así como la producción a nivel mundial el acero aumenta a una velocidad siempre creciente, adecuándose a las necesidades del hombre. Sin embargo, ya no se están construyendo plantas de gran capacidad en los centros siderúrgicos tradicionales como los de Alemania, Inglaterra y Estados Unidos, sino en lugares tan distantes como Arabia Saudita, Irán, República Sudafricana, Brasil, México Colombia y Perú (Asociación Latinoamericana del Acero, 2006)
- Este camino geográfico en la producción mundial de acero que comenzó hace algunos años, no sólo se debe a razones económicas, como reducción de costos por transporte o instalación en áreas que dispongan a la vez de materia prima, energía y mano de obra, sino el interés de los países emergentes por

participar en la elaboración de sus materias primas, con el fin de satisfacer la demanda de acero para la instalación de sus nuevas industrias. (Asociación Latinoamericana del Acero, 2006)

2.11 DEFINICIONES DE ACERO LIVIANO

La construcción es un área que constantemente presenta nuevos desafíos, ya sea por la arquitectura moderna, construcciones de gran dificultad, e inclusive por rebajar los costos, así cómo conseguir un mejor aprovechamiento de los materiales combinando estos entre sí. Para encausar dichos desafíos es necesario realizar investigación.

En el último tiempo se ha visto cómo el mercado del acero ha introducido nuevas familias de productos livianos y esbeltos conformados en frío, lo cual facilita el trabajo de los mismos en la misma obra y no necesariamente tener que recurrir al armado en un lugar lejano así como su posterior traslado.

Esto implica ciertos cuidados a considerar para de esta forma obtener un producto final que no varíe las características requeridas inicialmente por el proyecto. Los elementos de acero estructural conformados en frío son perfiles livianos, medianos y pesados fabricados por doblado en plegadora a partir de tiras cortadas de planchas, o por conformados en rodillos a partir de bobinas de acero o planchas laminadas en frío o en caliente, siendo ambas operaciones realizadas a temperatura ambiente, esto es sin el agregado intencional de calor, tal como se requiere en el conformado en caliente. Tradicionalmente los perfiles conformados en frío han sido de espesores entre 2 y 6 milímetros, no obstante se han acogido en forma muy exitosa los perfiles livianos galvanizados ultra delgados que en espesores menores a 1 milímetro están siendo utilizados en aplicaciones semi industrializadas de muros, losas, placas y paneles. Estos perfiles livianos galvanizados de bajo espesor se utilizan principalmente como elementos resistentes primarios en construcciones menores y como elementos secundarios en edificios mayores, cordones y almas de vigas (SANHUEZA G. G., 2006).

2.11.1 GENERALIDADES.

En el mercado del acero nacional existen una serie de perfiles galvanizados conformados en Frío dentro de los cuales se pueden destacar los siguientes elementos Estructurales individuales, secciones del tipo C, U, G, Z, L, O y Tubulares, S, W etc. La altura de estas secciones en general no debe ser mayor a 2 metros, los espesores oscilan entre 0.93 a 3,125 milímetros. Estos elementos de acero galvanizados conformados en frío se utilizan como elementos resistentes primarios en construcciones. (LAVADO T. G., 2004, pág. 06)

2.11.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- **Incombustibilidad:** la estructura de acero es incombustible, constituyendo un elemento adicional a la seguridad ante el fuego de la vivienda.
- **Versatilidad:** Puede ser cortado sin dificultad en obra con herramientas usuales en la construcción. Se encuentran disponibles en el mercado gran variedad de tornillos y conectores para materializar las uniones tanto de los miembros estructurales entre sí como de éstos con la base de fundación.
- **Durabilidad:** por su recubrimiento de zinc, el acero galvanizado por inmersión en caliente brinda prolongada vida útil a la estructura, haciéndola además absolutamente resistente a la acción de termitas, hongos y roedores.
- **Protección ambiental:** es completamente reciclable permitiendo su reutilización cuando la vivienda deba ser demolida.
- **Disponibilidad:** El acero liviano galvanizado se encuentra hoy disponible en el mercado en todas las formas necesarias para materializar una estructura de vivienda. Estos perfiles son provistos cortados en medidas estándar o a pedido.
- **Economía:** Los precios del acero galvanizado hacen de este material una opción muy conveniente para estructuras de viviendas industrializadas
- **Resistencia mecánica:** Cuenta con una elevada relación resistencia/peso, y los valores de tensiones de fluencia y rotura son garantizados por los productores, lo que se mantienen independientes de la humedad ambiente y

de las condiciones de mantenimiento.

2.11.3 VENTAJA DEL SISTEMA DE PERFILES DE ACERO

- Menor tiempo de ejecución por la prefabricación y ensamble
- Aislamiento acústico y térmico de alto rendimiento.
- Mayor facilidad en las instalaciones de electricidad, sanitarios, sistemas de calefacción y aire acondicionado.
- Peso alta relación resistencia – peso y disminuye las cargas muertas
- Mejor rendimiento térmico en climas severos.
- Económico, menor tiempo menor material y menor cantidad de personal

2.11.4 ACERO Y SUS PROPIEDADES.

La especificación del AISI considera 16 tipos de acero, siendo los de mayor importancia; ASTM A36 acero al carbono, ASTM A572, grado 42, 50, 60 y 65 KSI, acero de alta resistencia y baja aleación de columbio-vanadio.

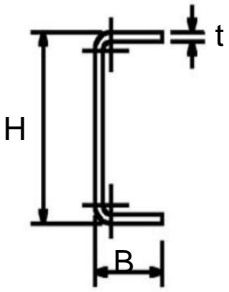
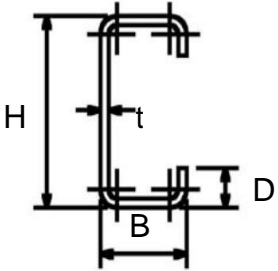
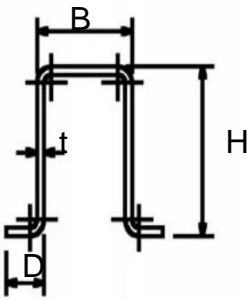
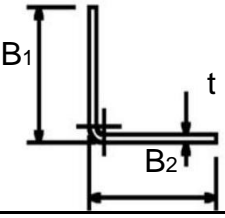
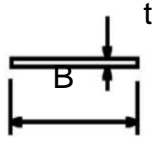
Las propiedades mecánicas que interesan desde el punto de vista estructural son principalmente la tensión de fluencia, características tensión-deformación, módulo de elasticidad, módulo tangente y módulo de corte, ductilidad, resistencia a la fatiga. (SANHUEZA G. G., 2006, pág. 11)

2.11.5 TIPOS DE PERFILES DE ACERO LIVIANO (STEELY FRAMING)

Algunos perfiles laminados en frío usados con fines estructurales son semejantes en configuración general a los perfiles laminados en caliente. Canales y ángulos pueden laminarse en una sola operación a partir de una pieza del material. El hecho que los canales tipo C tengan esquinas redondeadas tanto por el lado externo como por el interno del doblez tienen solo un efecto ligero en las propiedades de la sección en consecuencia, los cálculos pueden hacerse como si las esquinas fueran aguzadas sin cometer un error grave. (PINNACLE, 2010)

TABLA 9 TIPOS DE PERFILES CON SUS SECCIONES

Tabla - Ejemplo de identificación de perfiles de acero liviano y sus aplicaciones

SECCIÓN TRANSVERSAL	Designación	Utilización
	<p>Perfil U</p> <p>H x B x t</p>	<p>Solera</p> <p>Puntal</p> <p>Bloqueador</p> <p>Cenefa</p> <p>Atiesador</p>
	<p>Perfil C</p> <p>H x B x D x t</p>	<p>Montante</p> <p>Viga</p> <p>Puntal</p> <p>Atiesador</p> <p>Bloqueador</p> <p>Correa</p> <p>Cabio</p> <p>Larguero</p>
	<p>Perfil Galera</p> <p>H x B x D x t</p>	<p>Correa</p> <p>Larguero</p> <p>Puntal</p>
	<p>Ángulo Conector</p> <p>B₁ x B₂ x t</p>	<p>Conector</p> <p>Atiesador</p> <p>Puntal</p>
	<p>Cinta Fleje</p> <p>B x t</p>	<p>Riostras</p> <p>Tensores</p> <p>Diagonales</p>

Designaciones: H Altura del alma (web)
 B Ancho del ala (flange)
 t Espesor (thickness)

D Ancho de pestaña (lip)

(Asociación Latinoamericana del Acero, Alacero, 2007)

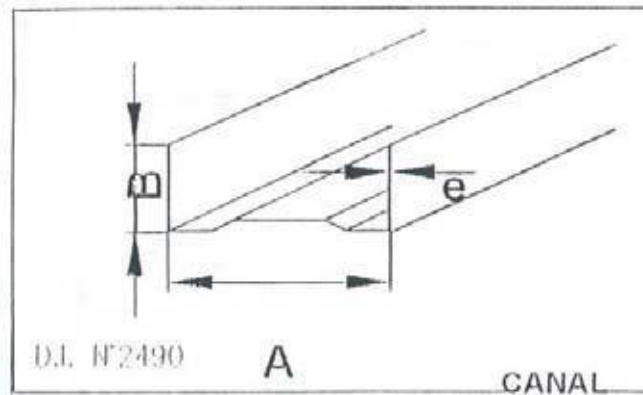
2.11.6 COMPONENTES PRINCIPALES PERFILES.

2.11.6.1 Canal.

Sus usos son:

- En solera superior y solera inferior.
- En la construcción de vigas y dinteles.
- Como conector, apoyo y refuerzos en general.
- Como elemento de unión.

13 IMAGENE DE PERFIL TIPO CANAL



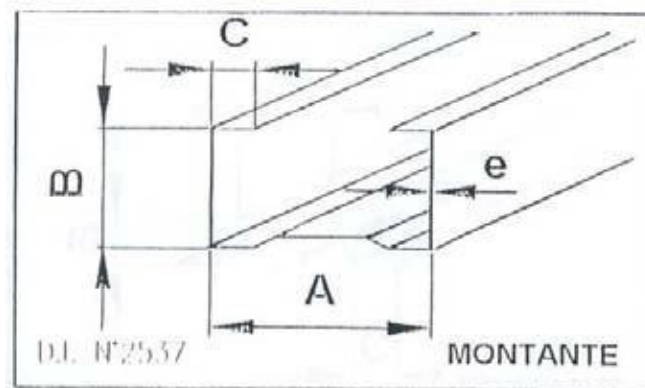
(SANHUEZA G. G., 2006)

2.11.6.2 MONTANTE O PIE DERECHO

Sus usos son:

- a) Como pie derecho.
- b) Como atiesador en conexiones y apoyos en general.
- c) En la construcción de pilares, vigas y cerchas.

13 IMAGEN DE PERFIL DE PIE DERECHO



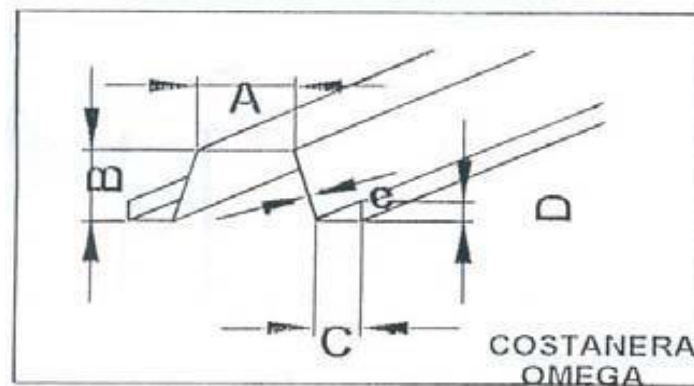
(SANHUEZA G. G., 2006)

2.11.6.3 TEGAL OMEGA ATIESADA.

Sus usos son:

- a) Como costanera de techo y cielo.
- b) Para puntos de apoyos y estabilidad en general.

0.14 IMAGEN DE TIPO OMEGA



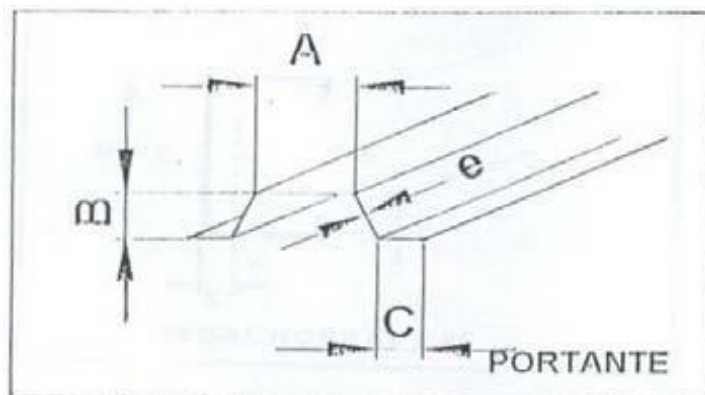
(SANHUEZA G. G., 2006)

2.11.6.4 CIGAL PORTANTE

Sus usos son:

- a) Para la instalación de cielos falsos.
- b) Como conector temporal como apoyo y estabilizador de cercha, muros y tabiques durante las construcciones.

0.15 IMAGEN DE PERFIL CIGAL



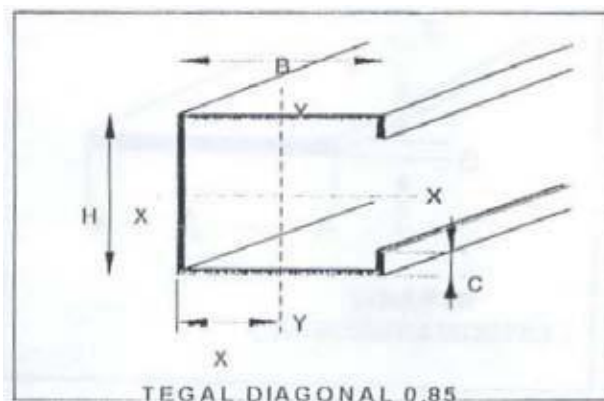
(SANHUEZA G. G., 2006)

2.11.6.5 TEGAL DIAGONAL.

Sus usos son:

- a) Para la construcción de cerchas (en sus diagonales).
- b) Para estabilidad y arriostramiento permanente entre cerchas y tabiques.

0.16 IMAGEN DE PERFIL DE TIPO DIAGONAL



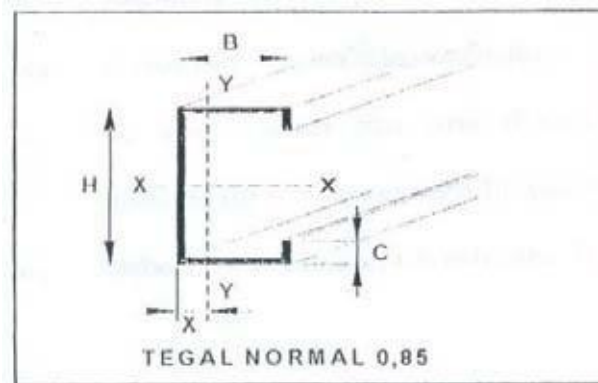
(SANHUEZA G. G., 2006)

2.11.6.6 TEGAL NORMAL

Sus usos son:

- Para la construcción de muros.
- Para estabilidad y arriostamiento permanente entre columna y tabique.

0.17 IMAGEN DE PERFIL DE TIPO TEGAL NORMAL

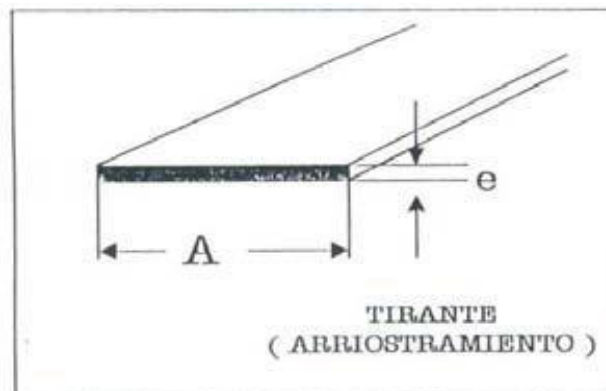


(SANHUEZA G. G., 2006)

2.11.6.7 MUROGAL TIRANTE

- Como diagonales para dar arriostamiento a un tabique estructural.
- Como tensor general.
- Como conector entre dos elementos.
- Como conector tipo escuadra 90°.

0.18 IMAGEN DE PERFIL DE MUROGAL



(SANHUEZA G. G., 2006)

2.11.7 TORNILLOS - CONECTORES.

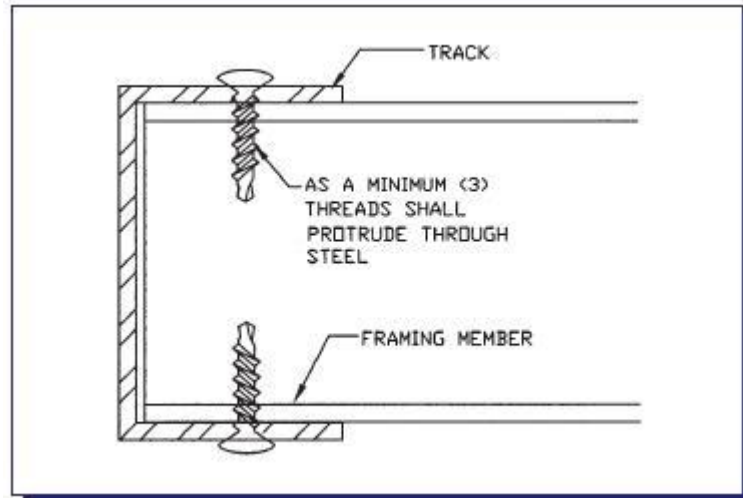
Deben ser especiales para trabajos con láminas de acero galvanizado; no se debe usar cualquier tornillo auto perforante. Se utilizan tornillos galvanizados de cabeza Phillips o Hexagonales. Los tornillos cabeza Phillips plana se utilizan en perfiles que van a ser recubiertos y lo hexagonales en lugares que no van a ser recubiertos.

Es muy importante que los tornillos a utilizarse tenga un largo que permita que por lo menos 3 hilos rosca queden expuestos al atravesar los perfiles metálicos. Al atornillar debe asegurarse de no sobrepasar el torque máximo para evitar esforzar demasiado los tornillos y de esta manera debilitarlos. (Asociación Latinoamericana del Acero, 2006)

2.11.8 REGLAS GENERALES PARA TORNILLOS

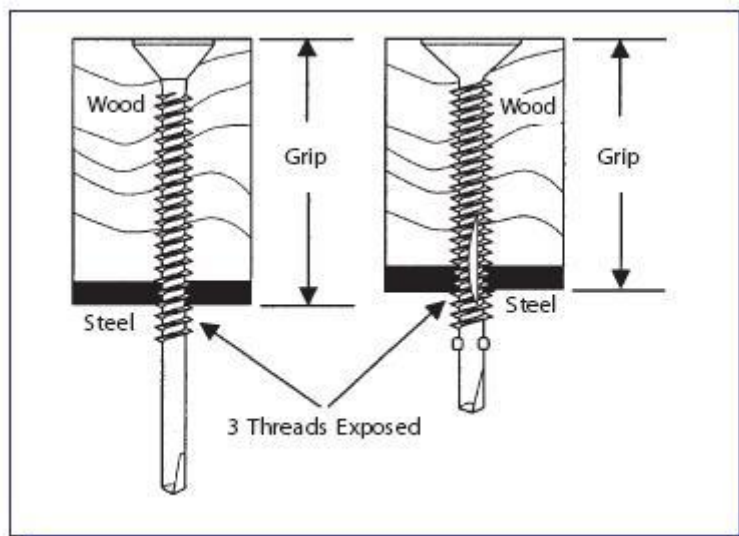
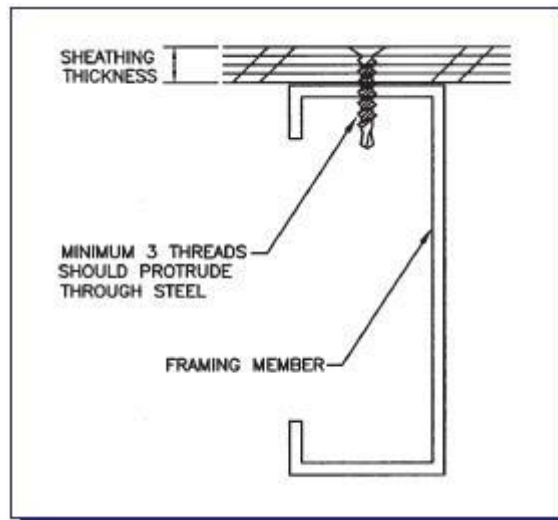
- a) Serán resistente a la corrosión.
- b) Se atornillarán con una distancia mínima al borde y entre ejes de 3 veces al diámetro del tornillo usado.
- c) Deben penetrar dejando un mínimo de 3 hilos de vistas. (SANHUEZA G. G., 2006)

019 IMAGEN DE TORNILLO PARA PERFIL



(LAVADO T. G., 2004)

0.20 IMGEN DE TORNILLO PARA PERFIL



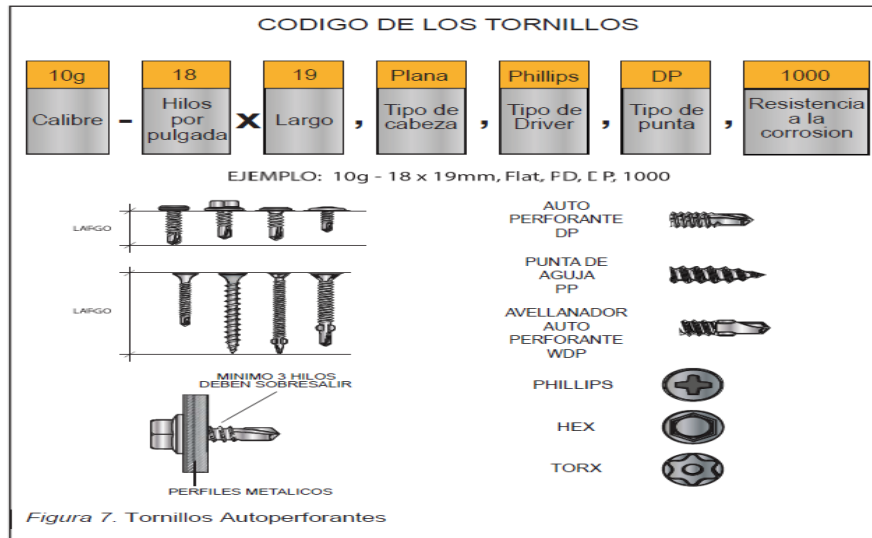
(SANHUEZA G. G., 2006)

2.12 TIPOS DE CABEZAS DISPONIBLES

Fabricados en diversos tipos de cabeza, los tornillos auto perforantes usan comúnmente para transmitir el apriete un tornillo de cabeza en cruz de Phillips N°2

Los tipos de cabezas son:

0.21 IMGENES DE TAMAÑOS DE TORNILLO



(Asociación Latinoamericana del Acero, Alacero, 2007)

- Cabeza trompeta: se usa para fijar todo tipo de placas de yeso, paneles de madera y otros revestimientos. Permite tener superficies planas, suaves y de fácil terminación al quedar la cabeza embutida en el revestimiento.

(SANHUEZA G. G., 2006)

0.22 IMGEN DE TORNILLLO DE MODELO TROMPETA



(Asociación Latinoamericana del Acero, 2006)

- Cabeza plana: Denominados tornillos cabezas de lenteja, se usan cuando no se desean que la cabeza interfiera con el revestimiento si este es rígido.

0.23 IMGEN DE TORNILLO DE MODELO CABEZA PLANA



(Asociación Latinoamericana del Acero, 2006)

- Cabeza hexagonal:
Usados permanentemente para penetrar aceros de mayor espesor, al ser la cabeza con 6 puntos de apoyos, entrega en muy buen torque asegurando mayor estabilidad durante la operación de colocación. La cabeza es normalmente de 5/16" y en aplicación de mayor espesor de 3/8".
(SANHUEZA G. G., 2006)

0.24 IMGEN DE TORNILLO MODELO CABEZA HEXAGONAL



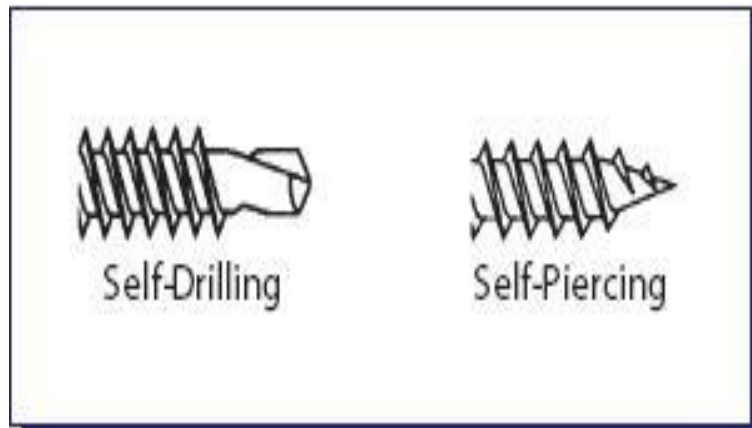
(Asociación Latinoamericana del Acero, 2006)

2.12.1 SELECCIÓN DEL TIPO DE PUNTA A EMPLEAR.

Solo dos tipos de puntas son usados de Metalcon, Aguda o Broca. Es muy importante usar la punta correcta según el espesor total de acero a fijar. Se utiliza un tornillo punta aguda para fijar aceros de hasta 1.0 mm de espesor. Para espesores totales de aceros mayores a 1.0 mm se usan tornillos tipo punta de broca.

(SANHUEZA G. G., 2006)

0.25 IMGEN DE TORNILLLO DE FORMA PUNTA AGUDA



(Asociación Latinoamericana del Acero, Alacero, 2007)

2.12.3 LONGITUD DE LOS TORNILLOS.

Como líneas generales se recomiendan que el tornillo sea $3/8"$ a $1/2"$ más largo que el espesor de los materiales conectados, asegurando que al menos tres hilos queden expuestos y a la vista.

2.12.4. RANURA DE LA BROCA.

La longitud de la ranura de la broca determina el espesor del metal que puede ser perforado. La ranura es un canal para remover las virutas durante la perforación.

Si la ranura llegara a quedar completamente embebida en el material, las virutas quedarían atrapadas en ella y el tornillo atorado, causando que la punta se rompe o se quemé. (SANHUEZA G. G., 2006)

2.12.5. LONGITUD DE LA PUNTA.

La sección sin roscas desde la punta hasta el primer hilo de rosca, deberá ser suficientemente larga para asegurar que la operación de perforado termine antes que el primer hilo alcance el metal. La rosca del tornillo avanza a una velocidad hasta diez veces mayor que la operación de la broca. (SANHUEZA G. G., 2006)

2.12.6. LONGITUD DE LA ROSCA.

Siempre hay que escoger un tornillo con suficiente longitud de rosca, como para que ésta encaje completamente en el material base. Por ejemplo si está fijada en acero de $\frac{1}{4}$ ", el tornillo deberá tener como mínimo $\frac{1}{4}$ " de longitud de rosca (se recomienda que al menos tres hilos queden a la vista pasando el material). (SANHUEZA G. G., 2006)

2.12.7 PASO DE ROSCA.

En general cuanto menor sea el espesor de los materiales a ser fijados, mayor será el número de hilos de rosca por pulgada y viceversa, a mayor espesor del material a fijar, el número de hilos de rosca por pulgada será menor. (SANHUEZA G. G., 2006)

2.12.8 REQUERIMIENTO DE ESPACIAMIENTO Y DISTANCIAMIENTO AL BORDE.

Se recomienda mantener una distancia mínima de espaciamiento entre ejes de tornillos de 3 veces el diámetro de éstos. A su vez se recomienda mantener una distancia de espaciamiento entre tornillos y el borde de acero de 3 veces el diámetro de éstos. En el caso de tableros de yeso o de madera se recomienda no colocar tornillos a menos de 10 mm del borde de estos.

2.12.9 COLOCACIÓN DE TORNILLOS.

Las fijaciones usadas en el sistema Metalcon deben ser colocadas solo usando un atornillador eléctrico. No se debe usar otro tipo de herramientas para la instalación de tornillos ya que solo las mencionadas están equipadas con un embrague automático y con un profundidad que regula y ajusta la penetración del tornillo.

Para tornillos punta aguda, se recomienda usar atornilladores eléctricos rápidos de más de 4000 rpm de velocidad. Para tornillos de punta broca, se recomienda usar

atornilladores de velocidad variable entre 0 y 2500 rpm para evitar quemar la punta. (SANHUEZA G. G., 2006)

2.13 REQUISITOS PARA LOS PERFILES LIVIANOS

Esta parámetros establece los requisitos que deben cumplir los perfiles conformados en frío de acero estructural al carbono y acero de alta resistencia y baja aleación Esta parámetros aplica a todos los perfiles abiertos conformados en frío para uso estructural, fabricados en acero al carbono según los grados establecidos. El uso de los mismos debería estar sujeto al cálculo estructural que lo respalde. (Asociación Latinoamericana del Acero, Alacero, 2007)

2.13.1 DEFINICIONES DE LOS PERFILES LIVIANOS

Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

- Ala. Sección de apoyo cuya dirección es paralela al eje X-X.
- Alma. Sección del perfil que une a las alas y cuya dirección es paralela al eje Y-Y.
- BMT. Espesor del metal base sin incluir el recubrimiento (Base Metal Thickness).
- Grado del acero. Estado dado por las propiedades mecánicas definidas por el límite de fluencia, resistencia a la tracción y porcentaje de elongación.
- HSLAS. Acero de alta resistencia y baja aleación. (High-Strength Low-Alloy Steel).
- HSLAF. Acero de alta resistencia y baja aleación con formabilidad mejorada. (High Strength Low- Alloy Steel Formability).
- Lote. Número de perfiles fabricados en una orden de producción establecida.
- Oilcanning. Fenómeno elástico resultante de los esfuerzos inducidos, durante el conformado (no generada por golpes), que se presenta en forma de ondulaciones y es apreciable de acuerdo a la incidencia de la luz. Está directamente relacionado con el espesor y tipo de material.
- Perfil abierto. Es el perfil cuyos bordes de la sección transversal constante no se unen, obtenido por el conformado progresivo en frío de un fleje cortado de chapa de acero, que pasa entre una serie de rodillos o por

golpes de prensa para obtener diversas formas.

- Pestaña. Parte de la sección del perfil unida a las alas o alma formando un ángulo especificado por el fabricante, ubicado en los bordes.
- Probeta. Elemento en el que se realizan los ensayos indicados en esta norma.
- Rebabas. Porción de material en exceso, producto del corte, que forma resaltos en los bordes del perfil.
- Espesor total de la lámina incluido el recubrimiento. (Total Coating Thickness). (INEN, 2010)

2.14 CLASIFICACIÓN

Los perfiles abiertos conformados en frío para uso estructural se clasifican de acuerdo a su forma en:

- C (canal)
- L de lados iguales
- L de lados desiguales
- G (correa)
- Omega, - Z.

(INEN, 2010)

2.14.1 REQUISITOS ESPECÍFICOS DIMENSIONALES

La longitud nominal de los perfiles debe ser de 6 000 mm, salvo que a pedido expreso del comprador se pueden suministrar en otras longitudes.

La tolerancia en la longitud de los perfiles es de 0 a +40 mm.

Las tolerancias en el espesor nominal deben ser los establecidos en la tabla, medido en el centro de las caras .

TABLA 10 TOLERANCIAS EN EL ESPESOR

Espesor (mm)	tolerancia (mm)
$\geq 1,2 \leq 1,5$	$\pm 0,06$
$> 1,5 \leq 2$	$\pm 0,08$
$> 2 \leq 2,5$	$\pm 0,10$
$> 2,5 \leq 4,5$	$\pm 0,12$
$> 4,5 \leq 6$	$\pm 0,17$
$> 6 \leq 8$	$\pm 0,27$
$> 8 \leq 10$	$\pm 0,3$
$> 10 \leq 12,5$	$\pm 0,34$
$> 12,5 \leq 16$	$\pm 0,36$

(INEN, 2010)

Las tolerancias en la masa deben ser las establecidas

TABLA 11 TOLERANCIAS DE MASA

Masa del Lote (kg)	Tolerancia (%)
≤ 600	± 10,0
> 600 y ≤ 2 000	± 7,5
> 2 000	± 5,0

(INEN, 2010)

Las tolerancias para valores de altura iguales o menores a 125 mm deben ser de ± 1,5 mm. Para valores mayores a 125mm debe ser de ± 2mm

La tolerancia para las medidas de ancho de ala y pestaña de perfiles cuyo espesor está comprendido entre 1,4mm y 5mm debe ser ± 1,5 mm y para espesores mayores la tolerancia debe ser de ± 2 mm.

El radio interior entre caras planas del perfil en función del espesor debe ser: $1e \leq R_i \leq 3e$.

Las tolerancias para curvatura del alma (fa) deben ser las especificadas en la tabla 4. (Ver figura 1).

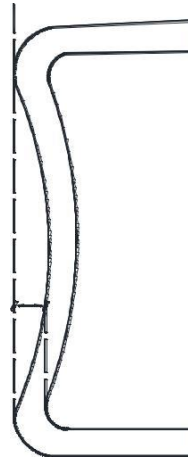
NOTA 1. Para los espesores de 1,2 mm a 4,5mm (incluido) los valores de la tolerancia son calculados con el ± 5% de su límite inferior y para los espesores de 4,5 mm (excluido) a 16 mm son tomados como referencia de la NTE

TABLA 12 TOLERANCIAS EN LA CURVATURA DEL ALMA

Altura del perfil (h) [mm]	Curvatura (fa) [mm]
50	± 0,5
60	± 0,5
64	± 0,5
75	± 0,5
80	± 0,6
100	± 0,8
125	± 0,8
150	± 1,0
175	± 1,0
≥ 200	± 1,0

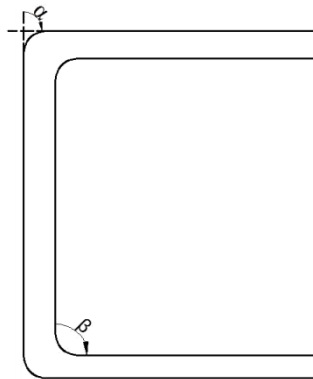
(INEN, 2010)

0.26 IMAGEN CURVATURA DEL ALMA (FA)



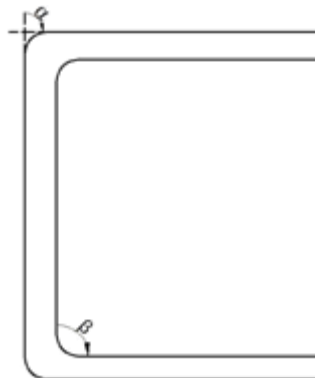
La falta de paralelismo (C) entre alas no debe ser superior a $\pm 2^\circ$ y debe ser medida como se indica en la figura 2. (INEN, 2010)

0.17 IMAGEN DE MEDICIÓN DE PARALELISMO ENTRE CARAS



La falta de perpendicularidad entre caras adyacentes no debe ser superior a $\pm 2^\circ$ y debe ser medida como se indica en la figura 3. (INEN, 2010)

0.28 IMAGEN DE MEDICIÓN DE LA PERPENDICULARIDAD DE CARAS



APÉNDICE Y

Y.1 DIMENSIONES Y PROPIEDADES DE LOS PERFILES

Las dimensiones y propiedades seccionales referenciales de los perfiles de ángulos L de lados iguales se encuentran establecidas en la tabla Y.1. (Ver figura Y.1). (INEN, 2010)

0.29 IMAGEN Y.1 PERFILES L DE LADOS IGUALES

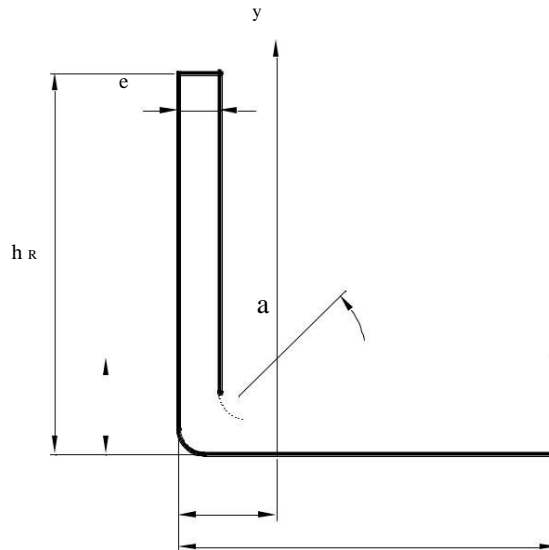


TABLA 13 PERFILES L DE LADOS IGUALES. DIMENSIONES Y PROPIEDADES SECCIONALES

Ángulos de alas iguales																				
DESCRIPCIÓN	b	H	E	MASA	ÁREA	d1	d2	ÁNGULO A	EJE X-X			EJE Y-Y			EJE U-U			EJE V-V		
									lx	Wx	rx	ly	Wy	ry	lu	Wu	ru	lv	Wv	rv
	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/m)	(cm ²)	(cm)	(cm)	(°)	(cm ⁴)	(cm ³)	(cm)	(cm ⁴)	(cm ³)	(cm)	(cm ⁴)	(cm ³)	(cm)	(cm ⁴)	(cm ³)	(cm)
L 20x 2	20	20	2	0,57	0,73	0,60	0,60	45,00	0,28	0,20	0,62	0,28	0,20	0,62	0,46	0,32	0,79	0,10	0,14	0,37
L 20 x 3	20	20	3	0,81	1,03	0,65	0,65	45,00	0,38	0,28	0,60	0,38	0,28	0,60	0,63	0,45	0,78	0,12	0,17	0,34
L 25x 2	25	25	2	0,73	0,93	0,72	0,72	45,00	0,56	0,32	0,78	0,56	0,32	0,78	0,92	0,52	1,00	0,20	0,23	0,47
L 25x 3	25	25	3	1,05	1,33	0,78	0,78	45,00	0,78	0,45	0,77	0,78	0,45	0,77	1,30	0,74	0,99	0,26	0,30	0,45
L 30 x 2	30	30	2	0,88	1,13	0,85	0,85	45,00	1,00	0,46	0,94	1,00	0,46	0,94	1,63	0,77	1,20	0,37	0,35	0,57
L 30x 3	30	30	3	1,28	1,63	0,90	0,90	45,00	1,40	0,67	0,93	1,40	0,67	0,93	2,32	1,09	1,19	0,49	0,46	0,55
L 30x 4	30	30	4	1,65	2,10	0,95	0,95	45,00	1,76	0,86	0,91	1,76	0,86	0,91	2,93	1,38	1,18	0,58	0,55	0,52
L 40x 2	40	40	2	1,20	1,33	1,10	1,10	45,00	2,44	0,84	1,26	2,44	0,84	1,26	3,96	1,40	1,61	0,92	0,65	0,78
L 40x 3	40	40	3	1,75	2,23	1,15	1,15	45,00	3,49	1,22	1,25	3,49	1,22	1,25	5,71	2,02	1,60	1,27	0,90	0,75
L 40x 4	40	40	4	2,28	2,90	1,20	1,20	45,00	4,44	1,59	1,24	4,44	1,59	1,24	7,23	2,59	1,59	1,55	1,10	0,73
L 40x 5	40	40	5	2,77	3,54	1,25	1,25	45,00	5,29	1,92	1,22	5,29	1,92	1,22	8,80	3,11	1,58	1,77	1,25	0,71
L 50x 2	50	50	2	1,51	1,93	1,35	1,35	45,00	4,85	1,33	1,59	4,85	1,33	1,59	7,85	2,22	2,02	1,85	1,05	0,98
L 50x 3	50	50	3	2,22	2,83	1,40	1,40	45,00	7,01	1,95	1,57	7,01	1,95	1,57	11,42	3,23	2,01	2,61	1,47	0,96
L 50x 4	50	50	4	2,90	3,70	1,45	1,45	45,00	9,01	2,54	1,56	9,01	2,54	1,56	14,76	4,18	2,00	3,25	1,84	0,94
L 50x 5	50	50	5	3,56	4,54	1,50	1,50	45,00	10,84	3,10	1,55	10,84	3,10	1,55	17,89	5,06	1,99	3,79	2,14	0,91
L 60x 3	60	60	3	2,69	3,43	1,65	1,65	45,00	12,34	2,84	1,90	12,34	2,84	1,90	20,03	4,72	2,42	4,65	2,19	1,16
L 60x 4	60	60	4	3,53	4,50	1,70	1,70	45,00	15,96	3,71	1,70	15,96	3,71	1,70	26,04	6,14	2,40	5,88	2,77	1,14
L 60x 5	60	60	5	4,34	5,54	1,75	1,75	45,00	19,33	4,55	1,87	19,33	4,55	1,87	31,72	7,48	2,39	6,95	3,27	1,12
L 75x 3	75	75	3	3,40	4,33	2,02	2,02	45,00	24,55	4,48	2,38	24,55	4,48	2,38	39,72	7,49	3,03	9,38	3,53	1,47
L 75x 4	75	75	4	4,47	5,70	2,07	2,07	45,00	31,94	5,88	2,37	31,94	5,88	2,37	51,90	9,79	3,02	11,99	4,51	1,45
L 75x 5	75	75	5	5,52	7,04	2,12	2,12	45,00	38,96	7,24	2,35	38,96	7,24	2,35	63,56	11,99	3,01	14,35	5,40	1,43
L 75x 6	75	75	6	6,53	8,33	2,17	2,17	45,00	45,60	8,56	2,34	45,60	8,56	2,34	74,73	14,09	2,99	16,46	6,20	1,41

L 80x 4	80	80	4	4,79	6,10	2,20	2,20	45,00	39,00	6,72	2,53	39,00	6,72	2,53	63,30	11,19	3,22	14,70	5,19	1,55
L 80x 5	80	80	5	5,91	7,54	2,25	2,25	45,00	47,65	8,28	2,51	47,65	8,28	2,51	77,64	13,72	3,21	17,65	6,23	1,53
L 80x 6	80	80	6	7,00	8,93	2,30	2,30	45,00	55,86	9,79	2,50	55,86	9,79	2,50	91,39	16,16	3,20	20,32	7,17	1,51
L 80x 8	80	80	8	9,11	11,61	2,40	2,40	45,00	71,03	12,68	2,47	71,03	12,68	2,47	117,22	20,72	3,18	24,85	8,78	1,46
L 80x 10	80	80	10	11,09	14,14	2,50	2,50	45,00	94,59	15,39	2,45	84,59	15,39	2,45	140,84	24,90	3,16	28,34	10,04	1,42
L100x 5	100	100	5	7,48	9,54	2,75	2,75	45,00	95,23	13,13	3,16	95,23	13,13	3,16	154,55	21,86	4,03	35,90	10,13	1,94

(INEN, 2010)

Las dimensiones y propiedades seccionales referenciales de los perfiles G se encuentran establecidas en la tabla Y.5 y en la tabla Y.6 (ver figura Y.4).

0.30 IMAGEN DE Y.4 Perfiles G

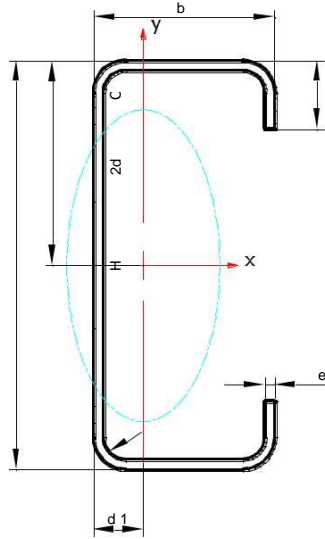


TABLA 14 DE Y.5 PERFILES G, DIMENSIONES Y PROPIEDADES SECCIONALES REFERENCIALES, ESPESORES <2MM (INEN, 2010)

Dimensiones (mm)					Masa	A	d2	d1	Momento de Inercia		Modulo resistente		Radio de giro	
h [mm]	b [mm]	c [mm]	e [mm]	R [mm]	[kg/m]	[cm ²]	[cm]	[cm]	I x [cm ⁴]	I y [cm ⁴]	Wx [cm ³]	Wy [cm ³]	ix [cm]	iy [cm]
60	30	10	1,5	4	1,53	1,95	2,38	1,13	11,07	2,49	3,69	1,29	1,07	1,93
80	40	15	1,5	4	2,10	2,68	3,19	1,55	27,21	6,43	6,80	2,55	1,48	2,52
90	40	15	1,5	4	2,21	2,82	3,56	1,54	35,77	6,70	7,95	2,58	1,40	2,60
60	30	10	1,8	4,5	1,76	2,25	2,41	1,10	13,02	2,74	4,34	1,42	1,06	1,92
80	40	15	1,8	4,5	2,47	3,16	3,23	1,53	33,01	7,38	8,25	2,93	1,46	2,52
90	40	15	1,8	4,5	2,62	3,35	3,61	1,52	43,56	7,70	9,68	2,97	1,39	2,59
100	50	15	1,8	4,5	3,02	3,86	4,10	1,88	64,96	13,71	12,99	4,21	1,72	3,26
125	50	15	1,8	4,5	3,38	4,31	5,03	1,85	109,24	14,79	17,48	4,32	1,56	3,42
150	50	15	1,8	4,5	3,74	4,78	5,92	1,81	167,74	15,68	22,36	4,41	1,42	3,56
200	50	15	1,8	4,5	4,45	5,69	7,65	1,73	333,29	17,03	33,33	4,52	1,21	3,77

Las dimensiones y propiedades seccionales referenciales de los perfiles omega se encuentran establecidas en la tabla Y.7 y en la tabla Y.8 (Ver figura Y.5).

0.31 IMAGEN DE Y.5 PERFILES OMEGA

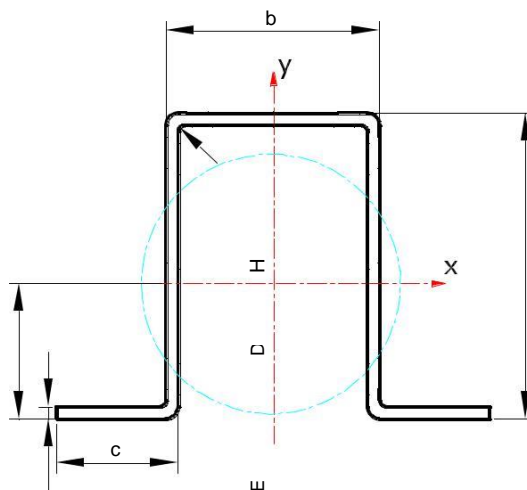


TABLA 15 DE Y.7 PERFILES OMEGA, DIMENSIONES Y PROPIEDADES SECCIONALES REFERENCIALES, ESPESORES ≥ 2 MM

Dimensiones				Área	Masa	Eje X - X			Eje Y - Y		
b [mm]	h [mm]	c [mm]	e [mm]	[cm ²]	[kg/m]	I [cm ⁴]	W [cm ³]	i [cm]	I [cm ⁴]	W [cm ³]	i [cm]
35	50	20	1,8	2,91	2,28	10,13	4,18	3,48	9,94	2,78	3,42
50	50	20	1,8	3,18	2,50	11,65	4,42	3,67	19,11	4,42	6,01
75	50	20	1,8	3,63	2,85	13,69	4,69	3,77	42,49	7,63	11,71
100	50	20	1,8	4,08	3,20	15,28	4,87	3,75	77,22	11,32	18,93
125	50	20	1,8	4,53	3,56	16,55	4,99	3,65	124,70	15,45	27,53
150	50	20	1,8	4,98	3,91	17,59	5,09	3,53	186,34	19,99	37,43

TABLA 16 DE Y.8 PERFILES OMEGA, DIMENSIONES Y PROPIEDADES SECCIONALES REFERENCIALES, ESPESORES ≥ 2 MM

Dimensiones				Área	Masa	Eje X - X				Eje Y - Y		
b [mm]	h [mm]	c [mm]	e [mm]	[cm ²]	[kg/m]	I [cm ⁴]	W [cm ³]	i [cm]	d [cm]	I [cm ⁴]	W [cm ³]	i [cm]
35	50	20	2	3,24	2,54	11,25	4,36	1,86	2,42	10,93	3,08	1,84
50	50	20	2	3,54	2,78	12,95	4,92	1,91	2,63	21,08	4,90	2,44
75	50	20	2	4,04	3,17	15,20	5,22	1,94	2,91	47,01	8,74	3,41
75	50	20	3	5,86	4,60	20,90	7,13	1,89	2,93	65,98	12,11	3,36
100	50	20	2	4,54	3,56	16,96	5,42	1,93	3,13	85,56	12,58	4,34
100	50	20	3	6,61	5,19	23,38	7,45	1,88	3,14	121,12	18,08	4,28
125	50	20	2	5,04	3,96	18,35	5,54	1,91	3,31	138,29	17,18	5,24
125	50	20	3	7,36	5,78	25,36	7,64	1,86	3,32	196,91	24,77	5,17
150	50	20	2	5,54	4,35	19,51	5,66	1,88	3,45	206,54	22,23	6,11
150	50	20	3	8,11	6,37	26,96	7,79	1,82	3,46	295,70	32,14	6,04

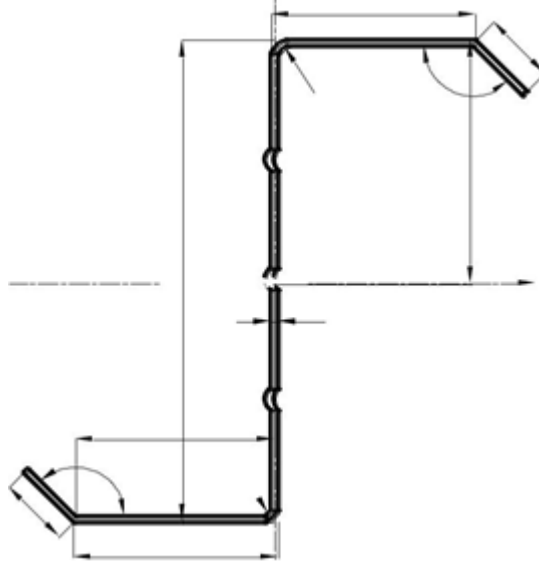
Dimensiones exteriores a la sección transversal.

Radio de curvatura interior igual a 1,5e para espesores menores a 6,00mm

Radio de curvatura interior igual a 2 e para espesores de 6,00mm o mayores.

Las dimensiones y propiedades seccionales referenciales de los perfiles "Z" se encuentran establecidas en la tabla Y.9 y en la tabla Y.10 (Ver figura Y.6). (INEN, 2010)

0.32 IMAGEN DE Y.6 PERFIL "Z"



0.17 TABLA DE PERFILES Z, DIMENSIONES Y PROPIEDADES SECCIONALES, ESPESORES < 2 MM

Dimensiones (mm)				Masa	A	Eje X-X			Eje Y-Y		
H [mm]	b [mm]	c [mm]	e [mm]	[kg/m]	[cm ²]	I x [cm ⁴]	Wx [cm ³]	d2 [cm]	y [cm ⁴]	Wy [cm ³]	d1 [cm]
64	32	13	1,2	1,36	1,73	11,01	3,44	2,52	4,21	1,32	1,56
64	32	13	1,4	1,58	2,02	12,80	4,00	2,52	4,88	1,52	1,56
64	32	13	1,6	1,81	2,30	14,58	4,56	2,52	5,53	1,72	1,55
76	38	12	1,2	1,58	2,02	18,75	4,93	3,05	6,46	1,70	1,79
76	38	12	1,4	1,85	2,35	21,52	5,73	3,03	7,39	1,97	1,77
76	38	12	1,6	2,11	2,69	24,52	6,54	3,02	8,39	2,23	1,77
102	38	12	1,4	2,12	2,70	42,83	8,40	3,98	10,29	2,02	1,95
102	38	12	1,6	2,42	3,09	48,84	9,58	3,98	11,69	2,29	1,95
102	38	12	1,9	2,88	3,67	57,52	11,28	3,96	13,95	2,74	1,95
102	50	13	1,2	2,05	2,62	44,22	8,67	4,11	13,72	2,69	2,29
102	50	13	1,4	2,40	3,05	51,47	10,09	4,11	15,93	3,12	2,28
102	50	13	1,6	2,74	3,49	58,68	11,51	4,10	18,13	3,55	2,28
127	38	12	1,2	2,05	2,62	61,85	9,74	4,86	11,19	1,76	2,07
127	38	12	1,4	2,40	3,05	72,05	11,35	4,86	12,98	2,04	2,06
127	38	12	1,6	2,74	3,49	82,22	12,95	4,86	14,74	2,32	2,06
127	38	12	1,9	3,25	4,14	97,03	15,28	4,84	17,60	2,77	2,06
127	50	13	1,2	2,30	2,93	73,84	11,63	5,02	17,72	2,79	2,46
127	50	13	1,4	2,68	3,42	85,99	13,54	5,02	20,57	3,24	2,45
127	50	13	1,6	3,06	3,90	98,10	15,45	5,01	23,41	3,69	2,45
127	50	13	1,9	3,64	4,64	115,78	18,23	5,00	27,94	4,40	2,45
152	38	12	1,2	2,30	2,93	95,62	12,58	5,71	13,79	1,81	2,17
152	38	12	1,4	2,68	3,42	111,43	14,66	5,71	15,98	2,10	2,16
152	38	12	1,6	3,06	3,90	127,19	16,74	5,71	18,16	2,39	2,16
152	38	12	1,9	3,64	4,64	150,31	19,78	5,69	21,68	2,85	2,16
152	50	13	1,2	2,53	3,23	112,48	14,80	5,90	21,44	2,82	2,58
152	50	13	1,4	2,96	3,77	131,05	17,24	5,90	24,90	3,28	2,57
152	50	13	1,6	3,38	4,30	149,56	19,68	5,89	28,32	3,73	2,57
152	50	13	1,9	4,01	5,11	176,75	23,26	5,88	33,82	4,45	2,57
165	32	12	1,2	2,30	2,93	105,97	12,84	6,02	11,42	1,38	1,98
165	32	12	1,4	2,68	3,42	123,51	14,97	6,01	13,22	1,60	1,97
178	38	12	1,2	2,53	3,23	139,03	15,62	6,56	16,19	1,82	2,24
178	38	12	1,4	2,96	3,77	162,04	18,21	6,56	18,77	2,11	2,23
178	38	12	1,6	3,38	4,30	185,01	20,79	6,56	21,32	2,40	2,23
178	38	12	1,9	4,01	5,11	218,84	24,59	6,54	25,46	2,86	2,23
178	50	13	1,2	2,77	3,53	162,16	18,22	6,78	25,27	2,84	2,68
178	50	13	1,4	3,23	4,12	188,97	21,23	6,78	29,34	3,30	2,67
178	50	13	1,6	3,69	4,70	215,73	24,24	6,77	33,38	3,75	2,66
178	50	13	1,9	4,39	5,59	255,16	28,67	6,76	39,87	4,48	2,67
203	38	12	1,2	2,77	3,53	187,18	18,44	7,28	18,46	1,81	2,29
203	38	12	1,4	3,23	4,12	223,71	22,04	7,37	21,42	2,11	2,28
203	38	12	1,6	3,69	4,70	255,46	25,17	7,37	24,32	2,40	2,27
203	38	12	1,9	4,39	5,59	302,38	29,79	7,36	29,06	2,86	2,28
203	50	13	1,2	3,01	3,84	223,10	21,98	7,62	29,47	2,90	2,77
203	50	13	1,4	3,52	4,48	260,04	25,62	7,62	34,22	3,37	2,76
203	50	13	1,6	4,02	5,12	296,91	29,25	7,62	38,93	3,84	2,76
203	50	13	1,9	4,77	6,08	351,40	34,62	7,60	46,49	4,58	2,77

(INEN, 2010)

CAPÍTULO III

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

3.1 GENERALIDADES

El presente trabajo de investigación corresponde a la memoria de cálculo sismo-resistente del proyecto: "VIVIENDA MULTIFAMILIAR", que se encuentra ubicado en el distrito de Lurín.

La configuración estructural del proyecto está compuesta de perfiles de acero liviano y concreto celular, en la dirección X e Y.

La estructura está conformada por vigas y columnas rectangulares, losas macizas y una platea de 10cm de espesor,

El proyecto consta de tres niveles construidos y se verificará el diseño para 5 niveles de concreto armado con una escalera que se encuentra en la entrada.

UBICACIÓN: CONJUNTO HABITACIONAL "LA ESTANCIA DE LURIN", LOTE 5, PARCELACIÓN SANTA GENOVEVA

REGION : LIMA.

PROVINCIA : LIMA

DISTRITO : LURIN

DESCRIPCIÓN :

En el presente trabajo, se realizó el diseño estructural de un edificio en concreto armado destinado para viviendas multifamiliar, ubicado en la ciudad de Lima en distrito de Lurín sobre un suelo de perfil tipo S2 (capacidad portante 1.50 kg/cm²). Se consideró una estructura monolítica conformada principalmente por Placas.

El terreno sobre el cual se edificó el proyecto consta de un área total de 90 m², teniéndose un área techada total de 60.20 m².

La estructura de la siguiente manera: en la dirección longitudinal el sistema es en base a muros de corte y en la dirección transversal, perpendicular a la fachada, es un sistema de placas que conforman diseño de la estructura se han realizado conforme a las normas nacionales e internacionales

De acuerdo a esto se adoptara un valor bajo, para este caso.

Platea : $Q_{adm} = 1.05 \text{ kg/cm}^2$.

0.32 IMAGEN DE PLANO DE UBICACION



(AYUQUE CC. J., 2017)

3.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CLIMA

- ✓ Tropical: cálido húmedo y lluvioso, 85% de humedad promedio
- ✓ Las temperaturas son constantemente altas y las medias anuales son superiores a 25°C
- ✓ La temperatura media anual máxima es de 31°C (88°F) y la media anual mínima de 21 °C (70°F) Las épocas de vaciante (julio-noviembre) y de creciente (diciembre-julio) presentan particulares diferencias en flora, fauna y clima.
- ✓ Precipitaciones anuales son superiores a 1,000 milímetros pero sin sobrepasar los 5,000 milímetros.

- ✓ Lurín, con 85 132 hab. (año 2017)
- ✓ Km 40 Nuevo Lurín de la ciudad de lima

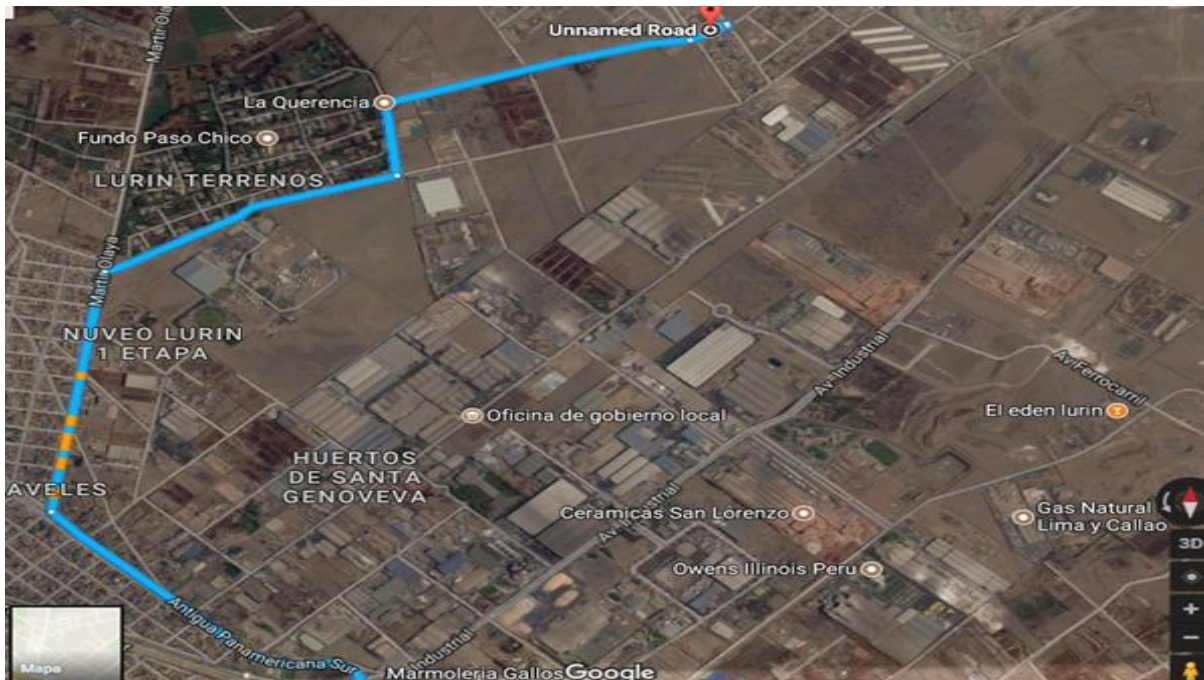
3.2.1 ALTITUD

- ✓ Media 104 msnm (Ciudad de Iquitos).
- ✓ Mínima 70 msnm (Amelia).
- ✓ Máxima 220 msnm

3.2.2 TIPO DE SUELO.

La capacidad portante del suelo para el soporte de las obras que se ubiquen en la zona, se estima en 1.05 kg/cm², a un mínimo de 1.00 m de profundidad, a partir del nivel del terreno natural más bajo, dentro del estrato limoso clasificado, plasticidad, suelo gravoso con matriz arenosa.

0.33 IMAGEN DE FOTO PANORÁMICO DE LA ESTACION DE LURIN



(AYUQUE CC. J., 2017)

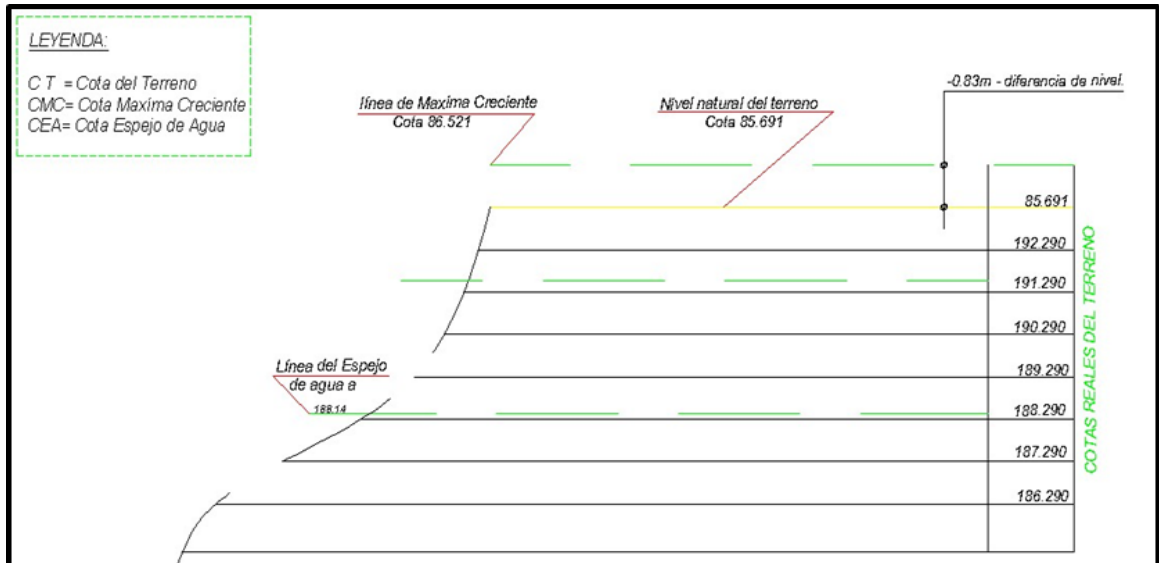
0.33 IMÁGENES DEL PROYECTO LURIN VIVIENDAS



(AYUQUE CC. J., 2017)

3.3 PERFIL TERRENO DE ESTACIÓN DE LURIN

0.34 IMÁGENES DE PERFIL TERRENO DE ESTACIÓN DE LURIN



(AYUQUE CC. J., 2017)

El perfil expuesto del suelo en el emplazamiento del reservorio está conformado por una capa superior de relleno de arena fina a media, con contenido variable de grava y limo, suelta, con restos de basura y raíces, de 1.00 a 1.50 m de espesor; seguida de un estrato de arena fina gravosa, limosa, densa, de 0.20 a 0.40 m de espesor. A continuación, a partir de profundidades comprendidas entre 1.20 y 1.90 m, subyace un depósito de grava arenosa, bien graduada, densa, con piedras, bolones y fragmentos de roca sub angulares de hasta 16 pulgadas de tamaño máximo, que

se extiende hasta el límite de la profundidad investigada (7.00 m respecto a la superficie del terreno).

3.3.1 VIENTOS FUERTES:

Son fenómenos naturales que se presentan normalmente por épocas siendo en los meses de junio – octubre, donde se nota la presencia de este fenómeno, que afecta mayormente a las zonas rurales – marginales, AA.HH, PP.JJ, etc.

Los vientos por lo general no son tan intensos, con promedios mensuales entre 3 y 4 m/s durante los meses de verano, y de 4 y 5 m/s durante el invierno. Sin embargo, por antecedentes como el 04 setiembre del presente año, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Tsunami) indico que la distrito de Lurín sufrió la presencia de vientos intensos, que alcanzaron velocidades de 25 kilómetros por hora, se contabilizaron 77 damnificados, 210 afectados, once viviendas destruidas y treinta dañadas. Asimismo, reportes del Tsunami en los meses de marzo y agosto del presente año (AYUQUE CC. J., 2017)

3.3.2 SÍSMICO EFECTOS DE SISMO:

De acuerdo a la Norma E.030 Diseño Sismoresistente, publicada en Jun 2015, establece al área Investigada (distrito Lurín) le corresponde la Zona 1, de Sismicidad Baja, asignándole un Factor de zona de 0.15, este factor se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años, asimismo de acuerdo al “Mapa de Intensidades Máximas”, no se han producido en la Zona de Estudio sismos de Intensidades máximas mayores de IV, en la escala Mercalli Modificada.

Sin embargo, por encontrarse el Perú en la zona del Cinturón de Fuego, la zona de mayor sismicidad en el mundo, se identificara como uno de los peligros. (tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/13017/Capitulo3.pdf)

3.3.3 ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

El estudio geotécnico con fines de cimentación fue realizado en el laboratorio de El presente Informe comprende el Estudio de Mecánica de Suelos requerido por Desarrollo de Proyectos Inmobiliarios S.A.C. para determinar las condiciones de cimentación de un reservorio de agua en el parque 1 de la XIII etapa del conjunto habitacional La Estancia de Lurín, en el distrito de Lurín, provincia y departamento de Lima.

El terreno donde se construirá el reservorio presenta una superficie plana sobre la cual se han acumulado algunos materiales de los cortes llevados a cabo para nivelar las pistas del conjunto habitacional. En las fotografías adjuntas en este informe se aprecian las características del lugar. El programa de exploración de campo llevado a cabo comprendió 2 calicatas excavadas en forma manual hasta profundidades iguales a 7.00 y 6.00 m respecto a la superficie actual del terreno, denominadas C-1 y C-2, respectivamente.

3.3.4 ALCANCES

La solución estructural de la edificación de la "VIVIENDA MULTIFAMILIAR" Se basa en criterios de seguridad y economía. Se trata de optimizar el funcionamiento de los elementos, mostrando la distribución que deberían tener los perfiles de acero liviano, se realizó un análisis sísmico respetando las dimensiones de columnas y vigas indicadas en los planos, por lo que brindaremos planos de distribución óptima de los perfiles y si es el caso recomendaciones para el reforzamiento.

3.3.5 Recomendaciones para la Cimentación

- Tipo de cimentación: platea de cimentación circular o anillo perimetral.
- Material sobre el cual debe apoyarse la cimentación: grava arenosa, densa.
- Profundidad mínima de cimentación: $D_f \text{ mín} = 2.90 \text{ m}$ respecto al nivel de la superficie actual del terreno.
- Presión admisible: $q_a = 2.00 \text{ Kg/cm}^2$.
- Distorsión angular considerada en los cálculos de presión admisible: $\alpha = 1/500$.
- Factor de seguridad por esfuerzo cortante: $FS > 3$.
- Parámetros de diseño según la Norma Técnica de Edificación E030: Diseño Sismorresistente
 - Tipo de suelo = S2.
 - Factor de suelo: $S = 1.05$.
 - Períodos predominantes de vibración $T_P = 0.4 \text{ s}$ y $T_L = 2.5 \text{ s}$.
 - Factor de zona: $Z = 0.45$.

- Recomendaciones adicionales:

.Durante las excavaciones para la cimentación deberá verificarse que se sobrepasen las capas superiores de relleno y arena y que la base de la cimentación penetre por lo menos 1.00 m en el depósito de grava arenosa. En el caso que sea necesario profundizar la excavación para la cimentación para cumplir con este requisito, deberá vaciarse en la sobre excavación efectuada concreto pobre ciclópeo $f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$.

Previo a la construcción de la cimentación se recomienda efectuar una limpieza del terreno y retirar los montículos de material que se encuentren sobre la superficie.

Terreno y retirar los montículos de material que se encuentren sobre la superficie.

Dado que la capa superior de relleno existente en el terreno se encuentra en estado suelto, deberá preverse el uso de entibados para sostener las paredes de la excavación para la cimentación, o alternativamente efectuar la excavación dejando una pendiente de 45° .

3.4 DISEÑO Y ELABORACION DE MEZCLA - CONCRETO 1

Este tema va a tratar de caracterizar los materiales que se va a utilizar en el laboratorio de mezcla de concreto.

Se muestran los siguientes resultados que se obtuvieron en el laboratorio. (AYUQUE CC. J., 2017)

ATENCION : JOEL AYUQUE CCORA
PROYECTO : TECNOLOGÍA DE MATERIALES COMPUESTO EN PERFILES DE ACERO LIVIANO Y CONCRETO CELULAR

FECHA : 16-Jun-17
DISEÑO : 175 Kg/cm²
RELACIÓN A/C : 0.37
RELACIÓN AF/AG : 55-45 %
VOLUMEN TANDA (m³) : 0.16

TIPO DE CONCRETO: Concreto Ligero con poliestireno expandido

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES

TABLA 18 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES

ELEMENTO	P.E. (kg/m ³)	M.F.	% ABSORCIÓN	% HUMEDAD
Cemento	3140			
Agua	1000			
Arena	2681	3.03	1.26	7.45
Piedra # 5	2710	7.72	0.6	0.17
Piedra # 67	2710	6.7	0.81	1.13
P.E Monogradado	16			
P.E Poligradado	24			
Polyheed	1220			
Rheobuild	1190			
		M.F GLOBAL	5.2056	

RELACIÓN AGREGADOS		% DE AIRE	
Arena	0.55	% AIRE	7
Piedra # 5	0		
Piedra # 67	0.45		

CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA

TABLA 17 CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA

ELEMENTO	PESO SECO (kg)	VOL ABS (m3)	CORREC. PESO HUM. (kg)	DOSIFICACION PRUEBA
Cemento	570.00	0.181529	570.00	91.20 kg
Agua	210.90	0.210900	195.81	31.33 lt
Arena	233.83	0.087218	251.25	40.20 kg
Piedra # 5	0.00	0.000000	0.00	0.00 kg
Piedra # 67	191.32	0.070597	193.48	30.96 kg
P.E. Monogradado	0.80	0.050000	0.80	0.1280 kg
P.E. Poligradado	7.75	0.322917	7.75	1.2400 kg
Polyheed	2.78	0.00228	2.78	0.36 lt
Rheobuild	5.43	0.00456	5.43	0.73 lt
Aire		0.07000		
	1222.81	1.000000	1227.30	

ENSAYOS DE CONTROL CONCRETO FRESCO

MUESTRA BASE

TEMPERATURA °C		SLUMP (pulg.)	CONT. AIRE %	P.U. kg/m3	RENDIMIENTO (m3)
AMBIENTE	CONCRETO				
16.6	22.8	7	11.4	1222.81	1.00

REPLICA 01

TEMPERATURA °C		SLUMP (pulg.)	CONT. AIRE %	P.U. kg/m3	RENDIMIENTO (m3)
AMBIENTE	CONCRETO				
16.9	24.2	7 1/4	10.2	1222.81	1.00

REPLICA 02

TEMPERATURA °C		SLUMP (pulg.)	CONT. AIRE %	P.U. kg/m3	RENDIMIENTO (m3)
AMBIENTE	CONCRETO				
16.9	24	7	10.5	1222.81	1.00

TABLA 18 DOSIFICACION DE CONCRETO CELULAR D. 037

SOLICITA : JOEL AYUQUE CCORA
PROYECTO : TECNOLOGIA DE MATERIALES COMPUESTO EN PERFILES DE ACERO LIVIANO Y CONCRETO CELULAR
LUGAR : DISTRITO LURIN - PROVINCIA Y DEPARTAMENTO LIMA
FECHA : lunes, 17 de Julio de 2017

N°	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (pulg.)	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm ²
			MOLDEO	ROTURA		
01	DISEÑO MEZCLA - 0.37	-	19/06/2017	22/06/2017	3	37
02	DISEÑO MEZCLA - 0.37	-	19/06/2017	22/06/2017	3	43
03	DISEÑO MEZCLA - 0.37	-	19/06/2017	26/06/2017	7	68
04	DISEÑO MEZCLA - 0.37	-	19/06/2017	26/06/2017	7	73
05	DISEÑO MEZCLA - 0.37	-	19/06/2017	03/07/2017	14	81
06	DISEÑO MEZCLA - 0.37	-	19/06/2017	03/07/2017	14	81
07	DISEÑO MEZCLA - 0.37	-	19/06/2017	17/07/2017	28	88
08	DISEÑO MEZCLA - 0.37	-	19/06/2017	17/07/2017	28	90

FECHA : 16-Jun-17
DISEÑO : 175 Kg/cm²
RELACIÓN A/C : 0.30
RELACIÓN AF/AG : 46-54 %
VOL TANDA (m3) : 0.16

TIPO DE CONCRETO: Concreto Ligero con polietileno expandido

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES

ELEMENTO	P.E. (kg/m ³)	M.F.	% ABSORCIÓN	% HUMEDAD
Cemento	3140			
Agua	1000			
Arena	2681	3.03	1.26	7.32
Piedra # 67	2710	7.72	0.6	0.58
Piedra # 89	2710	6.7	0.81	1.29
P.E Monogradado	16			
P.E Poligradado	24			
Polyheed	1220			
Rheobuild	1190			
		M.F GLOBAL	5.2056	

RELACIÓN AGREGADOS

Arena	0.46
Piedra # 67	0.09
Piedra # 89	0.45

PORCENTAJE DE AIRE

% AIRE	4
--------	---

CARACTERÍSTICA DE LA MEZCLA

ELEMENTO	PESO SECO (kg)	VOL ABS (m3)	CORREC. PESO HUM. (kg)	DOSIFICACION PRUEBA	
Cemento	400.00	0.127389	400.00	64.00	kg
Agua	120.00	0.120000	78.05	12.49	lt
Arena	642.82	0.239770	689.88	110.38	kg
Piedra # 67	125.77	0.046410	126.50	20.24	kg
Piedra # 89	628.85	0.232048	636.96	101.91	kg
P.E. Monogradado	1.70	0.106250	1.70	0.27	kg
P.E. Poligradado	2.00	0.083333	2.00	0.32	kg
Polyheed	1.95	0.00160	1.95	0.26	lt
Rheobuild	3.81	0.00320	3.81	0.51	lt
Aire		0.04000			
	1926.90	1.000000	1940.85		

ENSAYOS DE CONTROL CONCRETO FRESCO

Muestra Base

TEMPERATURA °C		SLUMP (pulg.)	CONT. AIRE %	P.U. kg/m3	RENDIMIENTO (m3)
AMBIENTE	CONCRETO				
17.4	19.6	3"	9	1926.90	1.00

REPLICA 01

TEMPERATURA °C		SLUMP (pulg.)	CONT. AIRE %	P.U. kg/m3	RENDIMIENTO (m3)
AMBIENTE	CONCRETO				
17.8	20.6	3 1/4"	9	1926.90	1.00

REPLICA 02

TEMPERATURA °C		SLUMP (pulg.)	CONT. AIRE %	P.U. kg/m3	RENDIMIENTO (m3)
AMBIENTE	CONCRETO				
17.2	20.5	3 3/4"	9.1	1926.90	1.00

SOLICITA : JOEL AYUQUE CCORA
PROYECTO :TECNOLOGÍA DE MATERIALES COMPUESTO EN PERFILES DE ACERO LIVIANO Y CONCRETO CELULAR
LUGAR :DISTRITO LURIN - PROVINCIA Y DEPARTAMENTO LIMA
FECHA :martes, 18 de Julio de 2017

TESTIGO		SLUMP (pulg.)	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm ²
N°	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA		
01	DISEÑO MEZCLA - 0.30	-	20/06/2017	23/06/2017	3	96
02	DISEÑO MEZCLA - 0.30	-	20/06/2017	23/06/2017	3	97
03	DISEÑO MEZCLA - 0.30	-	20/06/2017	27/06/2017	7	155
04	DISEÑO MEZCLA - 0.30	-	20/06/2017	27/06/2017	7	157
05	DISEÑO MEZCLA - 0.30	-	20/06/2017	04/07/2017	14	168
06	DISEÑO MEZCLA - 0.30	-	20/06/2017	04/07/2017	14	171
07	DISEÑO MEZCLA - 0.30	-	20/06/2017	18/07/2017	28	176
08	DISEÑO MEZCLA - 0.30	-	20/06/2017	18/07/2017	28	177

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

Se ha considerado concreto celular con resistencia a la compresión de $f'c = 210$ kg/cm² para la Cimentación, Columnas, vigas y losas, según se muestran en los planos; para el reforzamiento, Perfiles de acero liviano y concreto celular

Las losas serán macizas de 0.12m de peralte y los refuerzos serán a base de perfiles metálicos tipo C como se detallan los planos.

Definición de Propiedades de Materiales: (AYUQUE CC. J., 2017)

Concreto Celular: $f'c = 171 \text{ kg/cm}^2$
 $E = 208\,369 \text{ kg/cm}^2$
 $\gamma = 2,187 \text{ Kg/m}^2$
 $\mu = 0.13$ (Módulo de poisson)

4.1.1 NORMAS APLICADAS

Reglamento Nacional de Construcciones. Norma Técnica de Edificación E-020 "Cargas". Lima, 1985

Reglamento Nacional de Construcciones. Norma Técnica de Edificación E-030 "Diseño Sismo Resistente". Lima, 2014.

Reglamento Nacional de Construcciones. Norma Técnica de Edificación E-050 "Suelos y Cimentaciones". Lima, 1997.

Reglamento Nacional de Construcciones. Norma Técnica de Edificación E-060 "Concreto Armado". Lima, 1989.

Reglamento Nacional de Construcciones. Norma Técnica de Edificación E- 070 "Albañilería", Lima, 1989.

Reglamento Nacional de Construcciones. Norma Técnica de Edificación E- 090 "Estructuras Metálicas", Lima, 1989

SOBRECARGAS

- Azotea: 100 kg/m²
- Losa Maciza: 200 kg/m²
- Escaleras y corredores: 200 kg/m²

4.2 REQUISITOS GENERALES PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO

4.2.1 RESISTENCIA REQUERIDA:

La resistencia requerida (U) para cargas muertas (CM), cargas vivas (CV) y cargas de sismo (CS) será como mínimo la mayor de las que resulten al hacer las siguientes combinaciones según el reglamento:

- 1.4CM+1.7CV
- 1.25CM+1.25CV±1.00SX
- 1.25CM+1.25CV±1.00SY
- 0.9CM±1.00SX
- 0.9CM±1.00SY

En donde:

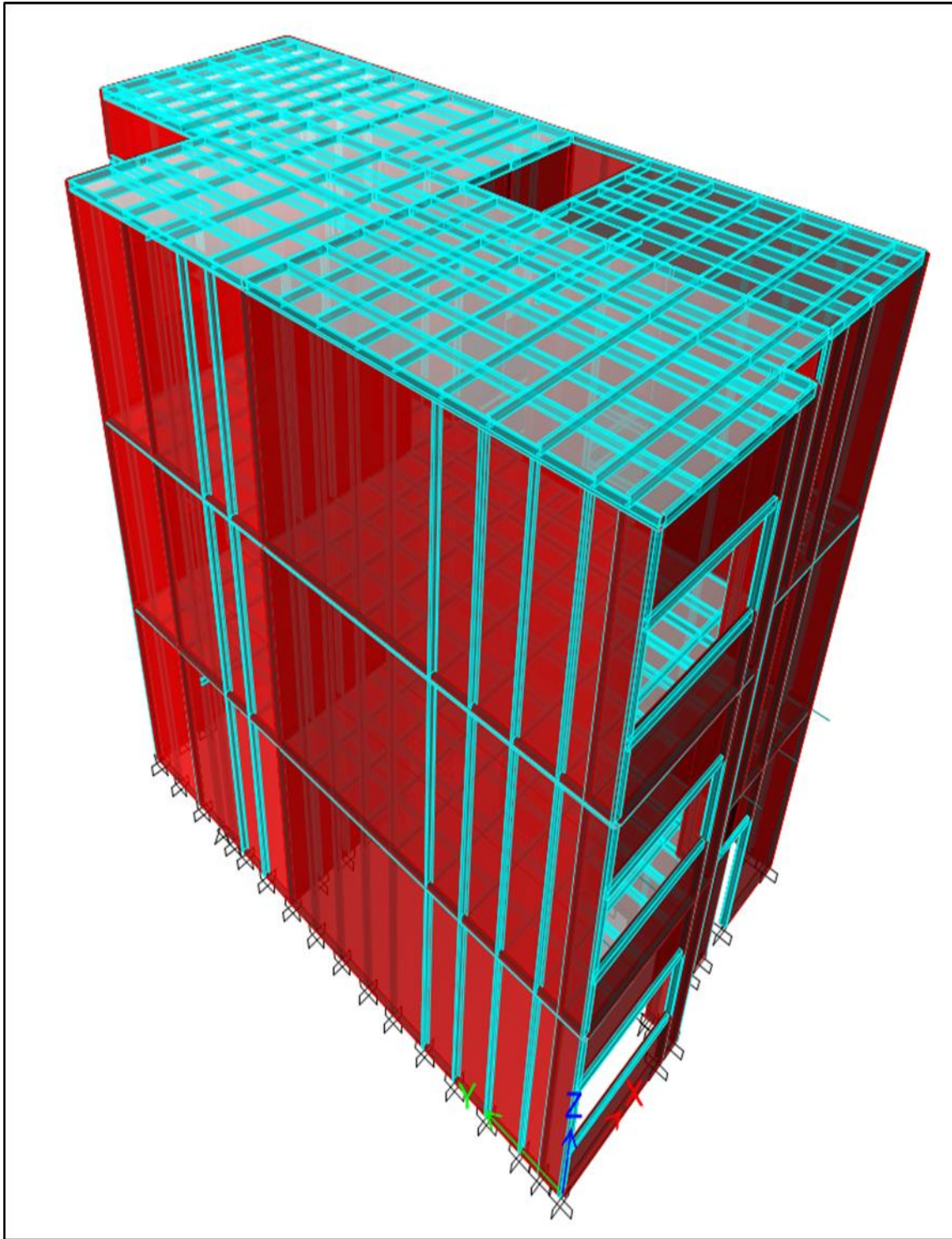
- CM: Carga muerta
- CV: Carga viva
- Sx, Sy: Cargas de sismo en dirección x e y respectivamente.

4.2.2 ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

El diseño estructural se ha efectuado para el máximo efecto de las cargas sobre cada uno de los elementos empleando las combinaciones y los esfuerzos permisibles de las especificaciones del reglamento, además se ha escogido el valor máximo de las combinaciones de carga que señala el mismo.

Se resolvió la estructura utilizando un programa de modelamiento y análisis tridimensional por elementos finitos, el cual permite trabajar con elementos considerando además la opción del diafragma rígido para el análisis estático y/o dinámico.

05 IMAGEN DE MODELAMIENTO DE LA ESTRUCTURA



(AYUQUE CC. J., 2017) **Modelamiento Estructural**

4.3 CARGAS

4.3.1 CARGAS VERTICALES

Las cargas verticales se evaluaron conforme a las normas vigentes. Para las losas aligeradas, armadas en una dirección, se supuso un peso de 300 kg/m². Los pesos de losas macizas, vigas, columnas y escaleras se estimaron a partir de sus

dimensiones en planos, considerando un peso específico de 2400 kg/m³. Para la albañilería se supuso un peso específico igual a 1900 kg/m³. En el análisis de losas se incluyó el peso de acabados de techo, estimado en 100 kg/m². Las cargas vivas mínimas consideradas se resumen a continuación:

Áreas de circulación	200 kg/m ²
Corredores y escaleras	200 kg/m ²

Para techos con estructura de concreto armado se supuso 200 kg/m². Las coberturas livianas sobre estructuras metálicas se diseñaron para una carga viva de 30 kg/m².

4.4 ANÁLISIS SÍSMICO

El análisis estructural y el diseño se realizan independientemente para cada caso.

Se usó los parámetros de acuerdo a la Norma Peruana de Diseño Sismorresistente (E-030)

Tabla 19 CARACTERISTICAS DE SUELO

Factor de Zona	Se trata de una estructura ubicada en la Región de Lima	Zona 4	Z=0.45
Factor de Uso	Edificación Común	Tipo C	U=1.00
Factor de Amplificación del Suelo	-	Tipo S2	S=1.05
			Tp=0.60
Factor de Reducción de Fuerza Sísmica	Dirección X (Regular)	Ductilidad	Rx=4.00
	Dirección Y (Regular)	Ductilidad	Ry=4.00

(AYUQUE CC. J., 2017)

4.4.1 Periodo Fundamental:

El período fundamental de vibración para cada dirección se estimará, con la siguiente expresión:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

Pre dimensionar Donde:

CT = 35 Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

- a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
- b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

CT = 45 Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:

- a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
- b) Pórticos de acero arriostrados.

CT = 60 Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

4.4.2 ESPECTRO DE RESPUESTA

Tabla 20 RESULTADO DE ESPECTROS DEL DISEÑO ESTRUCTURAL

ESPECTRO DE ACCELERACIONES - NORMA TÉCNICA E.030																																																																				
ZONIFICACIÓN SISMICA	CONDICIONES LOCALES																																																																			
Región: LIMA	Pefil de Suelo: S2																																																																			
Provincia: LIMA	Descripción: Suelos intermedios																																																																			
Distrito: LURIN	Factor de Suelo: S = 1.05	-																																																																		
Zonif. Sismica: Zona 4	Período T_p : $T_p = 0.60$	-																																																																		
Factor de Zona: Z = 0.45	Período T_L : TL = 2.00	-																																																																		
CATEGORÍA DE LA EDIFICACIÓN	FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SISMICA																																																																			
Descripción: EDIFICACIONES COMUNES	Coef. Amp. Sismica: $C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right) \leq 2.5$																																																																			
Tipo de Edif.: Viviendas																																																																				
Categoría: C																																																																				
Factor de Uso: U = 1.00																																																																				
<p>ZUCS/Rx= 0.30 ZUCS/Ry= 0.30</p>																																																																				
SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCIÓN X	SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCIÓN Y																																																																			
Material: CONCRETO ARMADO	Material: CONCRETO ARMADO																																																																			
Sist. Estructural: Muros de ductilidad limitada	Sist. Estructural: Muros de ductilidad limitada																																																																			
Coef. Reducción: R = 4	Coef. Reducción: R = 4																																																																			
Conf. Estructural: REGULAR (1.00)	Conf. Estructural: REGULAR (1.00)																																																																			
Coef. Reducción: Rx = 4.00	Coef. Reducción: Ry = 4.00																																																																			
ESPECTRO DE PSEUDOACELERACIONES DIRECCIÓN X																																																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #e1eef6;"> <th>T (seg.)</th> <th>C</th> <th>Sa*g</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.00</td><td>2.500</td><td>2.8970</td></tr> <tr><td>0.25</td><td>2.500</td><td>2.8970</td></tr> <tr><td>0.50</td><td>2.500</td><td>2.8970</td></tr> <tr><td>0.75</td><td>2.000</td><td>2.3176</td></tr> <tr><td>1.00</td><td>1.500</td><td>1.7382</td></tr> <tr><td>1.25</td><td>1.200</td><td>1.3906</td></tr> <tr><td>1.50</td><td>1.000</td><td>1.1588</td></tr> <tr><td>1.75</td><td>0.857</td><td>0.9933</td></tr> <tr><td>2.00</td><td>0.750</td><td>0.8691</td></tr> <tr><td>2.25</td><td>0.593</td><td>0.6867</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.480</td><td>0.5562</td></tr> <tr><td>2.75</td><td>0.397</td><td>0.4597</td></tr> <tr><td>3.00</td><td>0.333</td><td>0.3863</td></tr> <tr><td>3.25</td><td>0.284</td><td>0.3291</td></tr> <tr><td>3.50</td><td>0.245</td><td>0.2838</td></tr> <tr><td>3.75</td><td>0.213</td><td>0.2472</td></tr> <tr><td>4.00</td><td>0.188</td><td>0.2173</td></tr> <tr><td>4.25</td><td>0.166</td><td>0.1925</td></tr> <tr><td>4.50</td><td>0.148</td><td>0.1717</td></tr> <tr><td>4.75</td><td>0.133</td><td>0.1541</td></tr> <tr><td>5.00</td><td>0.120</td><td>0.1391</td></tr> </tbody> </table>			T (seg.)	C	Sa*g	0.00	2.500	2.8970	0.25	2.500	2.8970	0.50	2.500	2.8970	0.75	2.000	2.3176	1.00	1.500	1.7382	1.25	1.200	1.3906	1.50	1.000	1.1588	1.75	0.857	0.9933	2.00	0.750	0.8691	2.25	0.593	0.6867	2.50	0.480	0.5562	2.75	0.397	0.4597	3.00	0.333	0.3863	3.25	0.284	0.3291	3.50	0.245	0.2838	3.75	0.213	0.2472	4.00	0.188	0.2173	4.25	0.166	0.1925	4.50	0.148	0.1717	4.75	0.133	0.1541	5.00	0.120	0.1391
T (seg.)	C	Sa*g																																																																		
0.00	2.500	2.8970																																																																		
0.25	2.500	2.8970																																																																		
0.50	2.500	2.8970																																																																		
0.75	2.000	2.3176																																																																		
1.00	1.500	1.7382																																																																		
1.25	1.200	1.3906																																																																		
1.50	1.000	1.1588																																																																		
1.75	0.857	0.9933																																																																		
2.00	0.750	0.8691																																																																		
2.25	0.593	0.6867																																																																		
2.50	0.480	0.5562																																																																		
2.75	0.397	0.4597																																																																		
3.00	0.333	0.3863																																																																		
3.25	0.284	0.3291																																																																		
3.50	0.245	0.2838																																																																		
3.75	0.213	0.2472																																																																		
4.00	0.188	0.2173																																																																		
4.25	0.166	0.1925																																																																		
4.50	0.148	0.1717																																																																		
4.75	0.133	0.1541																																																																		
5.00	0.120	0.1391																																																																		
ESPECTRO DE PSEUDOACELERACIONES DIRECCIÓN Y																																																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #e1eef6;"> <th>T (seg.)</th> <th>C</th> <th>Sa*g</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.00</td><td>2.500</td><td>2.8970</td></tr> <tr><td>0.25</td><td>2.500</td><td>2.8970</td></tr> <tr><td>0.50</td><td>2.500</td><td>2.8970</td></tr> <tr><td>0.75</td><td>2.000</td><td>2.3176</td></tr> <tr><td>1.00</td><td>1.500</td><td>1.7382</td></tr> <tr><td>1.25</td><td>1.200</td><td>1.3906</td></tr> <tr><td>1.50</td><td>1.000</td><td>1.1588</td></tr> <tr><td>1.75</td><td>0.857</td><td>0.9933</td></tr> <tr><td>2.00</td><td>0.750</td><td>0.8691</td></tr> <tr><td>2.25</td><td>0.593</td><td>0.6867</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>0.480</td><td>0.5562</td></tr> <tr><td>2.75</td><td>0.397</td><td>0.4597</td></tr> <tr><td>3.00</td><td>0.333</td><td>0.3863</td></tr> <tr><td>3.25</td><td>0.284</td><td>0.3291</td></tr> <tr><td>3.50</td><td>0.245</td><td>0.2838</td></tr> <tr><td>3.75</td><td>0.213</td><td>0.2472</td></tr> <tr><td>4.00</td><td>0.188</td><td>0.2173</td></tr> <tr><td>4.25</td><td>0.166</td><td>0.1925</td></tr> <tr><td>4.50</td><td>0.148</td><td>0.1717</td></tr> <tr><td>4.75</td><td>0.133</td><td>0.1541</td></tr> <tr><td>5.00</td><td>0.120</td><td>0.1391</td></tr> </tbody> </table>			T (seg.)	C	Sa*g	0.00	2.500	2.8970	0.25	2.500	2.8970	0.50	2.500	2.8970	0.75	2.000	2.3176	1.00	1.500	1.7382	1.25	1.200	1.3906	1.50	1.000	1.1588	1.75	0.857	0.9933	2.00	0.750	0.8691	2.25	0.593	0.6867	2.50	0.480	0.5562	2.75	0.397	0.4597	3.00	0.333	0.3863	3.25	0.284	0.3291	3.50	0.245	0.2838	3.75	0.213	0.2472	4.00	0.188	0.2173	4.25	0.166	0.1925	4.50	0.148	0.1717	4.75	0.133	0.1541	5.00	0.120	0.1391
T (seg.)	C	Sa*g																																																																		
0.00	2.500	2.8970																																																																		
0.25	2.500	2.8970																																																																		
0.50	2.500	2.8970																																																																		
0.75	2.000	2.3176																																																																		
1.00	1.500	1.7382																																																																		
1.25	1.200	1.3906																																																																		
1.50	1.000	1.1588																																																																		
1.75	0.857	0.9933																																																																		
2.00	0.750	0.8691																																																																		
2.25	0.593	0.6867																																																																		
2.50	0.480	0.5562																																																																		
2.75	0.397	0.4597																																																																		
3.00	0.333	0.3863																																																																		
3.25	0.284	0.3291																																																																		
3.50	0.245	0.2838																																																																		
3.75	0.213	0.2472																																																																		
4.00	0.188	0.2173																																																																		
4.25	0.166	0.1925																																																																		
4.50	0.148	0.1717																																																																		
4.75	0.133	0.1541																																																																		
5.00	0.120	0.1391																																																																		

4.5 ANÁLISIS ESTÁTICO

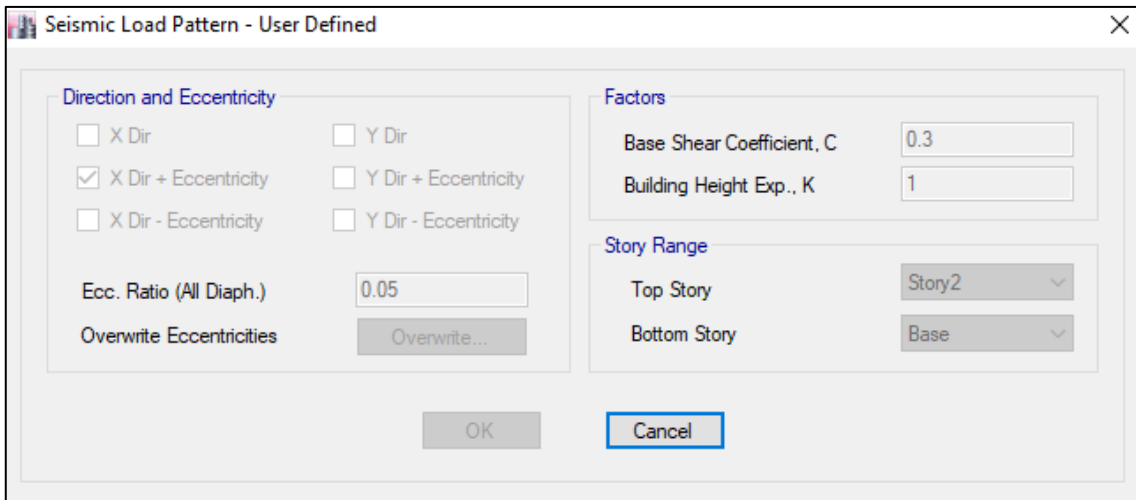
Coeficiente basal: $\frac{ZxUxSxC}{R} = 0.30, \frac{ZyUySxC}{R} = 0.30$

Cortante: 0.30 x Pesox90%

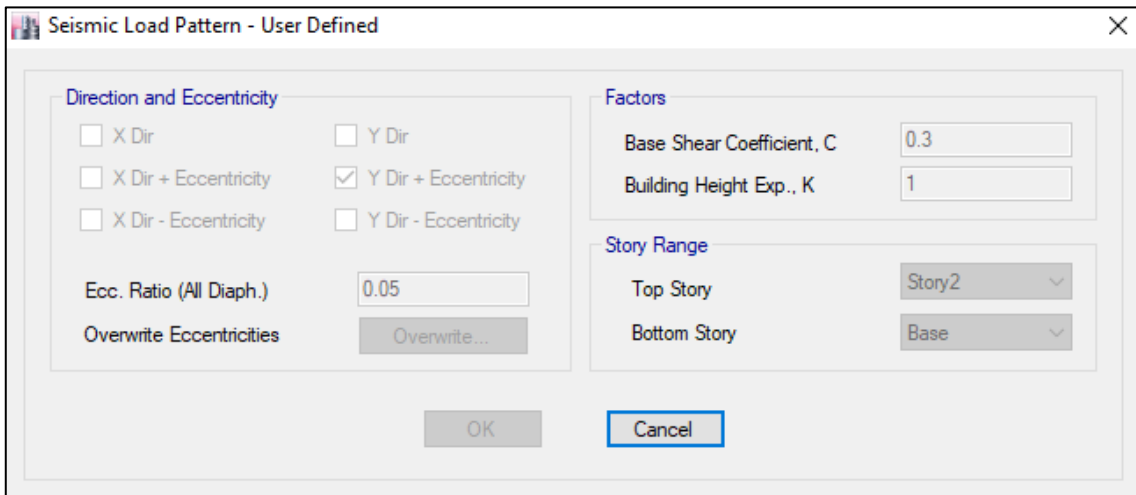
Dado que las fuerzas del análisis estático son similares y en casos menores a las del análisis dinámico, se consideró solo las del análisis dinámicos. Pues la norma expone que cuando los resultados del análisis dinámico sean menores al 75% del análisis estático, se deberán ajustar los resultados al 85% del resultado estático. En este caso no lo es, así que se diseña con el dinámico.

SX:

02 IMAGEN DE PROGRAMA ETABS EN DIRECCIONES X,Y



SY:



4.5.1 ANÁLISIS DINÁMICO

Análisis por Combinación Modal Espectral

Modos de Vibración

Los periodos naturales y modos de vibración podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas.

En cada dirección se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90 % de la masa total, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

4.5.2 Aceleración Espectral

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} g$$

Para el análisis en la dirección vertical podrá usarse un espectro con valores iguales a los 2/3 del espectro empleado para las direcciones horizontales.

Nota: Criterio de Combinación:

Alternativamente, la respuesta máxima podrá estimarse mediante la combinación cuadrática completa CQC de los valores calculados para cada modo.

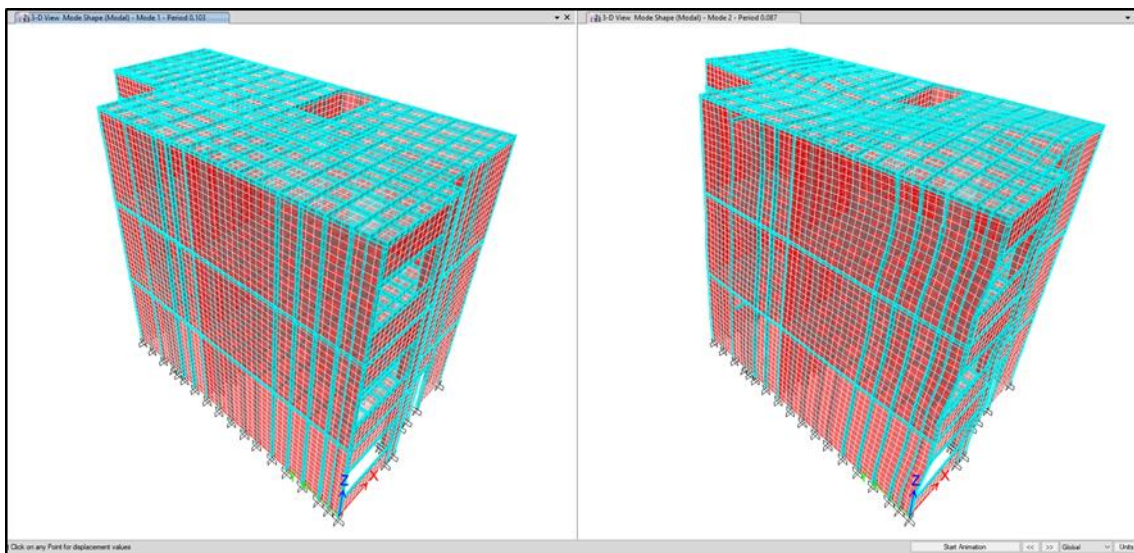
Usamos la recomendación del Dr. Edward Wilson: Los efectos ortogonales en el análisis espectral, en modelos tridimensionales, para el diseño de edificios y puentes requiere que los elementos sean diseñados para el 100% de las fuerzas sísmicas prescritas en una dirección, más el 30% de las fuerzas prescritas en la dirección perpendicular.

4.5.3 PERIODOS DE VIBRACIÓN

El periodo fundamental es de 0.103s en la dirección Y y 0.087s en la dirección X.

Tabla 21 DATOS DE VIBRACION ESTRUCTURAL

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY
Modal	1	0.103	0	0	6.478E-06	0	0
Modal	2	0.087	0.7307	0.0029	0.0001	0.7307	0.0029
Modal	3	0.055	0.0016	0.1497	0.0194	0.7323	0.1526
Modal	4	0.054	0.0154	0.3589	0.0013	0.7477	0.5114
Modal	5	0.051	0.0007	0.0072	0.0055	0.7484	0.5186
Modal	6	0.05	0.0001	0.0231	0.068	0.7485	0.5417
Modal	7	0.044	0.0044	0.2187	3.739E-06	0.7529	0.7604
Modal	8	0.034	0.0006	2.064E-05	0.0007	0.7535	0.7604
Modal	9	0.033	0.0004	0.0039	0.0098	0.7539	0.7643
Modal	10	0.033	0.0015	0.0007	0.0008	0.7554	0.765
Modal	11	0.032	0.0144	0.0005	3.552E-05	0.7698	0.7655
Modal	12	0.032	0	0.0003	0.0018	0.7698	0.7658
Modal	13	0.031	0.0015	0.0017	0.0124	0.7713	0.7675
Modal	14	0.031	0.0002	0.0026	0.0108	0.7716	0.7701
Modal	15	0.03	0.0001	0.0002	0.0001	0.7716	0.7702



(AYUQUE CC. J., 2017) **Modelo discretizado**

4.5.4 DERIVAS Y DISTORSIONES

Desplazamiento relativo (drift) y total. Se ejecutaran con el material del sitio o área de trabajo de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con los alineamientos, rasantes, secciones

TABLA 22 RESULTADOS DE DISTORSIONES EN X,Y

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story3	Drift X Max	X	0.000144	35	2.65	0	9
Story3	Drift X Max	Y	2.4E-05	17	0	0.35	9
Story3	Drift Y Max	X	4E-05	26	2.65	12	9
Story3	Drift Y Max	Y	4.6E-05	62	0	7.375	9
Story2	Drift X Max	X	0.000164	35	2.65	0	6
Story2	Drift X Max	Y	2.8E-05	62	0	7.375	6
Story2	Drift Y Max	X	4.5E-05	50	2.45	12	6
Story2	Drift Y Max	Y	5.4E-05	62	0	7.375	6
Story1	Drift X Max	X	0.000143	35	2.65	0	3
Story1	Drift X Max	Y	2.9E-05	62	0	7.375	3
Story1	Drift Y Max	X	3.4E-05	50	2.45	12	3
Story1	Drift Y Max	Y	4.4E-05	62	0	7.375	3

DISTORSIONES EN MULTIFAMILIAR									
Story	Load Case/Combo	Dirección	Drift	Label	X	Y	Z	Drift X Distx0.75R	Drift Y Distx0.75R
Story3	SX Max	X	0.00005	35	2.65	0	9	0.00011	0.0000
Story3	SX Max	Y	0.00001	17	0	0.35	9	0.00000	0.0000
Story3	SY Max	X	0.00001	26	2.65	12	9	0.00003	0.0000
Story3	SY Max	Y	0.00002	62	0	7.375	9	0.00000	0.0000
Story2	SX Max	X	0.00006	35	2.65	0	6	0.00012	0.0000
Story2	SX Max	Y	0.00001	62	0	7.375	6	0.00000	0.0000
Story2	SY Max	X	0.00002	50	2.45	12	6	0.00003	0.0000
Story2	SY Max	Y	0.00002	62	0	7.375	6	0.00000	0.0000
Story1	SX Max	X	0.00005	35	2.65	0	3	0.00011	0.0000
Story1	SX Max	Y	0.00001	62	0	7.375	3	0.00000	0.0000
Story1	SY Max	X	0.00001	50	2.45	12	3	0.00002	0.0000
Story1	SY Max	Y	0.00002	62	0	7.375	3	0.00000	0.0000

DRIFT X	DRIFT Y
0.0001	0.0000
0.0070	0.0070
OK!	OK!

Cumple en todos los casos X e Y con derivas menores a 0.005 **OK!**

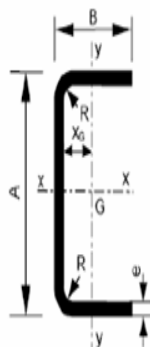
4.5.5. DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

4.5.5.1. SECCIONES UTILIZADAS

Para el diseño de la edificación se utilizaron los perfiles metálicos de la norma NTE INEN 2 526:2010

TABLA 24 DATOS DE DISEÑO DE LOS PERFILES DE TIPO C

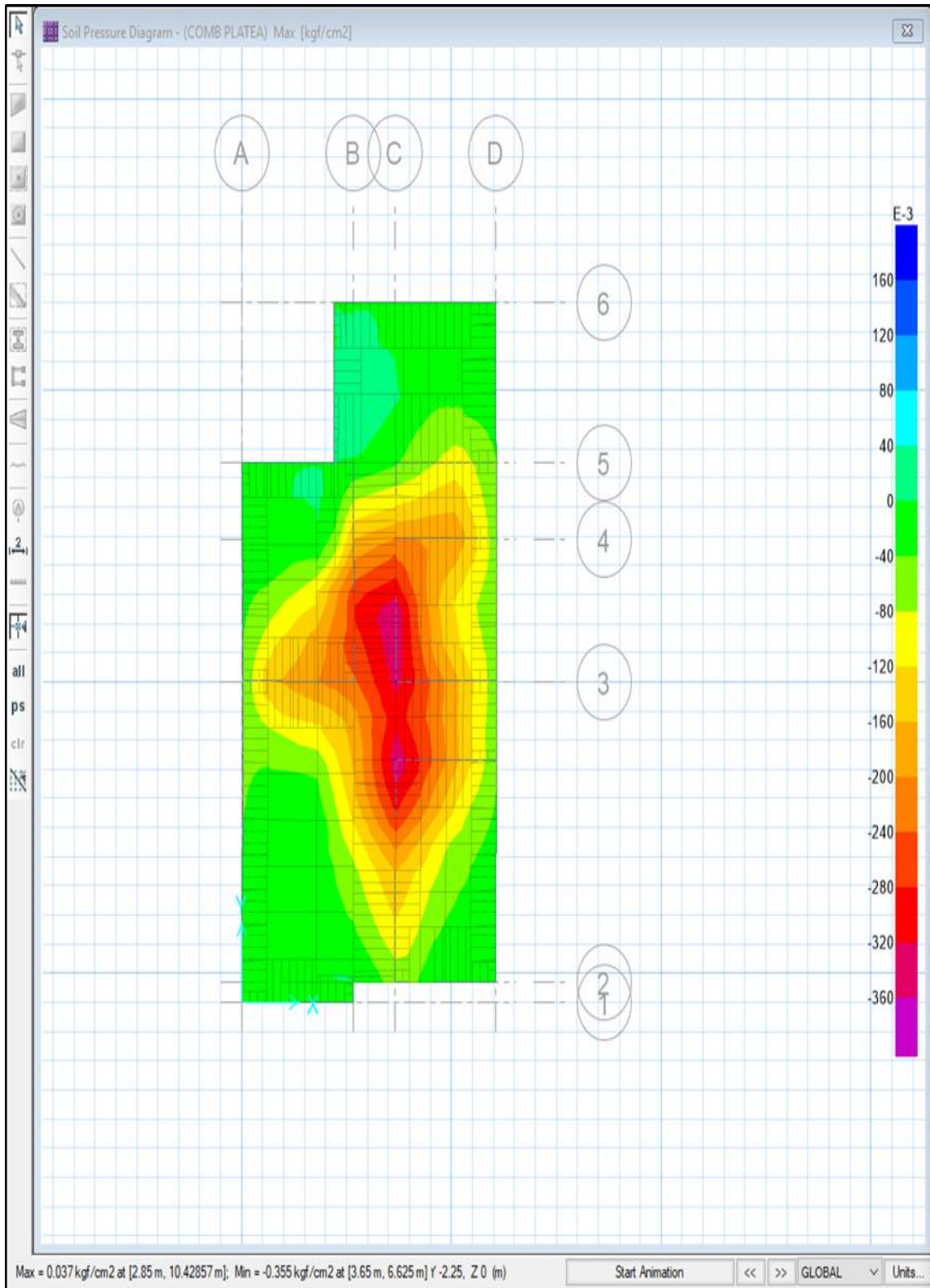
TABLA 6. Medidas y características geométricas del perfil "C" para paneles



Designación del perfil	Altura del alma	Ancho de la rama	Espesores		Radios interiores de acuerdo	Área de la sección nominal	Masa nominal por unidad de longitud	Distancia al centro de gravedad (1)	Momentos de inercia		Módulos resistentes		Radios de giro	
			sin revestimiento	cincado					(1)		(1)		(1)	
									I_x	I_y	W_x	W_y	i_x	i_y
mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	kg/m	cm	cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm	
PGC 90 x 0,89	92	35	0,89	0,93	1,40	1,41	1,15	0,80	18,08	1,65	3,93	0,61	3,58	1,08
PGC 90 x 1,24	93	35	1,24	1,28	1,92	1,96	1,58	0,82	25,35	2,27	5,45	0,84	3,59	1,07
PGC 90 x 1,60	94	35	1,60	1,64	2,46	2,53	2,03	0,83	32,90	2,88	7,00	1,08	3,61	1,07
PGC 100 x 0,89	102	35	0,89	0,93	1,40	1,50	1,22	0,76	23,02	1,70	4,51	0,62	3,92	1,06
PGC 100 x 1,24	103	35	1,24	1,28	1,92	2,09	1,68	0,77	32,25	2,33	6,25	0,85	3,93	1,06
PGC 100 x 1,60	104	35	1,50	1,64	2,46	2,69	2,15	0,79	41,31	2,96	8,04	1,09	3,94	1,05
PGC 140 x 0,89	142	35	0,89	0,93	1,40	1,85	1,51	0,82	50,63	1,84	7,14	0,64	5,22	1,00
PGC 140 x 1,24	143	35	1,24	1,28	1,92	2,58	2,08	0,64	70,37	2,53	9,87	0,88	5,23	0,99
PGC 140 x 1,60	144	35	1,60	1,64	2,46	3,33	2,67	0,65	91,68	3,22	12,73	1,13	5,25	0,98
PGC 140 x 2,00	145	35	2,00	2,04	3,06	4,15	3,31	0,67	114,63	3,96	15,81	1,40	5,26	0,98
PGC 150 x 0,89	152	35	0,89	0,93	1,40	1,95	1,59	0,59	59,84	1,87	7,89	0,64	5,55	0,98
PGC 150 x 1,24	153	35	1,24	1,28	1,92	2,71	2,18	0,61	83,64	2,57	10,93	0,89	5,56	0,97
PGC 150 x 1,60	154	35	1,60	1,64	2,46	3,49	2,60	0,63	108,10	3,27	14,04	1,14	5,57	0,97
PGC 150 x 2,00	155	35	2,00	2,04	3,06	4,35	3,47	0,65	135,13	4,02	17,44	1,41	5,57	0,96
PGC 200 x 1,24	203	35	1,24	1,28	1,92	3,33	2,68	0,51	168,86	2,72	16,64	0,91	7,13	0,90
PGC 200 x 1,60	204	35	1,60	1,64	2,46	4,29	3,44	0,52	218,00	3,46	21,37	1,16	7,13	0,90
PGC 200 x 2,00	204	35	2,00	2,04	3,06	5,33	4,25	0,55	268,90	4,25	26,36	1,44	7,10	0,89

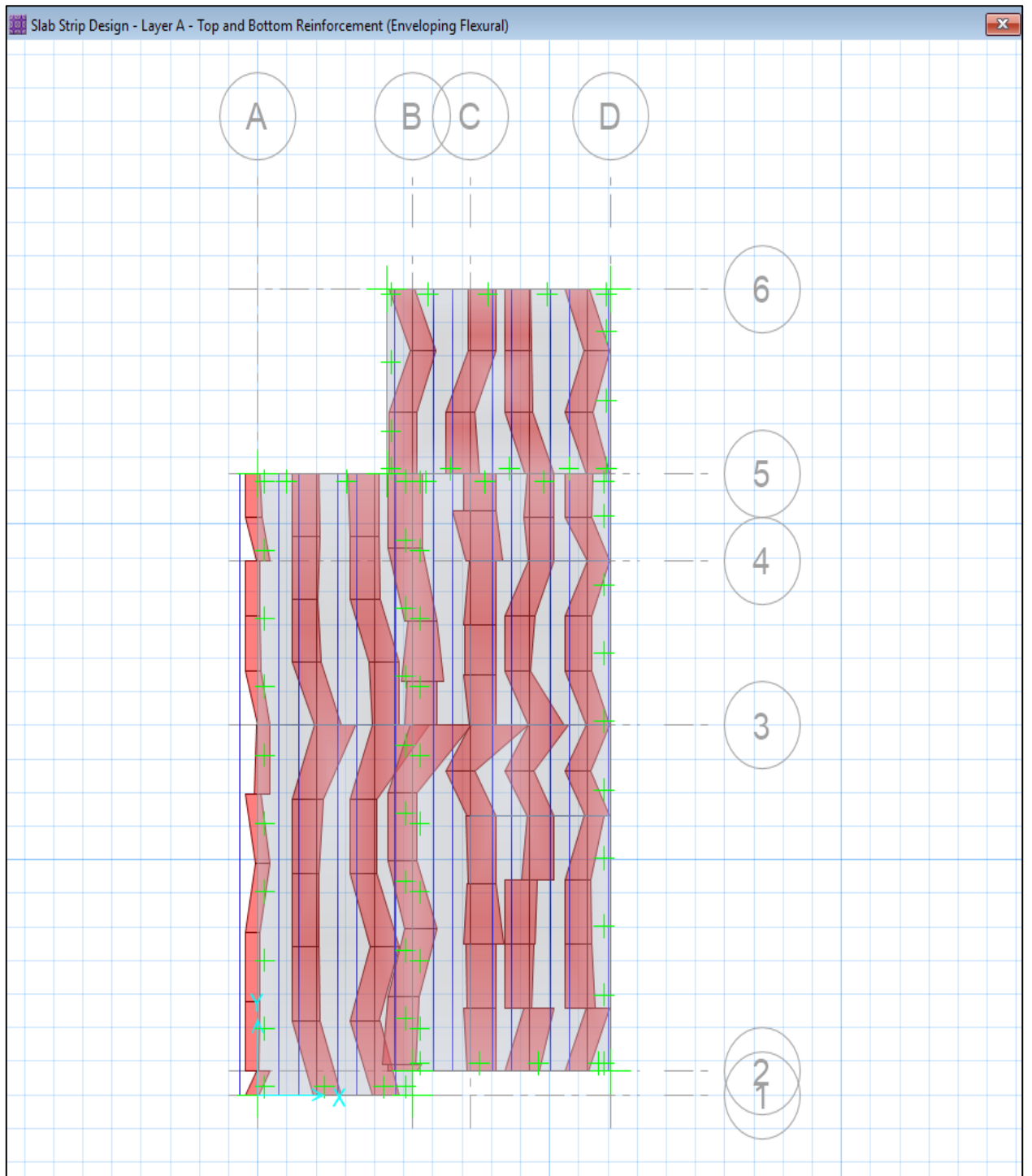
DETALLE N° 1 – PLATEA DE CIMENTACION.

033 IMAGEN DE PUNSONAMIENTO DE LA PLATEA



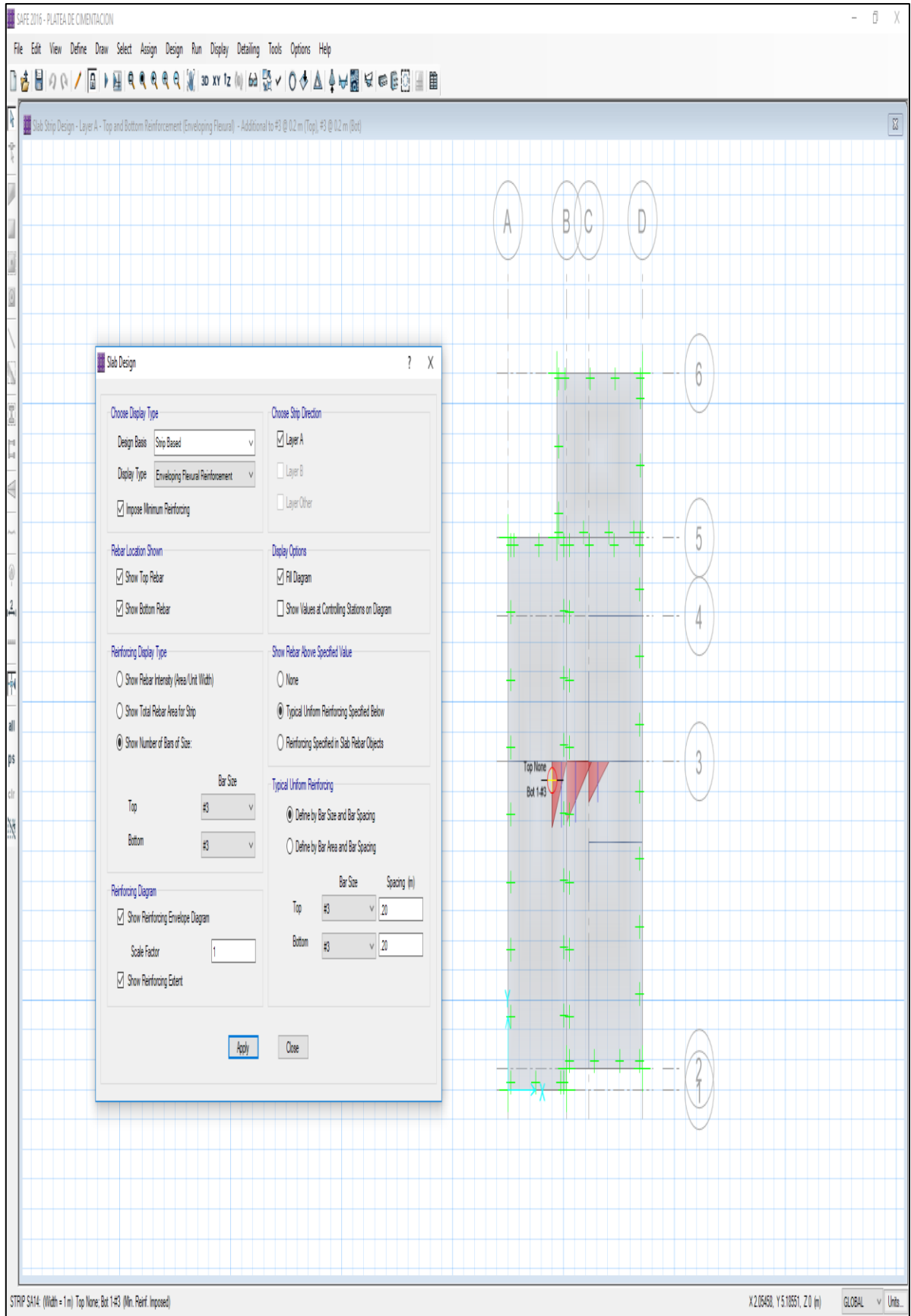
(AYUQUE CC. J., 2017) Máximo esfuerzo de Presión en el Suelo 0.355kg/cm², para una platea de 0.10cm de espesor.

034 IMAGEN DE LA PLATEA DE PUNSONAMIENTO



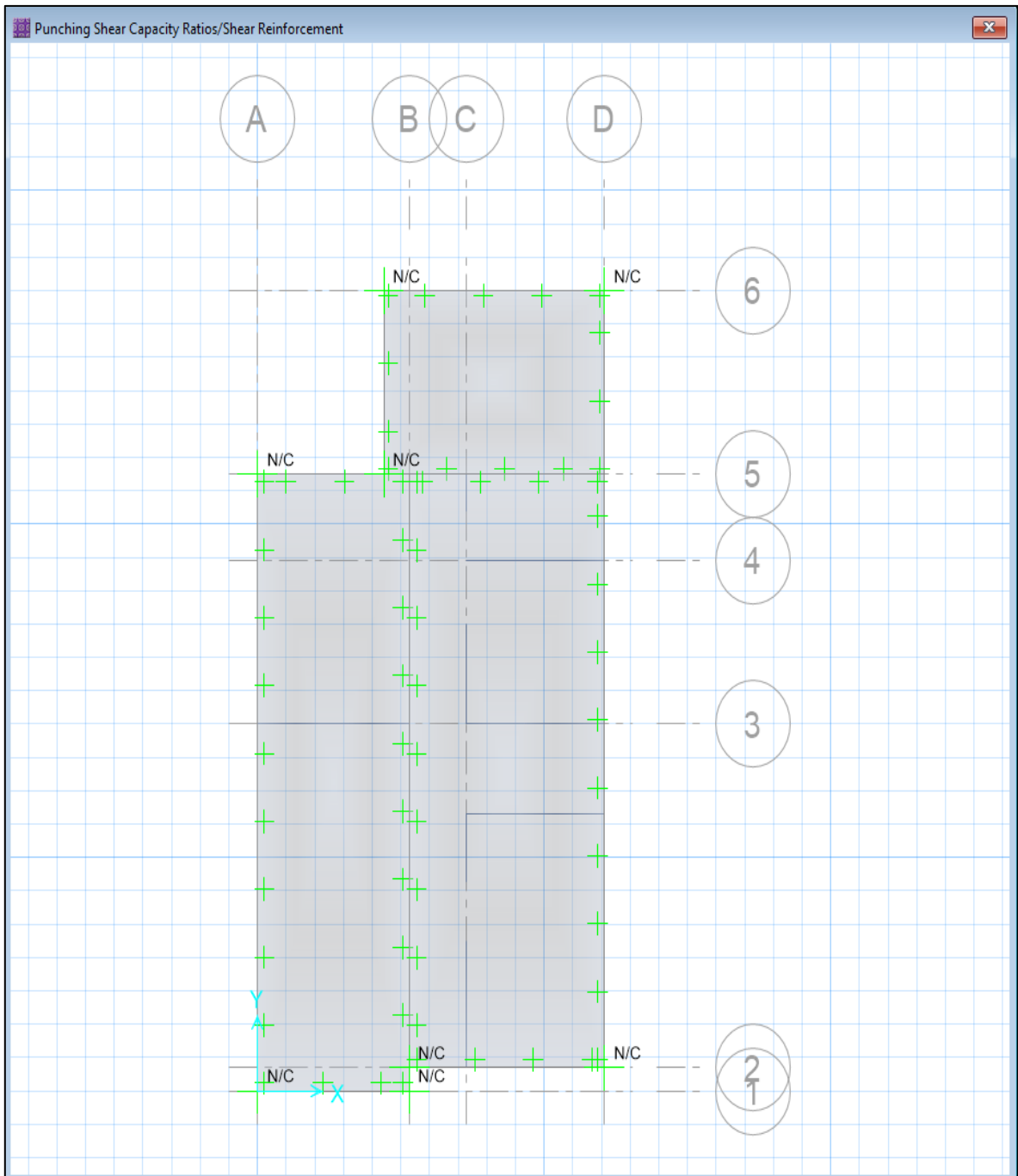
(AYUQUE CC. J., 2017)

035 IMAGEN DE LA PLATEA DE CIMENTACION



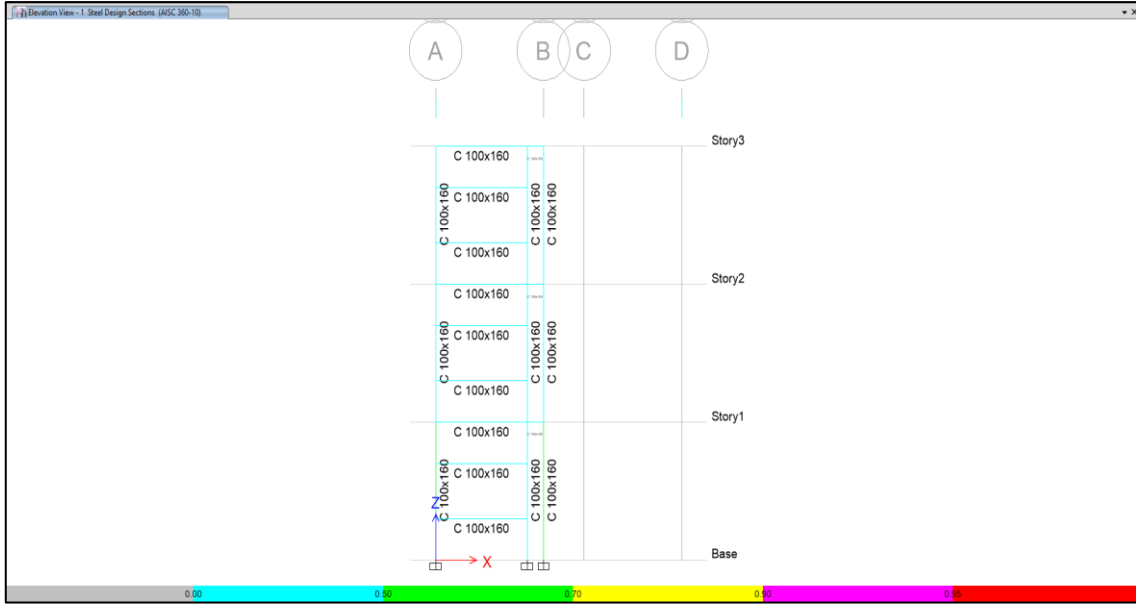
Distribución del Acero $\Phi 3/8"$ @0.20m, con refuerzo de 1 $\Phi 3/8"$ en la zona central

036 IMAGEN DE LA PLATEA DE CIMENTACION



(AYUQUE CC. J., 2017) **Verificación de la Platea por Punzonamiento**

4.6 COLUMNAS EJE 1
037 IMAGEN ANALISI DEL EJE X



Ratios por Colores de Columnas en el Eje 1,

Steel Stress Check Information (AISC 360-10)

Story: Story1, Analysis Section: C 100x160, Column: C24, Design Section: C 100x160

COMBO ID	STATION LOC	MOMENT RATIO	INTERACTION CHECK	MAJ-SHR RATIO	MIN-SHR RATIO
DSt1S14	0.3600	0.321 (C)	= 0.309 + 0.010 + 0.002	0.001	2.9E-04
DSt1S14	0.3600	0.351 (C)	= 0.347 + 0.002 + 0.003	1.1E-04	7.1E-05
DSt1S14	0.4000	0.351 (C)	= 0.347 + 0.001 + 0.003	1.1E-04	7.1E-05
DSt1S14	0.4000	0.310 (C)	= 0.299 + 0.010 + 0.002	0.001	3.3E-04
DSt1S14	0.5400	0.314 (C)	= 0.299 + 0.014 + 0.001	0.001	3.3E-04
DSt1S14	0.5400	0.354 (C)	= 0.351 + 0.001 + 0.003	3.8E-04	1.4E-04
DSt1S14	0.6000	0.355 (C)	= 0.351 + 0.002 + 0.003	3.8E-04	1.4E-04
DSt1S14	0.6000	0.333 (C)	= 0.308 + 0.024 + 0.002	0.001	3.0E-04
DSt1S14	0.7200	0.337 (C)	= 0.307 + 0.030 + 3.2E-04	0.001	3.0E-04
DSt1S14	0.7200	0.401 (C)	= 0.380 + 0.018 + 0.002	1.3E-04	1.8E-04
DSt1S14	0.8000	0.401 (C)	= 0.380 + 0.018 + 0.003	1.3E-04	1.8E-04
DSt1S14	0.8000	0.386 (C)	= 0.368 + 0.014 + 0.003	2.6E-04	3.4E-04
DSt1S14	0.9000	0.383 (C)	= 0.368 + 0.013 + 0.001	2.6E-04	3.4E-04
DSt1S14	0.9000	0.587 (C)	= 0.550 + 0.036 + 0.001	2.4E-05	0.001
DSt1S14	1.0000	0.591 (C)	= 0.550 + 0.036 + 0.005	2.4E-05	0.001

Buttons: Overwrites, Details, OK, Cancel

ETABS 2016 Steel Frame Design

AISC 360-10 Steel Section Check (Strength Summary)

Element Details

Level	Element	Unique Name	Location (m)	Combo	Element Type	Section	Classification
Story1	C24	226	1	DStIS14	Special Moment Frame	C 100x160	Non-Compact

LLRF and Demand/Capacity Ratio

L (m)	LLRF	Stress Ratio Limit
3.00000	1	0.95

Analysis and Design Parameters

Provision	Analysis	2nd Order	Reduction
LRFD	Direct Analysis	General 2nd Order	Tau-b Fixed

Stiffness Reduction Factors

$\alpha P_r/P_y$	$\alpha P_r/P_e$	T_b	EA factor	EI factor
0.049	0.434	1	0.8	0.8

Seismic Parameters

Ignore Seismic Code?	Ignore Special EQ Load?	Plug Welded?	SDC	I	Rho	S_{DS}	R	Ω_0	C_d
Yes	No	Yes	D	1	1	0.5	8	3	5.5

Design Code Parameters

Φ_b	Φ_c	Φ_{TY}	Φ_{TF}	Φ_V	Φ_{V-R}	Φ_{VT}
0.9	0.9	0.9	0.75	0.9	1	1

Section Properties

A (m ²)	J (m ⁴)	I_{33} (m ⁴)	I_{22} (m ⁴)	A_{v3} (m ²)	A_{v2} (m ²)
0.0003	0	4.302E-07	2.99E-08	0.0001	0.0002

Design Properties

S_{33} (m ³)	S_{22} (m ³)	Z_{33} (m ³)	Z_{22} (m ³)	r_{33} (m)	r_{22} (m)	C_w (m ⁶)
0.000008	0.000001	0.00001	0.000002	0.03968	0.01046	0

Material Properties

E (tonf/m ²)	f_y (tonf/m ²)	R_y	α
20389019.16	23201.3	1	NA

Stress Check forces and Moments

Location (m)	P_u (tonf)	M_{u33} (tonf-m)	M_{u22} (tonf-m)	V_{u2} (tonf)	V_{u3} (tonf)	T_u (tonf-m)
1	-0.3114	-0.0022	-0.0001	0.0001	0.0007	0

Axial Force & Biaxial Moment Design Factors (H1-1a)

	L Factor	K_1	K_2	B_1	B_2	C_m
Major Bending	0.4	1	1	1	1	1
Minor Bending	0.965	1	1	1	1	1

Parameters for Lateral Torsion Buckling

L_{TB}	K_{TB}	C_b
0.965	1	1.263

Demand/Capacity (D/C) Ratio Eqn.(H1-1a)

D/C Ratio =	$(P_u/P_c) + (8/9)(M_{u33}/M_{c33}) + (8/9)(M_{u22}/M_{c22})$
0.591 =	0.55 + 0.036 + 0.005

Axial Force and Capacities

P_u Force (tonf)	ϕP_{nc} Capacity (tonf)	ϕP_{nt} Capacity (tonf)
0.3114	0.5663	5.7064

Moments and Capacities

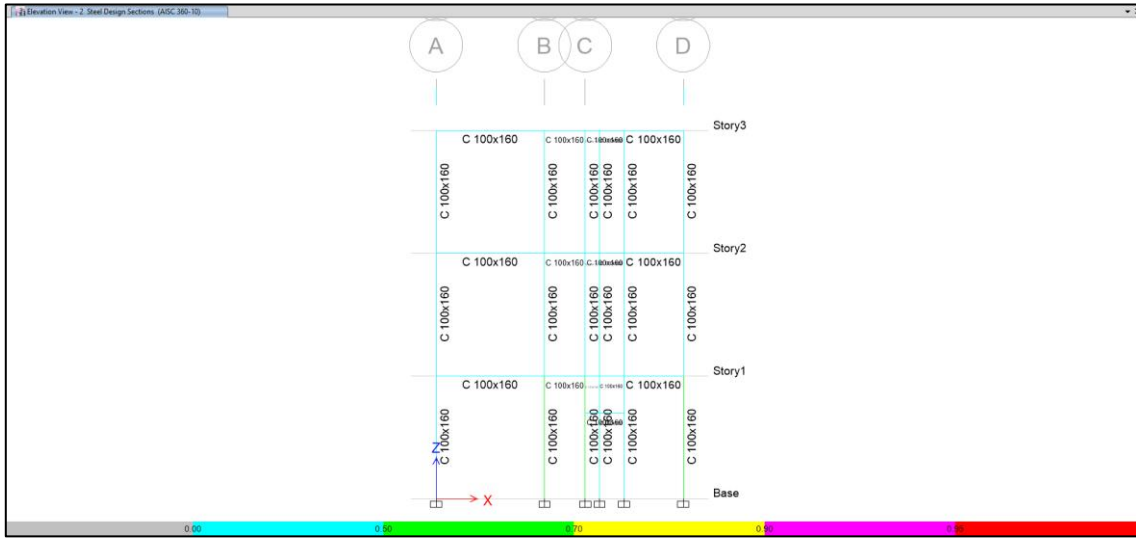
	M_u Moment (tonf-m)	ϕM_n (tonf-m)	ϕM_n No LTB (tonf-m)	$\phi M_n C_b=1$ (tonf-m)
Major Bending	0.0022	0.054	0.1343	0.0428
Minor Bending	0.0001	0.0193		

Shear Design

	V_u Force (tonf)	ϕV_n Capacity (tonf)	Stress Ratio
Major Shear	0.0001	2.0848	2.443E-05
Minor Shear	0.0007	1.4032	0.001

4.6.1 COLUMNAS EJE 2

038 IMAGEN ANALISI DEL EJE X2



Ratios por Colores de Columnas en el Eje 2

Steel Stress Check Information (AISC 360-10)

Story: Story1, Column: C34, Analysis Section: C 100x160, Design Section: C 100x160

COMBO ID	STATION LOC	MOMENT RATIO	INTERACTION CHECK	MAJ-SHR RATIO	MIN-SHR RATIO
Envolvente	1.4000	0.450 (C)	= 0.445 + 0.004 + 0.001	0.001	3.7E-04
Envolvente	1.4480	0.447 (C)	= 0.444 + 0.003 + 3.2E-04	0.001	3.7E-04
Envolvente	1.6000	0.450 (C)	= 0.444 + 0.002 + 0.003	0.001	3.7E-04
Envolvente	1.6000	0.465 (C)	= 0.461 + 0.003 + 0.001	0.001	3.1E-04
Envolvente	1.8000	0.469 (C)	= 0.461 + 0.005 + 0.004	0.001	3.1E-04
Envolvente	1.8000	0.485 (C)	= 0.476 + 0.008 + 0.001	0.001	2.6E-04
Envolvente	2.0000	0.490 (C)	= 0.476 + 0.010 + 0.003	0.001	2.6E-04
Envolvente	2.0000	0.504 (C)	= 0.490 + 0.012 + 0.002	3.6E-04	3.3E-04
Envolvente	2.2000	0.506 (C)	= 0.490 + 0.013 + 0.003	3.6E-04	3.3E-04
Envolvente	2.2000	0.518 (C)	= 0.502 + 0.013 + 0.002	2.6E-04	4.1E-04
Envolvente	2.4000	0.518 (C)	= 0.502 + 0.012 + 0.003	2.6E-04	4.1E-04
Envolvente	2.4000	0.528 (C)	= 0.516 + 0.009 + 0.002	0.001	4.1E-04
Envolvente	2.6000	0.524 (C)	= 0.516 + 0.005 + 0.003	0.001	4.1E-04
Envolvente	2.6000	0.545 (C)	= 0.533 + 0.008 + 0.004	0.003	0.001
Envolvente	2.8000	0.556 (C)	= 0.533 + 0.014 + 0.009	0.003	0.001

Buttons: Overwrites, Details, OK, Cancel

Ratios por Combinaciones de la Columna más esforzada en el Eje 2

ETABS 2016 Steel Frame Design

AISC 360-10 Steel Section Check (Strength Summary)

Element Details

Level	Element	Unique Name	Location (m)	Combo	Element Type	Section	Classification
Story1	C34	269	2.8	Envolvente	Special Moment Frame	C 100x160	Non-Compact

LLRF and Demand/Capacity Ratio

L (m)	LLRF	Stress Ratio Limit
3.00000	1	0.95

Analysis and Design Parameters

Provision	Analysis	2nd Order	Reduction
LRFD	Direct Analysis	General 2nd Order	Tau-b Fixed

Stiffness Reduction Factors

$\alpha P_r/P_y$	$\alpha P_r/P_e$	T_o	EA factor	EI factor
0.048	0.42	1	0.8	0.8

Seismic Parameters

Ignore Seismic Code?	Ignore Special EQ Load?	Plug Welded?	SDC	I	Rho	S_{DB}	R	Ω_o	C_b
Yes	No	Yes	D	1	1	0.5	8	3	5.5

Design Code Parameters

Φ_b	Φ_c	Φ_{TY}	Φ_{TF}	Φ_V	Φ_{V-RI}	Φ_{VT}
0.9	0.9	0.9	0.75	0.9	1	1

Section Properties

A (m ²)	J (m ⁴)	I_{33} (m ⁴)	I_{22} (m ⁴)	A_{v3} (m ²)	A_{v2} (m ²)
0.0003	0	4.302E-07	2.99E-08	0.0001	0.0002

Design Properties

S_{33} (m ³)	S_{22} (m ³)	Z_{33} (m ³)	Z_{22} (m ³)	r_{33} (m)	r_{22} (m)	C_w (m ⁶)
0.000008	0.000001	0.00001	0.000002	0.03968	0.01046	0

Material Properties

E (tonf/m ²)	f_y (tonf/m ²)	R_y	α
20389019.16	23201.3	1	NA

Stress Check forces and Moments

Location (m)	P_u (tonf)	M_{u33} (tonf-m)	M_{u22} (tonf-m)	V_{u2} (tonf)	V_{u3} (tonf)	T_u (tonf-m)
2.8	-0.3016	0.0021	-0.0002	-0.0059	0.0014	0

Axial Force & Biaxial Moment Design Factors (H1-1a)

	L Factor	K ₁	K ₂	B ₁	B ₂	C _m
Major Bending	0.965	1	1	1	1	1
Minor Bending	0.965	1	1	1	1	1

Parameters for Lateral Torsion Buckling

L _{ftb}	K _{ftb}	C _o
0.965	1	3

Demand/Capacity (D/C) Ratio Eqn.(H1-1a)

D/C Ratio =	$(P_u / P_c) + (8/9)(M_{r33} / M_{c33}) + (8/9)(M_{r22} / M_{c22})$
0.556 =	0.533 + 0.014 + 0.009

Axial Force and Capacities

P _u Force (tonf)	φP _{nc} Capacity (tonf)	φP _{nt} Capacity (tonf)
0.3016	0.5663	5.7064

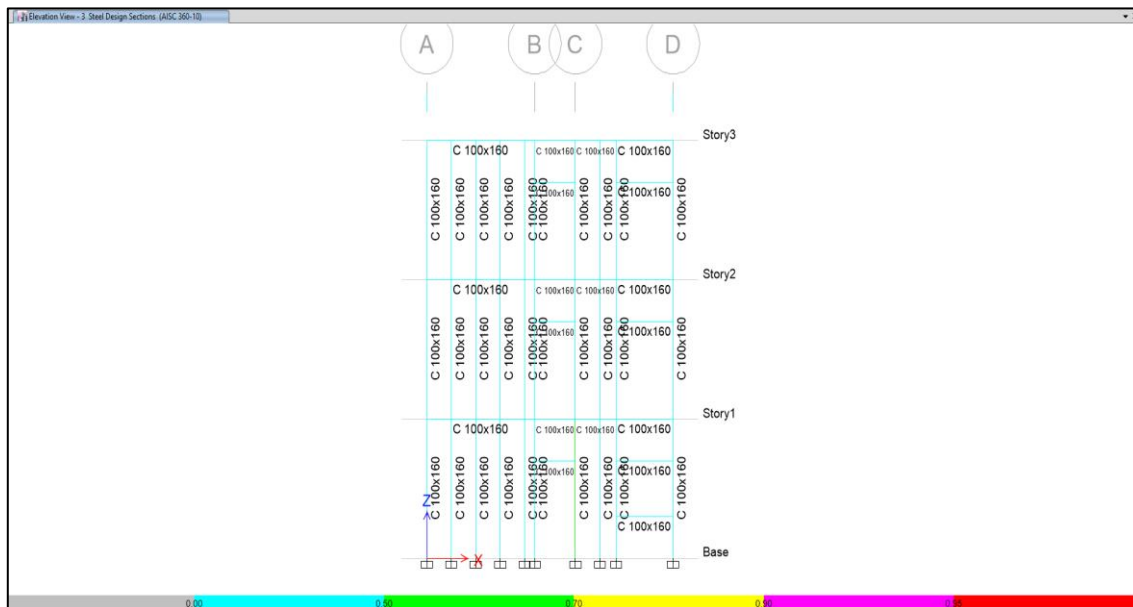
Moments and Capacities

	M _u Moment (tonf-m)	φM _n (tonf-m)	φM _n No LTB (tonf-m)	φM _n Cb=1 (tonf-m)
Major Bending	0.0021	0.1283	0.1343	0.0428
Minor Bending	0.0002	0.0193		

Shear Design

	V _u Force (tonf)	φV _n Capacity (tonf)	Stress Ratio
Major Shear	0.0059	2.0848	0.003
Minor Shear	0.0014	1.4032	0.001

4.6.2. COLUMNAS EJE 3



Ratios por Colores de Columnas en el Eje 3

Steel Stress Check Information (AISC 360-10)

Story: Story1 Analysis Section: C 100x160
 Column: C15 Design Section: C 100x160

COMBO ID	STATION LOC	-----MOMENT RATIO	=	INTERACTION AXL +	CHECK B-MAJ +	----- B-MIN	// -MAJ-SHR--MIN-SHR- / RATIO	RATIO
DSt1S9	0.8000	0.081 (C)	=	0.067 +	0.012 +	0.003	0.002	4.1E-04
DSt1S9	1.0000	0.071 (C)	=	0.067 +	0.001 +	0.003	0.002	4.1E-04
DSt1S9	1.0000	0.098 (C)	=	0.081 +	0.014 +	0.003	0.003	5.0E-04
DSt1S9	1.2000	0.089 (C)	=	0.081 +	0.004 +	0.004	0.003	5.0E-04
DSt1S9	1.2000	0.220 (C)	=	0.204 +	0.013 +	0.003	0.004	0.001
DSt1S9	1.4000	0.213 (C)	=	0.204 +	0.006 +	0.004	0.004	0.001
DSt1S9	1.4000	0.274 (C)	=	0.258 +	0.012 +	0.004	0.004	0.001
DSt1S9	1.4480	0.267 (C)	=	0.258 +	0.007 +	0.002	0.004	0.001
DSt1S9	1.6000	0.270 (C)	=	0.257 +	0.009 +	0.004	0.004	0.001
DSt1S9	1.6000	0.339 (C)	=	0.324 +	0.012 +	0.004	0.004	0.001
DSt1S9	1.8000	0.336 (C)	=	0.323 +	0.009 +	0.003	0.004	0.001
DSt1S9	1.8000	0.479 (C)	=	0.453 +	0.022 +	0.004	0.004	3.2E-04
DSt1S9	2.0000	0.459 (C)	=	0.453 +	0.005 +	0.001	0.004	3.2E-04
DSt1S9	2.0000	0.593 (C)	=	0.538 +	0.054 +	0.001	0.002	5.8E-06
DSt1S9	2.1000	0.597 (C)	=	0.538 +	0.058 +	0.001	0.002	5.8E-06

Overwrites Details

OK Cancel

ETABS 2016 Steel Frame Design

AISC 360-10 Steel Section Check (Strength Summary)

Element Details

Level	Element	Unique Name	Location (m)	Combo	Element Type	Section	Classification
Story1	C15	218	2.1	DStIS9	Special Moment Frame	C 100x160	Non-Compact

LLRF and Demand/Capacity Ratio

L (m)	LLRF	Stress Ratio Limit
3.00000	1	0.95

Analysis and Design Parameters

Provision	Analysis	2nd Order	Reduction
LRFD	Direct Analysis	General 2nd Order	Tau-b Fixed

Stiffness Reduction Factors

$\alpha P_r/P_y$	$\alpha P_r/P_e$	T_b	EA factor	EI factor
0.048	0.425	1	0.8	0.8

Seismic Parameters

Ignore Seismic Code?	Ignore Special EQ Load?	Plug Welded?	SDC	I	Rho	S _{DS}	R	Ω_0	C _d
Yes	No	Yes	D	1	1	0.5	8	3	5.5

Design Code Parameters

Φ_b	Φ_c	Φ_{TY}	Φ_{TF}	Φ_V	Φ_{V-RI}	Φ_{VT}
0.9	0.9	0.9	0.75	0.9	1	1

Section Properties

A (m ²)	J (m ⁴)	I ₃₃ (m ⁴)	I ₂₂ (m ⁴)	A _{v3} (m ²)	A _{v2} (m ²)
0.0003	0	4.302E-07	2.99E-08	0.0001	0.0002

Design Properties

S ₃₃ (m ³)	S ₂₂ (m ³)	Z ₃₃ (m ³)	Z ₂₂ (m ³)	r ₃₃ (m)	r ₂₂ (m)	C _w (m ⁶)
0.000008	0.000001	0.00001	0.000002	0.03968	0.01046	0

Material Properties

E (tonf/m ²)	f _y (tonf/m ²)	R _y	α
20389019.16	23201.3	1	NA

Stress Check forces and Moments

Location (m)	P _u (tonf)	M _{u33} (tonf-m)	M _{u22} (tonf-m)	V _{u2} (tonf)	V _{u3} (tonf)	T _u (tonf-m)
2.1	-0.3048	-0.005	-2.696E-05	0.0036	-8.2E-06	0

Axial Force & Biaxial Moment Design Factors (H1-1a)

	L Factor	K ₁	K ₂	B ₁	B ₂	C _m
Major Bending	0.7	1	1	1	1	1
Minor Bending	0.965	1	1	1	1	1

Parameters for Lateral Torsion Buckling

L _{ftb}	K _{ftb}	C _b
0.965	1	1.802

Demand/Capacity (D/C) Ratio Eqn.(H1-1a)

D/C Ratio =	$(P_u/P_c) + (8/9)(M_{c33}/M_{c33}) + (8/9)(M_{c22}/M_{c22})$
0.597 =	0.538 + 0.058 + 0.001

Axial Force and Capacities

P _u Force (tonf)	ϕP _n Capacity (tonf)	ϕP _{nt} Capacity (tonf)
0.3048	0.5663	5.7064

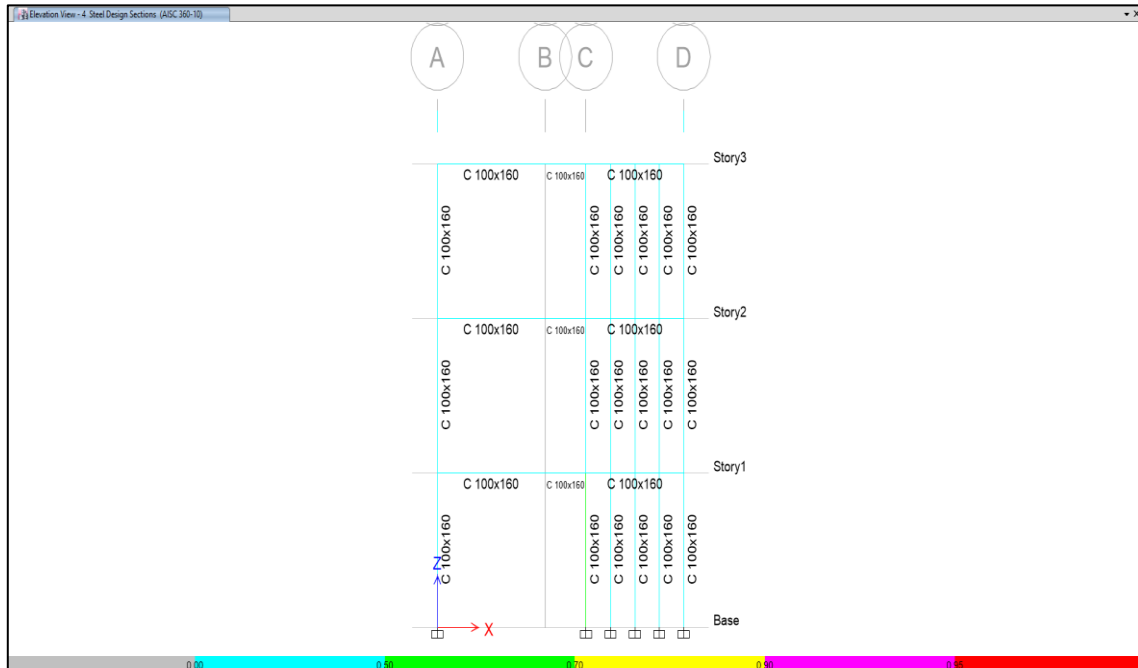
Moments and Capacities

	M _u Moment (tonf-m)	ϕM _n (tonf-m)	ϕM _n No LTB (tonf-m)	ϕM _n Cb=1 (tonf-m)
Major Bending	0.005	0.0771	0.1343	0.0428
Minor Bending	2.696E-05	0.0193		

Shear Design

	V _u Force (tonf)	ϕV _n Capacity (tonf)	Stress Ratio
Major Shear	0.0036	2.0848	0.002
Minor Shear	8.2E-06	1.4032	5.844E-06

4.6.3 COLUMNAS EJE 4



Ratios por Colores de Columnas en el Eje 4

Steel Stress Check Information (AISC 360-10)

Story: Story1 Analysis Section: C 100x160
 Column: C8 Design Section: C 100x160

COMBO ID	STATION LOC	MOMENT RATIO	INTERACTION CHECK	MAJ-SHR RATIO	MIN-SHR RATIO
DSt1S7	1.6000	0.033 (C)	= 0.029 + 0.003 + 0.002	8.6E-05	1.9E-04
DSt1S7	1.8000	0.033 (C)	= 0.029 + 0.003 + 0.001	8.6E-05	1.9E-04
DSt1S7	1.8000	0.045 (C)	= 0.039 + 0.004 + 0.002	8.8E-05	1.9E-04
DSt1S7	2.0000	0.045 (C)	= 0.039 + 0.004 + 0.001	8.8E-05	1.9E-04
DSt1S7	2.0000	0.056 (C)	= 0.050 + 0.005 + 0.002	7.9E-05	2.0E-04
DSt1S7	2.2000	0.056 (C)	= 0.050 + 0.005 + 0.001	7.9E-05	2.0E-04
DSt1S7	2.2000	0.069 (C)	= 0.062 + 0.006 + 0.002	5.0E-05	2.2E-04
DSt1S7	2.4000	0.069 (C)	= 0.062 + 0.006 + 0.001	5.0E-05	2.2E-04
DSt1S7	2.4000	0.085 (C)	= 0.077 + 0.006 + 0.002	2.5E-05	3.1E-04
DSt1S7	2.6000	0.085 (C)	= 0.077 + 0.006 + 0.002	2.5E-05	3.1E-04
DSt1S7	2.6000	0.209 (C)	= 0.202 + 0.005 + 0.002	2.1E-04	2.6E-04
DSt1S7	2.8000	0.206 (C)	= 0.202 + 0.004 + 0.001	2.1E-04	2.6E-04
DSt1S7	2.8000	0.335 (C)	= 0.326 + 0.001 + 0.008	0.001	0.002
DSt1S7	2.8960	0.334 (C)	= 0.326 + 0.001 + 0.007	0.001	0.002
DSt1S8	0.0000	0.654 (C)	= 0.639 + 0.001 + 0.014	4.2E-05	0.002

Buttons: Overwrites, Details, OK, Cancel

Ratios por Combinaciones de la Columna más esforzada en el Eje 4

ETABS 2016 Steel Frame Design

AISC 360-10 Steel Section Check (Strength Summary)

Element Details

Level	Element	Unique Name	Location (m)	Combo	Element Type	Section	Classification
Story1	C8	211	0	DStIS8	Special Moment Frame	C 100x160	Non-Compact

LLRF and Demand/Capacity Ratio

L (m)	LLRF	Stress Ratio Limit
3.00000	1	0.95

Analysis and Design Parameters

Provision	Analysis	2nd Order	Reduction
LRFD	Direct Analysis	General 2nd Order	Tau-b Fixed

Stiffness Reduction Factors

$\alpha P_r / P_y$	$\alpha P_r / P_e$	T_b	EA factor	EI factor
0.057	0.505	1	0.8	0.8

Seismic Parameters

Ignore Seismic Code?	Ignore Special EQ Load?	Plug Welded?	SDC	I	Rho	S_{DS}	R	Ω_0	C_d
Yes	No	Yes	D	1	1	0.5	8	3	5.5

Design Code Parameters

Φ_b	Φ_c	Φ_{TY}	Φ_{TF}	Φ_V	Φ_{V-RI}	Φ_{VT}
0.9	0.9	0.9	0.75	0.9	1	1

Section Properties

A (m ²)	J (m ⁴)	I_{33} (m ⁴)	I_{22} (m ⁴)	A_{v3} (m ²)	A_{v2} (m ²)
0.0003	0	4.302E-07	2.99E-08	0.0001	0.0002

Design Properties

S_{33} (m ³)	S_{22} (m ³)	Z_{33} (m ³)	Z_{22} (m ³)	r_{33} (m)	r_{22} (m)	C_w (m ⁶)
0.000008	0.000001	0.00001	0.000002	0.03968	0.01046	0

Material Properties

E (tonf/m ²)	f_y (tonf/m ²)	R_y	α
20389019.16	23201.3	1	NA

Stress Check forces and Moments

Location (m)	P_u (tonf)	M_{u33} (tonf-m)	M_{u22} (tonf-m)	V_{u2} (tonf)	V_{u3} (tonf)	T_u (tonf-m)
0	-0.362	0.0002	0.0003	0.0001	0.0023	0

Axial Force & Biaxial Moment Design Factors (H1-1a)

	L Factor	K ₁	K ₂	B ₁	B ₂	C _m
Major Bending	0.965	1	1	1	1	1
Minor Bending	0.965	1	1	1	1	1

Parameters for Lateral Torsion Buckling

L _{fto}	K _{fto}	C _b
0.965	1	2.642

Demand/Capacity (D/C) Ratio Eqn.(H1-1a)

D/C Ratio =	$(P_r / P_c) + (8/9)(M_{r33} / M_{c33}) + (8/9)(M_{r22} / M_{c22})$
0.654 =	0.639 + 0.001 + 0.014

Axial Force and Capacities

P _u Force (tonf)	ϕP _{nc} Capacity (tonf)	ϕP _{nt} Capacity (tonf)
0.362	0.5663	5.7064

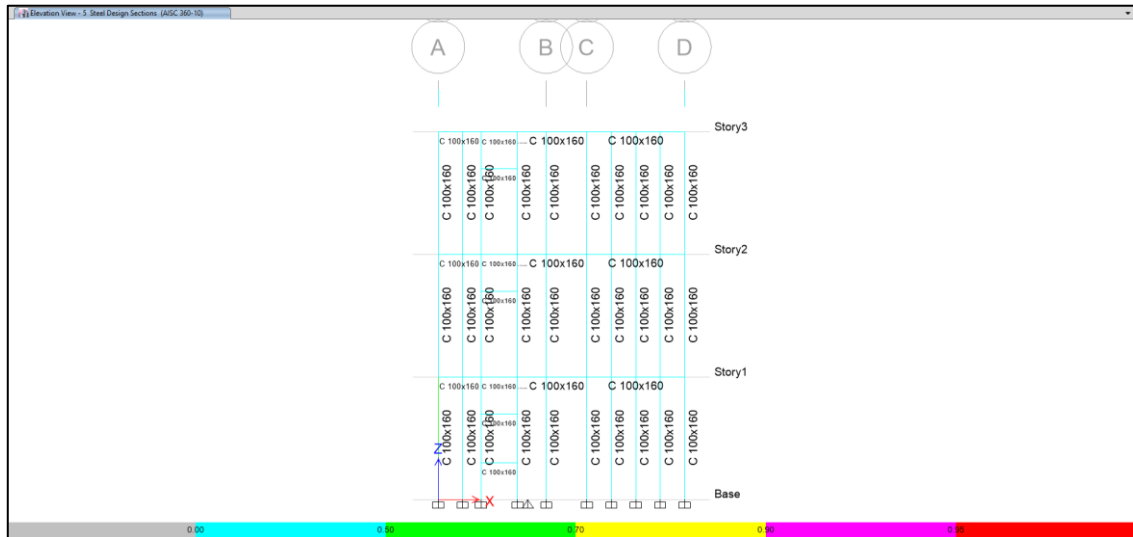
Moments and Capacities

	M _u Moment (tonf-m)	ϕM _n (tonf-m)	ϕM _n No LTB (tonf-m)	ϕM _n Cb=1 (tonf-m)
Major Bending	0.0002	0.113	0.1343	0.0428
Minor Bending	0.0003	0.0193		

Shear Design

	V _u Force (tonf)	ϕV _n Capacity (tonf)	Stress Ratio
Major Shear	0.0001	2.0848	4.207E-05
Minor Shear	0.0023	1.4032	0.002

4.6.4 COLUMNAS EJE 5



Ratios por Colores de Columnas en el Eje 5

Steel Stress Check Information (AISC 360-10)

Story: Story1 Analysis Section: C 100x160
 Column: C1 Design Section: C 100x160

COMBO ID	STATION LOC	MOMENT RATIO	INTERACTION CHECK	MAJ-SHR RATIO	MIN-SHR RATIO
DSt1S9	1.6000	0.061 (C)	= 0.051 + 0.008 + 0.002	0.002	2.6E-04
DSt1S9	1.8000	0.058 (C)	= 0.051 + 0.005 + 0.002	0.002	2.6E-04
DSt1S9	1.8000	0.069 (C)	= 0.061 + 0.006 + 0.002	0.002	2.4E-04
DSt1S9	2.0000	0.069 (C)	= 0.061 + 0.006 + 0.002	0.002	2.4E-04
DSt1S9	2.0000	0.075 (C)	= 0.069 + 0.004 + 0.002	0.001	2.1E-04
DSt1S9	2.2000	0.076 (C)	= 0.069 + 0.006 + 0.001	0.001	2.1E-04
DSt1S9	2.2000	0.078 (C)	= 0.075 + 0.002 + 0.001	0.001	1.6E-04
DSt1S9	2.4000	0.080 (C)	= 0.074 + 0.005 + 0.001	0.001	1.6E-04
DSt1S9	2.4000	0.078 (C)	= 0.077 + 0.001 + 0.001	0.001	9.9E-05
DSt1S9	2.6000	0.080 (C)	= 0.077 + 0.003 + 0.001	0.001	9.9E-05
DSt1S9	2.6000	0.079 (C)	= 0.077 + 0.001 + 2.9E-04	0.000	1.1E-04
DSt1S9	2.8000	0.080 (C)	= 0.077 + 0.001 + 0.001	0.000	1.1E-04
DSt1S9	2.8000	0.092 (C)	= 0.088 + 0.002 + 0.002	0.002	4.2E-04
DSt1S9	2.8960	0.095 (C)	= 0.088 + 0.007 + 0.001	0.002	4.2E-04
DSt1S10	0.0000	0.546 (C)	= 0.527 + 0.013 + 0.006	0.004	0.001

Buttons: Overwrites, Details, OK, Cancel

Ratios por Combinaciones de la Columna más esforzada en el Eje 5

ETABS 2016 Steel Frame Design

AISC 360-10 Steel Section Check (Strength Summary)

Element Details

Level	Element	Unique Name	Location (m)	Combo	Element Type	Section	Classification
Story1	C1	204	0	DSTIS10	Special Moment Frame	C 100x160	Non-Compact

LLRF and Demand/Capacity Ratio

L (m)	LLRF	Stress Ratio Limit
3.00000	1	0.95

Analysis and Design Parameters

Provision	Analysis	2nd Order	Reduction
LRFD	Direct Analysis	General 2nd Order	Tau-b Fixed

Stiffness Reduction Factors

$\alpha P_r / P_y$	$\alpha P_r / P_e$	τ_b	EA factor	EI factor
0.047	0.416	1	0.8	0.8

Seismic Parameters

Ignore Seismic Code?	Ignore Special EQ Load?	Plug Welded?	SDC	I	Rho	S_{D3}	R	Ω_c	C_d
Yes	No	Yes	D	1	1	0.5	8	3	5.5

Design Code Parameters

Φ_b	Φ_c	Φ_{TV}	Φ_{TF}	Φ_V	Φ_{V-R}	Φ_{VT}
0.9	0.9	0.9	0.75	0.9	1	1

Section Properties

A (m ²)	J (m ⁴)	I_{33} (m ⁴)	I_{22} (m ⁴)	A_{v3} (m ²)	A_{v2} (m ²)
0.0003	0	4.302E-07	2.99E-08	0.0001	0.0002

Design Properties

S_{33} (m ³)	S_{22} (m ³)	Z_{33} (m ³)	Z_{22} (m ³)	r_{33} (m)	r_{22} (m)	C_w (m ⁶)
0.000008	0.000001	0.00001	0.000002	0.03968	0.01046	0

Material Properties

E (tonf/m ²)	f_y (tonf/m ²)	R_y	α
20389019.16	23201.3	1	NA

Stress Check forces and Moments

Location (m)	P_u (tonf)	M_{u33} (tonf-m)	M_{u22} (tonf-m)	V_{u2} (tonf)	V_{u3} (tonf)	T_u (tonf-m)
0	-0.2983	-0.0018	0.0001	-0.0082	0.0009	0

Stress Check forces and Moments

Location (m)	P_u (tonf)	M_{u33} (tonf-m)	M_{u22} (tonf-m)	V_{u2} (tonf)	V_{u3} (tonf)	T_u (tonf-m)
0	-0.2983	-0.0018	0.0001	-0.0082	0.0009	0

Axial Force & Biaxial Moment Design Factors (H1-1a)

	L Factor	K ₁	K ₂	B ₁	B ₂	C _m
Major Bending	0.965	1	1	1	1	1
Minor Bending	0.965	1	1	1	1	1

Parameters for Lateral Torsion Buckling

L _{ltb}	K _{ltb}	C _b
0.965	1	3

Demand/Capacity (D/C) Ratio Eqn.(H1-1a)

D/C Ratio =	$(P_r/P_c) + (8/9)(M_{r33}/M_{c33}) + (8/9)(M_{r22}/M_{c22})$
0.546 =	0.527 + 0.013 + 0.006

Axial Force and Capacities

P _u Force (tonf)	ϕP _{nc} Capacity (tonf)	ϕP _m Capacity (tonf)
0.2983	0.5663	5.7064

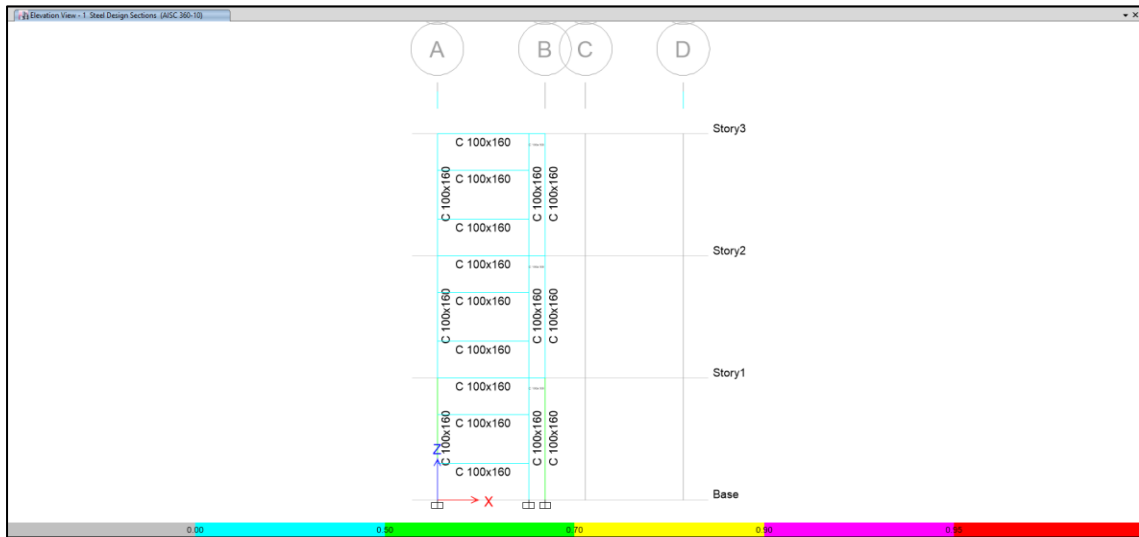
Moments and Capacities

	M _u Moment (tonf-m)	ϕM _n (tonf-m)	ϕM _n No LTB (tonf-m)	ϕM _n Cb=1 (tonf-m)
Major Bending	0.0018	0.1283	0.1343	0.0428
Minor Bending	0.0001	0.0193		

Shear Design

	V _u Force (tonf)	ϕV _n Capacity (tonf)	Stress Ratio
Major Shear	0.0082	2.0848	0.004
Minor Shear	0.0009	1.4032	0.001

VIGAS EJE 1



Ratios por Colores de VIGAS en el Eje 1

Steel Stress Check Information (AISC 360-10)

Story: Story2 Analysis Section: C 100x160
 Beam: B123 Design Section: C 100x160

COMBO ID	STATION LOC	-----MOMENT RATIO	=	AXL +	B-MAJ +	B-MIN	-----//MAJ-SHR---MIN-SHR-/ RATIO	RATIO
Envolvente	0.9375	0.030 (C)	=	0.021 +	0.001 +	0.007	4.2E-04	1.6E-04
Envolvente	0.9375	0.037 (C)	=	0.029 +	0.001 +	0.007	3.3E-04	9.6E-05
Envolvente	1.1250	0.039 (C)	=	0.029 +	0.001 +	0.009	2.6E-04	9.6E-05
Envolvente	1.1250	0.043 (C)	=	0.034 +	0.001 +	0.009	1.6E-04	3.9E-05
Envolvente	1.3125	0.044 (C)	=	0.034 +	0.001 +	0.009	2.1E-04	3.9E-05
Envolvente	1.3125	0.046 (C)	=	0.035 +	0.001 +	0.009	3.2E-04	2.2E-05
Envolvente	1.5000	0.045 (C)	=	0.035 +	0.001 +	0.009	4.0E-04	2.2E-05
Envolvente	1.5000	0.043 (C)	=	0.034 +	4.7E-04 +	0.009	0.001	8.6E-05
Envolvente	1.6875	0.043 (C)	=	0.034 +	0.001 +	0.008	0.001	8.6E-05
Envolvente	1.6875	0.038 (C)	=	0.030 +	0.001 +	0.008	0.001	1.7E-04
Envolvente	1.8750	0.039 (C)	=	0.030 +	0.003 +	0.005	0.001	1.7E-04
Envolvente	1.8750	0.045 (C)	=	0.035 +	0.006 +	0.005	0.003	2.2E-04
Envolvente	2.0625	0.050 (C)	=	0.035 +	0.013 +	0.002	0.003	2.2E-04
Envolvente	2.0625	0.098 (C)	=	0.086 +	0.010 +	0.001	0.022	0.001
Envolvente	2.2500	0.151 (C)	=	0.086 +	0.055 +	0.010	0.022	0.001

Strength
 Deflection

Overwrites Details OK Cancel

ETABS 2016 Steel Frame Design

AISC 360-10 Steel Section Check (Strength Summary)

Element Details

Level	Element	Unique Name	Location (m)	Combo	Element Type	Section	Classification
Story2	B123	64	2.25	Envolvente	Special Moment Frame	C 100x160	Non-Compact

LLRF and Demand/Capacity Ratio

L (m)	LLRF	Stress Ratio Limit
2.25000	1	0.95

Analysis and Design Parameters

Provision	Analysis	2nd Order	Reduction
LRFD	Direct Analysis	General 2nd Order	Tau-b Fixed

Stiffness Reduction Factors

$\alpha P_r / P_y$	$\alpha P_r / P_e$	T_b	EA factor	EI factor
0.025	0.136	1	0.8	0.8

Seismic Parameters

Ignore Seismic Code?	Ignore Special EQ Load?	Plug Welded?	SDC	I	Rho	S _{DS}	R	Ω_0	C _d
Yes	No	Yes	D	1	1	0.5	8	3	5.5

Design Code Parameters

Φ_b	Φ_c	Φ_{TY}	Φ_{TF}	Φ_V	Φ_{V-R1}	Φ_{VT}
0.9	0.9	0.9	0.75	0.9	1	1

Section Properties

A (m ²)	J (m ⁴)	I ₃₃ (m ⁴)	I ₂₂ (m ⁴)	A _{v3} (m ²)	A _{v2} (m ²)
0.0003	0	4.302E-07	2.99E-08	0.0001	0.0002

Design Properties

S ₃₃ (m ³)	S ₂₂ (m ³)	Z ₃₃ (m ³)	Z ₂₂ (m ³)	r ₃₃ (m)	r ₂₂ (m)	C _w (m ⁶)
0.000008	0.000001	0.00001	0.000002	0.03968	0.01046	0

Material Properties

E (tonf/m ²)	f _y (tonf/m ²)	R _y	α
20389019.16	23201.3	1	NA

Stress Check forces and Moments

Location (m)	P _u (tonf)	M _{u33} (tonf-m)	M _{u22} (tonf-m)	V _{u2} (tonf)	V _{u3} (tonf)	T _u (tonf-m)
2.25	-0.1615	0.0074	-0.0002	-0.0449	0.0011	0

Axial Force & Biaxial Moment Design Factors (H1-1b)

	L Factor	K ₁	K ₂	B ₁	B ₂	C _m
Major Bending	1	1	1	1	1	1
Minor Bending	1	1	1	1	1	1

Parameters for Lateral Torsion Buckling

L _{ftb}	K _{ftb}	C _b
1	1	3

Demand/Capacity (D/C) Ratio Eqn.(H1-1b)

D/C Ratio =	$(P_u / 2P_c) + (M_{r33} / M_{c33}) + (M_{r22} / M_{c22})$
0.151 =	0.086 + 0.055 + 0.01

Axial Force and Capacities

P _u Force (tonf)	φP _{nc} Capacity (tonf)	φP _{nt} Capacity (tonf)
0.1615	0.9381	5.7064

Moments and Capacities

	M _u Moment (tonf-m)	φM _n (tonf-m)	φM _n No LTB (tonf-m)	φM _n Cb=1 (tonf-m)
Major Bending	0.0074	0.1343	0.1343	0.0623
Minor Bending	0.0002	0.0193		

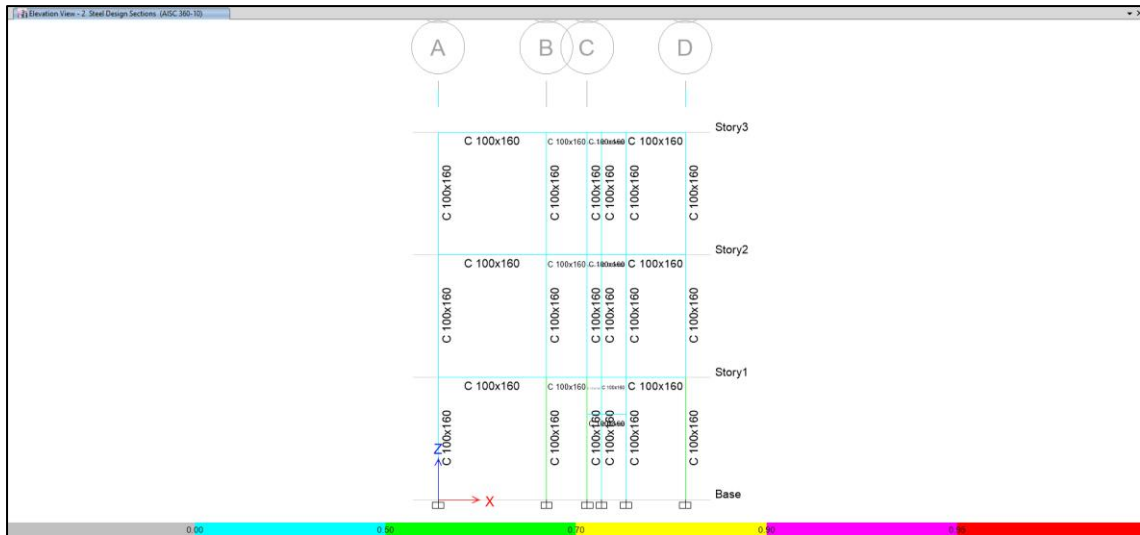
Shear Design

	V _u Force (tonf)	φV _n Capacity (tonf)	Stress Ratio
Major Shear	0.0449	2.0848	0.022
Minor Shear	0.0011	1.4032	0.001

End Reaction Major Shear Forces

Left End Reaction (tonf)	Load Combo	Right End Reaction (tonf)	Load Combo
0.0132	DSIS26		

VIGAS EJE 2



Ratios por Colores de VIGAS en el Eje 2

Steel Stress Check Information (AISC 360-10)

Story: Story1 Analysis Section: C 100x160
 Beam: B93 Design Section: C 90x25x0.09

COMBO ID	STATION LOC	MOMENT RATIO	INTERACTION CHECK =	AXL +	B-MAJ +	B-MIN	MAJ-SHR RATIO	MIN-SHR RATIO
Envolvente	1.4000	0.084 (C)	=	2.7E-04 +	0.084 +	2.7E-04	0.001	3.2E-05
Envolvente	1.4000	0.088 (C)	=	2.0E-04 +	0.088 +	3.1E-04	0.001	3.7E-05
Envolvente	1.6000	0.091 (C)	=	2.0E-04 +	0.090 +	4.7E-04	3.6E-04	3.7E-05
Envolvente	1.6000	0.094 (C)	=	1.7E-04 +	0.093 +	2.3E-04	0.001	2.4E-05
Envolvente	1.8000	0.096 (C)	=	1.7E-04 +	0.095 +	4.7E-04	2.4E-04	2.4E-05
Envolvente	1.8000	0.098 (C)	=	1.4E-04 +	0.097 +	0.001	0.001	3.8E-05
Envolvente	2.0000	0.100 (C)	=	1.4E-04 +	0.099 +	1.8E-04	2.6E-04	3.8E-05
Envolvente	2.0000	0.099 (C)	=	1.0E-04 +	0.098 +	2.1E-04	0.001	1.4E-05
Envolvente	2.2000	0.096 (C)	=	1.0E-04 +	0.095 +	2.5E-04	0.001	1.4E-05
Envolvente	2.2000	0.081 (C)	=	1.4E-04 +	0.080 +	2.6E-04	0.003	4.0E-05
Envolvente	2.3500	0.069 (C)	=	1.4E-04 +	0.068 +	3.7E-04	0.003	4.0E-05
Envolvente	2.3500	0.020 (C)	=	1.7E-04 +	0.020 +	1.4E-04	0.009	4.2E-05
Envolvente	2.5000	0.035 (C)	=	1.7E-04 +	0.035 +	0.001	0.010	4.2E-05
Envolvente	2.5000	0.164 (C)	=	4.5E-04 +	0.163 +	3.1E-04	0.019	3.8E-05
Envolvente	2.5980	0.211 (C)	=	4.5E-04 +	0.210 +	2.9E-04	0.019	3.8E-05

Overwrites Details

Strength
 Deflection

OK Cancel

Ratios por Combinaciones de la VIGA más esforzada en el Eje 2

ETABS 2016 Steel Frame Design

AISC 360-10 Steel Section Check (Strength Summary)

Element Details

Level	Element	Unique Name	Location (m)	Combo	Element Type	Section	Classification
Story1	B93	379	2.598	Envolvente	Special Moment Frame	C 90x25x0.09	Slender

LLRF and Demand/Capacity Ratio

L (m)	LLRF	Stress Ratio Limit
2.65000	1	0.95

Analysis and Design Parameters

Provision	Analysis	2nd Order	Reduction
LRFD	Direct Analysis	General 2nd Order	Tau-b Fixed

Stiffness Reduction Factors

$\alpha P_r / P_y$	$\alpha P_r / P_e$	T_b	EA factor	EI factor
2.246E-04	1.779E-04	1	0.8	0.8

Seismic Parameters

Ignore Seismic Code?	Ignore Special EQ Load?	Plug Welded?	SDC	I	Rho	S_{DS}	R	Ω_0	C_d
Yes	No	Yes	D	1	1	0.5	8	3	5.5

Design Code Parameters

Φ_b	Φ_c	Φ_{TY}	Φ_{TF}	Φ_V	Φ_{V-RI}	Φ_{VT}
0.9	0.9	0.9	0.75	0.9	1	1

Section Properties

A (m ²)	J (m ⁴)	I_{33} (m ⁴)	I_{22} (m ⁴)	A_{v3} (m ²)	A_{v2} (m ²)
0.0001	0	1.408E-07	6.519E-09	4.5E-05	0.0001

Design Properties

S_{33} (m ³)	S_{22} (m ³)	Z_{33} (m ³)	Z_{22} (m ³)	r_{33} (m)	r_{22} (m)	C_w (m ⁶)
0.000003	3.229E-07	0.000004	0.000001	0.03364	0.00724	0

Material Properties

E (tonf/m ²)	f_y (tonf/m ²)	R_y	α
20389019.16	23201.3	1	NA

Stress Check forces and Moments

Location (m)	P_u (tonf)	M_{u33} (tonf-m)	M_{u22} (tonf-m)	V_{u2} (tonf)	V_{u3} (tonf)	T_u (tonf-m)
2.598	-0.0006	-0.0057	1.554E-06	0.0135	-2.154E-05	6.548E-07

Axial Force & Biaxial Moment Design Factors (H1-1b)

	L Factor	K ₁	K ₂	B ₁	B ₂	C _m
Major Bending	0.961	1	1	1	1	1
Minor Bending	0.226	1	1	1	1	1

Parameters for Lateral Torsion Buckling

L _{ftb}	K _{ftb}	C _b
0.226	1	1.313

Demand/Capacity (D/C) Ratio Eqn.(H1-1b)

D/C Ratio =	$(P_r / 2P_c) + (M_{r33} / M_{c33}) + (M_{r22} / M_{c22})$
0.211 =	4.497E-04 + 0.21 + 2.934E-04

Axial Force and Capacities

P _u Force (tonf)	φP _{nc} Capacity (tonf)	φP _m Capacity (tonf)
0.0006	0.7207	2.5972

Moments and Capacities

	M _u Moment (tonf-m)	φM _n (tonf-m)	φM _n No LTB (tonf-m)	φM _n Cb=1 (tonf-m)
Major Bending	0.0057	0.0271	0.0271	0.0672
Minor Bending	1.554E-06	0.0053		

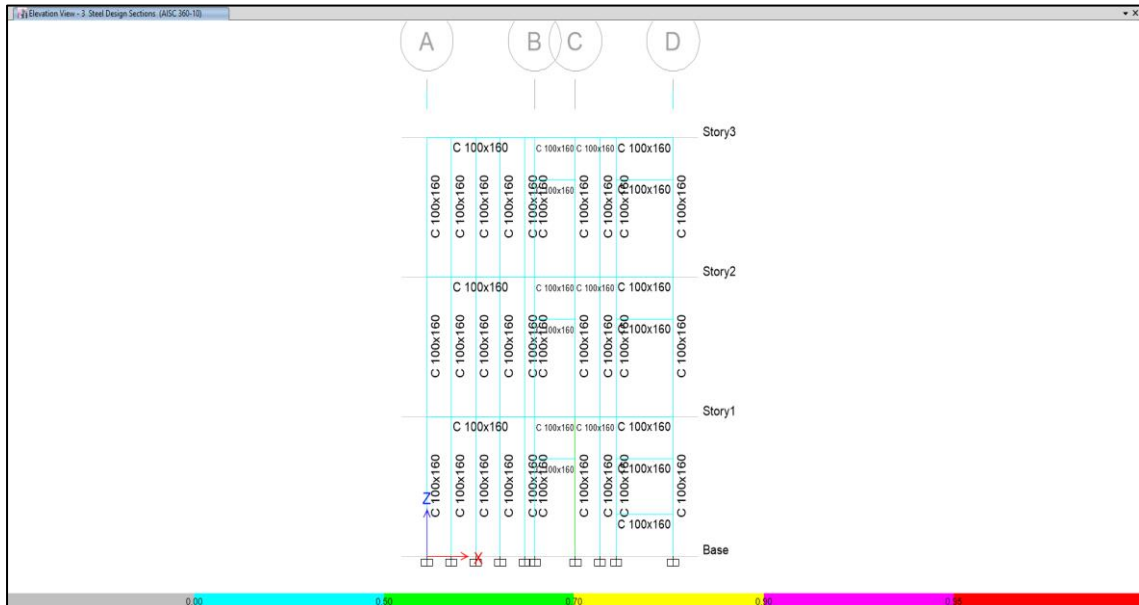
Shear Design

	V _u Force (tonf)	φV _n Capacity (tonf)	Stress Ratio
Major Shear	0.0135	0.7011	0.019
Minor Shear	2.154E-05	0.5638	3.82E-05

End Reaction Major Shear Forces

Left End Reaction (tonf)	Load Combo	Right End Reaction (tonf)	Load Combo
0.0045	DSIS26	0.0135	DSIS26

VIGAS EJE 3



Ratios por Colores de VIGAS en el Eje 3

Steel Stress Check Information (AISC 360-10)

Story: Story1 Analysis Section: C 100x160
 Beam: B130 Design Section: C 100x160

COMBO ID	STATION LOC	MOMENT RATIO	INTERACTION CHECK	MAJ-SHR RATIO	MIN-SHR RATIO
DSt1S8	0.0000	0.058 (T)	= 0.017 + 0.040 + 0.002	0.013	1.0E-04
DSt1S8	0.2000	0.018 (T)	= 0.017 + 0.001 + 1.6E-04	0.012	1.0E-04
DSt1S8	0.2000	0.010 (T)	= 0.009 + 0.001 + 1.3E-04	3.6E-04	6.4E-06
DSt1S8	0.4000	0.011 (T)	= 0.009 + 0.002 + 3.3E-05	2.8E-04	6.4E-06
DSt1S8	0.4000	0.006 (T)	= 0.005 + 0.001 + 0.000	4.6E-04	6.2E-06
DSt1S8	0.6000	0.006 (T)	= 0.005 + 4.2E-04 + 9.2E-05	3.7E-04	6.2E-06
DSt1S8	0.6000	0.005 (T)	= 0.004 + 0.001 + 1.1E-04	2.4E-04	0.000
DSt1S8	0.8000	0.004 (T)	= 0.004 + 4.2E-05 + 1.4E-04	1.6E-04	0.000
DSt1S8	0.8000	0.004 (T)	= 0.003 + 0.001 + 1.4E-04	1.1E-04	0.000
DSt1S8	1.0000	0.004 (T)	= 0.003 + 0.001 + 1.4E-04	2.3E-05	0.000
DSt1S8	1.0000	0.004 (T)	= 0.001 + 0.003 + 1.4E-04	1.4E-04	0.000
DSt1S8	1.2000	0.004 (T)	= 0.001 + 0.003 + 1.6E-04	2.3E-04	0.000
DSt1S8	1.2000	0.013 (C)	= 0.012 + 0.001 + 1.6E-04	0.010	6.6E-06
DSt1S8	1.4000	0.042 (C)	= 0.012 + 0.030 + 2.6E-04	0.010	6.6E-06
DSt1S9	0.0000	0.124 (C)	= 0.045 + 0.077 + 0.001	0.030	6.5E-05

Strength
 Deflection

Overwrites Details OK Cancel

Ratios por Combinaciones de la VIGA más esforzada en el Eje 3

ETABS 2016 Steel Frame Design

AISC 360-10 Steel Section Check (Strength Summary)

Element Details

Level	Element	Unique Name	Location (m)	Combo	Element Type	Section	Classification
Story1	B130	243	0	DStIS9	Special Moment Frame	C 100x160	Non-Compact

LLRF and Demand/Capacity Ratio

L (m)	LLRF	Stress Ratio Limit
1.40000	1	0.95

Analysis and Design Parameters

Provision	Analysis	2nd Order	Reduction
LRFD	Direct Analysis	General 2nd Order	Tau-b Fixed

Stiffness Reduction Factors

$\alpha P_r/P_y$	$\alpha P_r/P_e$	T_o	EA factor	EI factor
0.032	0.066	1	0.8	0.8

Seismic Parameters

Ignore Seismic Code?	Ignore Special EQ Load?	Plug Welded?	SDC	I	Rho	S _{DB}	R	Ω _o	C _d
Yes	No	Yes	D	1	1	0.5	8	3	5.5

Design Code Parameters

Φ _b	Φ _c	Φ _{TY}	Φ _{TF}	Φ _V	Φ _{V-RI}	Φ _{VT}
0.9	0.9	0.9	0.75	0.9	1	1

Section Properties

A (m ²)	J (m ⁴)	I ₃₃ (m ⁴)	I ₂₂ (m ⁴)	A _{v3} (m ²)	A _{v2} (m ²)
0.0003	0	4.302E-07	2.99E-08	0.0001	0.0002

Design Properties

S ₃₃ (m ³)	S ₂₂ (m ³)	Z ₃₃ (m ³)	Z ₂₂ (m ³)	r ₃₃ (m)	r ₂₂ (m)	C _w (m ⁶)
0.000008	0.000001	0.00001	0.000002	0.03968	0.01046	0

Material Properties

E (tonf/m ²)	f _y (tonf/m ²)	R _y	α
20389019.16	23201.3	1	NA

Stress Check forces and Moments

Location (m)	P _u (tonf)	M _{u33} (tonf-m)	M _{u22} (tonf-m)	V _{u2} (tonf)	V _{u3} (tonf)	T _u (tonf-m)
0	-0.2016	0.0104	-2.478E-05	0.0621	-0.0001	0

Axial Force & Biaxial Moment Design Factors (H1-1b)

	L Factor	K ₁	K ₂	B ₁	B ₂	C _m
Major Bending	1	1	1	1	1	1
Minor Bending	1	1	1	1	1	1

Parameters for Lateral Torsion Buckling

L _{tb}	K _{tb}	C _d
1	1	3

Demand/Capacity (D/C) Ratio Eqn.(H1-1b)

D/C Ratio =	$(P_u / 2P_c) + (M_{r33} / M_{c33}) + (M_{r22} / M_{c22})$
0.124 =	0.045 + 0.077 + 0.001

Axial Force and Capacities

P _u Force (tonf)	ϕP _{nc} Capacity (tonf)	ϕP _{nt} Capacity (tonf)
0.2016	2.2266	5.7064

Moments and Capacities

	M _u Moment (tonf-m)	ϕM _n (tonf-m)	ϕM _n No LTB (tonf-m)	ϕM _n Cb=1 (tonf-m)
Major Bending	0.0104	0.1343	0.1343	0.1301
Minor Bending	2.478E-05	0.0193		

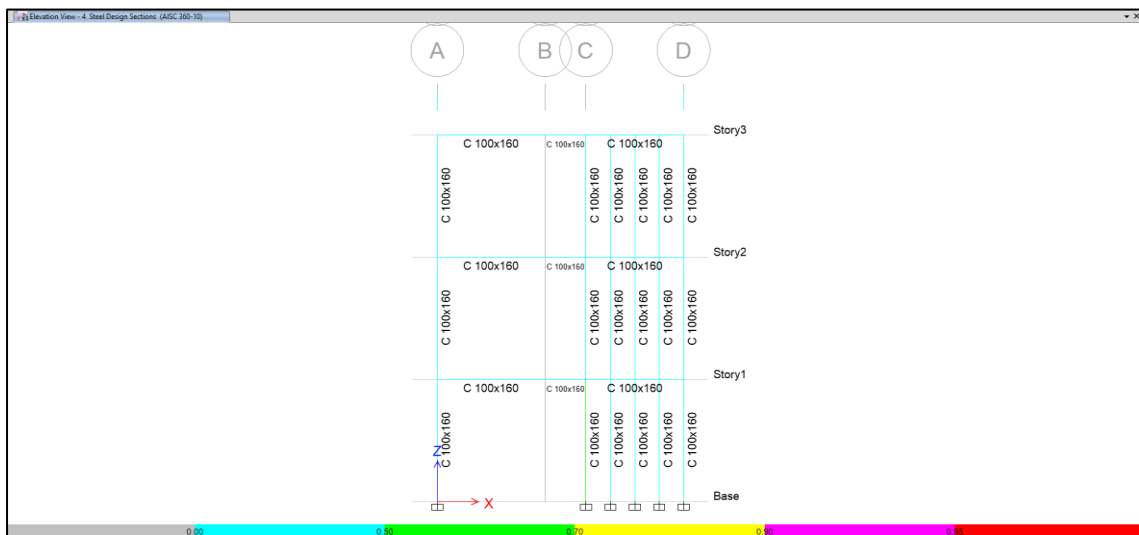
Shear Design

	V _u Force (tonf)	ϕV _n Capacity (tonf)	Stress Ratio
Major Shear	0.0621	2.0848	0.03
Minor Shear	0.0001	1.4032	6.514E-05

End Reaction Major Shear Forces

Left End Reaction (tonf)	Load Combo	Right End Reaction (tonf)	Load Combo
0.0621	DS1S26		

VIGAS EJE 4



Ratios por Colores de VIGAS en el Eje 4

Steel Stress Check Information (AISC 360-10)

Story: Story1 Analysis Section: C 100x160
 Beam: B42 Design Section: C 100x160

COMBO ID	STATION LOC	MOMENT RATIO	INTERACTION =	CHECK AXL +	MAJ +	MIN	MAJ-SHR RATIO	MIN-SHR RATIO
Envolvente	1.4000	0.039 (T)	=	2.3E-05 +	0.039 +	2.4E-05	8.6E-05	0.000
Envolvente	1.4000	0.038 (T)	=	2.5E-05 +	0.038 +	4.3E-05	4.5E-04	5.3E-06
Envolvente	1.6000	0.036 (T)	=	2.5E-05 +	0.036 +	3.8E-05	0.001	5.3E-06
Envolvente	1.6000	0.033 (T)	=	3.1E-05 +	0.033 +	4.0E-05	0.001	0.000
Envolvente	1.8000	0.030 (T)	=	3.1E-05 +	0.030 +	4.4E-05	0.001	0.000
Envolvente	1.8000	0.024 (T)	=	3.6E-05 +	0.024 +	5.1E-05	0.002	6.8E-06
Envolvente	2.0000	0.019 (T)	=	3.6E-05 +	0.019 +	4.9E-05	0.002	6.8E-06
Envolvente	2.0000	0.011 (T)	=	4.3E-05 +	0.011 +	8.5E-05	0.002	1.2E-05
Envolvente	2.2000	0.005 (T)	=	4.3E-05 +	0.005 +	9.7E-05	0.002	1.2E-05
Envolvente	2.2000	0.009 (C)	=	7.1E-05 +	0.008 +	1.2E-04	0.002	1.5E-05
Envolvente	2.3500	0.013 (C)	=	7.1E-05 +	0.013 +	5.6E-05	0.002	1.5E-05
Envolvente	2.3500	0.027 (C)	=	1.6E-04 +	0.027 +	1.1E-04	0.003	4.2E-05
Envolvente	2.5000	0.034 (C)	=	1.6E-04 +	0.034 +	3.5E-04	0.003	4.2E-05
Envolvente	2.5000	0.052 (C)	=	4.1E-04 +	0.051 +	1.5E-04	0.003	4.1E-05
Envolvente	2.6500	0.059 (C)	=	4.1E-04 +	0.059 +	3.0E-04	0.003	4.1E-05

Overwrites Details
 Strength
 Deflection
 OK Cancel

Ratios por Combinaciones de la VIGA más esforzada en el Eje 4

ETABS 2016 Steel Frame Design

AISC 360-10 Steel Section Check (Strength Summary)

Element Details

Level	Element	Unique Name	Location (m)	Combo	Element Type	Section	Classification
Story1	B42	331	2.65	Envolvente	Special Moment Frame	C 100x160	Non-Compact

LLRF and Demand/Capacity Ratio

L (m)	LLRF	Stress Ratio Limit
2.65000	1	0.95

Analysis and Design Parameters

Provision	Analysis	2nd Order	Reduction
LRFD	Direct Analysis	General 2nd Order	Tau-b Fixed

Stiffness Reduction Factors

$\alpha P_r / P_y$	$\alpha P_r / P_e$	T_b	EA factor	EI factor
3.802E-04	3.57E-04	1	0.8	0.8

Seismic Parameters

Ignore Seismic Code?	Ignore Special EQ Load?	Plug Welded?	SDC	I	Rho	S _{DB}	R	Q _o	C _s
Yes	No	Yes	D	1	1	0.5	8	3	5.5

Design Code Parameters

Φ_b	Φ_c	Φ_{TY}	Φ_{TF}	Φ_v	Φ_{V-RI}	Φ_{VT}
0.9	0.9	0.9	0.75	0.9	1	1

Section Properties

A (m ²)	J (m ⁴)	I ₃₃ (m ⁴)	I ₂₂ (m ⁴)	A _{v3} (m ²)	A _{v2} (m ²)
0.0003	0	4.302E-07	2.99E-08	0.0001	0.0002

Design Properties

S ₃₃ (m ³)	S ₂₂ (m ³)	Z ₃₃ (m ³)	Z ₂₂ (m ³)	r ₃₃ (m)	r ₂₂ (m)	C _w (m ⁶)
0.000008	0.000001	0.00001	0.000002	0.03968	0.01046	0

Material Properties

E (tonf/m ²)	f _y (tonf/m ²)	R _y	α
20389019.16	23201.3	1	NA

Stress Check forces and Moments

Location (m)	P _u (tonf)	M _{u33} (tonf-m)	M _{u22} (tonf-m)	V _{u2} (tonf)	V _{u3} (tonf)	T _u (tonf-m)
2.65	-0.0024	-0.0079	5.693E-06	0.007	-0.0001	0

e

Axial Force & Biaxial Moment Design Factors (H1-1b)

	L Factor	K ₁	K ₂	B ₁	B ₂	C _m
Major Bending	1.351	1	1	1	1	1
Minor Bending	0.226	1	1	1	1	1

Parameters for Lateral Torsion Buckling

L _{ltb}	K _{ltb}	C _o
0.226	1	1.356

Demand/Capacity (D/C) Ratio Eqn.(H1-1b)

D/C Ratio =	$(P_r / 2P_c) + (M_{r33} / M_{c33}) + (M_{r22} / M_{c22})$
0.059 =	4.103E-04 + 0.059 + 2.956E-04

Axial Force and Capacities

P _u Force (tonf)	ϕP _{nc} Capacity (tonf)	ϕP _m Capacity (tonf)
0.0024	2.9378	5.7064

Moments and Capacities

	M _u Moment (tonf-m)	ϕM _n (tonf-m)	ϕM _n No LTB (tonf-m)	ϕM _n Cb=1 (tonf-m)
Major Bending	0.0079	0.1343	0.1343	0.1999
Minor Bending	5.693E-06	0.0193		

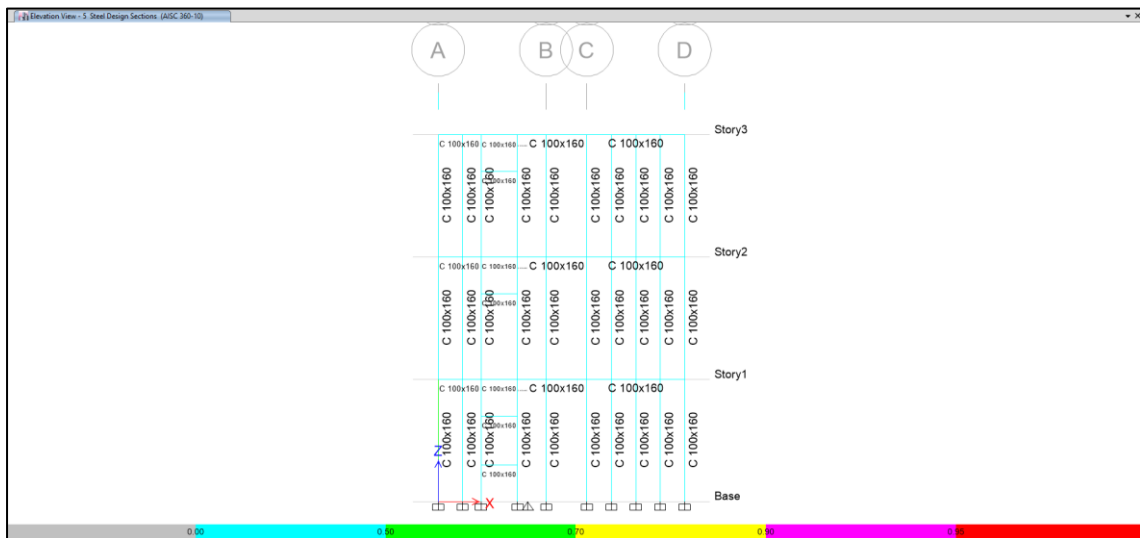
Shear Design

	V _u Force (tonf)	ϕV _n Capacity (tonf)	Stress Ratio
Major Shear	0.007	2.0848	0.003
Minor Shear	0.0001	1.4032	4.051E-05

End Reaction Major Shear Forces

Left End Reaction (tonf)	Load Combo	Right End Reaction (tonf)	Load Combo
0.008	DSIS26	0.007	DSIS26

VIGAS EJE 5



Ratios por Colores de VIGAS en el Eje 5

Steel Stress Check Information (AISC 360-10)

Story: Story1 Analysis Section: C 100x160
 Beam: B3 Design Section: C 100x160

COMBO ID	STATION LOC	MOMENT RATIO	INTERACTION =	CHECK AXL +	MAJ B-MAJ +	MIN B-MIN	MAJ SHR RATIO	MIN SHR RATIO
DSt1S8	0.0000	0.010 (C)	=	2.0E-04 +	0.010 +	9.5E-05	0.001	1.8E-05
DSt1S8	0.1000	0.009 (C)	=	2.0E-04 +	0.009 +	3.6E-05	0.001	1.8E-05
DSt1S8	0.1000	0.002 (T)	=	8.2E-06 +	0.002 +	1.1E-04	1.9E-05	0.000
DSt1S8	0.1250	0.002 (T)	=	8.2E-06 +	0.002 +	1.1E-04	2.9E-05	0.000
DSt1S8	0.1250	0.001 (T)	=	3.1E-05 +	0.001 +	1.5E-04	5.4E-05	0.000
DSt1S8	0.1500	0.001 (T)	=	3.1E-05 +	0.001 +	1.5E-04	6.5E-05	0.000
DSt1S8	0.1500	0.003 (T)	=	1.1E-04 +	0.003 +	1.2E-05	5.0E-04	1.3E-05
DSt1S8	0.2500	0.004 (T)	=	1.1E-04 +	0.003 +	8.6E-05	0.001	1.3E-05
DSt1S8	0.2500	0.007 (C)	=	5.0E-06 +	0.007 +	2.3E-05	5.3E-05	0.000
DSt1S8	0.2750	0.007 (C)	=	5.0E-06 +	0.007 +	1.7E-05	6.3E-05	0.000
DSt1S8	0.2750	0.008 (T)	=	0.000 +	0.008 +	1.1E-05	3.1E-05	0.000
DSt1S8	0.3000	0.008 (T)	=	0.000 +	0.008 +	1.2E-05	4.1E-05	0.000
DSt1S8	0.3000	0.012 (C)	=	0.000 +	0.012 +	2.2E-05	0.001	0.000
DSt1S8	0.4500	0.014 (C)	=	0.000 +	0.014 +	1.2E-05	0.001	0.000
DSt1S8	0.4500	0.044 (C)	=	1.1E-04 +	0.043 +	1.6E-04	0.009	2.8E-05

Strength Deflection

Overwrites Details OK Cancel

Ratios por Combinaciones de la VIGA más esforzada en el Eje 5

ETABS 2016 Steel Frame Design

AISC 360-10 Steel Section Check (Strength Summary)

Element Details

Level	Element	Unique Name	Location (m)	Combo	Element Type	Section	Classification
Story1	B3	236	0.45	DStIS8	Special Moment Frame	C 100x160	Non-Compact

LLRF and Demand/Capacity Ratio

L (m)	LLRF	Stress Ratio Limit
1.45000	1	0.95

Analysis and Design Parameters

Provision	Analysis	2nd Order	Reduction
LRFD	Direct Analysis	General 2nd Order	Tau-b Fixed

Stiffness Reduction Factors

$\alpha P_r / P_y$	$\alpha P_r / P_e$	T_b	EA factor	EI factor
1.188E-04	3.758E-05	1	0.8	0.8

Seismic Parameters

Ignore Seismic Code?	Ignore Special EQ Load?	Plug Welded?	SDC	I	Rho	S_{DB}	R	Ω_0	C_d
Yes	No	Yes	D	1	1	0.5	8	3	5.5

Design Code Parameters

Φ_b	Φ_c	Φ_{TY}	Φ_{TF}	Φ_V	Φ_{V-RI}	Φ_{VT}
0.9	0.9	0.9	0.75	0.9	1	1

Section Properties

A (m ²)	J (m ⁴)	I_{33} (m ⁴)	I_{22} (m ⁴)	A_{v3} (m ²)	A_{v2} (m ²)
0.0003	0	4.302E-07	2.99E-08	0.0001	0.0002

Design Properties

S_{33} (m ³)	S_{22} (m ³)	Z_{33} (m ³)	Z_{22} (m ³)	r_{33} (m)	r_{22} (m)	C_w (m ⁶)
0.000008	0.000001	0.00001	0.000002	0.03968	0.01046	0

Material Properties

E (tonf/m ²)	f_y (tonf/m ²)	R_y	α
20389019.16	23201.3	1	NA

Stress Check forces and Moments

Location (m)	P_u (tonf)	M_{u33} (tonf-m)	M_{u22} (tonf-m)	V_{u2} (tonf)	V_{u3} (tonf)	T_u (tonf-m)
0.45	-0.0008	-0.0058	-3.09E-06	-0.0183	-3.916E-05	-6.202E-07

Axial Force & Biaxial Moment Design Factors (H1-1b)

	L Factor	K ₁	K ₂	B ₁	B ₂	C _m
Major Bending	0.654	1	1	1	1	1
Minor Bending	0.378	1	1	1	1	1

Parameters for Lateral Torsion Buckling

L _{lto}	K _{lto}	C _b
0.378	1	2.205

Demand/Capacity (D/C) Ratio Eqn.(H1-1b)

D/C Ratio =	$(P_u / 2P_c) + (M_{r33} / M_{c33}) + (M_{r22} / M_{c22})$
0.044 =	1.108E-04 + 0.043 + 1.604E-04

Axial Force and Capacities

P _u Force (tonf)	ϕP _{nc} Capacity (tonf)	ϕP _{nt} Capacity (tonf)
0.0008	3.3993	5.7064

Moments and Capacities

	M _u Moment (tonf-m)	ϕM _n (tonf-m)	ϕM _n No LTB (tonf-m)	ϕM _n Cb=1 (tonf-m)
Major Bending	0.0058	0.1343	0.1343	0.2044
Minor Bending	3.09E-06	0.0193		

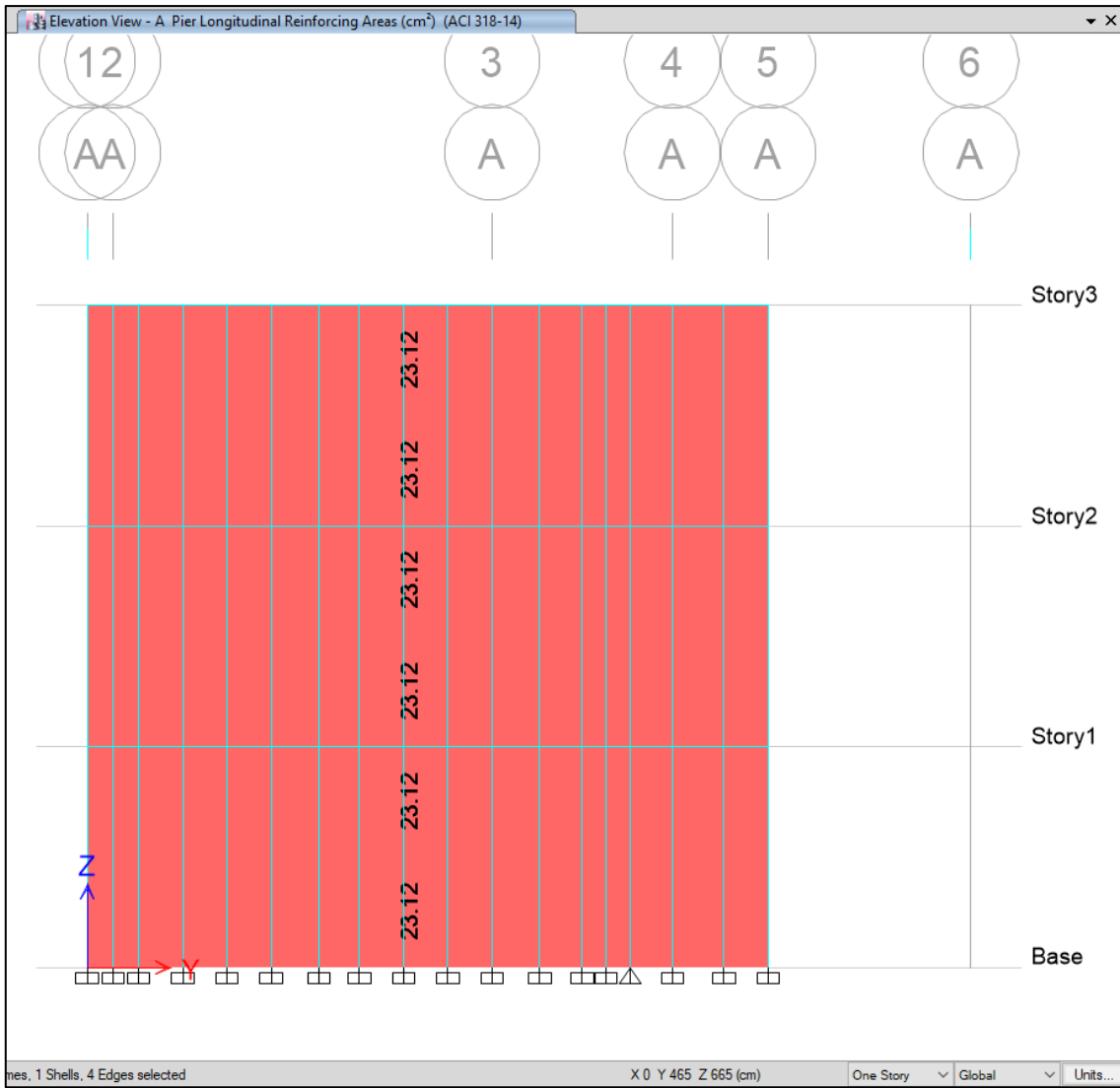
Shear Design

	V _u Force (tonf)	ϕV _n Capacity (tonf)	Stress Ratio
Major Shear	0.0183	2.0848	0.009
Minor Shear	3.916E-05	1.4032	2.791E-05

End Reaction Major Shear Forces

Left End Reaction (tonf)	Load Combo	Right End Reaction (tonf)	Load Combo
0.0013	DSIS26	0.0234	DSIS26

MUROS



ETABS 2016 Shear Wall Design

ACI 318-14 Pier Design

Pier Details

Story ID	Pier ID	Centroid X (cm)	Centroid Y (cm)	Length (cm)	Thickness (cm)	LLRF
Story1	P1	0	482.5	925	10	0.779

Material Properties

E_c (tonf/cm ²)	f'_c (tonf/cm ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f_y (tonf/cm ²)	f_{ys} (tonf/cm ²)
208,369	0.171	1	4.2	4.2

Design Code Parameters

Φ_T	Φ_c	Φ_v	Φ_v (Seismic)	IP_{MAX}	IP_{MIN}	P_{MAX}
0.9	0.7	0.75	0.85	0.04	0.0025	0.8

Pier Leg Location, Length and Thickness

Station Location	ID	Left X ₁ cm	Left Y ₁ cm	Right X ₂ cm	Right Y ₂ cm	Length cm	Thickness cm
Top	Leg 1	0	0	0	925	925	10
Bottom	Leg 1	0	0	0	925	925	10

Flexural Design for P_u , M_{u2} and M_{u3}

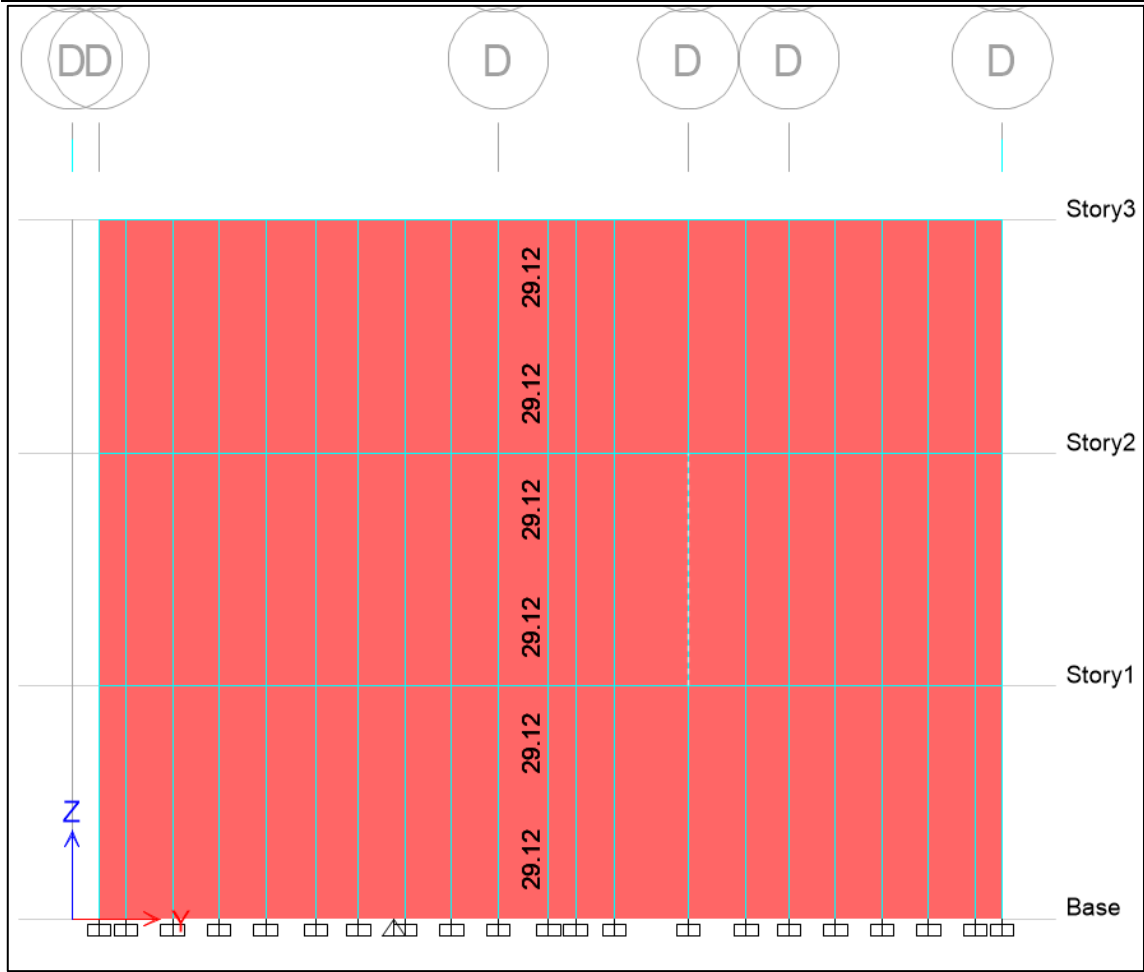
Station Location	Required Rebar Area (cm ²)	Required Reinf Ratio	Current Reinf Ratio	Flexural Combo	P_u tonf	M_{u2} tonf-cm	M_{u3} tonf-cm	Pier A_g cm ²
Top	23.12	0.0025	0.0027	Comb5	49.446	-104.849	-2025.323	9250
Bottom	23.12	0.0025	0.0027	Comb5	59.7223	29.925	-3327.988	9250

Shear Design

Station Location	ID	Rebar cm ² /cm	Shear Combo	P_u tonf	M_u tonf-cm	V_u tonf	ΦV_c tonf	ΦV_n tonf
Top	Leg 1	0.025	Comb5	42.7156	1828.382	9.2288	69.9118	128.1868
Bottom	Leg 1	0.025	Comb5	50.4933	3450.514	9.2802	71.0784	129.3534

Boundary Element Check (ACI 21.9.6.3, 21.9.6.4)

Station Location	ID	Edge Length (cm)	Governing Combo	P_u tonf	M_u tonf-cm	Stress Comp tonf/cm ²	Stress Limit tonf/cm ²	C Depth cm	C Limit cm
Top-Left	Leg 1	Not Required	Comb4	55.7188	-1499.343	0.007	0.034	109.285	205.556
Top-Right	Leg 1	Not Required	Comb4	55.7188	1302.402	0.007	0.034	109.285	205.556
Bottom-Left	Leg 1	Not Required	Comb4	70.8774	-3213.875	0.01	0.034	120.997	205.556
Bottom-Right	Leg 1	Not Required	Comb4	70.8774	3336.401	0.01	0.034	120.997	205.556



Muro en el Eje D

ETABS 2016 Shear Wall Design

ACI 318-14 Pier Design

Pier Details

Story ID	Pier ID	Centroid X (cm)	Centroid Y (cm)	Length (cm)	Thickness (cm)	LLRF
Story1	P9	605	617.5	1165	10	0.834

Material Properties

E_c (tonf/cm ²)	f'_c (tonf/cm ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f_y (tonf/cm ²)	f_{ys} (tonf/cm ²)
208.369	0.171	1	4.2	4.2

Design Code Parameters

Φ_T	Φ_c	Φ_v	Φ_v (Seismic)	IP_{MAX}	IP_{MIN}	P_{MAX}
0.9	0.7	0.75	0.85	0.04	0.0025	0.8

Pier Leg Location, Length and Thickness

Station Location	ID	Left X ₁ cm	Left Y ₁ cm	Right X ₂ cm	Right Y ₂ cm	Length cm	Thickness cm
Top	Leg 1	605	35	605	1200	1165	10
Bottom	Leg 1	605	35	605	1200	1165	10

Flexural Design for P_u , M_{u2} and M_{u3}

Station Location	Required Rebar Area (cm ²)	Required Reinf Ratio	Current Reinf Ratio	Flexural Combo	P_u tonf	M_{u2} tonf-cm	M_{u3} tonf-cm	Pier A_p cm ²
Top	29.12	0.0025	0.0027	Comb5	46.229	48.723	-2130.014	11650
Bottom	29.12	0.0025	0.0027	Comb5	58.1354	-13.418	-3740.601	11650

Shear Design

Station Location	ID	Rebar cm ² /cm	Shear Combo	P_u tonf	M_u tonf-cm	V_u tonf	ΦV_c tonf	ΦV_n tonf
Top	Leg 1	0.025	Comb5	42.4464	1369.115	8.8389	86.3482	159.7432
Bottom	Leg 1	0.025	Comb5	52.2986	2987.819	8.8828	87.8261	161.2211

Boundary Element Check (ACI 21.9.6.3, 21.9.6.4)

Station Location	ID	Edge Length (cm)	Governing Combo	P_u tonf	M_u tonf-cm	Stress Comp tonf/cm ²	Stress Limit tonf/cm ²	C Depth cm	C Limit cm
Top-Left	Leg 1	Not Required	Comb4	58.5201	-97.058	0.005	0.034	128.994	258.889
Top-Right	Leg 1	Not Required	Comb4	58.5201	-97.058	0.005	0.034	128.994	258.889
Bottom-Left	Leg 1	Not Required	Comb4	80.5749	531.949	0.007	0.034	145.941	258.889
Bottom-Right	Leg 1	Not Required	Comb4	80.5749	531.949	0.007	0.034	145.941	258.889

CAPÍTULO V

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS DISTINTOS TIPOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

5.1 GENERALIDADES

Mejorar la calidad de la infraestructura que se construyen, es unas de las principales tarea que tiene el estado y las empresas constructoras. Es por eso que cada día se pueden encontrar diferentes tipos de sistemas constructivos con nuevas tecnologías, a fin de lograr una buena construcción de calidad en la vivienda a un costo razonable, resistente, en un menor tiempo, y sobre todo soportar las fuerzas de nuestra naturaleza

Para tener una idea acerca de los distintos tipos de sistemas constructivos, se realizó un estudio comparativo, usando diferentes materiales innovadores. Se mostrará el sistema constructivo en sí y un análisis de precios unitarios por metro cuadrado, con el fin de mostrar las diferencias entre un sistema y otro.

5.2 CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

En la actualidad la industria de la construcción ha marcado como base fundamental en el momento de proyectar una obra arquitectónica la estructura como centro de cualquier sistema constructivo a implementar. Por lo tanto se llega a considerar como la base necesaria de donde se desprenden puntos fundamentales como, las instalaciones, el cubrimiento, los acabados y el mobiliario. En base a esto se establece el modelo de sistemas que se adecuen a las necesidades requeridas, a partir de estos modelos se permite clasificar los sistemas constructivos en: el funcionamiento estructural y el tipo de construcción.

5.2.1 CLASIFICACIÓN SEGÚN EL TIPO ESTRUCTURAL

Según el tipo estructural los sistemas se clasifican en:

5.2.2 SISTEMAS APORTICADO

Es un sistema cuyos elementos estructurales consisten en vigas y columnas conectadas a través de nudos, formando pórticos resistentes en dos direcciones, vertical (columnas), horizontales (vigas), donde la mampostería es independiente de este.



5.3 SISTEMA DE MUROS ESTRUCTURALES EN CONCRETO

Es un sistema que consiste básicamente en la conformación de formaletas ensambladas monóticamente en un espacio determinado, generando un conjunto estructural en muros, quedando sólidamente enlazados formando una sola unidad de concreto, con una estructura total tipo cajón, más estable, rígida y eficiente.

5.4 CLASIFICACIÓN SEGÚN EL TIPO CONSTRUCTIVO

5.4.1 SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL

Se consideran sistemas constructivos tradicionales a aquellos que tienen un grado de industrialización bajo, teniendo como factor fundamental la mano de obra, los muros en mampostería simple en ladrillo y la construcción de pórticos (vigas y columnas)



5.5 SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN CON MERFILES DE ACERO LIVIANOS Y CONCRETO CELULAR.

Es un sistema que estructuralmente funciona a partir de muros de carga, con Hormigón Celular y perfiles Livianos, fundidos en el sitio de obra, a base de encofrados de [aluminio](#) altamente versátil y adaptable (formaleta), el cual permite la construcción de muros de forma simultánea, creando así un sistema monolítico. Esta forma de construir es mucho más eficiente que la de los sistemas tradicionales y conlleva una serie de ventajas que permiten construcciones rápidas y seguras, con mayor [calidad](#) y menor costo. En este tipo de construcción predominan los

equipos industriales ante la mano de obra, el tiempo se regulariza y se provee más eficiencia a la hora de trabajarlo.

35 IMAGEN DE EDIFICIO CON EL SISTEMA LGS Y CLC



5.6 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS EXPUESTOS

Con base a lo referido frente a los dos sistemas mencionados en el artículo, se puede entender que a nivel espacial, de diseño y flexibilidad el sistema tradicional es objetivamente más contundente frente al sistema de muros vaciados, ya que al concebirse los materiales de carga (estructura) y su mampostería de manera individual, logra la interacción en sí misma como un núcleo, el cual puede aun siendo parte de un todo desplegarse y modificarse de acuerdo a las necesidades que se establecen según el criterio del diseñador o dueño del proyecto compuesto por este sistema; en términos generales se logra el objetivo de ganar flexibilidad espacial, donde los módulos terminan jugando entre sí, donde su estructura puede perpetuarse y mantenerse como un esqueleto sobre el cual se puede estipular o

proyectar de cualquier manera un espacio, por ende resulta a fin de cuentas siendo más provechoso que el sistema de Hormigón celular y Perfiles livianos en cuanto a términos arquitectónicos y de diseño; sin embargo este nuevo sistema puede llegar a tener grandes beneficios en cuanto a su manejo en el momento de plantearse la mano de obra y el costo directo en la construcción, en cuanto a manejabilidad y flexibilidad de su uso a la hora del proceso de creación de los espacios termina siendo más provechoso y rentable, mas no se debe dejar a un lado y aclarar que este sistema puede llegar a ser de contraparte si no se utiliza con el equipo adecuado y el personal calificado; antes de iniciar una obra en construcción se debe plantear un sistema de manejo de tiempos y establecer el momento de su instalación y vaceado, ya que el ideal de este sistema y uno de sus beneficios es generar eficiencia y menos gasto de mano de obra, por tanto reducir costos financieros, este sistema logra ser más rentable y beneficioso en el proceso de construcción de un edificio ya que como se dijo anteriormente consume menos tiempo y energía en cuanto al personal requerido, es un sistema donde se trabaja entrelazado con el resto de materiales requeridos en el espacio como son las instalaciones eléctricas e hidro-sanitarias, siendo así aún más rentable ya que no se debe esperar a la instalación de su mampostería, ni requiere doble trabajo para su implantación a diferencia del sistema tradicional donde su construcción húmeda resulta ser más pesada, lenta, por consiguiente termina siendo más costosa.

A nivel estructural los dos sistemas presentan un gran beneficio ya que funcionan de modo adecuado en cuanto a las especificaciones de la norma técnica sismo resistente cumpliendo con lo requerido y sin insuficiencia ante ella. La construcción de edificaciones con muros vaciados presenta una estructura con cargas soportantes de buen funcionamiento ya que estos se prevén

constructivamente de manera monolítica funcionando cada muro de carga como un amarre y obteniendo el comportamiento en un solo elemento estructural (Placas), siendo el edificio completamente una sola estructura que envuelve cada pieza que

lo conforma, de manera horizontal y vertical, donde la importancia de su buen funcionamiento no es solamente el amarre vertical con sus muros sino también tener en cuenta el sistema de vigas que resuelven su estructura a nivel horizontal, entrelazando el funcionamiento de cargas de manera equilibrada y permanente. En cuanto al sistema tradicional presenta grandes soportantes de cargas de manera paulatina y precisa en sus espacios ya que este sistema funciona de modo aporticado, donde trabajan con soporte de carga vertical sobre columnas y horizontalmente sobre vigas que la amarran, como desventaja se tiene en sí que la luz entre los espacios del edificio no debe pasar de los 10 m ya que su sistema de cargas no alcanzaría a apoyarlas en una magnitud tan amplia en el espacio.

En base a esto se puede decir que frente a un proyecto arquitectónico estos dos sistemas terminan por ser una elección de acuerdo a lo que se desee plantear, donde se debe generar un análisis profundo de la demanda requerida por el edificio y su proceso en obra, ya que en los dos sistemas presentan grandes beneficios, sin embargo todo está en base a el lugar, lo que se quiere hacer, la flexibilidad en cuanto a espacios que se espere, su manejo estructural y su diseño arquitectónico. Más adelante se puede encontrar en el cuadro de análisis comparativo entre los dos sistemas sus diferencias, beneficios y desventajas, anexando a ellas las fotografías de cada uno para familiarizar estos dos sistemas y su modo de implementación.

5.7 ANÁLISIS COMPARATIVO DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

SISTEMA TRADICIONAL APORTICADO

- Este tiene la ventaja de permitir ejecutar todas las modificaciones que se requieran al interior, y que los muros, y que en los muros al no soportar cargas tienen la posibilidad de moverse
- La implementación del aislamiento más el ruido de un espacio a otro.
- Proceso de construcción relativamente simple y del que se tiene mucha experiencia por utilizar muros de ladrillos y estos ser huecos y tener una especie de cámara de aire, el calor que trasmite es mucho menor

-
- En cuanto a la seguridad los sistemas cumplen con la norma sismo resistente

5.8 VENTAJAS Y BENEFICIOS DEL SISTEMA DE PERFILES DE ACERO LIVIANOS Y CONCRETO CELULAR

Primera calidad y robusta sensación de concreto y buscar Bajo costo de compra
Construcción durable que contendrá el valor monetario

- Excelente aislamiento de sonido para una mayor calidad de vida eficiencia energética, construcción a prueba de fuego
- Costos extremadamente bajos de mantenimiento
- Gastos generales de personal se reduce a medida que aumenta la producción
- Bajos costes de transporte y cadena de suministro fácil
- Los costos de financiamiento son más bajos por períodos más cortos
- Alquiler de material de instalaciones temporales son más bajos por los costos menores de la cimentación
- Mayor control en la fábrica produce el material y la mano de obra más bajos de residuos
- Menos reparaciones/ correcciones después de obra
- Edificios durables, con acabados de hormigón y con ocupantes satisfechos y seguros
- Construcción de alta velocidad para garantizar la entrega de obras a tiempo
- Bajo consumo de energía en el uso durante la vida útil de la vivienda y para sus ocupantes.
- Bajos costes de transporte : Utiliza los productos a granel de origen local
- Calidad, el empleo a largo plazo para el personal capacitado
- Métodos de construcción sostenibles
- Extremadamente bajo impacto ambiental
- El aire incorporado en el PINNACLE CLC ofrece muy alta resistencia al fuego.

- Muy bajo conductor de calor 1000 kg / m³ de densidad de una pared con un grosor de 5 cm tiene una resistencia al fuego de 2 horas.
- Cero daños en caso de inundaciones
- No favorece el desarrollo del moho
- Como hay menos de 5 % de humedad en el concreto no hay ninguna fuente de alimentación ecológica.
- No hay riesgos de las termitas
- Gran reducción del impacto y de sonido en el aire las ondas , con hormigón celular.

Resistencia al ruidos

VALOR	Junta CLC	Panel de cemento	Junta MgO	Junta Gypsum
Absorcion de sonido	Superior	Bueno	Bueno	Pobre
Sonido de impacto	Superior	Pobre	Pobre	Bueno

- Sin efecto " Sonido hueco"
- Las paredes sólidas dan al ocupante sensación de seguridad en la paz
- Sensación de calidad y duración

Durabilidad y mantenimiento

A diferencia de los sistemas convencional es extremadamente difícil de dañar las paredes de CLC

5.9 ANÁLISIS DE COSTOS

PRESUPUESTO DEL SISTEMAS DE ALBAÑILERÍA

Presupuesto							
Presupuesto	0102004	CONSTRUCCION DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR				Costo	10/11/2016
Cliente	-----						
Lugar	LURIN						
Sistema	ALBANILERIA CONFINADA						
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.		
01	VIVIENDA						
0101	TRABAJOS PRELIMINARES						657.60
010101	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	120.22	2.51	301.75		
010102	TRAZO Y REPLANTEO CON EQUIPO	km	120.22	2.96	355.85		
0102	MOVIMIENTO DE TIERRAS						5,010.33
010201	EXCAVACION VIGA DE CIMENTACION H=0.50 M	m3	35.11	34.32	1204.98		
010201	EXCAVACION PARA PLATEA DE CIMENTACION	m3	2169	45.05	977.13		
010202	RELLENO CON MATERIAL PROPIO.	m3	6.18	15.02	92.82		
010203	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION/ TERRENO NATURAL/ CON	m3	120.22	8.93	1073.56		
010203	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DIS. APROX. 30M (USANDO	m3	99.63	16.68	1661.83		
0103	CONCRETO SIMPLE						7,220.41
010303	CONCRETO C.H 1:10 E = 4" - SOLADO PARA LOSA ARMADA (PISO)	m3	92.17	35.64	3284.94		
010304	CONCRETO f'c=210 kg/cm2 SOBRE CIMENTOS	m3	4.52	268.20	1212.26		
010305	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA SOBRECIMIENTO	m2	36.16	75.31	2723.21		
0104	CONCRETO ARMADO						
010401	VIGA DE CIMENTACION						12,070.10
01040101	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	3.86	550.13	2123.50		
01040102	ACERO FY=4200KG/CM 2	kg	1436.19	6.05	8688.95		
01040103	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CON FORMALETAS	m2	25.32	49.67	1257.64		
010401	LOSA DE CIMENTACION						15,440.98
01040101	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	18.57	550.13	10215.91		
01040102	ACERO FY=4200KG/CM 2	kg	728.24	6.05	4405.85		
01040103	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CON FORMALETAS	m2	16.46	49.77	819.21		
010401	COLUMNA						6,834.52
01040101	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	0.84	550.13	462.11		
01040102	ACERO FY=4200KG/CM 2	kg	364.49	6.05	2205.16		
01040103	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CON FORMALETAS	m2	83.73	49.77	4167.24		
010401	VIGA						9,563.22
01040101	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	5.49	550.13	3020.21		
01040102	ACERO FY=4200KG/CM 2	kg	780.40	6.05	4721.42		
01040103	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CON FORMALETAS	m2	36.60	49.77	1821.58		
010401	LOSA ARMADA						16,458.88
01040101	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	13.93	550.13	7663.31		
01040102	ACERO FY=4200KG/CM 2	kg	728.24	6.05	4405.85		
01040103	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CON FORMALETAS	m2	88.20	49.77	4389.71		
010402	MURO DE LADRILLO KING KONG						15,106.46
01040201	MURO DE LADRILLO KING KONG	m2	209.55	72.09	15106.46		
	COSTO DIRECTO						88,362.49

PRESUPUESTO DEL SISTEMAS DE LGS/CLC

Presupuesto								
Presupuesto	0102004	CONSTRUCCION DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR					Costo	10/11/2017
Cliente	-----							
Lugar	LURIN							
Sistema	LGS/CLC							
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.			
01	VIVIENDA							
0101	TRABAJOS PRELIMINARES				419.82			
010101	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	76.75	2.51	192.64			
010102	TRAZO Y REPLANTEO CON EQUIPO	m2	76.75	2.96	227.18			
0102	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,343.11			
0102.01	EXCAVACION VIGA DE CIMENTACION H=0.50 M	m3	6.57	34.32	225.48			
0102.01	EXCAVACION PARA PLATEA DE CIMENTACION	m3	13.05	45.05	587.90			
0102.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO.	m3	0.00	15.02	0.00			
0102.03	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION/ TERRENO NATURAL/ CON	m3	15.35	8.93	137.08			
0102.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DIS. APROX. 30M (USANDO	m3	23.54	16.68	392.65			
0103	CONCRETO SIMPLE				2,735.37			
0103.03	CONCRETO C.H 1:10 E = 4" - SOLADO PARA LOSA ARMADA (PISO)	m3	76.75	35.64	2,735.37			
0104	CONCRETO ARMADO							
0104.01	VIGA DE CIMENTACION				9,191.08			
0104.0101	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	6.57	550.13	3,614.35			
0104.0102	ACERO FY=4200KG/CM2	kg	562.26	6.05	3,401.67			
0104.0103	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CON FORMALETAS	m2	43.79	49.67	2,175.05			
0104.01	PLATEA DE CIMENTACION				13,146.47			
0104.0101	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	15.35	550.13	8,444.50			
0104.0102	ACERO FY=4200KG/CM2	kg	650.91	6.05	3,938.01			
0104.0103	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CON FORMALETAS	m2	15.35	49.77	763.97			
0104.02	MUROS ESTRUCTURAL DE HORMIGON CELULAR				10,228.28			
0104.0201	HORMIGON CELULAR	m3	76.75	9100	6,984.51			
0104.0202	PERFILES ASTM A-36	kg	80.59	40.25	3,243.77			
0104.02	COBERTURA DE HORMIGO CELULAR				22,162.26			
0104.0201	HORMIGON CELULAR	m3	76.75	9100	6,984.51			
0104.0202	PERFILES ASTM A-36	kg	80.59	40.25	3,243.77			
0104.0205	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CON FORMALETAS	m2	4.83	49.77	240.39			
0104.0205	PLACA COLABORANTE	m2	76.75	107.71	8,266.74			
0104.0102	PERFILES DE ACERO KG/CM2	kg	566.42	6.05	3,426.84			
	COSTO DIRECTO						59,226.39	

CONCLUSIONES

La presente tesis tuvo como Objetivo diseñar una estructura compuesta en un nuevo sistema constructivo de Perfiles de Acero liviano en la en el distrito de Lurín, aquí se ha demostrado cómo ello puede ser llevado a cabo con el deseo de innovar en la construcción y dar respuesta a las necesidades de nuestro país.

- La estructura está cumpliendo con las distorsiones máximas permisibles por la norma del RNE E-030 ($D_{max}=0.005$, consideraremos el límite para albañilería)
- Se utilizaron los parámetros de suelo del estudio de suelos, siendo los siguientes valores $D_f=1.20m$, capacidad portante $1.05kg/m^2$, Tipo de Suelo S2.
- Se verificó que los perfiles utilizados para las columnas cumplen con la resistencia hasta el 3º piso sin ningún sobre esfuerzo.
- La platea de cimentación de $0.10m$ cumple con las exigencias, asumiendo la capacidad portante de $1.05 kg/m^2$.
- Las columnas y vigas cumplen con el refuerzo según se muestran en la presente memoria de cálculo y planos (ver anexos).
- Al emplear el tipo de construcción de Perfiles de Acero liviano y Concreto Celular, el costo de la construcción disminuyó en un 33%.
- Los componentes y propiedades del Acero liviano y Concreto Celular, su proceso de constructivo y sus materiales, hacen posible que sea aplicado en el estructura de diseño en el distrito de Lurín.
- Ello se justifica al conocer los componentes y propiedades del Acero liviano y Concreto Celular su proceso de elaboración, cuyos materiales son óptimos y posibles de ser utilizados en esta zona, además el concreto celular son comercializados y ellos pueden ser transportados a la misma obra.

- Cada uno de los estudios de métodos y alternativas de construcción, diferentes a las conocidas tradicionalmente, debe impulsar el desarrollo de una nueva etapa en la construcción del país, permitiendo así, incorporar y adaptar.

RECOMENDACIONES

- Es fundamental recalcar de acuerdo con lo establecido a lo largo del proyecto, todavía existen limitantes para el desarrollo de innovaciones en el sector de la construcción como por ejemplo nuevos materiales que mejoren la eficiencia de los sistemas constructivos.
- Para hacer posible la producción del sistema de Perfiles de Acero liviano y Concreto Celular, es necesaria contar con los equipos indicados como son la máquina generadora de espuma la perfiladora sistematizada y otros.
- Se recomienda aplicar este sistema en suelos de baja capacidad portante ya que tiene las virtudes ya mencionadas como es un sistema liviano.
- Se recomienda realizar estudio que muestre la aplicación en diferentes zonas de nuestro territorio peruano.

BIBLIOGRAFÍA

- Fundamentos de la Mecánica de suelos. Juárez Badillo – Rico Rodríguez México 2011.
- Fundamentos de Ingeniería geotécnica Braja M Das cuarta edición México 2015
- Tecnología del concreto Enrique Rivva López-ACI- Perú 2009
- Concreto celular – Jorge Luis Cedeña Ramírez Perú 2016
- Instituto de Normalización de Ecuador INEN AF- 2009
- [Attp://www.neopor.com](http://www.neopor.com)
- www.westernform.com
- Neopor celular lightweighti (CLC) concreto celular liviano
- www.ataintcorp.com
- www.pinnacle.LGS.com (Perfiles Liviano)
- EUROPEAN STANDARD NORME EUROPEENNE EUROPAISCHE
- NORMA TECNIA DE EDIFICACION NTE E.020 Cargas
- NORMA TECNIA DE EDIFICACION NTE E.030 Diseño sismo resistente.
- NORMA TECNIA DE EDIFICACION NTE E.060 Concreto armado.
- Arquinauta.com: Comunidad de Arquitectura. (Junio 26, 2011) [En línea]. [Consultado el 11 de Noviembre 2011]. Disponible en <http://www.arquinauta.com/foros/showthread.php/19001-sistema-constructivo-fibrablock> <http://fibrablock.com/constructivo.pdf>
- AVELLANEDA, Jaume; González, Josep María; Madrazo, Leandro. BAR_CODE HOUSING SYSTEM: la creación de un espacio de investigación interdisciplinar en torno al proyecto de arquitectura.
- BAUTISTA, Luisa; DIAZ, Jorge C; RUIZ, Daniel; SANCHEZ, Adrian. Caracterización de Mezclas de Concreto Utilizadas en Sistemas Industrializados de Construcción de Edificaciones. EN: Revista de Ingeniería de la Universidad

-
- INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION (BRASIL). Norma Brasileña 181. Of65. Bloques huecos de hormigón de cemento.
 - www.todoconstruye.com
 - www.ingenegros.com.ar
 - www.maquinariapro.com
 - Wikipedia Enciclopedia Libre (www.wikipedia.com)
 - SIKA-Ecuador (www.sika.com.ec)
 - Manual de Ingeniería de Steel Framing. Roberto C. G. Dannemann. Universidad de Chile.
 - Introducción al Sistema Constructivo Steel Framing" Arq. Esteban Jáuregui
 - www.steel framing.com.uy
 - www.steel framinguruguay.com
 - Sistema constructivo Steel Frame. Entramado de acero de bajo espesor. Arq. Ana Mireya Fong Chan
 - Análisis PwC: aumentos salariales impulsan costo de construcción. Elespectador.com
 - AYUQUE CC. J. (2017). DISEÑO ESTRUCTURAL.
 - LAVADO T. G. (2004). DISEÑO Y ENSAYO DE CERCHAS.
 - ACI. (2006). NORMAS.
 - ACI. (2010). BLOQUE DE CONCRETO.
 - Ali, Gelim &. (2003). el agua.
 - Arraga, L. &. (2004). concreto celular.
 - Arraga, L. &. (2004). los agregados.
 - Asociación Latinoamericana del Acero, A. (2006). STEEL FRAMING.
 - Asociación Latinoamericana del Acero, Alacero. (2007). STEEL FRAMING.
 - AYUQUE CC. J. (2017). DISEÑO DE MEZCLA.
 - ayuque, j. (2006). CLC. lima.
 - FÓCIL, ADOLFO, ELIZONDO. (febrero, de, 2006). repositorio.itesm.mx/ortec/bitstream/11285/567300/1/DocsTec_4318.pdf.
 - hisWHcos, A. (2000). concreto celular.
 - INEN, N. T. (2010). NTE INEN 2526 (2010) (Spanish): Perfiles especiales abiertos, livianos, pregalvanizados y conformados en frío para uso en estructuras portantes.
 - López, Acosta. (2003). concreto celular.
 - Mario.M.N.IDIEM,(2011). www.umag.cl/biblioteca/tesis/moreno_nunez_2011.

- Moreno, M. (2011).
- PINNACLE. (2010). EQUIPO DE GENERADOR DE ESPUMA.
- Quezada. (2009). concreto.
- R.C. Valore. American Concrete Institute Journal. (2003). Cellular concretes".
- SANHUEZA G. G. (2006). ENSAYO DE CERCHA DE PERFILES DE ACERO.