

# **Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña**

**Facultad de Ciencias y Tecnología**

**Escuela de Ingeniería Civil**

**“Análisis Comparativos entre las Estructuras de Hormigón**

**Armado y Acero Estructural (aporticadas y cubiertas)”**



**Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Civil**

**Sustentado por:**

**Julia Argentina Perozo Cedeño**

**Máximo Antonio Almánzar Luciano**

**Asesor:**

**Francisco Martínez, Msc.**

**Santo Domingo D.N**

**2016**

# DEDICATORIAS

## **A Dios**

Por ser tan fiel y nunca abandonarme en este trayecto de mi vida, por ser un padre de amor, por siempre estar ahí cuando más te necesite, porque nunca soltaste mi mano en este camino, gracias padre celestial porque me proveíste salud, amor y conocimiento, porque me iluminaste con infinita sabiduría, por cubrirme con tu manto para protegerme en cada paso dado, Gracias a ti por hacer conspirar el mundo a mi favor para que todo fuera hecho en tu nombre. La gloria y honra sea para TI.

## **A Mi Padre**

**Ramón Emilio Perozo Rondón**, a ti padre de mi corazón por nunca rendirte y siempre apoyarme en cada locura que quería hacer, porque nunca tuviste un no de respuesta para mí, cuando se trataba de aprender cosas nuevas y diferentes, por siempre estar ahí dándome palabras de aliento, por enseñarme que siempre hay que ser serio en cada paso que se vaya a dar, ser respetuoso con lo demás y responsable con lo que se vaya a ser. Para mí eres el mejor padre del mundo, Te amo.

## **A Mi Madre**

**Alba ludy Cedeño Acosta**, quien es el ser que me dio la vida, porque después de Dios se que eres la persona que más me ama en esta tierra, por ser mi guerrera y enseñarme que la vida no es fácil pero si le ponemos de nuestra parte es más llevadera. De ti aprendí que un no, no es una respuesta y siempre hay que ir por el sí, que si caigo una vez pues me levanto otra vez más,

Gracias madre por cada sacrificio que has hecho para ayudarme a cumplir mis metas, por darme siempre lo mejor, gracias mami por nunca rendirte, Te amo.

#### **A Mis Hermanos**

**Raymond Perozo, Iyann Guilamo y Cesar Perozo**, quienes son partes importante en mi vida, gracias por su amor, por cuidarme en cada momento que estamos juntos, gracias por tomar mis logros como suyos porque al igual yo me tomo los suyos como mío, cuenten siempre conmigo porque siempre estaré para ustedes.

#### **A Mis Abuelos**

**Rafaela Acosta y Cesar Cedeño** por darme su amor verdadero, por siempre estar ahí para mí, porque nunca me faltaron sus consejos llenos de sabiduría, por darme palabras de aliento, por ser mis pilares, por enseñarme que hay que trabajar con dignidad y ponerle amor a lo que se hace para que pueda salir bien, ustedes son mi guías, los amo con todo mi corazón.

#### **A Mi Tía Abuela**

**Almería Perozo** gracias por su apoyo y entrega para conmigo, por celebrar como suyos mi logros, por la bullas que se oían en el apartamento, cuando le decía lo bien q me iba en los exámenes, por sus buenos consejos, por siempre decirme que lo lograría si me agarraba de ese todo poderoso (El señor Jehová), gracias por su confianza y amor.

#### **A Mis Tías**

**Olga Francisca Cedeño, Claribel Gómez, Odalis Cedeño, Eda Gómez, Carmen Cedeño, Cesarina Cedeño, Andrea Cedeño, Josefina Cedeño, Ramona Acosta, Prieta Perozo, Graciela Reyes** gracias por apostar a mí y siempre darme lo mejor, por darme su amor como una hija mas, por sus hermosos consejos. Por quererme incondicionalmente.

#### **A Mis Tíos**

**Rafael Eusebio, Ricardo Díaz, Elvis López, Orlando Cedeño, Lusito Gómez, Rafael Gómez** por su apoyo en el transcurso de mi carrera, por apostar a mí, y por brindarme su cariño.

Gracias.

#### **A Mis primas**

**Gabriela Díaz y Laura Díaz Gómez, Priscila López** por tomarse todos los roles desde amigas hasta Hermanas, por su cariño y afecto que nunca me faltó, a mi Ñiii en especial. **Jennifer Franchesca Cedeño, krishna Espinal, Isneida Espinal, Divane Divison**, a ustedes por cuidarme, amarme y siempre estar ahí para mí, **Estefani Gómez, Scarlett Guillen, Jazmín Gómez, Emely Eusebio, María García, Luisa María Gómez, Laura Jiménez y Génesis Jiménez** gracias porque de una forma u otra me demostraron su cariño sincero.

#### **A Usted**

**Carla Rodríguez** le agradezco a Dios por ponerla en mi camino, por ser un ser lleno de paz y amor, por darme los mejores consejos, por enseñarme que Dios es un ser lleno de amor y que todo lo hace bien y que no se le puede cuestionar, por amarme y protegerme como a otra de sus hijos. Gracias de todo corazón.

#### **A Mi Mejor Amiga ( Hermana)**

**Mónica Jiménez**, mi compañera de vida, mi media mitad, la hermana que elegí, por ser una persona incondicional para mí, por estar en los buenos y malos momentos, por tus buenos consejos, porque sé que mis logros los celebras como tuyo y siempre estás ahí para aplaudir en primera fila.

#### **A Mi Amiga**

**Jennifer Peguero** gracias amiga por estar siempre en el momento justo, porque cuando te necesito estas ahí, siempre tratando de hacerme feliz con tus ocurrencias, por brindarme tu amor sincero.

Al **5to** el cual está conformado por esas amigas de vida que elegí, **Naomi Jiminian, Scarlett De La Rosa y Karen García, Mónica Jiménez** gracias por siempre brindarme su sincera amistad, su amor y su cariño de forma especial, las quiero mucho.

Sin duda alguna no puedo dejar de mencionar **la cafetería** nombre dado a un grupo en whatsapp, donde hace 2 años y medio conocí a un grupo de compañero con cualidades distintas pero eso era lo que nos hacia especial, cabe destacar, **Elisa Rodriguez, Dionis Marte, Joaquín Medina (el Abuelo), Nathalia Rodríguez, Carlos Pacheco, Abraham Luna, José Peña William Mateo, Jesiel Castillo, Carolin Pérez, Paola Dominice, Luis montas.**

#### **A Mi Compañero de tesis**

**Máximo Almanzar** por ser ese amigo incondicional, gracias porque me diste tu apoyo cuando más lo necesite, en ese momento cuando perdí mi norte y me desenfoque, gracias porque me diste tu mano amiga justo cuando iba a caer. Mil gracias por tu amistad.

#### **A Mis Compañeros**

**Rafael García, Ana Hernández, Ramón Rivera, Manuel Rivera, Melissa Cordero, Gabriel Barrientos, José Luis Paulino, Erick Doñe, Lauren Ramírez, Yasmilka Tavaréz, Bryan de la Rosa,** el recorrido hubiera sido mas difícil ni no hubiera contado con mano amigas

#### **A Los Profesores**

**Ing. Cesar Torres, Teresa Rodríguez, Víctor Fermín, Indira Mazara,** pase por manos de mucho profesores pero, ustedes marcaron un antes y un después, Gracias por enseñarme con amor y entrega. Dios le bendiga.

## **A Mi Asesor**

Ing. Francisco Martínez por su entrega y dedicación, porque no nos trato como unos alumnos más sino, como sus hijos, dándonos a la vez buenos consejos, es una persona excelente. Dios le bendiga.

## **A Dos Grandiosos seres humanos que ya no encuentran con nosotros:**

**Argentina Perozo** fuiste una madre en todo el sentido de la palabra, gracias a ti, por educarme con buenos valores, porque siempre te encargaste de decirme que todo en la vida con empeño se logra, como desearía que pudieras ver en lo que me convertí, gracias por darme tanto sin pedir nada a cambio, por tu entrega en cuerpo y alma, por tu amor que nunca me faltó, por siempre poner mi felicidad por encima de todo porque al hacerlo tu eras aun mas feliz, te estaré agradecida por el resto de mi vida. siempre te recordare.

**Carlos M. Guerrero** fuiste y será el gran amor de mi vida, gracias por siempre apostar a mí, porque no había un momento en el cual no resaltaras lo mucho que me amabas, por siempre decirme que yo podía, de ti si puedo decir que siempre estuviste ahí aplaudiendo cada uno de mis logro, no había un día el cual terminara y esa llamada para saber que tal me había ido en el día no llegara, siempre te encargabas de resaltar que yo si podía y que llegaría lejos con el esfuerzo, eras una persona extraordinaria con infinitas cualidades, tú eras capaz de dejar de luchar por tus logro para ayudar a los demás con los suyo, porqué ese eras tú un hombre el cual no le daba cabida a la envidia, sino que ayudabas al más desprotegido, tus consejos como amigos siempre lo tendré gravados en mi mente. Siempre te amare y te recordare porque simplemente supiste sembrar en mí, cosas buenas. Como me hubiera encantado poderte dar las gracias por darme tanto, que Dios te tenga en su gloria mi amor.

Por último agradezco a todo aquel que de una forma u otra influyo para que pudiera culminar con esta ardua carrera.

Gracias. Att: Julia Argentina Perozo Cedeño

## **AGRADECIMIENTO**

### **A Dios**

Le doy muchas!! Gracias!! **Dios** por nunca dejarme desamparado en este difícil camino recorrido, en el cual tuvimos muchas altas y bajas pero siempre estuviste presente en cada una de ellas para brindarnos tu inmenso amor, esto no abría sido posible sin tí mi Dios, no tengo como agradecerte todo lo que has hecho por mí, Fuiste el pilar principal para el logro de una de las miles de metas que nos faltan por cumplir juntos, gracias por ser siempre mi punto de apoyo en todo momento.

### **A mis padres**

Gracias!!! a mis padres **Antonio Almánzar y Cesarina Luciano**, por siempre brindarme su apoyo en cada paso de esta árdua travesía, yo obtuve el título de ingeniero civil pero ustedes se ganaron el título de los mejores padres!!, gracias por siempre decirme vamos a tirar para adelante en los momentos difíciles, gracias por darme un abrazo cuando mas lo necesitaba, no tengo forma de compensar todo lo que han hecho por mi, ustedes fueron el motor que me impulso a esta victoria, Gracias!! de todo corazón!!, los amo!!.

## **A mis Hermanas y Hermanos**

Su apoyo y amor fue un factor muy influyente en este gran recorrido **Carolina Almánzar Luciano, Katherine Almánzar Luciano, sharina Funn Almánzar, Tayrina Villalona Almánzar y Luis Antonio Almanzar**, gracias!! Gracias!! de todo corazón por siempre estar presente darme ánimos para seguir, las adoro a todas!!.

## **A mis Abuelas**

Este no es un logro solo para mí, es un logro para la familia completa, gracias abuelita **Maria Rodriguez**, aunque no estés con nosotros ya que Dios lo quiso así, sé que estarías muy contenta por este logro, este título no es mío, sino de todos ustedes y a **Juliana Ortega**, gracias por darme siempre uno de sus tiernos abrazos en momentos de aflicción, por siempre estar conmigo y nunca dejar de apoyarme, sé que tanto ustedes como toda la familia se sienten orgullosos de este gran logro a nivel familiar!!!, las amo mucho!!.

## **A mis tíos y tías**

**Guarina Almanzar, Andrea Almanzar, Victor Luciano y Luís Almánzar**, gracias por siempre haber estado pendiente y otorgarme su apoyo en todo el transcurso de mi vida, ustedes han sido los propulsores de este logro!!!, muchas muchas gracias por todo!!, licenciado tenemos que buscar dinero, gracias por sus consejos, Los amo mucho a todos y todas!!.

## **A nuestro asesor**

Una de las personas que más respeto, admiración y confianza se ganó de mi parte, fue el **Ing. Francisco Martinez**, sin usted no habría sido posible alcanzar esta meta que tanto anhelamos desde hace años, gracias por siempre disponer de su parte para implantar sus conocimientos en

nosotros, indiscutiblemente fue el mejor asesor y profesor, que Julia y yo tuvimos la oportunidad de tener, gracias de todo corazón Ingeniero!!!, lo aprecio mucho.

### **A mis amigos y amigas (Familia)**

Existen un conjunto de personas que influyeron demasiado en el gran logro de esta meta, compartimos grandes momentos juntos, ustedes hicieron que esta gran travesía estuviera llena de risas y Buenos momentos.

**Steven Rodriguez**, muchas Gracias! pokemon por haberme siempre apoyado y cuidado, por decir siempre yo voy a ti, fuiste un pilar de motivación, gracias mi brother de corazon!!, de AE86 pal mundo!.

**Julia Perozo**, gracias por ser mi mejor amiga, gracias por haberme apoyado en el transcurso de estos 4 años, por tu afecto, si me pongo a hablar creo que lleno una tesis, te tengo un inmenso afecto, respecto, confianza y admiración, gracias por todo sin ti esto no habría sido posible este logro, este solo sera 1 de los muchos trabajos que haremos juntos con Dios por delante, te amo mucho manita gracias por todo tuti!!.

Un agradecimiento muy especial y destacado, a parte de mi familia la cual conforman el grupo:

### **Ingenieros sin oficio:**

**Melissa Cordero**: En ocasiones se te cruzan los cables, pero mente a na!, gracias por todo lo que has hecho, te adoro un monton!!, espero que siempre podamos compartir juntos y divertirnos de todos los disparates como siempre, gracias por siempre estar presente em todo momento.

**Cristhian Amparo:** El peque compai!, lo mas desacatado del grupo, la única persona que entra al comité de ingeniero sin oficio a su jippeta y no le da mente a na, nunca crezcas eres comico de ese tamaño.

**Yasmilka Taveras:** Eres una gran amiga!, colega, sócia y hermana, gracias por todos tus consejos y gracias por siempre estar para darme una mano, gracias a Dios pudimos lograr la meta, ya que estar en la uni cogiendo clase, como que asi no se puede!.

**Rafael Garcia:** Alias kirito kon, espero que el poder de madara uchiha te acompanhe, se que lograras todas tus metas apostaria mi mangukeu a eso, has sido como un Hermano para mi gracias por todo, amaterasu!.

**Misael Ovalle:** El único tiguere que se come una cajá de pizza entera y te pregunta que si tu querias despues que se acabo, muchas gracias mano por todo de corazon.

**Keidy Castillo:** Muchas gracias kei-cas por los buenos momentos, en este coro!!, te quiero mucho!.

**Carolina Cabrera:** Cuida al peque tu sabes que el es médio loco, te aprecio mucho.

Jean Paulino: Gracias por tu amistad, tienes que prestarme el camry un dia.

**Oliver Rosario:** Ingeniero oliver y seguimos haciendo dibujito pero que vaina del diante, se le quiere mucho.

**Maria Villega:** Gracias por tu afecto, te quiero mucho! Mari, siempre tendras un amigo aqui.

**Ana Hernandez:** La única mujer que hasta encojonada se rie, te quiero mucho ani! No cambies.

**Lauren Ramirez:** Lauuuu! Te quiero mucho!, no te me perdas que viene el coro!.

**Manuel Turbi:** El pica pollo compai, gracias por tu amistad, te aprecio mucho y pila de pechurina para todas las china.

**Rafy Nuñez:** Compañero!! Rafy RAfy Rafy, gracias por todo compañero y no se preocupe a itachi lo van a revivir.

**Elisa Rodriguez:** Eres una chica muy tierna y simpática te ries hasta de escuchar la brisa, te quiero mucho!.

Itachi Uchiha: Tu eres la para de todo tu coro!

**Katherine Joseph:** No te me perdas para los países menol, te quiero mucho!.

De igual forma hay personas que se ganaron un agradecimiento especial de mi parte:

**Rafael Melo:** El único tiguere que te deja esperando 3 horas y cuando lo llamas siempre esta llegando, gracias por todo Hermano melo, lo quiero mucho!.

**Pamela Garcia:** Ta pendiente de melo, tu sabes que el siempre se le olvida to, te aprecio mucho pame!.

**Gregory frias:** Gracias manito por todo tu apoyo y por tus consejos, te quiero mucho manin.

Al **Ing. Ramon Rivera (El Mello):** muchas gracias de corazon!! por toda su ayuda, usted formo parte del desarrollo de esta tesis, el único tiguere que le encuentra lo positivo a partirce en un examen, Bueno!!!.

Al **Ing. Manuel Riveras (El Mello2):** Gracias por toda su ayuda ing. Se le aprecia mucho.

Al Ing. Bryan D la rosa, muchas gracias!! por todo el apoyo que nos brindo en todo momento, en el transcurso de la carrera completa y para la realización de este trabajo de grado, to to to bien!.

Al **Ing. Wilfrido Rivas:** muchas gracias!! por su aportación para la realización de los presupuestos en estructura metálica.

**Fernando Rodriguez:** La única persona que cambia agua por café, gracias por todo ing.

Helen, Miguel flakel, Amaurys messina, Dionis martes, Javier pichardo, Jose pena, Joseluis yopez (El freco), Lissa Rubio, Fulcar, Luis princ. (Luis intec), Aderly Gutierrez, Carlos Pacheco, Luis Ernesto perez (DJ Tronco), Enmanuel vera, Priscila Batista, Enmanuel Jaquez, Julian Heredia, Starlin (El macho), Tancredo (El pollo), Jose Agustin, Ziro (Rufini2.0) gracias por todo su apoyo a lo largo de esta faena y por toda su ayuda para lograr esta meta, ustedes han sido de una u outra manera parte de este gran logro, gracias!, de igual forma un

Un gran agradecimiento destacado a los profesores que de una u otra forma formaron parte de mi crecimiento a nivel profesional y aportaron para el desarrollo de este trabajo de grado:

**Ing. Teresa Rodriguez:** Usted se a ganado mi cariño, admiracion y respeto como ninguna profesora en esa universidad, gracias por todo profe!, la quiero muchisimo!.

**Ing. Cesar Torres:** Muchisimas gracias profe! Por aportar para mi crecimiento a nivel profesional, es una excelente persona, um formidable profesor y un gran amigo!, le agradezco mucho!, se le quiere mucho profe!.

**Ing. Andres Fulcar:** Muchas gracias profe!, por todas sus aportaciones a este trabajo de investigación, gracias por su disposición, es um excelente profesor y a la vez excelente persona, se le aprecia mucho.

# Índice

Introducción .....	22
Capítulo I: Problema de la investigación .....	24
1.1. Planteamiento del problema .....	24
1.1.1.- Preguntas de Investigación .....	26
1.2.- Objetivo de la investigación .....	26
1.2.1- Objetivo general.....	26
1.2.2.- Objetivos específicos .....	27
1.3.- Justificación .....	28
1.4.- Antecedentes de la investigación .....	29
1.5- Alcances y limitaciones .....	31
Capítulo II: Marco Teórico.....	32
2.1. Estructuras de Hormigón.....	32
2.2. Propiedades del hormigón .....	34
2.2.1.- Propiedades mecánicas en compresión .....	34
2.2.2. Módulo de elasticidad .....	36
2.2.3. Ductilidad .....	37
2.2.4. Trabajabilidad .....	38
2.2.5. Homogeneidad .....	39

2.2.6. Densidad .....	39
2.2.7. Permeabilidad .....	40
2.3. Propiedades del acero.....	40
2.3.1. Punto de fluencia.....	41
2.3.2. Módulo de elasticidad .....	41
2.3.3. Resistencia a la fatiga.....	41
2.4. Acero estructural.....	42
2.4.1. Propiedades mecánicas del acero estructural.....	42
2.4.2. Perfiles conformados en frío .....	43
2.4.3. Perfiles de acero conformados en caliente .....	44
2.4.4. Ventajas y Desventajas del Acero como Material de Construcción .....	46
2.5. Ventajas y Desventajas del hormigón como Material de Construcción .....	48
2.5.1. Ventajas .....	48
2.5.2 Desventajas .....	49
2.6- Marco conceptual .....	50
2.7.- Marco contextual .....	52
Capitulo III: Marco metodológico.....	53
3.1- Enfoque de la investigación .....	53
3.2- Tipo de investigación.....	53

3.2.1- Marco temporal.....	54
3.3- Método de Investigación.....	54
Capitulo IV: Análisis y evaluación de resultados .....	56
4.1- Descripción del ensayo .....	56
4.2- Normativa.....	56
4.3- Cargas a considerar:.....	57
4.3.1- Factores de carga y Combinaciones.....	58
4.4- Propiedades de los materiales .....	62
4.5- Localización de las estructuras.....	64
4.5.1- Propiedades del suelo.....	65
4.6- Pre-dimensionamiento de los elementos.....	66
4.6.1- Losas .....	66
4.6.2- Dimensiones de vigas en edificaciones aporticadas .....	67
4.6.3- Columnas:.....	68
4.7- Requerimiento de la ACI para columnas:.....	69
4.7.1- Requerimiento para estribos:.....	70
4.8- Procedimiento para el cálculo de refuerzo transversal en vigas.....	71
4.8.1- Diseño a tracción por ecuaciones deducidas:.....	72
4.8.2- Diseño por cuantía balanceada: .....	73

4.8.3- Diseño de columna con flexión biaxial:.....	74
4.8.3.1- Método de las cargas recíproca (Bressler) .....	74
4.8.4- Método contorno de carga:.....	74
4.9- Especificaciones del MetalDeck.....	75
4.10- Elementos metálicos estructurales.....	77
4.11- Perfiles metálicos.....	77
4.11.1- Características de las vigas W .....	77
4.11.2- Perfiles HSS.....	79
4.11.2.1- Catálogo de perfiles metálicos HSS A992 .....	80
4.12- Miembros sometidos a compresión .....	82
4.12.1- Parámetros de esbeltez: .....	83
4.13- Estándares a cumplir por normativa: .....	84
4.13.1- Derivas .....	84
4.13.1.1- Comparación de derivas: .....	86
4.13.2- Torsiones .....	90
4.13.3- Deflexiones.....	93
4.13.4- Cortante basal .....	94
4.13.4.1- Cálculo de coeficiente de cortante basal: .....	95
4.13.5- Piso suave .....	96

4.14- Performances estructural.....	98
PRESUPUESTOS .....	100
4.15.-Presupuestos de modelos en Hormigón Armado.....	101
4.16.-Presupuestos de modelos Metálicos .....	104
Conclusión .....	118
ANEXO .....	121
Bibliografía .....	128

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1: "Prueba a compresión de probeta cilíndrica de concreto" .....	34
Ilustración 2: "Prueba del cono de Abram" .....	39
Ilustración 3: "Tipos de perfiles formados en frío" .....	43
Ilustración 4: "Tipos de perfiles formados en caliente" .....	45
Ilustración 5: "Tipos de perfiles europeos formados en caliente" .....	46
Ilustración 6: "Localización de desarrollo de la investigación" (Google, 2016) .....	52
Ilustración 7: "Herramientas utilizadas al momento de desarrollar la investigación" .....	52
Ilustración 8: "Hospital a diseñar" .....	57
Ilustración 9: "Edificio multifamiliar a diseñar" .....	57
Ilustración 10: "Polideportivo a diseñar" .....	58
Ilustración 11: "División de zona sísmica en la republica dominicana" .....	64
Ilustración 12: "Pre-dimensionamiento de vigas para estructuras aporticadas" .....	67
Ilustración 13: "Pre-dimensionamiento de columnas" .....	68
Ilustración 14: "Pre-dimensionamiento de columnas en funcion de su posicion" .....	68
Ilustración 15: "Requisito de separación máxima según la ACI318-08" .....	69
Ilustración 16: "Número mínimo de barras en elementos que trabajan a compresión de acuerdo a su geometría" .....	70
Ilustración 17: "Posición de los estribos según su solicitación en la viga" .....	72
Ilustración 18: "Lamina MetalDeck" .....	76
Ilustración 19: "Miembros sometidos a compresión" .....	82
Ilustración 20: "Condiciones de apoyos" .....	83

Ilustración 21: "Desplazamiento de un nivel con respecto al nivel superior" .....	84
Ilustración 22: "Geometrías no recomendadas para estructuras" .....	90
Ilustración 23: "Tabla de deflexiones admisibles de acuerdo a los daños producidos por las deformaciones" .....	93
Ilustración 24: "Reacción en la base producto de fuerzas laterales" .....	94
Ilustración 25: "Anexo en estructura metálica Hospital Regional Doctor Marcelino Vélez Santana, sector herrera" .....	121
Ilustración 26: "Anexo en estructura metálica Hospital Regional Doctor Marcelino Vélez Santana" .....	121
Ilustración 27: "Naves industriales construidas en estructura metálica" .....	122
Ilustración 28: "Columnas tipo HSS Hospital Regional Doctor Marcelino Vélez Santana" .	122
Ilustración 29: "Almacén industrial realizado en estructura metálica sector los mina" .....	123
Ilustración 30: "Fachada frontal de almacén industrial" .....	123
Ilustración 31: "Hospital Regional Doctor Marcelino Vélez Santana construido en hormigón armado sector herrera" .....	124
Ilustración 32: "Edificio Multifamiliar de 5 niveles con Sistema aporticado en Hormigón Armado" .....	124
Ilustración 33: "Sistema aporticado en hormigón armado" .....	125
Ilustración 34: "Interacción entre vigas y columnas de hormigón armado" .....	125
Ilustración 35: "Construcción de edificio en hormigón armado localizada en la calle Santiago" .....	126
Ilustración 36: "Construcción de edificio en hormigón armado localizado en la calle Santiago" .....	126

Ilustración 37: "Construcción de escuela con sistema aporticado en hormigón armado" ..... 127

## Índice de tablas

Tabla 1: "Aceleración espectrales de acuerdo a la zona" .....	64
Tabla 2: "Presiones en el suelo y punzonamiento en las diversas estructuras" .....	65
Tabla 3: "Espesores mínimo para losas de acuerdo a su condición de apoyo" .....	66
Tabla 4: "Tipos de barras corrugadas utilizadas" .....	75
Tabla 5: "Especificaciones de tipo de lámina utilizada" .....	77
Tabla 6: "Catalogo de perfiles W" .....	78
Tabla 7: "Catalogo de Perfiles HSS" .....	80
Tabla 8: Derivas polideportivo .....	86
Tabla 9: "Derivas edificio multifamiliar" .....	88
Tabla 10: "Derivas Hospital" .....	89
Tabla 11: "Torsiones edificio multifamiliar" .....	91
Tabla 12: "Torsiones Hospital" .....	92
Tabla 13: "Deflexiones en modelos analizados" .....	93
Tabla 14: "Coeficiente de utilización para las estructuras" .....	94
Tabla 15: "Periodos de vibración para los modelos analizados" .....	96
Tabla 16: "Porcentaje del efecto de piso suave en las diversas estructuras" .....	97
Tabla 17: "Presupuesto de polideportivo en hormigón armado" .....	101
Tabla 18: "Presupuesto de edificio multifamiliar en hormigón armado" .....	102
Tabla 19: "Presupuesto de hospital en hormigón armado" .....	103

Tabla 20: "Presupuesto de polideportivo en metálica" .....	104
Tabla 21: "Presupuesto de edificio multifamiliar en metálica" .....	105
Tabla 22: "Presupuesto de hospital en metálica" .....	106
Tabla 23: "Proporción quintales de acero en Polideportivo H.A. y MT." .....	110
Tabla 24: "Proporción quintales de acero para edificio multifamiliar H.A. y MT." .....	111
Tabla 25: "Quintales de acero para losas" .....	112
Tabla 26: "Proporción quintales de acero para hospital" .....	112
Tabla 27: "Quintales de acero en cimentación para polideportivo en H.A." .....	113
Tabla 28: "Quintales de acero de cimentación para polideportivo en MT." .....	114
Tabla 29: "Quintales de acero en cimentación para edificio mult. en H.A." .....	114
Tabla 30: "Quintales de acero en cimentaciones para edificio mult. en MT." .....	115
Tabla 31: "Quintales de acero en cimentaciones para hospital en H.A." .....	116
Tabla 32: "Quintales de acero en cimentaciones para hospital en MT." .....	117

## Índice de graficas

Grafica 1: "Resistencia del concreto en función de los días" .....	35
Grafica 2: "Resistencia-Deformation" .....	36
Grafica 3: "Ductilidad en elementos sometidos a grandes deformaciones" .....	37
Grafica 4: "Espectro de respuesta" .....	95
Grafica 5: "Relación costo versus ratios polideportivo" .....	107
Grafica 6: "Relación costo versus ratios edificio multifamiliar de 5 niveles" .....	108
Grafica 7: "Relación costo versus ratios para hospital de 4 niveles" .....	109

## Introducción

El objetivo fundamental de esta investigación es realizar un análisis comparativo, sobre la economía constructiva de sistemas estructurales aporticados de hormigón armado y de acero estructural (metálico).

El análisis de cada estructura se llevara a cabo mediante la utilización de los programas de computación Etabs (Extended tridimensional analysis bilding system) con el cual diseñamos los elementos estructurales, tales como vigas y columnas, obteniendo los resultados comparables entre ambos sistemas estructurales, ratios de utilización, deflexiones y periodos de vibración; Con el programa de computación Safe (Integrated Design Slabs, Mats And Footings) se implementó el diseño de losas y cimentaciones, con el cual pudimos obtener datos relacionados con el diseño estructural, tales como como, presiones en el suelo Etc.

Se realizó el uso de los programas tomando en cuenta las normativas de nuestro país y algunas internacionales, entre las que citamos el R-001, R-033, R-0.28 y la ACI318-08, cumpliendo así con requerimientos como, aceleraciones, derivas, torsiones excesivas, coeficiente de cortante basal y efecto de piso suave.

Para este estudio comparativo tomaremos en cuenta los rangos de ratios (relación entre la carga que recibe el elemento / la capacidad de soporte  $\leq 1$ ), para visualizar como fluctúan los costos de las edificaciones según aumente el grado de sollicitación de los elementos, dichas variaciones van, desde 0-0.25, 0.25-0.50, 0.50-0.75, 0.75-1, la indagación se llevara a cabo mediante una comparación económica en la cual se mostrara el costo total de los modelos analizados, con el fin de proporcionar una relación de costo/ratios.

Se mostrara de manera gráfica, la discrepancia que existe, entre los costos obtenidos por las estructuras, las cuales serán evaluadas por dos modos de construcciones diferentes, haciendo uso de los ratios (relación entre la carga que recibe el elemento / la capacidad de soporte  $\leq 1$ ), en dichas graficas se podrá mostrar que tan costoso es un método de construcción respecto al otro.

# Capítulo I: Problema de la investigación

## 1.1. Planteamiento del problema

La elaboración de estructuras de hormigón armado y metálicas en nuestra época tienen una notable influencia en el desarrollo de un país, debido a un aumento desproporcionado de la población lo que conlleva hoy en día a la creación de obras económicas, duraderas y funcionales.

La estructura de un edificio es el esqueleto que soporta todas las cargas que inciden sobre él, debido a todos los factores y causas a las que está sometida las edificaciones produciendo deformaciones y que no son de la misma naturaleza (Sosapanta, 2008)

Las cargas van variando a lo largo del día, del año y del tiempo en general, por tanto, un edificio debe tolerar modificaciones en su distribución, en los revestimientos y puede también, que en algún momento cambie el uso. Otras acciones que inciden en edificaciones aporticadas son la de naturaleza ambiental y climática, tales como el viento, la nieve e inclusive los movimientos sísmicos o el terreno (Cristhian Aguirre S, 2008).

Sin duda alguna, tanto el acero como el concreto presentan importantes beneficios a la hora de construir. Son dos elementos notables para el sector de la construcción. En el caso del acero este se caracteriza por poseer propiedades como, ductilidad, maleabilidad, resiliencia, tenacidad y dureza. Las cuales son cualidades que han impulsado la implementación en la construcción de estructuras metálicas, mientras que alrededor del concreto han surgido nuevos sistemas constructivos complementarios. Ambos materiales han demostrado su aportación al

desarrollo sustentable en las construcciones, logrando un equilibrio idóneo entre ambos materiales estructurales (Estructurasdmj, 2015).

Se ha venido presentado principalmente la utilización de acero estructural y hormigón armado en las construcciones, por lo que dichos materiales han sido objeto de continuas investigaciones; siempre con el objetivo de hacer estructuras mejores a menor costo, además, porque son materiales que se pueden adaptar fácilmente a diversos usos. Sin embargo, existen algunos proyectos en los que solo se pueden utilizar alguno de los dos materiales (LOPEZ, 2008).

En una entrevista realizada por el Diario Libre al licenciado Félix Ortiz en la cual dio a conocer: que el terremoto de 1985 en la ciudad de México a modo de ejemplo, y señaló que el 95 por ciento de los edificios que sufrieron daños fueron construidos en hormigón, y solo un 3 por ciento eran de acero y casi todos pudieron ser recuperados (Ortiz, 2013).

### **1.1.1.- Preguntas de Investigación**

1. ¿Cuáles son los medios para demostrar la línea fronteriza entre el desempeño del acero y hormigón armado en edificaciones aporticadas?
2. ¿Qué elementos se analizarán con fin de establecer datos presupuestarios para la selección del sistema a utilizar?
3. ¿Cuál sería el criterio final a tomar en cuenta, al elegir por el sistema estructural más conveniente?

### **1.2.- Objetivo de la investigación**

#### **1.2.1- Objetivo general**

Realizar el análisis comparativo estructural y económico entre las estructuras de hormigón armado y metálica (aporticadas y con cubiertas).

### **1.2.2.- Objetivos específicos**

- Demostrar mediante análisis estructural el desempeño que tendrán estructuras aporticadas, cumpliendo así con los estándares por normativa del R-001, R-033, R-028 y ACI 318-08.
- Para la selección del análisis comparativo solo se constara del sistema aporticado en si (Columnas, Vigas y Cimientos), y el tipo de cubierta de las edificación (Losa maciza y láminas de MetalDeck).
- Establecer un criterio de una forma precisa y actualizada sobre la selección de un sistema adecuado para estructuras aporticadas, estableciendo de esta manera una gráfica competitiva donde se podrá visualizar como fluctúan los costos de ambas estructuras.

### 1.3.- Justificación

Se hace necesario proporcionar un parámetro que mediante el peso estructural de la edificación le permita a un inversionista decidir cuál sería la opción a construir con el desempeño más aceptable a nivel presupuestaria y de resistencia estructural entre hormigón armado y el acero; para así eliminar la incertidumbre que rodea el área de la construcción de obras aporcadas, cubiertas de hormigón armado y acero estructural.

Además, en la República Dominicana, debido a la gran migración de persona y por ende a la mezcla de nuevas culturas hemos seguido adquiriendo continuamente nuevos conocimientos a nivel científico y tecnológico; antes, tocar el tema de estructuras metálicas en nuestro país era algo muy difícil y poco factible.

Por otra parte, esta investigación está motivada por el gran auge que ha tenido la estructura metálica en el país, tanto así que su demanda ha aumentado en los últimos tiempos. Por lo que se hace más que necesario proporcionar datos de una forma precisa y actualizada sobre la construcción de edificaciones metálicas.

#### 1.4.- Antecedentes de la investigación

En diciembre del 2008 fue exhibido en la universidad de Chile facultad de ciencias físicas y matemáticas departamento de ingeniería civil, como trabajo de grado la propuesta de un análisis comparativo de vulnerabilidad y costo entre edificios de marcos y muros con una misma superficie en planta por Antonia Paz Droguete López (LÓPEZ, 2008).

La investigación consistió en el análisis de cinco edificaciones, tres de estas estructuras en base a muros y dos en base a marcos. Estas cinco edificaciones se encuentran situadas en zona sísmica en suelo de fundación tipo II. Entre las cinco edificaciones se establece una comparación de resultados del análisis sísmico en cuanto a periodos de vibración momentos por nivel, cortes y deformaciones. El análisis de vulnerabilidad se llevó a cabo mediante la aplicación del método no-lineal “Demanda-Capacidad”. En cuanto, para el estudio de los costos de obra se realizaron cubicaciones de hormigón, acero y encofrado para cada edificio, lo que permitió obtener valores de costo totales de obra (LÓPEZ, 2008).

Con este estudio fue posible concluir que, aunque ambas estructuras arrojaron un valor de ductilidad, disipación de energía y mecánica de falla similar, la gran diferencia fue notable en el análisis de costo donde, las edificaciones de muros representaron un 88% del costo total de las edificaciones de marcos, esta diferencia se debe a que los edificios de muro contienen solo un 63% del acero que necesita un edificio de marcos (LÓPEZ, 2008).

El 18 de febrero del 2008 el periódico el Listín diario dio a conocer una breve reseña en la cual decía que el acero estaba ganando terreno en el sector de la construcción. Este material utilizado en la construcción es resistente, duradero y de fácil mantenimiento, sobre todo con los nuevos sistemas de protección contra la corrosión, que pueden darle una vida casi ilimitada a este (Diariolibre, 2013).

Aunque es más costoso que el concreto, el acero se ha convertido en un material de primer orden en la construcción. Sus bondades son muchas, pero destacan su versatilidad en el diseño arquitectónico, la reducción en el tiempo de construcción, su resistencia sísmica y el hecho de ser menos agresivo al medio ambiente (Diariolibre, 2013).

En el país, este metal comenzó a utilizarse en la construcción en los años 90 y actualmente es profusamente usado como principal material de construcción en grandes y medianos proyectos (Diariolibre, 2013).

Se considera realizar una evaluación comparativa de alternativas de suministro y construcción de estas estructuras en hormigón armado y acero estructural. Para esto, se presentan los diseños estructurales de estos silos con estos dos materiales, con un total de 4 silos diseñados con las capacidades necesarias para una Central PC (combustible pulverizado) de 350MW neto. El cálculo contempla estados de carga habituales en estas estructuras, como son peso propio, viento, temperatura, operación (material almacenado) y sismo, definidos por los criterios de diseño y la normativa chilena vigente. En los 4 silos de almacenamiento estudiados, la solución con estructura de hormigón armado resultó ser el material seleccionado, debido a menores costos de inversión. Del estudio comparativo de estructura de acero versus hormigón armado, para el caso de menor precio de acero y mayor precio de hormigón armado, resultó un ahorro en los costos de inversión de un 19%. Considerando precios promedio de los materiales, esta diferencia aumenta en un 46%, y alcanza un 58% al revertir el primer escenario de precios unitarios. (SOLÍS, 2015)

## 1.5- Alcances y limitaciones

En este presente trabajo de grado se tiene como objetivo principal, analizar de manera comparativa la construcción de estructuras aporticadas de diversas edificaciones, dando a conocer así que nuestras limitaciones serian:

- No se hará énfasis en las terminaciones (mampostería) tanto en el hormigón como en el acero.
- Los programas para el análisis estructura a usar serian (ETBS 2015 Y SAFE 2015)
- Este análisis no abarcara el ámbito de la no linealidad.
- Esta investigación se limitara a los cálculos arrojados por los programas estructurales.
- Los elementos de concreto no serán pre-forzados.
- No se englobaran cálculos de conexiones para la metálica.
- Ausencia de cronograma constructivo tanto para el concreto, como para la metálica.

Y en los aspectos que aborda nuestros alcances tenemos:

- Dicha investigación abarca únicamente el estudio de, edificio multifamiliar, polideportivo y un hospital.
- Realización de presupuesto para cada estructura a diseñar.

## Capítulo II: Marco Teórico

### 2.1. Estructuras de Hormigón

“El hormigón es una mezcla homogénea compuesta por una pasta adhesiva de cemento Pórtland y agua, que mantiene ligadas a las partículas de materiales inertes, compuestos por agregados finos y gruesos.

- Pasta cementicia: Cemento y agua.
- Agregado fino: Arena.
- Agregado grueso: Canto rodado o piedras trituradas.

El cemento se obtiene a partir de la cocción a 1350 c de piedras calcáreas que contengan más de un 22% de arcilla, obteniéndose el clinker, quien debe ser luego finamente pulverizado para que adquiera poder aglomerante. Está constituido por aluminatos tricalcico, silicatos tricalcicos y silicatos bicalcicos, los que reaccionan en ese orden.

La rapidez con que se inicia el fragüe impediría una adecuada manipulación y colocación del hormigón en obra, por lo que los cementos utilizados poseen en su composición un 3% de yeso, el que tiene un efecto retardante y provoca una demora de 1 ½ a 2 ½ horas en el comienzo del fraguado (Perles, 2009).

“Una propiedad del hormigón es su capacidad para resistir esfuerzo a compresión, sin embargo, este tiene una baja resistencia en esfuerzo a tracción (Madrazo, 2012).

Al dosificar un hormigón deben tenerse en cuenta tres factores fundamentales, a partir de los cuales se han de determinar las cantidades necesarias de agua, cemento y áridos para obtener el hormigón deseado al más bajo costo posible (Madrazo, 2012).

A estos componentes básicos, en el momento de su amasado pueden añadirse otros productos o materiales para mejorar algunas características determinadas (Madrazo, 2012).

El hormigón es un compuesto de dureza similar a la de una roca, que puede ser fabricado completamente a pie de obra. Su gran ventaja estriba en la facultad y facilidad de moldeo, al tomar la forma y figura geométrica del molde, envase o encofrado en que se vierte, y alcanzando, tras un periodo dado de endurecimiento, una resistencia a la deformación (Madrazo, 2012).

Los hormigones, según su capacidad resistente, se clasifican en:

- **Hormigón en masa:** apto para resistir únicamente esfuerzos de compresión.
- **Hormigón armado:** provisto de armaduras pasivas, debidamente dimensionadas y dispuestas en el seno de la masa, lo cual le hace apto para resistir esfuerzos combinados de tracción y compresión.
- **Hormigón pretensado:** hormigón en el que, previamente a su endurecimiento, sus armaduras de acero especial están sometidas a un esfuerzo de tracción.
- **Hormigón potenzado:** se realiza vertiendo la masa en el encofrado donde previamente se han dejado unas vainas, cuyos aceros se tensan una vez endurecido el hormigón (Madrazo, 2012).

## 2.2. Propiedades del hormigón

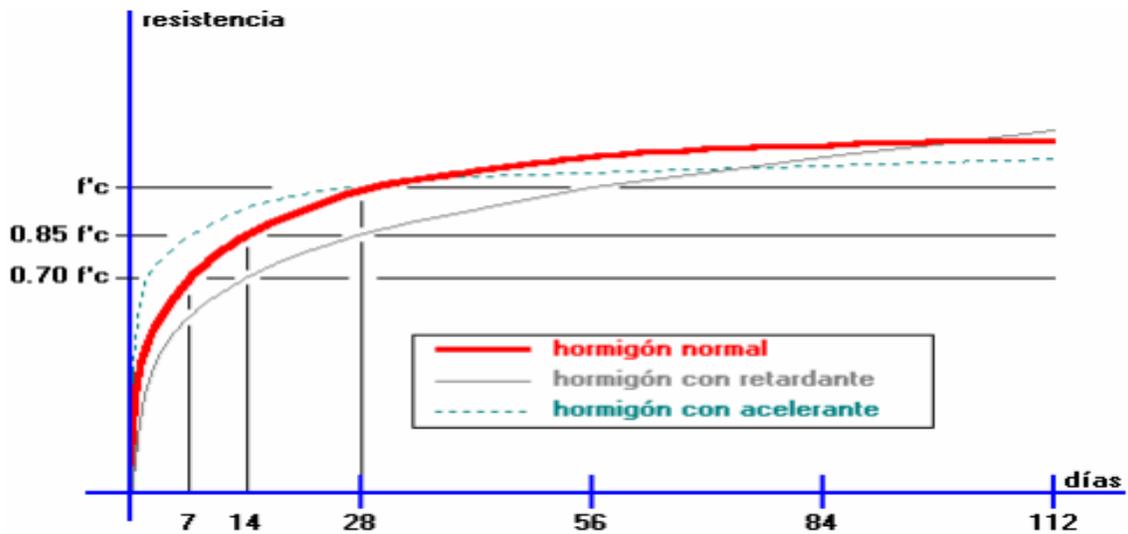
“El hormigón es uno de los principales materiales que se consumen hoy en día en la construcción civil. Su resistencia y maleabilidad lo convierten en un material ideal para la mayoría de las estructuras, ya sean pequeñas, medianas o grandes (Consuegra, 2014).”

### 2.2.1.- Propiedades mecánicas en compresión



*Ilustración 1: "Prueba a compresión de probeta cilíndrica de concreto"*

“La resistencia a la compresión del concreto se mide ensayando probetas cilíndricas de hormigón que deben cumplir con una relación altura a diámetro, las probetas deben ser ensayadas a los 28 días aplicando una carga axial a una tasa lenta de deformación para alcanzar la deformación máxima entre 2 o 3 minutos. La resistencia de compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida para el área que resiste la carga aplicada (Mendez, 2014) ”



(Proaño, 2008)

*Grafica 1: "Resistencia del concreto en función de los días"*

“La aceleración o desaceleración del proceso de fraguado mediante aditivos o mediante cementos apropiados, además de afectar la velocidad de obtención de resistencia del hormigón a corto plazo tiene efecto sobre la resistencia del hormigón a largo plazo (Proaño, 2008).

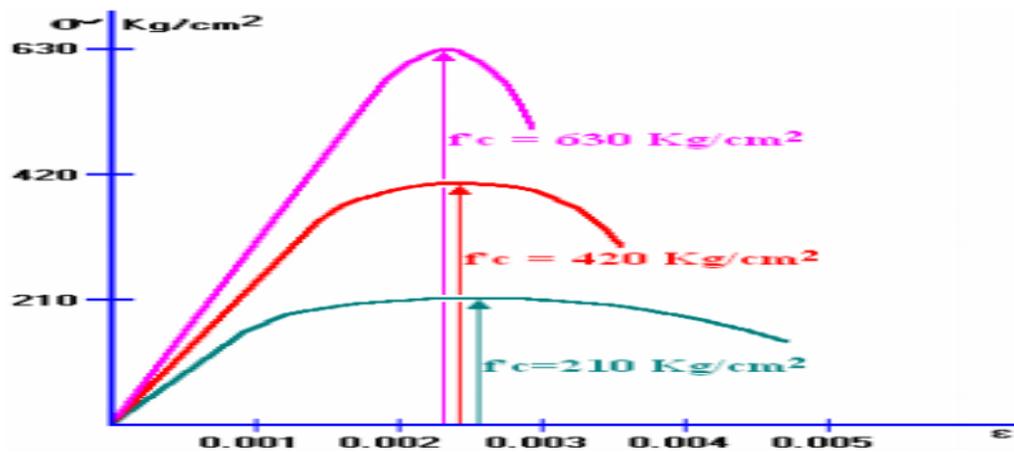
La aceleración inicial del proceso conduce a resistencias menores a largo plazo, pues el agua de curado tiene menor nivel de penetración por el endurecimiento del hormigón (Proaño, 2008).

La desaceleración inicial del proceso determina resistencias mayores a largo plazo, pues el curado se vuelve más eficiente (Proaño, 2008).

### 2.2.2. Módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad se define como la pendiente del tramo recto inicial de la curva esfuerzo conocida como deformación unitaria.

$$E_c = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

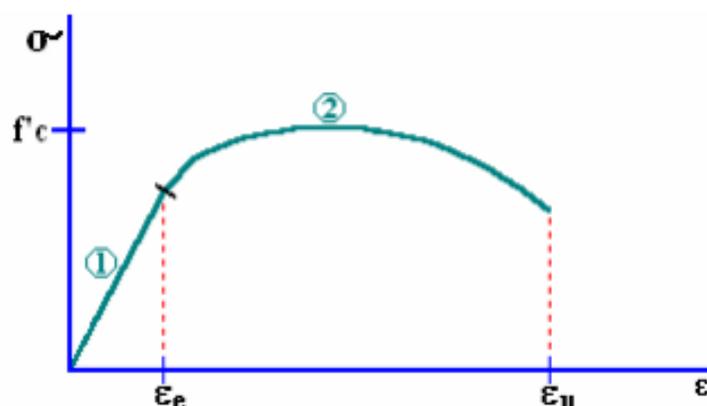


*Grafica 2: "Resistencia-Deformación"*

Se puede apreciar en la **gráfica 2** que mientras menos resistencia posee el hormigón, mayor es su capacidad de deformación en comparación con los hormigones de mayor resistencia. Además se visualiza que estos presentan un primer rango de comportamiento que se puede asumir lineal y elástico; se aprecia un segundo rango de comportamiento no lineal e inelástico cuando las cargas son mayores (Civilgeeks, 2010).

### 2.2.3. Ductilidad

“La ductilidad es la capacidad que tienen algunos materiales de admitir grandes deformaciones sin perder su resistencia (Civilgeeks, 2010).”



*Grafica 3: "Ductilidad en elementos sometidos a grandes deformaciones"*

$$D = \frac{\epsilon_u}{\epsilon_e}$$

De donde:

**D:** Índice de ductilidad por deformación

**$\epsilon_u$ :** Deformación unitaria de rotura

**$\epsilon_e$ :** Deformación unitaria elástica máxima

Es claro que los índices de ductilidad por deformación del hormigón simple disminuyen apreciablemente desde que aumenta su resistencia a la rotura, como se puede observar en la gráfica. Debido a esto el Hormigón necesita la incorporación de acero de refuerzo para alcanzar una mayor ductilidad (Civilgeeks, 2010).

Las funciones de la ductilidad son:

“En el supuesto de que nos encontrásemos en cualquiera de las siguientes situaciones, con toda seguridad preferiríamos que el edificio se deformara aunque lo dejara fuera de uso, a que se viniera abajo repentinamente sin posibilidad de desalojarlo a tiempo (Civilgeeks, 2010).

- Acciones sísmicas.

- Actuación de cargas superiores a las previstas, como por ejemplo:

- Por colocar estanterías con grandes pesos en zonas de forjados diseñadas para cargas de vivienda.

Por la entrada de vehículos pesados en aparcamientos subterráneos calculados para coches.

- Por la inundación de un forjado o de una azotea.

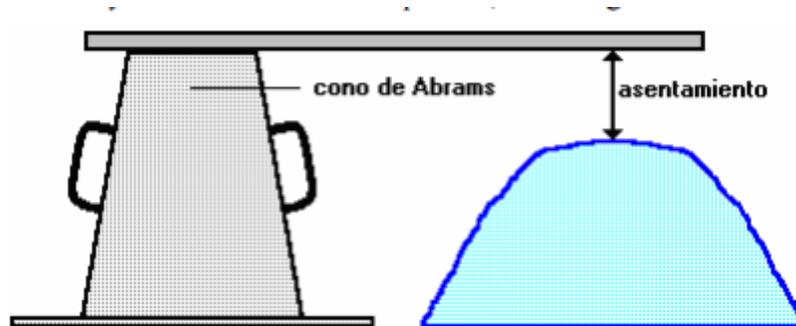
- Por el fallo de la cimentación ocasionada por la ejecución de obras próximas, por problemas de filtración de agua, entre otros

Si la estructura es frágil el colapso se alcanza sin previo aviso, con pequeñas deformaciones y figuración reducida (Civilgeeks, 2010).

#### **2.2.4. Trabajabilidad**

“Un hormigón fresco se considera trabajable cuando puede adaptarse fácilmente a cualquier forma de encofrado, con un mínimo de trabajo mecánico aplicado. Cuantitativamente la Trabajabilidad se mide mediante el Asentamiento del Cono de Abrams o el diámetro de

Dispersión en la Mesa de Flujo; mientras mayor es el asentamiento o mayor es el diámetro de dispersión, el hormigón es más trabajable (Proaño, 2008).”



*Ilustración 2: "Prueba del cono de Abram"*

Los procesos de ensayo están definidos por ASTM a nivel internacional de la siguiente manera:

Asentamientos menores de 2 pulgadas corresponden a hormigones poco trabajables; asentamientos entre 3 a 5 pulgadas corresponden a hormigones medianamente trabajables; asentamientos superiores a 6 pulgadas son característicos de hormigones muy trabajables (Proaño, 2008). ”

### **2.2.5. Homogeneidad**

Se dice del material que tiene las mismas propiedades en todos los puntos. En el Hormigón se consigue mediante un buen amasado (Construmatica, 2011).

### **2.2.6. Densidad**

Es la cantidad de peso por unidad de volumen, variará con la clase de áridos y con la forma de colocación en obra (Construmatica, 2011).

La densidad de los Hormigones Ligeros oscilará entre los 200 y los 1500 kg/m<sup>3</sup>.

En los Hormigones Ordinarios:

Apisonados: 2000 a 2200 kg/m<sup>3</sup>

Vibrados: 2300 a 2400 kg/m<sup>3</sup>

Centrifugados: 2.400 a 2500 kg/m<sup>3</sup>

Proyectados 2500 a 2600 kg/m<sup>3</sup>

Los Hormigones Pesados pueden alcanzar los 4000 kg/m<sup>3</sup>. Este tipo de Hormigón es el utilizado para construir pantallas de protección contra las radiaciones (Construmatica, 2011).

### **2.2.7. Permeabilidad**

Es la capacidad de un material de ser atravesado por líquidos o gases. La impermeabilidad del Hormigón es importante para su resistencia a los ataques químicos. Esta impermeabilidad depende en parte del exceso de agua en el amasado y del posterior curado del Hormigón (Construmatica, 2011).

## **2.3. Propiedades del acero**

“Es uno de los materiales básicos utilizados en la construcción de estructuras, tales como edificios industriales y comerciales, puentes y muelles. Se produce en una amplia gama de formas y grados, lo que permite una gran flexibilidad en su uso. Es relativamente barato de

fabricar y es el material más fuerte y más versátil disponible para la industria de la construcción (Mendez, 2014). ”

### **2.3.1. Punto de fluencia**

“El punto de fluencia es el esfuerzo para el cual la plataforma de fluencia queda claramente definida en la curva esfuerzo deformación. La plataforma de fluencia se define como una porción horizontal de la curva en el que la deformación unitaria aumenta continuamente bajo un esfuerzo constante. Las barras de grado 60 son las que usualmente se emplea como acero de refuerzo y su punto de fluencia es  $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$  (Mendez, 2014). ”

### **2.3.2. Módulo de elasticidad**

El módulo de elasticidad para el acero  $E_s = 2,100,000 \text{ kg/cm}^2$ , es importante mencionar que es el mismo para todos los refuerzos de distinto grado (Mendez, 2014).

### **2.3.3. Resistencia a la fatiga**

La fatiga en metales produce fisuras microscópicas que se forman a partir de un ciclo de esfuerzos repetitivos que se han aplicado en un determinado número de veces, de tal forma que el área no fisurada de la sección transversal de la barra disminuye con el tiempo, hasta que es demasiado pequeña para soportar las cargas y llega a fallar de una manera frágil (Mendez, 2014).

## 2.4. Acero estructural

“Es uno de los materiales básicos utilizados en la construcción de estructuras, tales como edificios industriales y comerciales, puentes y muelles. Se produce en una amplia gama de formas y grados, lo que permite una gran flexibilidad en su uso. Es relativamente barato de fabricar y es el material más fuerte y más versátil disponible para la industria de la construcción (Allustudies, 2016).”

### 2.4.1. Propiedades mecánicas del acero estructural

“Las principales propiedades del acero estructural son:

- Módulo de elasticidad ( $E$ ): el rango típico para los aceros que se usan frecuentemente se encuentran en 193000 a 207000 Mpa, generalmente para el diseño se toma un valor de 200000 Mpa.
- Módulo de Poisson  $\mu$ . Para el rango elástico se toma 0.3 y para el rango inelástico 0.5.
- Módulo de Cortante  $G$ . se calcula en función del módulo Poisson y de elasticidad.

$$G = \frac{E}{2(1 + \mu)}$$

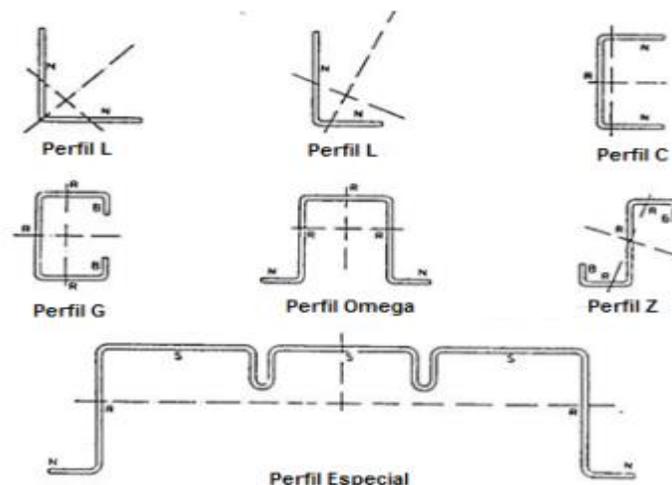
- Punto de fluencia y resistencia última. El comportamiento del acero tiende a ser elástico hasta alcanzar su estado de fluencia  $F_y$ , sobrepasado este nivel tiende a ser inelástico y finalmente procede a fracturarse alcanzado su última resistencia  $F_u$

- El valor de la deformación unitaria  $\epsilon$  es la relación entre la deformación  $\Delta l$  y la longitud  $l$  en la que se ha producido (Mendez, 2014).

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l}$$

#### 2.4.2. Perfiles conformados en frío

“El acero conformado en frío es ligero, fácil de manejar y el costo es económico; no se pudre, no se agrieta, no se altera y no es inflamable. Los elementos de acero galvanizado pesan mucho menos que los componentes de ladrillo y hormigón; en consecuencia, se pueden reducir los cimientos y se concede una gran libertad de diseño a las estructuras. La solidez de estas estructuras hace de estos una estructura resistente a devastaciones como terremotos y huracanes. Este acero es protegido contra la corrosión y el fuego (Jimenez, 2007).”

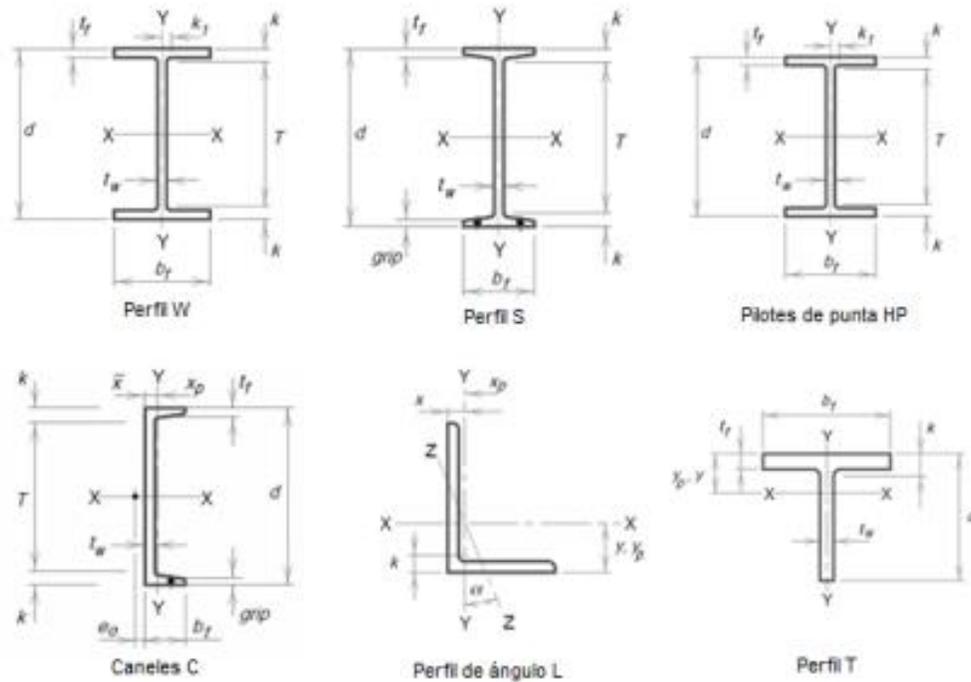


*Ilustración 3: "Tipos de perfiles formados en frío"*

### 2.4.3. Perfiles de acero conformados en caliente

“Estos perfiles son formados en acero caliente semi-plástico, moldeándolos a través de una serie de rodillos que les da la forma transversal requerida. Entre los perfiles americanos podemos encontrar: Perfil W: tiene un gran momento de inercia. Para vigas emplean secciones tales que  $d > bf$  y para columnas se requiere  $d \approx bf$ .

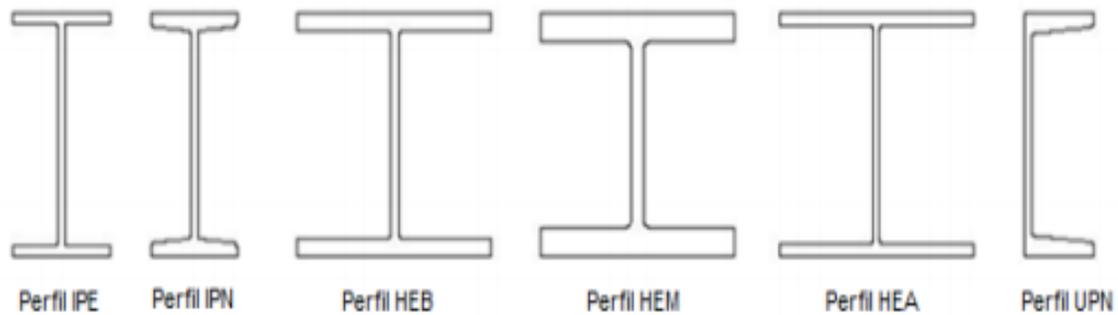
- Perfil S: poseen un patín más angosto y alma más gruesa que W.
- Pilotes de Punta, HP: el espesor del alma es igual al de los patines, dichos espesores tienden a ser gruesos para mayor resistencia.
- Canales C: tiene simetría simple, es decir referente solo a un eje. Perfiles de Angulo L: espesor constante en las almas.
- Perfiles T: cortado del perfil W, denominados WT.
- Perfiles T: cortado del perfil S, denominados ST.
- Barras.- tiene un diámetro constante, en función de su utilidad se construyen con superficie lisa y corrugada.
- Placas.- varían en función del ancho y espesor.
- Cables.- conformado por un grupo de alambres, los cuales al trabajar en grupo, tienden a mejorar su capacidad como elemento.
- Secciones Huecas.- tiene un espesor constante, se pueden encontrar en forma circular, cuadrada y rectangular.



**Ilustración 4: "Tipos de perfiles formados en caliente"**

Por otra parte, dentro de los perfiles Europeos se encuentran:

- Perfil IPE: análogo al perfil "W" empleado para vigas, es decir que  $d > b_f$ .
- Perfil HEB: análogo al perfil "W" empleado para columnas donde  $d \approx b_f$ .
- Perfil IPN: análogo al perfil "S".
- Perfil UPN: semejante al perfil de canal "C" (Mendez, 2014).



*Ilustración 5: "Tipos de perfiles europeos formados en caliente"*

#### 2.4.4. Ventajas y Desventajas del Acero como Material de Construcción

“Ventajas del acero como material estructural:

- **Alta resistencia:** La alta resistencia del acero por unidad de peso implica que será poco el peso de las estructuras, esto es de gran importancia en para el diseño de vigas de grandes claros (Luisar, 2007).
- **Uniformidad:** Las propiedades del acero no cambian apreciablemente con el tiempo como es el caso de las estructuras de concreto reforzado (Luisar, 2007).
- **Durabilidad:** Si el mantenimiento de las estructuras de acero es adecuado duraran indefinidamente (Luisar, 2007).
- **Ductilidad:** La ductilidad es la propiedad que tiene un material de soportar grandes deformaciones sin fallar bajo altos esfuerzos de tensión. La naturaleza dúctil de los aceros estructurales comunes les permite fluir localmente, evitando así fallas prematuras (Luisar, 2007).

- **Tenacidad:** Los aceros estructurales son tenaces, es decir, poseen resistencia y ductilidad. La propiedad de un material para absorber energía en grandes cantidades se denomina tenacidad (Luisar, 2007).

Otras ventajas importantes del acero estructural son:

- Gran facilidad para unir diversos miembros por medio de varios tipos de conectores como son la soldadura, los tornillos y los remaches
- Posibilidad de prefabricar los miembros de una estructura.
- Rapidez de montaje.
- Gran capacidad de laminarse y en gran cantidad de tamaños y formas.
- Resistencia a la fatiga que el concreto.
- Posible reutilización después de desmontar una estructura.

Desventajas del acero como material estructural:

- **Costo de mantenimiento:** La mayor parte de los aceros son susceptibles a la corrosión al estar expuestos al agua y al aire y, por consiguiente, deben pintarse periódicamente (Luisar, 2007).
- **Costo de la protección contra el fuego:** Aunque algunos miembros estructurales son incombustibles, sus resistencias se reducen considerablemente durante los incendios. Además se ha comprobado que por su gran capacidad de conducir calor ha provocado la propagación de incendios, elevando la temperatura de habitaciones donde no hay flamas o chispas de ignición más por el alto calor conducido ha logrado inflamar otros materiales usuales como madera, tela y otros (Luisar, 2007).

- **Susceptibilidad al pandeo:** Es decir entre más esbeltos sean los miembros a compresión, mayor es el peligro de pandeo. Como se indicó previamente, el acero tiene una alta resistencia por unidad de peso, pero al utilizarse como columnas no resulta muy económico ya que debe usarse bastante material, solo para hacer más rígidas las columnas contra el posible pandeo. Sin embargo cabe la posibilidad de usar perfiles que tengan dentro sus propiedades grandes momentos de inercia abundando a mitigar esta desventaja (Luisar, 2007).

## 2.5. Ventajas y Desventajas del hormigón como Material de Construcción

### 2.5.1. Ventajas

- “Vida útil de la estructura es mucho mayor en cuanto a otros sistemas de construcción.
- Costo de Mantenimiento es relativamente bajo.
- Alta resistencia a la compresión.
- Es resistente al efecto del agua.
- Resistente al fuego, si se provee un adecuado recubrimiento al acero.
- Gran maleabilidad para dar cualquier forma con el uso del encofrado.
- Le confiere un carácter monolítico a sus estructuras lo que les permite resistir más eficientemente las cargas laterales de viento o sismo.

- No requiere mano de obra muy calificada.
- Su gran rigidez y masa evitan problemas de vibraciones en las estructuras creadas con él (IngenieriacivilRD, 2013).

### **2.5.2 Desventajas**

- Poca resistencia a la tracción.
- Requiere de encofrado lo cual implica su habilitación, vaciado, espera hasta que el concreto alcance la resistencia requerida y desencofrado, con el tiempo que estas operaciones implican.
- El concreto requiere mayores secciones y por ende el peso propio es una carga muy importante en el diseño.
- Su relación resistencia a la compresión versus peso está muy por debajo de la correspondiente al acero, el cual es más eficiente cuando se trata de cubrir grandes luces.
- Requiere de un permanente control de calidad, pues ésta se ve afectada por las operaciones de mezcla, colocación, curado, entre otras.
- Presenta deformaciones variables con el tiempo. Bajo cargas sostenidas, las deflexiones en los elementos se incrementan con el tiempo (IngenieriacivilRD, 2013).

## 2.6- Marco conceptual

- **Estructuras:** Es una combinación de elementos los cuales forman una entidad física de carácter unitario los cuales le proporcionan forma a un cuerpo, con el fin de resistir cargas resultantes de uso y peso propio.
- **Ingeniería Estructural:** Rama de la ingeniería civil que se encarga de analizar y diseñar estructuras a un problema ingenieril, teniendo siempre presente los criterios de funcionalidad, economía y seguridad.
- **Comparación:** Es la línea fronteriza de igualdad que existe entre dos o mas cosas con la finalidad de conocer la desigualdad que existen entre estos a partir de un punto determinado.
- **Hormigón Armado:** Material de contricción producto de la combinación de agua, agregado fino, aglomerante y acero de refuerzo.
- **Cubiertas:** Elemento constructivo que protege las edificaciones en la parte superior.
- **Acero Estructural:** Es una aleación de hierro y carbono fundido a altas temperaturas, el cual al endurecerse forma un compuesto capaz de resistir grandes cargas.
- **Estructuras aperticadas:** Son estructuras de concreto, hacer, madera, entre otros armados los cuales poseen el mismo número de columnas y vigas peraltadas
- **Análisis estructural:** Es la evaluación que se realizan a las estructuras resistentes para determinar los esfuerzos internos, deformaciones y tenciones que actúan sobre el mismo

- **Análisis económico:** Son el conjunto de herramientas que permiten determinar las interrelaciones que se generan entre las distintas variables económicas, así como los fenómenos y situaciones que de ella se derivan.
- **Ratios:** Es la relación existente entre las cargas que recibe el elemento y su capacidad.
- **ACI:** Instituto americano del concreto
- **ETABS:** Es la herramienta utilizaba para el modelamiento y diseño, de manera tridimensional de elementos estructurales, sean estos: Vigas, Columnas y Muros.
- **SAFE:** Programa desarrollado por CSI, utilizado para diseño de losas y cimentaciones.

## 2.7.- Marco contextual

Este proyecto de investigación se llevó a cabo en el edificio #2 del laboratorio 102 de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU). area Analisis



*Ilustración 6: "Localización de desarrollo de la investigación" (Google, 2016)*



*Ilustración 7: "Herramientas utilizadas al momento de desarrollar la investigación"*

## Capítulo III: Marco metodológico

### 3.1- Enfoque de la investigación

El presente trabajo de investigación “Análisis comparativos entre las estructuras de hormigón armado y metálicas, aporticadas y con cubiertas”, llevo a que diseño de esta investigación fuese cuantitativa, ya que tenemos que implementar el uso de herramientas tales como los programas estructurales ETABS Y SAFE, con los cuales tenemos que interpretar y analizar los datos recolectados en el desarrollo de la investigación. Area

De igual forma se realizaron análisis económicos para conocer la factibilidad que tendría cada estructura construida, ya sean de hormigón armado o acero estructural.

### 3.2- Tipo de investigación

La metodología de la presente investigación se efectuó de la siguiente manera, esta explicada a continuación:

- **Descriptiva:** En la investigación se describirán los datos que tienen una relación directa a las variables afectadas por este estudio. Se realizará una indagación de las variables que tienen mayor influencia en el objeto de estudio. El fin principal de realizar una investigación descriptiva es llegar a saber que estructura es la más factible a ejecutar entre la de hormigón armado y acero estructural en edificaciones aporticadas partiendo de los parámetros establecidos en esta investigación.

- **Explicativa:** Esta investigación estará orientada a explicar la factibilidad de la utilización del acero estructural u hormigón armado en un proyecto específico, ayudándose con la utilización de programas como ETABS 2015 y SAFE 2014; Así mismo presupuestos que abarquen hasta la obra gris, para con esto determinar el más adecuado a utilizar. Se Tratará por todos los medios encontrar los motivos primarios del problema a investigar; planteando relaciones de causa-efecto en el estudio.
- **Exploratoria:** La presente investigación está orientada a brindarnos una visión general entorno a los resultados obtenidos en los cálculos realizados con los programas y el presupuesto lo más cercano a la realidad; el cual es un tema controversial en el ámbito de la ingeniería por ser poco explorado.

### 3.2.1- Marco temporal

Esta investigación se realizará en el período comprendido entre el mes de enero hasta del mes de abril del año 2016.

### 3.3- Método de Investigación

En la presente investigación se utilizaran los siguientes métodos especificados a continuación tendentes a responder las preguntas planteadas en el trabajo:

- **Método de la observación científica:** Consiste en la percepción directa del comportamiento de las diferentes estructuras a estudiar. Con este instrumento universal

se podrá conocer en el caso del hormigón las diferentes secciones y proporciones de hacer de refuerzo; para el caso de estructuras metálicas se podrá visualizar el perfil más adecuado en base a las solicitudes demandadas.

- **Método lógico inductivo:** En este caso el razonamiento de partida será de lo particular a lo general, debido a que dicho trabajo se analizaran un conjunto de estructuras, que servirán de parámetro a las instituciones encargadas de la ejecución de un proyecto en esa área.
- **Método analítico:** Se analizaran los diferentes casos de estructuras planteados y se procederá a la interpretación de los datos arrojados por los programas con la finalidad de evaluar el desempeño de este.

## Capítulo IV: Análisis y evaluación de resultados

### 4.1- Descripción del ensayo

En este capítulo se realizara la interpretación de los datos obtenidos mediante los softwares estructurales ETABS y SAFE, la cual constara del diseño de 3 estructuras sometidas a cargas distintas, las mismas son:

- Polideportivo
- Edificio de 5 niveles
- Hospital de 4 niveles

Estas edificaciones serán diseñadas para 4 rangos de retion, los cuales serán: 0-0.25, 0.25-0.50, 0.50-0.75 y 0.75-1 tanto para metálica, como para hormigón armado. Con el objetivo de poder conocer cuál sería la limitante estructural mínima a la cual podría estar sometida la edificación, sin que estas violen los estándares por normativa que establece los códigos para diseño estructural.

### 4.2- Normativa

Las normas a tener en cuenta en el cálculo de estructuras y cimentaciones, son las siguientes:

- **R-001**(Reglamento para el análisis y diseño sísmico de estructuras)
- **R-033**(Reglamento para el diseño y construcción de estructuras en hormigón armado)
- **R-028** (Reglamento para el diseño, fabricación y montaje de estructuras de acero)
- **ACI318-08** (Instituto americano del concreto)

### 4.3- Cargas a considerar:

#### Hospital



*Ilustración 8: "Hospital a diseñar"*

- Carga viva entrepiso (Pasillos): **500kg/m<sup>2</sup>**
- Carga viva entrepiso (Áreas de uso privado): **200Kg/m<sup>2</sup>**
- Carga viva de techo: **200kg/m<sup>2</sup>**
- Carga súper-impuesta: **200Kg/m<sup>2</sup>**

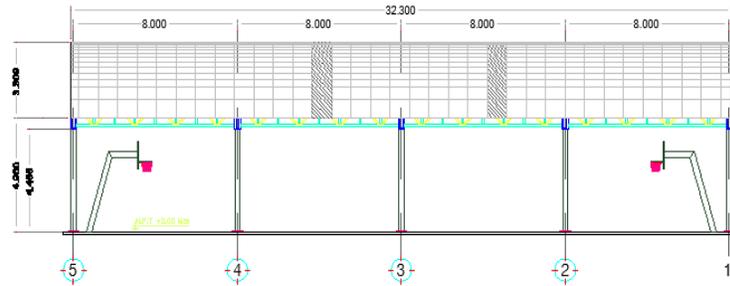
#### Edificio multifamiliar

- Carga viva entrepiso:  
**200Kg/m<sup>2</sup>**
- Carga viva entrepiso  
**200Kg/m<sup>2</sup>**
- Carga viva de techo:  
**150Kg/m<sup>2</sup>**
- Carga súper-impuesta:  
**200Kg/m<sup>2</sup>**



*Ilustración 9: "Edificio multifamiliar a diseñar"*

## Polideportivo



*Ilustración 10: "Polideportivo a diseñar"*

- Carga viva techo: **100Kg/m<sup>2</sup>**
- Carga súper-impuesta: **100Kg/m<sup>2</sup>**

### 4.3.1- Factores de carga y Combinaciones

En este apéndice establecerá las composiciones para las acciones de carga muerta, carga viva y sísmica, en combinaciones de cargas que pueden presentar la probabilidad de ocurrencia de manera simultánea en las estructuras:

- **D**: Acción de carga muerta
- **SI**: Acción de carga Súper-impuesta
- **L**: Acción de carga viva
- **LR**: Acción de carga viva de techo
- **S**: Acción de carga sísmica
- **e**: Excentricidad accidentada

**e<sub>x</sub>**: Distancia (Y) x 5%

**e<sub>y</sub>**: Distancia (X) x 5%

**Combo 1:**

- $1.4 D + 1.4 SI$

**Combo 2:**

- $1.2 (D + SI) + 1.6 L + 0.5 LR$

**Combo 3:**

- $1.2 (D + SI) + 1 L + 1.6 LR$

**Combo 4**  $(1.2 (D + SI) + 1 L + S)$ , este se desglosa de la siguiente forma:

- $1.2 (D + SI) + 1 L + 1 S_x + 0.30 S_y$
- $1.2 (D + SI) + 1 L + 1 S_x - 0.30 S_y$
- $1.2 (D + SI) + 1 L - 1 S_x + 0.30 S_y$
- $1.2 (D + SI) + 1 L - 1 S_x - 0.30 S_y$
- $1.2 (D + SI) + 1 L + 1 S_y + 0.30 S_x$
- $1.2 (D + SI) + 1 L + 1 S_y - 0.30 S_x$
- $1.2 (D + SI) + 1 L - 1 S_y + 0.30 S_x$
- $1.2 (D + SI) + 1 L - 1 S_y - 0.30 S_x$
- $1.2 (D + SI) + 1 L + 1 E_{x(+)} \cdot S_x + 0.30 S_y$
- $1.2 (D + SI) + 1 L + 1 E_{x(+)} \cdot S_x - 0.30 S_y$
- $1.2 (D + SI) + 1 L - 1 E_{x(+)} \cdot S_x + 0.30 S_y$
- $1.2 (D + SI) + 1 L - 1 E_{x(+)} \cdot S_x - 0.30 S_y$

- $1.2 (D + SI) + 1 L + 1 E_{x(+)} \cdot S_y + 0.30 S_x$
- $1.2 (D + SI) + 1 L + 1 E_{x(+)} \cdot S_y - 0.30 S_x$
- $1.2 (D + SI) + 1 L - 1 E_{x(+)} \cdot S_y + 0.30 S_x$
- $1.2 (D + SI) + 1 L - 1 E_{x(+)} \cdot S_y - 0.30 S_x$
- $1.2 (D + SI) + 1 L + 1 E_{x(-)} \cdot S_x + 0.30 S_y$
- $1.2 (D + SI) + 1 L + 1 E_{x(-)} \cdot S_x - 0.30 S_y$
- $1.2 (D + SI) + 1 L - 1 E_{x(-)} \cdot S_x + 0.30 S_y$
- $1.2 (D + SI) + 1 L - 1 E_{x(-)} \cdot S_x - 0.30 S_y$
- $1.2 (D + SI) + 1 L + 1 E_{y(-)} \cdot S_y + 0.30 S_x$
- $1.2 (D + SI) + 1 L + 1 E_{y(-)} \cdot S_y - 0.30 S_x$
- $1.2 (D + SI) + 1 L - 1 E_{y(-)} \cdot S_y + 0.30 S_x$
- $1.2 (D + SI) + 1 L - 1 E_{y(-)} \cdot S_y - 0.30 S_x$

**Combo 5 (0.90 D + S), este se desglosa de la siguiente forma:**

- $0.90 (D + SI) + S_x + 0.30 S_y$
- $0.90 (D + SI) + S_x - 0.30 S_y$
- $0.90 (D + SI) - S_x + 0.30 S_y$

- $0.90 (D + SI) - S_x - 0.30 S_y$
- $0.90 (D + SI) + S_y + 0.30 S_x$
- $0.90 (D + SI) + S_y - 0.30 S_x$
- $0.90 (D + SI) - S_y + 0.30 S_x$
- $0.90 (D + SI) - S_y - 0.30 S_x$
- $0.90 (D + SI) + 1 E_{x(+)} \cdot S_x + 0.30 S_y$
- $0.90 (D + SI) + 1 E_{x(+)} \cdot S_x - 0.30 S_y$
- $0.90 (D + SI) - 1 E_{x(+)} \cdot S_x + 0.30 S_y$
- $0.90 (D + SI) - 1 E_{x(+)} \cdot S_x - 0.30 S_y$
- $0.90 (D + SI) + 1 E_{y(+)} \cdot S_y + 0.30 S_x$
- $0.90 (D + SI) + 1 E_{y(+)} \cdot S_y - 0.30 S_x$
- $0.90 (D + SI) - 1 E_{y(+)} \cdot S_y + 0.30 S_x$
- $0.90 (D + SI) - 1 E_{y(+)} \cdot S_y - 0.30 S_x$
- $0.90 (D + SI) + 1 E_{x(-)} \cdot S_x + 0.30 S_y$
- $0.90 (D + SI) + 1 E_{x(-)} \cdot S_x - 0.30 S_y$
- $0.90 (D + SI) - 1 E_{x(-)} \cdot S_x + 0.30 S_y$

- $0.90 (D + SI) - 1 \epsilon_x(-).S_x - 0.30 S_y$
- $0.90 (D + SI) + 1 \epsilon_y(-).S_y + 0.30 S_x$
- $0.90 (D + SI) + 1 \epsilon_y(-).S_y - 0.30 S_x$
- $0.90 (D + SI) - 1 \epsilon_y(-).S_y + 0.30 S_x$
- $0.90 (D + SI) - 1 \epsilon_y(-).S_y - 0.30 S$

#### 4.4- Propiedades de los materiales

##### **Hormigón**

El concreto será de tipo HA-240 y HA-280, con una resistencia de  $240\text{kg/cm}^2$  (polideportivo) y  $280\text{kg/cm}^2$  (Edificio multifamiliar y hospital), al igual que la resistencia de las cimentaciones respectivas, para la determinación del módulo de elasticidad del concreto, se utilizara la expresión matemática formulada por la ACI, la cual es:

$$E_c = 15,000 \sqrt{f_c} \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{R-033, 2012})$$

- Peso específico del hormigón:  $\gamma_H = 2,400 \text{ Kg/m}^3$
- Coeficiente de expansión térmica:  $\alpha = 9.9 \times 10^{-6}/\text{c}^\circ$
- Coeficiente de poisson`s:  $\nu = 0.20$
- Módulo de cizallamiento:  $G = \frac{E_c}{2(1+\nu)}$

- Coeficiente de amortiguamiento: **5%**

**Acero:**

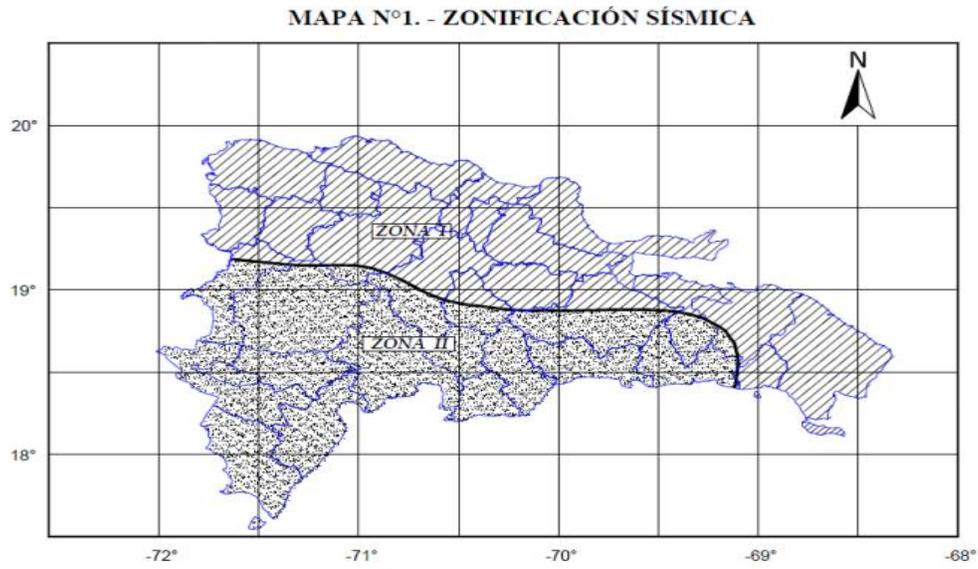
La propiedad de acero a utilizar será de 60KSI, contando con un módulo de fluencia (Fy), igual a 4200kg/cm<sup>2</sup>, y un módulo de elasticidad de:

$$E_s = 2,100,000 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{R-028, 2007})$$

- Peso unitario:  **$\gamma = 7,850 \text{ Kg/m}^3$**
- Módulo de cizallamiento:  **$G = 8.08 \times 10^5 \text{ Kg/cm}^2$**
- Coeficiente de poisson`s:  **$\nu = 0.30$**
- Coeficiente de dilatación térmica linear:  **$\alpha = 11.7 \times 10^{-6} /c^\circ$**

#### 4.5- Localización de las estructuras

La ubicación de las estructuras diseñadas estarán comprendidas en república dominicana, provincia de santo domingo, la cual abarcara lo que es la zona tipo II de mediana sismicidad, donde:



**Ilustración 11: "División de zona sísmica en la república dominicana"**

(R-001, 2011)

<b>ZONIFICACION SISMICA</b>		
<b>Zona</b>	<b>Ss</b>	<b>S1</b>
I	1.55g	0.75g
II	0.95g	0.55g

**Tabla 1: "Aceleración espectrales de acuerdo a la zona"**

(R-001, 2011)

Dado que:

**Ss:** Aceleración espectral de referencia para periodos cortos.

S1: Aceleración espectral de referencia para periodos largos

#### 4.5.1- Propiedades del suelo

El tipo de suelo optado para zona de construcción de las edificaciones, fue el suelo tipo D conocido de igual forma como suelo rígido, los datos abordados a continuación fueron asumidos para el desarrollo del diseño.

#### Características:

- Capacidad portante: 2 Kg/cm<sup>2</sup>
- Módulo de sub-rasante: 4Kg/cm<sup>3</sup>
- Profundidad de desplante: 1 Mts.

Presiones en el suelo y punzonamiento obtenidos en las diversas estructuras, son:

*Tabla 2: "Presiones en el suelo y punzonamiento en las diversas estructuras"*

Polideportivo H.A		
Retion	Presion en el suelo Kg/cm <sup>2</sup>	Punzonamiento
R: 0.2215	0.889	N/C
R: 0.449	0.845	N/C
R: 0.593	1.08	N/C
R: 0.766	0.9503	N/C

Polideportivo MT.		
Retion	Presion en el suelo Kg/cm <sup>2</sup>	Punzonamiento
R: 0.234	0.8106	0.226
R: 0.339	0.758	0.448
---	---	---
---	---	---

Edificio Multifamiliar 5 niveles H.A.		
Retion	Presion en el suelo Kg/cm <sup>2</sup>	Punzonamiento
R: 0.244	1.502	0.219
R: 0.449	1.645	0.387
R: 0.554	1.427	0.521
---	---	---

Edificio Multifamiliar 5 niveles MT.		
Retion	Presion en el suelo Kg/cm <sup>2</sup>	Punzonamiento
R: 0.25	1.496	0.22
R: 0.452	1.60	0.388
R: 0.68	1.445	0.571
---	---	---

Holapital 4 niveles H.A.		
Retion	Presion en el suelo Kg/cm <sup>2</sup>	Punzonamiento
R: 0.25	1.29	0.247
R: 0.374	1.25	0.433
R: 0.502	1.52	0.5509
---	---	---

Hospital 4 niveles MT.		
Retion	Presion en el suelo Kg/cm <sup>2</sup>	Punzonamiento
R: 0.225	1.27	0.25
R: 0.33	1.26	0.459
---	---	---
---	---	---

- **N/C:** No calculada, no fue necesario calcularlo ya que requirieron vigas de cimentación.
- El rango de diferencia existente entre presiones en el suelo para ambas estructuras sean estas H.A. y MT. No excederán los 0.10.
- El rango de punzonamiento estará en función del mismo rango de retion, sean estos los rangos de punzonamiento: 0 – 0.25, 0.25 – 0.50, 0.50 – 0.75 y 0.75 – 1.

#### 4.6- Pre-dimensionamiento de los elementos

##### 4.6.1- Losas

La determinación de los espesores para losas en 1 dirección se realizó en base a la siguiente tabla proporcionada por el ACI318 y R-033:

*Tabla 3: "Espesores mínimo para losas de acuerdo a su condición de apoyo"*

<b>ESPESOR MINIMO PARA LOSAS MACIZAS ARMADAS EN UNA DIRECCION</b>		
<b>Tipos de apoyo</b>	<b>Espesor mínimo h</b>	
	<b>Losas de entepiso</b>	<b>Losas de techo</b>
Simplemente apoyado	L/14	L/20
Un borde continuo	L/16	L/24
Ambos bordes continuos	L/19	L/28
Voladizo	L/7	L/10

Para losas que tenga una relación entre lado largo y el lado corto  $\leq 2$  se implementara la siguiente ecuación:  $\geq$

$$h = \frac{\ell_n \left( 0.8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9\beta}$$

(ACI318, 2008)

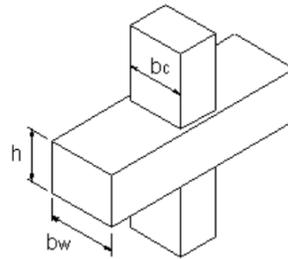
$$\beta = L_n/L_c$$

**L<sub>n</sub>** = Lado largo

Teniendo en cuenta que el espesor mínimo es de 12cm y el máximo de 25cm.

#### 4.6.2- Dimensiones de vigas en edificaciones aporricadas

El dimensionamiento de las vigas debe de cumplir con los siguientes requerimientos:



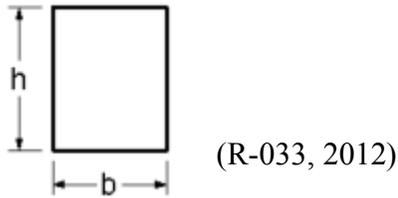
*Ilustración 12: "Pre-dimensionamiento de vigas para estructuras aporricadas"*

(R-001, 2011)

- El ancho **bw** no debe ser menor que 25cm
- El peralte de la viga (**h**), será igual a L/15
- El peralte de la viga (**h**), debe ser menor a ¼ de la luz libre entre apoyos
- El ancho **bw** debe ser mayor que 30%h o 75%bc
- El ancho **bw**: h/2 o 2/3h (R-001, 2011)

La distancia entre apoyos laterales no debe ser mayor a 50 veces la dimensión menor de la cara comprimida.

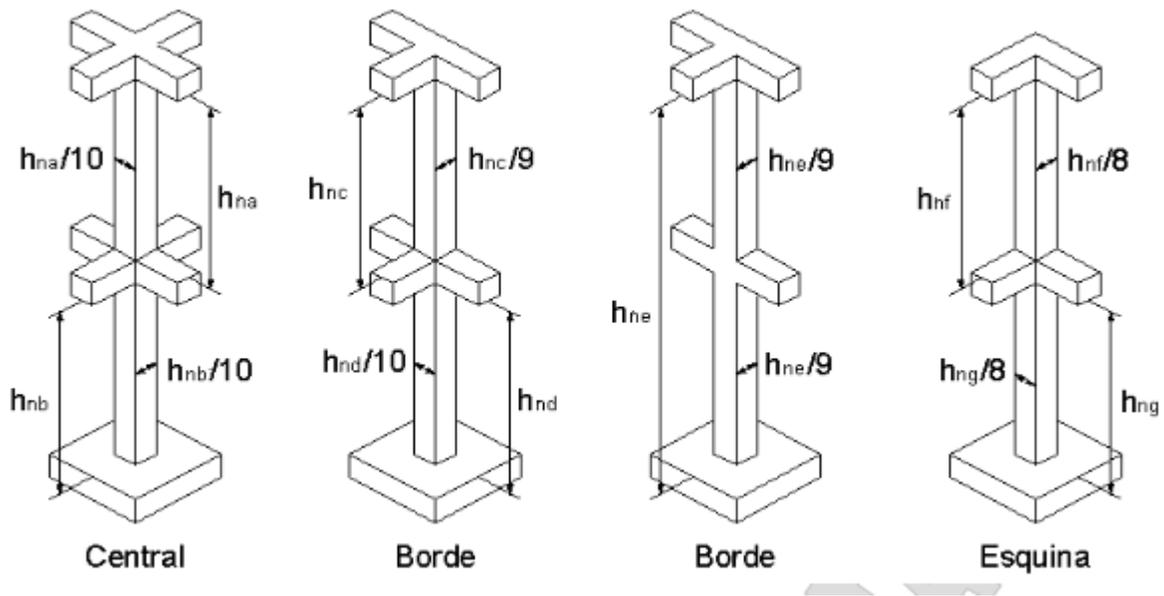
#### 4.6.3- Columnas:



*Ilustración 13: "Pre-dimensionamiento de columnas"*

Donde:

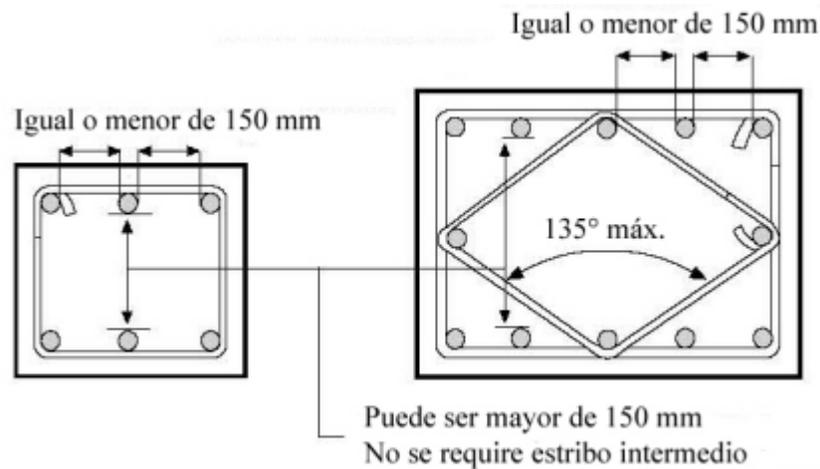
- La dimensión menor de la sección transversal de la columna no debe ser menor que 30cm.
- La relación entre la dimensión mayor de la sección y la dimensión menor, no debe ser mayor que 2.5.



*Ilustración 14: "Pre-dimensionamiento de columnas en función de su posición"*

(R-033, 2012)

- **Columnas centrales:** La dimensión paralela a la viga no debe ser menor que 1/10 de la distancia libre vertical de cara a cara entre las vigas (**hn**) (R-033, 2012).
- **Columnas de borde:** La dimensión perpendicular al borde no debe ser menor que 1/9 de la distancia libre vertical de cara a cara entre las vigas (**hn**) (R-033, 2012).
- **Columna de esquina:** La dimensión paralela no debe ser menor que 1/8 de la distancia libre vertical de cara a cara entre las vigas (**hn**) (R-033, 2012).

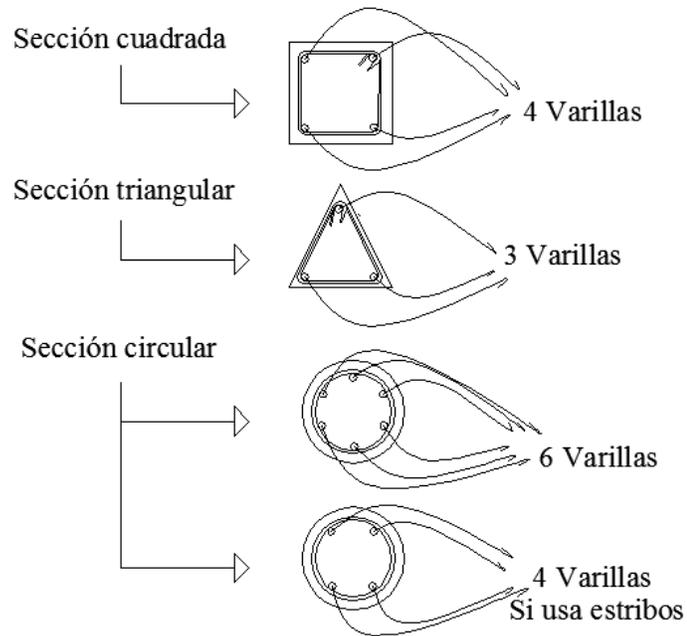


*Ilustración 15: "Requisito de separación máxima según la ACI318-08"*

(ACI318, 2008)

#### 4.7- Requerimiento de la ACI para columnas:

- La cuantía mínima es un 1% del área bruta.
- La cuantía máxima 8% de la sección transversal, cuando la estructura está sometida a fuerzas sísmicas la cuantía máxima será de 6% del área bruta.
- El número mínimo de barras o varillas longitudinales, será:



*Ilustración 16: "Número mínimo de barras en elementos que trabajan a compresión de acuerdo a su geometría"*

#### 4.7.1- Requerimiento para estribos:

Los estribos tienen que ser #3 (3/8) o #4 (1/2):

- Se requiere utilizar estribos #4, solo si el acero longitudinal es mayor a #10
- Se requiere utilizar estribos #3, solo si el acero longitudinal es menor a #10

Como refuerzo transversal de las columnas se utilizaron estribos de 4 patas.

Espaciamiento Max. Entre estribos:

- 16 veces el diámetro de la barra longitudinal
- 48 veces el diámetro de la barra del estribo
- La dimensión menor (ACI318, 2008).

#### 4.8- Procedimiento para el cálculo de refuerzo transversal en vigas

Chequeo de refuerzo en el alma:

Dado que:

$\phi = 0.75$ ;  $d_w = \text{Base}$ ;  $d = h\text{-rec}$ ;  $V_u = \text{cortante ultimo}$ ;  $V_s = \text{Aporte de acero del estribo}$

$$\phi V_c = \phi \cdot 0.53 \cdot \sqrt{F_c} \cdot d_w \cdot d$$

Si  $V_u \leq \frac{1}{2} \phi V_c$  -----  $\rightarrow$  No requiere refuerzo en el alma

Si  $V_u \geq \frac{1}{2} \phi V_c$  -----  $\rightarrow$  Si requiere refuerzo en el alma

$$V_s = \frac{V_u - \phi V_c}{\phi}$$

Chequeo:  $V_s \leq V_{\max}$  -----  $\rightarrow$  Si  $V_s$  es mayor que  $V_{\max}$ , proceder a cambiar la sección

Determinación de la separación:

$$S = \frac{A_v \cdot F_y \cdot d}{V_s}; \text{ Separación teórica}$$

$$S_1 = \frac{A_v \cdot F_y}{0.2 \cdot \sqrt{F_c} \cdot b_w}; \text{ Separación mínima que aporta el área de acero a cortante } S_1 \text{ y } S_2$$

$$S_2 = \frac{A_v \cdot F_y}{3.5 \cdot b_w}; \text{ Separación mínima que aporta el área de acero a cortante } S_1 \text{ y } S_2$$

La separación máxima de los estribos viene en función de las siguientes ecuaciones:

Si;  $V_s \leq 1.10 \cdot \sqrt{F_c} \cdot d_w \cdot d$  ----  $\rightarrow S_{\max} = d/2$  y/o 60 cm (24"), se escogerá el menor de los 2

Si;  $V_s \geq 1.10 \cdot \sqrt{F_c} \cdot d_w \cdot d$  ----  $\rightarrow S_{\max} = d/4$  y/o 30 cm (12"), se escogerá el menor de los 2

Separación mínima:  $S_{\min} = 10 \text{ cm (4")}$  o  $7.5 \text{ cm (3")}$

Lugar donde se da la separación máxima:

$$V_s = \frac{A_v \cdot F_y \cdot d}{S_{max}}$$

$$\phi V_u = \phi V_c + \phi V_s$$

$$\phi V_u = V_{max} - W_t \cdot X_2$$

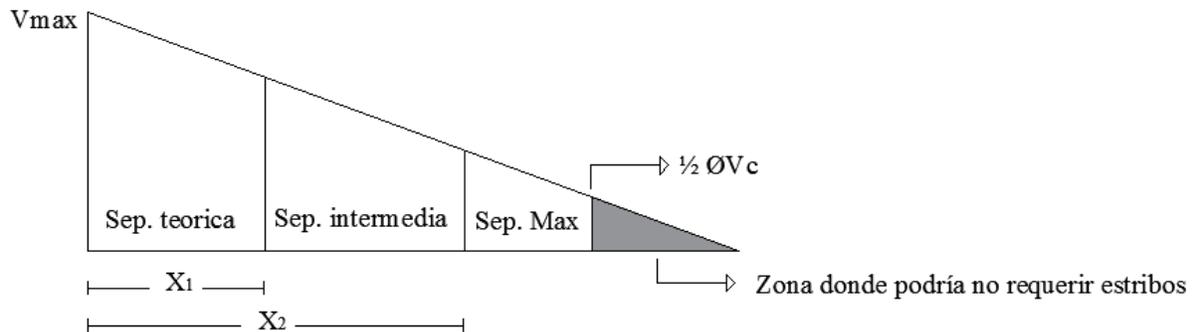
Determinación de la separación intermedia correspondiente:

$$S = (\text{Separación teórica} + \text{Separación Max})/2$$

$$V_s = \frac{A_v \cdot F_y \cdot d}{S}$$

$$\phi V_u = \phi V_c + \phi V_s;$$

$$\phi V_u = V_{max} - W_t \cdot X_1$$



*Ilustración 17: "Posición de los estribos según su sollicitación en la viga"*

#### 4.8.1- Diseño a tracción por ecuaciones deducidas:

$$K = 0.85 \cdot F_c \cdot b \cdot d$$

$$A_s = \frac{K}{F_y} \cdot \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{\phi K \cdot d}} \right]$$

#### 4.8.2- Diseño por cuantía balanceada:

$$\rho_b = 0.85 \cdot \beta \cdot \left( \frac{F_c}{F_y} \right) \cdot \left( \frac{0.003}{\frac{F_y}{E_s} + 0.003} \right)$$

$T = A_s \cdot F_y$ ; Fuerza en la zona de tracción

$$A = \frac{T}{0.85 \cdot F_c \cdot b}; \text{ Altura del bloque de compresión:}$$

$$M_u = \phi \cdot T \cdot \left( d - \frac{A}{2} \right)$$

#### Procedimiento de diseño para columnas:

Calculo de capacidad última:

$$\phi P_n = 0.80 \cdot \phi \cdot [0.85 \cdot F_c \cdot (A_g - A_s) + F_y \cdot A_s]$$

Dimensionamiento en base al  $\phi P_n$ :

$$A_s = \rho \cdot A_g \rightarrow \rho \cdot \text{Base}^2$$

$$\phi P_n = 0.80 \cdot \phi \cdot [0.85 \cdot F_c \cdot (B^2 - \rho \cdot B^2) + F_y \cdot (\rho \cdot B^2)]$$

Despejando B de la ecuación mostrada anteriormente, obtenemos las dimensiones de nuestro elemento a diseñar.

Para la selección del acero longitudinal se utilizara la formula anteriormente colocada:

$$\phi P_n = 0.80 \cdot \phi \cdot [0.85 \cdot F_c \cdot (A_g - A_s) + F_y \cdot A_s]$$

Y se procederá a despejar  $A_s$ .

#### 4.8.3- Diseño de columna con flexión biaxial:

$$PU = 1.2 \cdot D + 1.6 \cdot L$$

$$MU_x = 1.2 \cdot MD + 1.6 \cdot ML \quad MU_y = 1.2 \cdot MD + 1.6 \cdot ML$$

$$e_x = \frac{MU_x}{PU} \quad e_y = \frac{MU_y}{PU}$$

##### 4.8.3.1- Método de las cargas recíproca (Bressler)

$$\frac{1}{P_n} = \frac{1}{P_{n_x, o}} + \frac{1}{P_{n_y, o}} - \frac{1}{P_o}$$

Donde:

- **P<sub>n</sub>**: Valor aproximado de la carga nominal en flexión biaxial con excentricidades  $e_x$  y  $e_y$ .
- **P<sub>n<sub>x</sub>,o</sub>**: Carga nominal cuando la excentricidad  $e_x$  está presente y  $e_y$  es cero.
- **P<sub>n<sub>y</sub>,o</sub>**: Carga nominal cuando la excentricidad  $e_y$  está presente y  $e_x$  es cero.
- **P<sub>o</sub>**: Carga nominal cuando la columna está cargada concéntricamente.

##### 4.8.4- Método contorno de carga:

$$\left[ \frac{M_{nx}^{\alpha}}{M_{nx, o}} \right] + \left[ \frac{M_{ny}^{\alpha}}{M_{ny, o}} \right] \cong 1$$

$$M_{nx} = P_n \cdot e_y \quad M_{ny} = P_n \cdot e_x$$

$$M_{nx, o} = M_{nx} \text{ (Para } M_{ny} = 0)$$

$$M_{ny, o} = M_{ny} \text{ (Para } M_{nx} = 0)$$

Tabla 4: "Tipos de barras corrugadas utilizadas"

Catálogo de barras utilizado		
Ø"	#Barra	Área - Cm <sup>2</sup>
3/8	#3	0,71
1/2	#4	1,27
3/4	#6	2,85
1	#8	5,07

#### 4.9- Especificaciones del MetalDeck

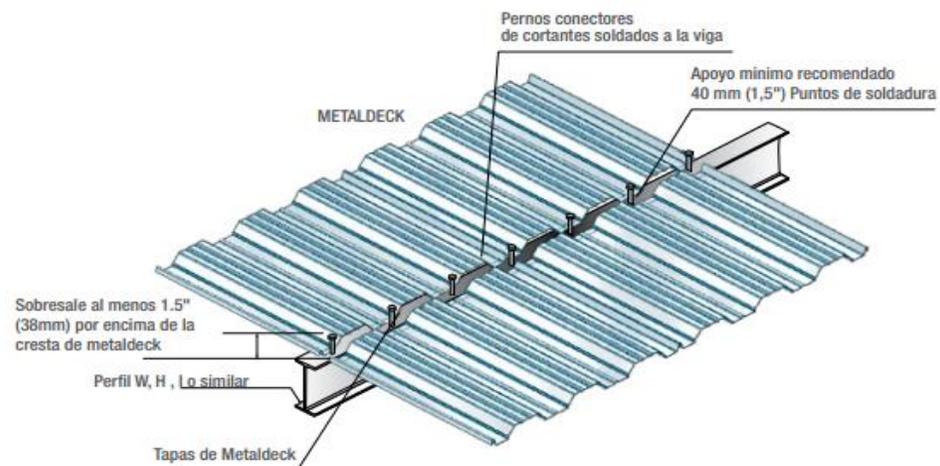
El sistema de losa METALDECK aprovecha las características de una lámina de acero preformada (STEEL DECK) sobre la cual se hace un vaciado en concreto. El comportamiento combinado entre el concreto, una vez que este ha alcanzado su resistencia máxima, y el tablero en acero, permite obtener un sistema de losa estructural práctico para todo tipo de edificaciones (Yamin, 2012).

#### Ventajas:

- **Funcionalidad:** Se acomoda a multitud de aplicaciones prácticas y a muchas situaciones diferentes en entepiso para edificaciones (Yamin, 2012).
- **Resistencia estructural con menos peso:** Las propiedades del acero son utilizadas con una máxima eficiencia en el diseño y la fabricación del MetalDeck, resultando un producto de una alta resistencia con relación a su peso. Por consiguiente los costos de transporte, montaje de la estructura principal pueden ser menores que con otros sistemas (Yamin, 2012).

- **Apariencia atractiva:** Aunque el sistema METALDECK es principalmente un componente estructural, es visualmente muy atractivo cuando es expuesto en aplicaciones arquitectónicas (Yamin, 2012).
- **Construcción en todos los climas:** El sistema puede ser instalado en la mayoría de las condiciones climáticas, eliminando los costosos retrasos que pueden presentarse con otros sistemas de entrepiso (Yamin, 2012).
- **Durabilidad garantizada:** El sistema ha sido instalado por más de medio siglo en múltiples países con un comportamiento satisfactorio, lo cual es garantía de su durabilidad (Yamin, 2012).
- **Economía y valor agregado:** El sistema combina bajos costos con óptimo comportamiento (Yamin, 2012).
- **Doble función estructural:** Sirve como plataforma de trabajo y formaleta de piso a la vez que conforma el refuerzo principal de la losa una vez fragua el concreto (Yamin, 2012).

### Lamina utilizada



*Ilustración 18: "Lamina MetalDeck"*

(Yamin, 2012).

**Tabla 5: "Especificaciones de tipo de lámina utilizada"**

LÁMINA DE METALDECK						
MODELO	ANCHO	ESPESOR (CAL)	PESO	AREA	MOMENTO INERCIA	MODULO SECCION
PE51-240-720	720 mm	0.8 mm (CAL 22)	8.73 Kg/m <sup>2</sup>	0.0008 m <sup>2</sup>	52.8 Cm <sup>4</sup> /m	16.45 Cm <sup>3</sup> /m
		1.0mm (CAL 20)	10.90 Kg/m <sup>2</sup>	0.001 m <sup>2</sup>	64.55 Cm <sup>4</sup> /m	20.69 Cm <sup>3</sup> /m

(Perozo I. N.)

#### 4.10- Elementos metálicos estructurales

- Pilares ("Columnas")
- Vigas ("Jacenas"); ("Main beams")
- Viguetas ("Beams") / Correas ("Porlings")
- Arandelas ("Washers")
- Cerchas ("Trusses")
- Tornillos ("Balts", "Screws")
- Tuercas ("Nuts")
- Pernos y bulones ("Pin-joints")

#### 4.11- Perfiles metálicos

##### 4.11.1- Características de las vigas W

- Las vigas de sección W generalmente resultan las más económicas al usarse como elementos a flexión y son más eficientes que las canales y las secciones S (Aceso, 2012).

- Tienen un mayor porcentaje de acero concentrado en sus patines que las vigas S, por lo que poseen mayores momentos de inercia y momentos resistentes para un mismo peso (Acesco, 2012).

### Especificaciones de calidad:

- Los perfiles están cobijadas en las especificaciones ASTM A992 (Acesco, 2012).
- Es un acero de alta resistencia y baja aleación (HSLA), tiene valores mínimos especificados de Fy y Fu de 50 y 65 KSI, respectivamente (Acesco, 2012).
- El acero A992 tiene excelentes características de ductilidad y soldabilidad (Acesco, 2012).

### Catálogos de perfiles w

Tabla 6: "Catalogo de perfiles W"

VIGAS W ACESCO																	
DESIGNACIÓN (US) in x lb/ft	DESIGNACIÓN (METRIC) mm x kg/m	Área A (mm <sup>2</sup> )	Altura d (mm)	Espesor del Alma t <sub>w</sub> (mm)	Alas		Distancia			Propiedades Elásticas						Módulos Plásticos	
					Ancho b <sub>f</sub> (mm)	Espesor t <sub>f</sub> (mm)	T (mm)	k (mm)	k <sub>1</sub> (mm)	X - X			Y - Y			Z <sub>x</sub> 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	Z <sub>y</sub> 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
										I <sub>x</sub> 10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup>	S <sub>x</sub> 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	r <sub>x</sub> mm	I <sub>y</sub> 10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup>	S <sub>y</sub> 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	r <sub>y</sub> mm		
W 4 X 13	W 100 X 19	2471	106	7.1	103	8.8	70	17	11	4.7	89	44	1.6	31	25	103	48
W 6 X 9	W 150 X 13	1729	150	4.3	100	5.5	121	14	10	6.8	91	63	0.9	18	23	102	28
W 6 X 15	W 150 X 23	2858	152	5.8	152	6.6	121	16	10	12.1	159	65	3.9	51	37	177	78
W 6 X 20	W 150 X 30	3787	157	6.6	153	9.3	121	19	11	17.2	220	68	5.5	72	38	244	110
W 8 X 10	W 200 X 15	1910	200	4.3	100	5.2	168	16	11	12.8	128	82	0.9	17	21	145	27
W 8 X 15	W 200 X 23	2865	206	6.2	102	8.0	168	19	13	20.0	193	84	1.4	28	22	223	44
W 8 X 24	W 200 X 36	4570	201	6.2	165	10.2	152	25	16	34.4	342	86.9	7.62	92.3	40.9	379	140
W 8 X 31	W 200 X 46	5890	203	7.2	203	11	152	26	17	45.8	451	88.1	15.4	152	51.3	498	231
W 8 X 40	W 200 X 59	7550	210	9.1	205	14.2	153	29	18	60.8	582	89.7	20.4	200	51.8	652	303
W 10 X 12	W 250 X 18	2284	251	4.8	101	5	219	16	11	22	179	99	0.9	18	20	206	29
W 10 X 17	W 250 X 25	3219	257	6.1	102	8	219	19	13	34.1	265	103	1.5	29	21	306	46
W 10 X 22	W 250 X 33	4190	258	6.1	146	9.1	220	19	12	49.1	380	108	4.75	65.1	33.8	426	100
W 10 X 49	W 250 X 73	9290	253	8.6	254	14.2	184	35	23	113	895	110	38.9	306	64.5	990	464
W 12 X 14	W 310 X 21	2684	303	5.1	101	5.7	267	17	13	36.9	244	117	1.0	20	19	285	31
W 12 X 16	W 310 X 24	3039	305	5.6	101	6.7	267	19	13	43	280	119	1.2	23	20	329	37
W 12 X 26	W 310 X 39	4940	310	5.8	165	9.7	271	20	11	84.9	547	131	7.2	87.5	38.4	610	134
W 12 X 30	W 310 X 45	5670	313	6.6	166	11.2	271	21	12	99.1	633	132	8.45	102	38.6	706	157
W 12 X 65	W 310 X 97	12300	308	9.9	305	15.4	234	37	25	222	1440	134	72.4	477	76.7	1586	732
W 14 X 22	W 360 X 32.9	4190	349	5.8	127	8.5	309	20	13	82.8	475	141	2.91	45.9	26.4	544	71.9
W 14 X 26	W 360 X 39	4960	353	6.5	128	10.7	309	22	13	102	578	144	3.71	58.2	27.4	659	90.8
W 14 X 30	W 360 X 44	5710	352	6.9	171	9.8	309	21	13	121	688	146	8.16	95.4	37.8	775	147
W 14 X 82	W 360 X 122	15500	363	13	257	21.7	279	42	26	367	2016	154	61.6	480	63	2278	734
W 16 X 26	W 410 X 38.8	4950	399	6.4	140	8.8	348	25	18	125	629	159	3.99	57.2	28.4	724	89.8
W 16 X 31	W 410 X 46.1	5880	403	7	140	11.2	348	28	19	156	773	163	5.16	73.6	29.7	885	115
W 16 X 36	W 410 X 53.0	6840	403	7.5	177	10.9	340	31	23	186	926	165	10.2	115	38.6	1049	177
W 18 X 35	W 460 X 52.0	6650	450	7.6	152	10.8	395	27	19	212	944	179	6.37	83.9	31	1090	132
W 18 X 45	W 460 X 67	8570	454	8.5	190	12.7	395	29	19	296	1300	186	14.5	153	41.2	1480	238
W 18 X 50	W 460 X 74	9480	457	9	190	14.5	395	31	20	333	1457	187	16.7	175	41.9	1655	272
W 18 X 76	W 460 X 113	14400	463	10.8	280	17.3	385	39	25	554	2393	196	63.3	452	66.3	2671	692
W 21 X 44	W 530 X 66	8390	525	8.9	165	11.4	461	32	23	351	1337	205	9	104	32	1563	167
W 21 X 50	W 530 X 74	9480	529	9.7	166	13.6	461	34	24	410	1549	208	10	125	33	1803	200
W 21 X 57	W 530 X 85	10800	535	10.3	166	16.5	461	37	24	487	1819	212	13	153	34.3	2114	243
W 24 X 55	W 610 X 82	10500	599	10	178	12.8	532	33	24	562	1868	231	12.1	136	34	2196	218
W 24 X 62	W 610 X 92	11700	603	10.9	179	15	532	36	24	645	2147	234	14.4	161	35.1	2507	257
W 24 X 76	W 610 X 113	14500	608	11.2	228	17.3	510	49	36	874	2884	246	34.3	302	48.8	3277	469
W 24 X 84	W 610 X 125	15900	612	11.9	229	19.6	510	51	36	986	3212	249	39.3	342	49.5	3671	534
W 24 X 104	W 610 X 155	19700	611	12.7	324	19	510	51	36	1290	4228	257	108	667	73.9	4736	1023
W 24 X 117	W 610 X 174	22200	616	14	325	21.6	510	53	37	1473	4769	257	124	762	74.7	5359	1170

(Acesco, 2012).

#### 4.11.2- Perfiles HSS

##### Artículo

### **Ingenieros estructurales conocieron las ventajas y capacidad antisísmica de los perfiles HSS**

“La solución está, como siempre, en un buen diseño, pero éste debe apoyarse con las nuevas tecnologías y sistemas”, precisa el ingeniero Rubén Boroschek, uno de los expositores de la charla “Diseño Sísmico Estructural con Perfiles HSS”, organizada por la Asociación de Ingenieros Civiles Estructurales (AICE), la empresa Marubeni Chile y RBA. (Boroschek, 2013).

En ella, el especialista japonés Hirotaka Futamura, Gerente General de Productos Estructurales de Acero de NSMP, explicó a más de 80 profesionales de la ingeniería los beneficios técnicos, económicos y constructivos de utilizar perfiles HSS (Hollow Structural Section) de gran tamaño para el diseño sismo-resistente de edificaciones industriales y comerciales (Futamura, 2013).

Una de las principales ventajas de estos perfiles es su capacidad antisísmica respecto de estructuras de acero con Vigas en H o frente a estructuras de acero (Futamura, 2013).

“Respecto de las estructuras de concreto, el HSS puede reducir considerablemente su peso, lo que influye también en una reducción de costos de cimentación, entre otros. Respecto de las estructuras de acero con Vigas H, es capaz de aumentar el espacio disponible de la estructura” (Llona, Ventajas y capacidad anti-sísmica de los perfiles HSS, 2013).

“Los sistemas HSS de Nippon Steel & Sumikin Metal Product contribuyen a tener mayores opciones para una solución estructural. Al ser elaborados en fábrica presentan un gran control de calidad y excelentes respuesta ante eventos extremos, corrosión y fuego” (Boroschek, 2013).

Su principal uso en Japón y a nivel mundial se da en bodegas, estacionamientos, centros comerciales y edificios de baja altura (3 a 5 pisos), y también pueden ser utilizadas en estructurales industriales, siendo posible, incluso, usar las columnas Jumbo HSS en edificios residenciales u oficinas de gran altura (Boroschek, 2013).

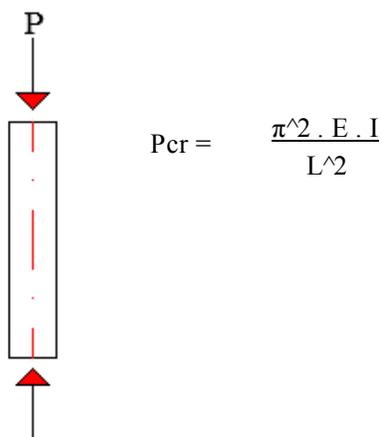
#### 4.11.2.1- Catálogo de perfiles metálicos HSS A992

<i>Tabla 7: "Catalogo de Perfiles HSS"</i>			
<b>PERFILES HSS</b>			
HSS2-1/2X1-1/2X1/4	HSS5X3X5/16	HSS8X4X5/16	HSS12X3X3/16
HSS2-1/2X1-1/2X1/8	HSS5X4X1/2	HSS8X6X1/2	HSS12X3X5/16
HSS2-1/2X1-1/2X3/16	HSS5X4X1/4	HSS8X6X1/4	HSS12X4X1/2
HSS2-1/2X1X1/8	HSS5X4X1/8	HSS8X6X3/8	HSS12X4X1/4
HSS2-1/2X1X3/16	HSS5X4X3/8	HSS8X6X3/16	HSS12X4X3/8
HSS2-1/2X2-1/2X1/4	HSS5X4X3/16	HSS8X6X5/8	HSS12X4X3/16
HSS2-1/2X2-1/2X1/8	HSS5X4X5/16	HSS8X6X5/16	HSS12X4X5/8
HSS2-1/2X2-1/2X3/16	HSS5X5X1/2	HSS8X8X1/2	HSS12X4X5/16
HSS2-1/2X2-1/2X5/16	HSS5X5X1/4	HSS8X8X1/4	HSS12X6X1/2
HSS2-1/2X2X1/4	HSS5X5X1/8	HSS8X8X1/8	HSS12X6X1/4
HSS2-1/2X2X1/8	HSS5X5X3/8	HSS8X8X3/8	HSS12X6X3/8
HSS2-1/2X2X3/16	HSS5X5X3/16	HSS8X8X3/16	HSS12X6X3/16
HSS2-1/4X2-1/4X1/4	HSS5X5X5/16	HSS8X8X5/8	HSS12X6X5/8
HSS2-1/4X2-1/4X1/8	HSS6X2X1/4	HSS8X8X5/16	HSS12X6X5/16
HSS2-1/4X2-1/4X3/16	HSS6X2X1/8	HSS9X3X1/2	HSS12X8X1/2
HSS2-1/4X2X1/8	HSS6X2X3/8	HSS9X3X1/4	HSS12X8X1/4
HSS2-1/4X2X3/16	HSS6X2X3/16	HSS9X3X3/8	HSS12X8X3/8
HSS3-1/2X2-1/2X5/16	HSS6X2X5/16	HSS9X3X3/16	HSS12X8X3/16
HSS3-1/2X2X1/4	HSS6X3X1/2	HSS9X3X5/16	HSS12X8X5/8
HSS3-1/2X2X1/8	HSS6X3X1/4	HSS9X5X1/2	HSS12X8X5/16
HSS3-1/2X2X3/16	HSS6X3X1/8	HSS9X5X1/4	HSS12X10X1/2
HSS3-1/2X3-1/2X1/4	HSS6X3X3/8	HSS9X5X3/8	HSS12X10X1/4
HSS3-1/2X3-1/2X1/8	HSS6X3X3/16	HSS9X5X3/16	HSS12X10X3/8
HSS3-1/2X3-1/2X3/8	HSS6X3X5/16	HSS9X5X5/8	HSS12X10X5/16
HSS3-1/2X3-1/2X3/16	HSS6X4X1/2	HSS9X5X5/16	HSS12X12X1/2
HSS3-1/2X3-1/2X5/16	HSS6X4X1/4	HSS9X7X1/2	HSS12X12X1/4
HSS3X1-1/2X1/4	HSS6X4X1/8	HSS9X7X1/4	HSS12X12X3/8

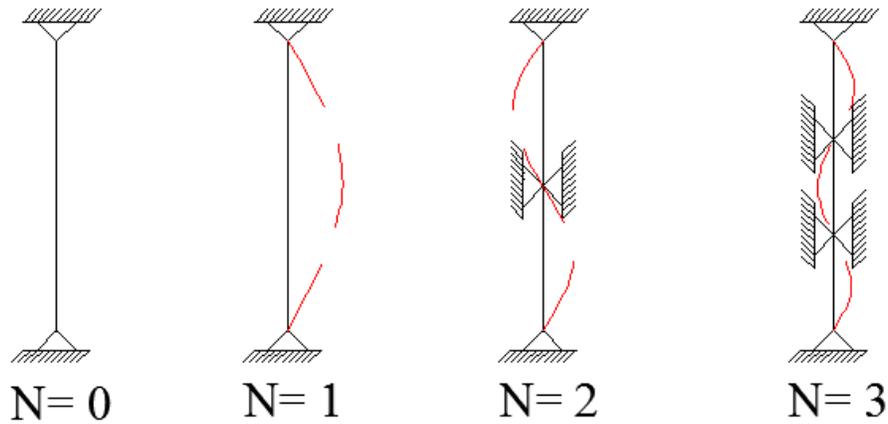
HSS3X1-1/2X1/8	HSS6X4X3/8	HSS9X7X3/8	HSS12X12X3/16
HSS3X1-1/2X3/16	HSS6X4X3/16	HSS9X7X3/16	HSS12X12X5/8
HSS3X1X1/8	HSS6X4X5/16	HSS9X7X5/8	HSS12X12X5/16
HSS3X1X3/16	HSS6X5X1/2	HSS9X7X5/16	HSS14X4X1/2
HSS3X2-1/2X1/4	HSS6X5X1/4	HSS9X9X1/2	HSS14X4X1/4
HSS3X2-1/2X1/8	HSS6X5X1/8	HSS9X9X1/4	HSS14X4X3/8
HSS3X2-1/2X3/16	HSS6X5X3/8	HSS9X9X1/8	HSS14X4X3/16
HSS3X2-1/2X5/16	HSS6X5X3/16	HSS9X9X3/8	HSS14X4X5/8
HSS3X2X1/4	HSS6X5X5/16	HSS9X9X3/16	HSS14X4X5/16
HSS3X2X1/8	HSS6X6X1/2	HSS9X9X5/8	HSS14X6X1/2
HSS3X2X3/16	HSS6X6X1/4	HSS9X9X5/16	HSS14X6X1/4
HSS3X2X5/16	HSS6X6X1/8	HSS10X2X1/4	HSS14X6X3/8
HSS3X3X1/4	HSS6X6X3/8	HSS10X2X1/8	HSS14X6X3/16
HSS3X3X1/8	HSS6X6X3/16	HSS10X2X3/8	HSS14X6X5/8
HSS3X3X3/8	HSS6X6X5/8	HSS10X2X3/16	HSS14X6X5/16
HSS3X3X3/16	HSS6X6X5/16	HSS10X2X5/16	HSS14X10X1/2
HSS3X3X5/16	HSS7X2X1/4	HSS10X3-1/2X1/2	HSS14X10X1/4
HSS4-1/2X4-1/2X1/2	HSS7X2X1/8	HSS10X3-1/2X1/4	HSS14X10X3/8
HSS4-1/2X4-1/2X1/4	HSS7X2X3/16	HSS10X3-1/2X1/8	HSS14X10X5/8
HSS4-1/2X4-1/2X1/8	HSS7X3X1/2	HSS10X3-1/2X3/8	HSS14X10X5/16
HSS4-1/2X4-1/2X3/8	HSS7X3X1/4	HSS10X3-1/2X3/16	HSS14X14X1/2
HSS4-1/2X4-1/2X3/16	HSS7X3X1/8	HSS10X3-1/2X5/16	HSS14X14X3/8
HSS4-1/2X4-1/2X5/16	HSS7X3X3/8	HSS10X3X1/4	HSS14X14X5/8
HSS4X2-1/2X1/4	HSS7X3X3/16	HSS10X3X1/8	HSS14X14X5/16
HSS4X2-1/2X1/8	HSS7X3X5/16	HSS10X3X3/8	HSS16X4X1/2
HSS4X2-1/2X3/8	HSS7X4X1/2	HSS10X3X3/16	HSS16X4X1/4
HSS4X2-1/2X3/16	HSS7X4X1/4	HSS10X3X5/16	HSS16X4X3/8
HSS4X2-1/2X5/16	HSS7X4X1/8	HSS10X4X1/2	HSS16X4X3/16
HSS4X2X1/4	HSS7X4X3/8	HSS10X4X1/4	HSS16X4X5/8
HSS4X2X1/8	HSS7X4X3/16	HSS10X4X1/8	HSS16X4X5/16
HSS4X2X3/8	HSS7X4X5/16	HSS10X4X3/8	HSS16X8X1/2
HSS4X2X3/16	HSS7X5X1/2	HSS10X4X3/16	HSS16X8X1/4
HSS4X2X5/16	HSS7X5X1/4	HSS10X4X5/8	HSS16X8X3/8
HSS4X3X1/4	HSS7X5X1/8	HSS10X4X5/16	HSS16X8X5/8
HSS4X3X1/8	HSS7X5X3/8	HSS10X5X1/4	HSS16X8X5/16
HSS4X3X3/8	HSS7X5X3/16	HSS10X5X3/8	HSS16X12X1/2
HSS4X3X3/16	HSS7X5X5/16	HSS10X5X3/16	HSS16X12X3/8
HSS4X3X5/16	HSS7X7X1/2	HSS10X5X5/16	HSS16X12X5/8
HSS4X4X1/2	HSS7X7X1/4	HSS10X6X1/2	HSS16X12X5/16
HSS4X4X1/4	HSS7X7X1/8	HSS10X6X1/4	HSS16X16X1/2
HSS4X4X1/8	HSS7X7X3/8	HSS10X6X3/8	HSS16X16X3/8

HSS4X4X3/8	HSS7X7X3/16	HSS10X6X3/16	HSS16X16X5/8
HSS4X4X3/16	HSS7X7X5/8	HSS10X6X5/8	HSS16X16X5/16
HSS4X4X5/16	HSS7X7X5/16	HSS10X6X5/16	HSS18X6X1/2
HSS5-1/2X5-1/2X1/4	HSS8X2X1/4	HSS10X8X1/2	HSS18X6X1/4
HSS5-1/2X5-1/2X1/8	HSS8X2X1/8	HSS10X8X1/4	HSS18X6X3/8
HSS5-1/2X5-1/2X3/8	HSS8X2X3/8	HSS10X8X3/8	HSS18X6X5/8
HSS5-1/2X5-1/2X3/16	HSS8X2X3/16	HSS10X8X3/16	HSS18X6X5/16
HSS5-1/2X5-1/2X5/16	HSS8X2X5/16	HSS10X8X5/8	HSS20X4X1/2
HSS5X2-1/2X1/4	HSS8X3X1/2	HSS10X8X5/16	HSS20X4X1/4
HSS5X2-1/2X1/8	HSS8X3X1/4	HSS10X10X1/2	HSS20X4X3/8
HSS5X2-1/2X3/16	HSS8X3X1/8	HSS10X10X1/4	HSS20X4X5/16
HSS5X2X1/4	HSS8X3X3/8	HSS10X10X3/8	HSS20X8X1/2
HSS5X2X1/8	HSS8X3X3/16	HSS10X10X3/16	HSS20X8X3/8
HSS5X2X3/8	HSS8X3X3/16	HSS10X10X5/8	HSS20X8X5/8
HSS5X2X3/16	HSS8X3X5/16	HSS10X10X5/16	HSS20X8X5/16
HSS5X2X5/16	HSS8X4X1/2	HSS12X2X1/4	HSS20X12X1/2
HSS5X3X1/2	HSS8X4X1/4	HSS12X2X3/16	HSS20X12X3/8
HSS5X3X1/4	HSS8X4X1/8	HSS12X2X5/16	HSS20X12X3/8
HSS5X3X1/8	HSS8X4X3/8	HSS12X3-1/2X3/8	HSS20X12X5/8
HSS5X3X3/8	HSS8X4X3/16	HSS12X3-1/2X5/16	HSS20X12X5/16
HSS5X3X3/16	HSS8X4X5/8	HSS12X3X1/4	

#### 4.12- Miembros sometidos a compresión



*Ilustración 19: "Miembros sometidos a compresión"*



*Ilustración 20: "Condiciones de apoyos"*

$$P_{cr} = \frac{N^2 \cdot \pi^2 \cdot E \cdot I}{L^2}$$

#### 4.12.1- Parámetros de esbeltez:

$$\lambda_c = \left[ \frac{K \cdot L}{r \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{F_y}{E}} \right]$$

Para  $\lambda_c \leq 1.50$  --> Columna inelástica

$$F_{cr} = [0.658^{\lambda_c^2}] \cdot F_y$$

Para  $\lambda_c > 1.50$  --> Columna elástica

$$F_{cr} = \left[ \frac{0.877}{\lambda_c^2} \right] \cdot F_y$$

$$P_{cr} = F_{cr} \cdot A \quad \phi \text{ de compresión} = 0.85$$

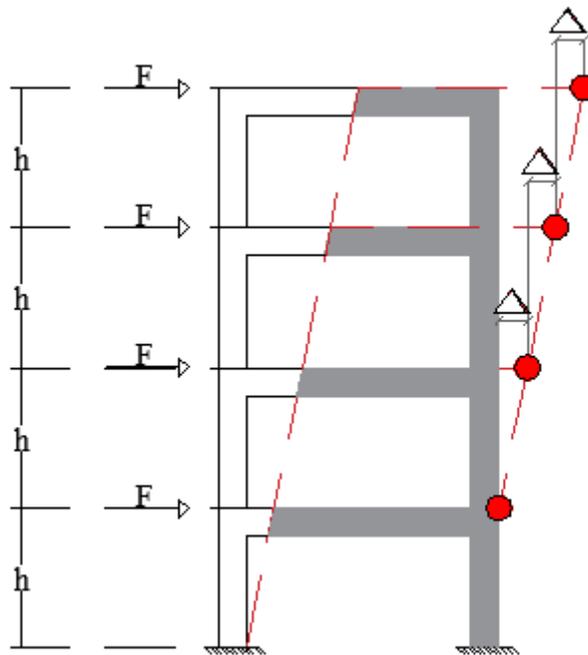
$\phi P_{cr}$  = Capacidad axial de diseño

#### 4.13- Estándares a cumplir por normativa:

Las edificaciones mencionadas anteriormente, tuvieron que cumplir con requisitos específicos, los cuales toda estructura debe desempeñar para que sea eficiente a nivel estructural y a la vez seguro para la labor futura que se valla ejecutar en la edificación.

##### 4.13.1- Derivas

Se conoce como deriva a al desplazamiento horizontal que existe de un ponto con respecto a otro localizados, con relación al mismo eje vertical de referencia



*Ilustración 21: "Desplazamiento de un nivel con respecto al nivel superior"*

El desplazamiento admisible se establecerá en función al tipo de estructura según su sistema estructura, catalogada en 4 tipos de sistemas:

##### A. Aporticado

- B. Muros
- C. DUALES
- D. Sistema estructural con una sola línea de resistencia
- E. Combinados

El sistema estructural estudiado corresponde al aperturado (A), siendo así;

Cd: Factor de ampliación del desplazamiento lateral, este ira en base al tipo de sistema estructural, para Pórticos especiales de hormigón armado y metálicos, este coeficiente sera igual a 4.75 según establece el R-001.

$$D. adm. = 0.008 \cdot h \text{ -----} \rightarrow \text{o por igual forma ----} \rightarrow \frac{0.008}{Cd} = \frac{0.008}{4.75} = 0.0017$$

$$D. real = \frac{\text{Desplazamiento} \cdot Cd}{h} \text{ -----} \rightarrow \text{Por igual forma ----} \rightarrow \text{Desplazamiento}$$

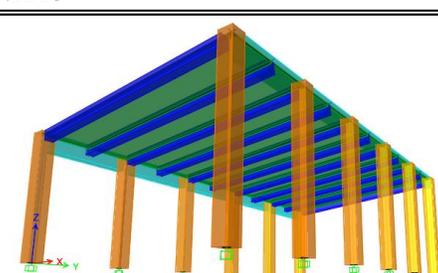
Estas dos expresiones son comparadas, a sabiendas que el D. real no debería sobrepasar los  $0.008 \cdot h$  o el desplazamiento debe ser  $\leq$  igual a  $0.008/Cd$ .

4.13.1.1- Comparación de derivas:

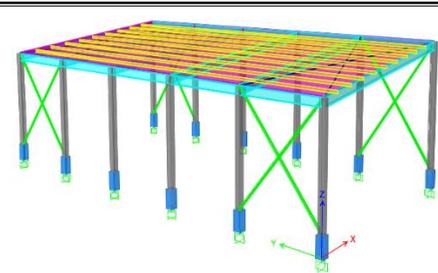
**Tabla 8: Derivas polideportivo**

**Rango de ratios 0 - 0.25**

Polideportivo H.A. R:0.2215			
Story	Casos	Direction	Drift
CORONA	SX	X	0.000865
CORONA	SY	Y	0.000641
CORONA	SXPOS	X	0.000865
CORONA	SXNEG	X	0.000865
CORONA	SYPOS	Y	0.000641
CORONA	SYNEG	Y	0.000641

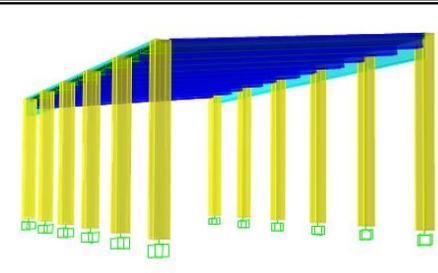


Polideportivo MT. R: 0.234			
Story	Casos	Direction	Drift
CORONA	SX	X	0.00136
CORONA	SY	Y	0.000226
CORONA	SXPOS	X	0.00136
CORONA	SXNEG	X	0.00136
CORONA	SYPOS	Y	0.000226
CORONA	SYNEG	Y	0.000226

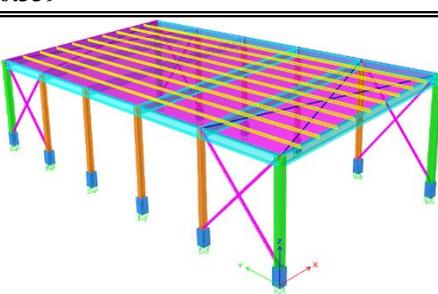


**Rango de ratios 0.25 - 0.50**

Polideportivo H.A. R:0.428			
Story	Casos	Direction	Drift
CORONA	SX	X	0.001176
CORONA	SY	Y	0.000944
CORONA	SXPOS	X	0.001176
CORONA	SXNEG	X	0.001176
CORONA	SYPOS	Y	0.000944
CORONA	SYNEG	Y	0.000944

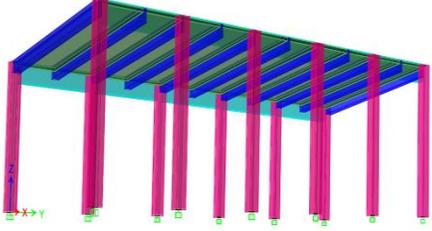


Polideportivo MT. R: 0.339			
Story	Casos	Direction	Drift
CORONA	SX	X	0.001622
CORONA	SY	Y	0.000349
CORONA	SXPOS	X	0.001622
CORONA	SXNEG	X	0.001622
CORONA	SYPOS	Y	0.000349
CORONA	SYNEG	Y	0.000349



### Rango de ratios 0.50 - 0.75

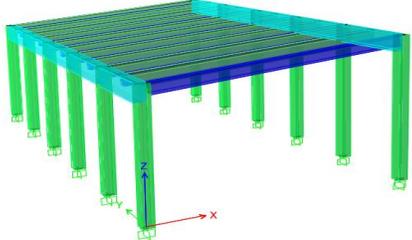
Polideportivo H.A. R:0.593			
Story	Casos	Direction	Drift
CORONA	SX	X	0.001394
CORONA	SY	Y	0.001181
CORONA	SXPOS	X	0.001394
CORONA	SXNEG	X	0.001394
CORONA	SYPOS	Y	0.001181
CORONA	SYNEG	Y	0.001181



Polideportivo MT.
Fallo por deriva en el rango de ratios 0.50 - 0.75

### Rango de ratios 0.75 - 1

Polideportivo H.A. R: 0.766			
Story	Casos	Direction	Drift
CORONA	SX	X	0.001682
CORONA	SY	Y	0.001512
CORONA	SXPOS	X	0.001682
CORONA	SXNEG	X	0.001682
CORONA	SYPOS	Y	0.001512
CORONA	SYNEG	Y	0.001512



Polideportivo MT.
Fallo por deriva en el rango de ratios 0.75 - 1

**NOTA: AQUÍ CONTINUA EL CATALOGO QUE ESTA EN EXCEL DERIVAS  
TENER PENDIENTE COLOCAR**

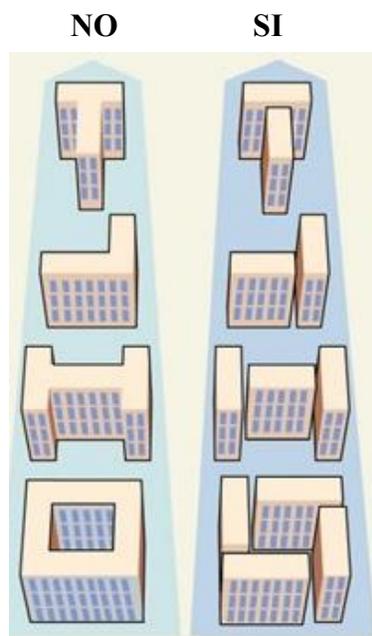
*Tabla 9: "Derivas edificio multifamiliar"*

*Tabla 10: "Derivas Hospital"*

#### 4.13.2- Torsiones

Se conoce como torsión, a los esfuerzos producidos por cargas excéntricas al centro de masa, la cual producen un giro en planta de la estructura dando así lugar a un momento torsional.

Normas relacionadas al diseño sismo-resistencia una de ellas conocida como NTE E-30, recomienda evitar las formas asimétricas en la edificación y de ser asimétricas, se recomienda dividirlos en las intersecciones de anclaje donde se prevea que sea un punto débil donde se podría producir una posible falla debido a la torsiones.



*Ilustración 22: "Geometrías no recomendadas para estructuras"*

(Rodríguez, 2008)

4.13.2.1- NOTA: AQUÍ VA COLOCADO EL CATALOGO TORSIONES COLORCAR

*Tabla 11: "Torsiones edificio multifamiliar"*

*Tabla 12: "Torsiones Hospital"*

### 4.13.3- Deflexiones

Los grandes esfuerzos producidos por las cargas gravitacionales generan deformaciones en los elementos estructurales, la ACI establece parámetros de deflexión adm. Dependiendo que tanto se requiera minimizar daños producidos por las deformaciones de los elementos:

Tipo de elemento	Deflexión considerada	Límite de deflexión
Cubiertas planas que no soporten ni estén ligadas a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.	Deflexión inmediata debida a la carga viva, $L$	$l/180^*$
Entrepisos que no soporten ni estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.	Deflexión inmediata debida a la carga viva, $L$	$l/360$
Sistema de entepiso o cubierta que soporte o esté ligado a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.	La parte de la deflexión total que ocurre después de la unión de los elementos no estructurales (la suma de la deflexión a largo plazo debida a todas las cargas permanentes, y la deflexión inmediata debida a cualquier carga viva adicional) <sup>†</sup>	$l/480^{\ddagger}$
Sistema de entepiso o cubierta que soporte o esté ligado a elementos no estructurales no susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.		$l/240^{\S}$

*Ilustración 23: "Tabla de deflexiones admisibles de acuerdo a los daños producidos por las deformaciones"*

(ACI318, 2008)

El límite de deflexión utilizado como tope fue  $L/480$  para todas las estructuras diseñadas

*Tabla 13: "Deflexiones en modelos analizados"*

Polideportivo H.A			Polideportivo MT.		
Retion	Cm	Rango	Retion	Cm	Rango
R: 0.2215	0.0794	0 - 0.25	R: 0.234	0.5746	0 - 0.25
R: 0.449	0.090	0.25 - 0.50	R: 0.452	0.6525	0.25 - 0.50
R: 0.593	0.0963	0.50 - 0.75	---	---	0.50 - 0.75
R: 0.766	0.1037	0.75 - 1	---	---	0.75 - 1

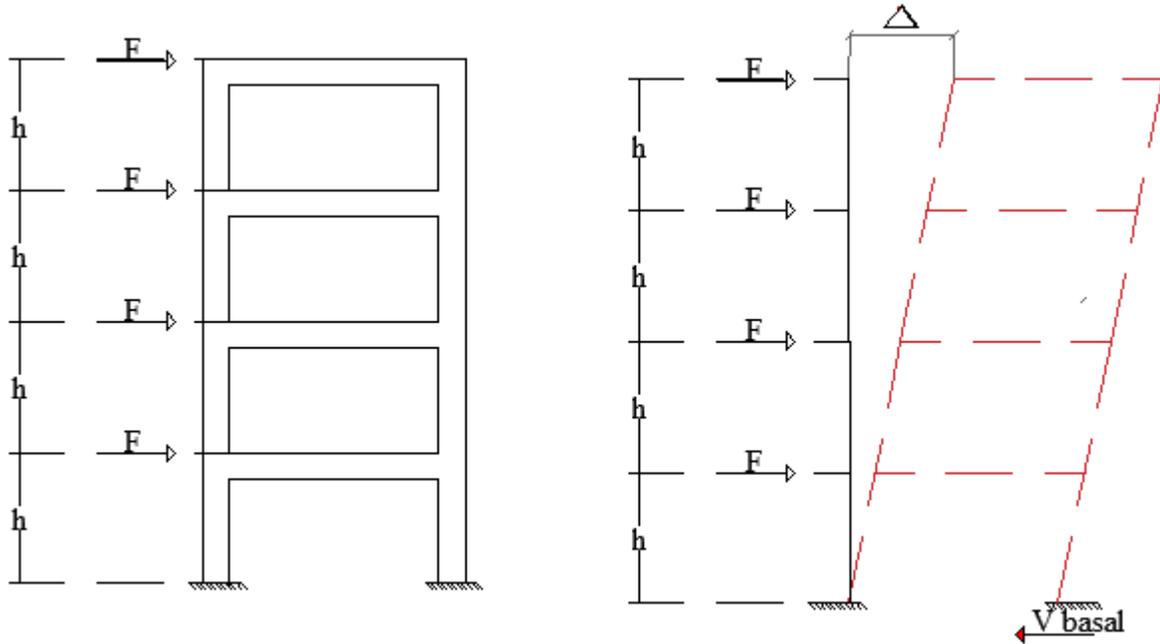
Edificio Multifamiliar 5 niveles H.A.			Edificio Multifamiliar 5 niveles MT.		
Retion	Cm	Rango	Retion	Cm	Rango
R: 0.244	0.246	0 - 0.25	R: 0.25	0.238	0 - 0.25
R: 0.449	0.278	0.25 - 0.50	R: 0.452	0.43	0.25 - 0.50
R: 0.554	0.365	0.50 - 0.75	R: 0.686	0.531	0.50 - 0.75
---	---	0.75 - 1	---	---	0.75 - 1

Hospital 4 niveles H.A.			Hospital 4 niveles MT.		
Retion	Cm	Rango	Retion	Cm	Rango
R: 0.25	0.246	0 - 0.25	R: 0.225	0.238	0 - 0.25
R: 0.374	0.362	0.25 - 0.50	R: 0.33	0.43	0.25 - 0.50
R: 0.502	0.37	0.50 - 0.75	---	---	0.50 - 0.75
---	---	0.75 - 1	---	---	0.75 - 1

#### 4.13.4- Cortante basal

Es una reacción que se produce en la base debido a que es el nodo donde se ancla la columna con la cimentación, a este último mencionado se le restringe los desplazamientos:



*Ilustración 24: "Reacción en la base producto de fuerzas laterales"*

El coeficiente de cortante basal ( $C_b$ ), según el R-001 se expresa de la siguiente forma:

$$C_b = \frac{U \cdot S_a}{R_d} \geq 0.03$$

Donde:

**U:** Es el coeficiente de utilización, este vendrá en función al grupo al que pertenezca la edificación.

*Tabla 14: "Coeficiente de utilización para las estructuras"*

EDIFICIO GRUPO	U
I	1.50
II	1.40
III	1.20
IV	1.00
V	0.90

(R-001, Tabla de coeficiente de utilización , 2011)

**S<sub>a</sub>:** Aceleración espectral de diseño

**Rd:** Coeficiente de reducción por capacidad de disipación de energía

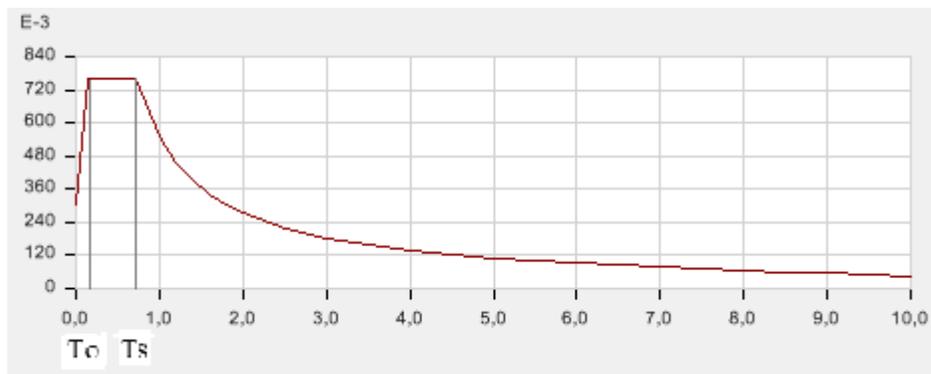
#### 4.13.4.1- Cálculo de coeficiente de cortante basal:

$$S_{DS} = 2/3 \cdot F_a \cdot S_s \rightarrow 2/3 \cdot (1.2) \cdot (0.95) = 0.76$$

$$S_{D1} = 2/3 \cdot F_v \cdot S_1 \rightarrow 2/3 \cdot (1.5) \cdot (0.55) = 0.55$$

$$T_o = 0.20 \cdot \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \rightarrow 0.20 \cdot (0.55/0.76) = 0.1447$$

$$T_s = 5 \cdot T_o \rightarrow 5 \cdot (0.1447) = 0.7236$$



*Grafica 4: "Espectro de respuesta"*

$$S_a = 0.6 \frac{S_{DS}}{T_o} * (T) + 0.4 S_{DS} \quad \text{para } T \leq T_o$$

$$S_a = S_{DS} \quad \text{para } T_o < T \leq T_s$$

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad \text{para } T > T_s$$

(R-001,

Aceleracion espectral, 2011)

**Tabla 15: "Periodos de vibración para los modelos analizados"**

<b>Polideportivo H.A</b>				
Retion	Periodo	Sa	U	Cb
R: 0.2215	0.399	0.76	1.20	0.165
R: 0.428	0.466	0.76	1.20	0.165
R: 0.593	0.507	0.76	1.20	0.165
R: 0.766	0.565	0.76	1.20	0.165

<b>Polideportivo MT.</b>				
Retion	Periodo	Sa	U	Cb
R: 0.234	0.5	0.76	1.20	0.165
R: 0.339	0.547	0.76	1.20	0.165
---	---	---	1.20	---
---	---	---	1.20	---

<b>Edificio Multifamiliar 5 niveles H.A.</b>				
Retion	Periodo	Sa	U	Cb
R: 0.244	0.347	0.76	1	0.1381
R: 0.449	0.382	0.76	1	0.1381
R: 0.554	0.392	0.76	1	0.1381
---	---	---	1	---

<b>Edificio Multifamiliar 5 niveles MT.</b>				
Retion	Periodo	Sa	U	Cb
R: 0.25	0.228	0.76	1	0.1381
R: 0.452	0.261	0.76	1	0.1381
R: 0.68	0.305	0.76	1	0.1381
---	---	---	1	---

<b>Hospital 4 niveles H.A.</b>				
Retion	Periodo	Sa	U	Cb
R: 0.25	0.256	0.76	1.5	0.2072
R: 0.374	0.275	0.76	1.5	0.2072
R: 0.502	0.292	0.76	1.5	0.2072
---	---	---	1.5	---

<b>Hospital 4 niveles MT.</b>				
Retion	Periodo	Sa	U	Cb
R: 0.225	0.244	0.76	1.5	0.2072
R: 0.33	0.276	0.76	1.5	0.2072
---	---	---	1.5	---
---	---	---	1.5	---

#### **4.13.5- Piso suave**

Para la realización de los análisis tanto para las estructuras de hormigón armado, como para las metálicas se tomó en consideración el efecto de piso suave en las estructuras, la cual se podría expresar como la ausencia de rigidez del primer nivel con respecto a nivel sub-siguiente, normas como el R-001 - 11, AGIES NSE 3-10, entre otras establecen un requisito importante a cumplir para evitar que debido a la ausencia de rigidez en primer nivel se produzca un cortante excesivo formando así rotulas plásticas y proporcionalmente el colapso de la edificación.

**Tabla 16: "Porcentaje del efecto de piso suave en las diversas estructuras"**

<b>Edificio Multifamiliar 5 niveles MT.</b>						
<b>Retion = 0.25</b>	<b>Rigidez piso 1 <math>\geq</math> 70% Ridez del piso que le queda por encima</b>					
Casos	SX	SXPOS	SXNEG	SY	SYPOS	SYNEG
Rp1/Rp2%	85,2%	83,8%	83,7%	100,0%	99,0%	94,0%
<b>Retion = 0.452</b>	<b>Rigidez piso 1 <math>\geq</math> 70% Ridez del piso que le queda por encima</b>					
Casos	SX	SXPOS	SXNEG	SY	SYPOS	SYNEG
Rp1/Rp2%	95,0%	93,7%	93,7%	102,0%	102,0%	97,8%
<b>Retion = 0.452</b>	<b>Rigidez piso 1 <math>\geq</math> 70% Ridez del piso que le queda por encima</b>					
Casos	SX	SXPOS	SXNEG	SY	SYPOS	SYNEG
Rp1/Rp2%	103,0%	103,0%	103,0%	104,0%	103,0%	100,0%

<b>Edificio Multifamiliar 5 niveles H.A.</b>						
<b>Retion = 0.244</b>	<b>Rigidez piso 1 <math>\geq</math> 70% Ridez del piso que le queda por encima</b>					
Casos	SX	SXPOS	SXNEG	SY	SYPOS	SYNEG
Rp1/Rp2%	89,1%	89,0%	89,0%	93,1%	93,3%	92,8%
<b>Retion = 449</b>	<b>Rigidez piso 1 <math>\geq</math> 70% Ridez del piso que le queda por encima</b>					
Casos	SX	SXPOS	SXNEG	SY	SYPOS	SYNEG
Rp1/Rp2%	76,4%	76,0%	76,0%	79,4%	79,6%	79,6%
<b>Retion = 0.554</b>	<b>Rigidez piso 1 <math>\geq</math> 70% Ridez del piso que le queda por encima</b>					
Casos	SX	SXPOS	SXNEG	SY	SYPOS	SYNEG
Rp1/Rp2%	79,0%	79,0%	78,9%	82,1%	82,7%	81,5%

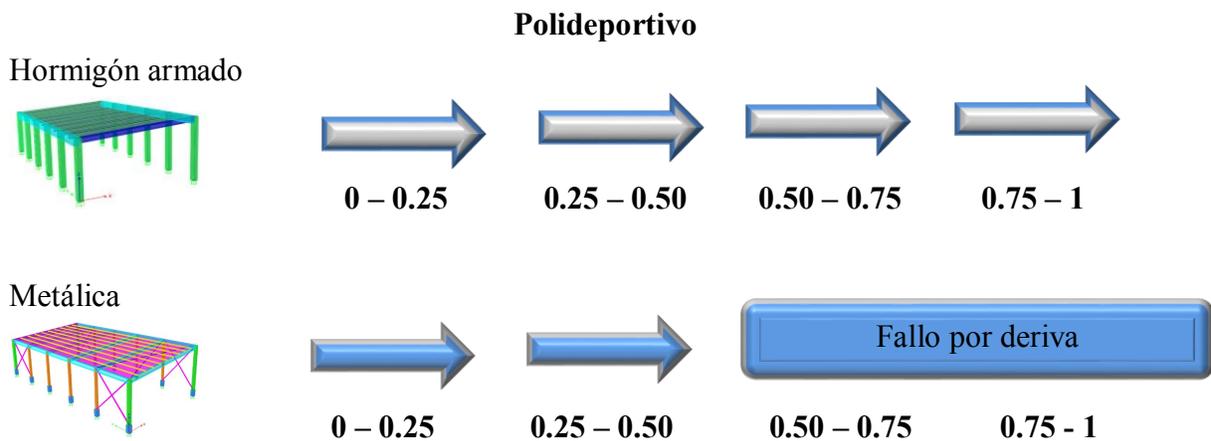
<b>Hospital 4 niveles MT.</b>						
<b>Retion = 0.225</b>	<b>Rigidez piso 1 <math>\geq</math> 70% Ridez del piso que le queda por encima</b>					
Casos	SX	SXPOS	SXNEG	SY	SYPOS	SYNEG
Rp1/Rp2%	88,8%	88,8%	88,9%	93,3%	93,3%	93,2%
<b>Retion = 0.33</b>	<b>Rigidez piso 1 <math>\geq</math> 70% Ridez del piso que le queda por encima</b>					
Casos	SX	SXPOS	SXNEG	SY	SYPOS	SYNEG
Rp1/Rp2%	94,0%	93,9%	94,1%	99,9%	100,0%	99,7%

<b>Hospital 4 niveles H.A.</b>						
<b>Retion = 0.25</b>	<b>Rigidez piso 1 <math>\geq</math> 70% Ridez del piso que le queda por encima</b>					
Casos	SX	SXPOS	SXNEG	SY	SYPOS	SYNEG
Rp1/Rp2%	76,9%	77,0%	76,7%	79,4%	79,2%	79,6%
<b>Retion = 0.374</b>	<b>Rigidez piso 1 <math>\geq</math> 70% Ridez del piso que le queda por encima</b>					
Casos	SX	SXPOS	SXNEG	SY	SYPOS	SYNEG
Rp1/Rp2%	71%	72%	72%	74%	74%	74%
<b>Retion = 0.502</b>	<b>Rigidez piso 1 <math>\geq</math> 70% Ridez del piso que le queda por encima</b>					
Casos	SX	SXPOS	SXNEG	SY	SYPOS	SYNEG
Rp1/Rp2%	71,0%	72,0%	72,0%	73,9%	73,7%	74,2%

Las tablas colocadas anteriormente nos dan a reflejar que las estructuras de hormigón armado son más propensas a fallar por piso suave que las metálicas, esto es debido a la rigidez que aportan los distintos elementos tanto para hormigón, como para metálica, siendo así que las estructuras metálicas aporticadas sean un 16.4% menos propensas a recibir daños por efecto de piso suave que las de hormigón armado.

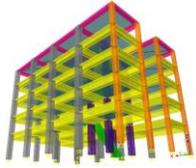
#### 4.14- Performances estructural

Visualización de desempeño estructural entre metálica VS. Hormigón armado:



### Edificio Multifamiliar 5 niveles

Hormigón armado



0 - 0.25



0.25 - 0.50

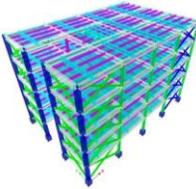


0.50 - 0.75

Torsión excesiva

0.75 - 1

Metálica



0 - 0.25



0.25 - 0.50



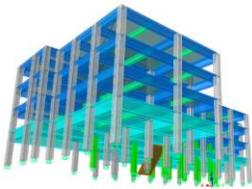
0.50 - 0.75

Fallo por deriva

0.75 - 1

### Hospital 4 niveles

Hormigón armado



0 - 0.25



0.25 - 0.50



0.50 - 0.75

Piso suave y 6/5

0.75 - 1

Metálica



0 - 0.25



0.25 - 0.50

Torsión excesiva

0.50 - 0.75

0.75 - 1

# **PRESUPUESTOS**

#### 4.15.-Presupuestos de modelos en Hormigón Armado

Tabla 17: "Presupuesto de polideportivo en hormigón armado"

<b><i>Presupuesto Poli Deportivo R= 0.2215 H.A</i></b>				
<b>Partidas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Valor</b>
Hormigon Industrial	319.8	M3	6105	RD\$1,952,379
Aceros	1884.35	QQ	1695.65	RD\$3,195,204
Mano de Obra Acero	1884.35	QQ	326.46	RD\$615,166
Alambre No. 18	3768.71	LB	37.77	RD\$142,344
Encofrado (todo costo) Col	109.93	ML	340.45	RD\$37,426
Encofrado (todo costo) viga65*50	160.86	ML	472.5	RD\$76,006
Encofrado (todo costo) vig120*60	51.11	ML	601.74	RD\$30,755
Encofrado (todo costo) losa	461.7	M2	294	RD\$135,740
				<b>RD\$6,185,020</b>

<b><i>Presupuesto Poli Deportivo R= 0.428 H.A</i></b>				
<b>Partidas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Valor</b>
Hormigon Industrial	298.4	M3	6105	RD\$1,821,732
Aceros	1084.66	QQ	1695.65	RD\$1,839,201
Mano de Obra Acero	1084.66	QQ	326.46	RD\$354,098
Alambre No. 18	2169.32	LB	37.77	RD\$81,935
Encofrado (todo costo) Col	104.69	ML	310	RD\$32,454
Encofrado (todo costo) viga65*50	134.56	ML	472.5	RD\$63,580
Encofrado (todo costo) vig120*60	52.13	ML	601.74	RD\$31,369
Encofrado (todo costo) losa	461.7	M2	294	RD\$135,740
				<b>RD\$4,360,107</b>

<b><i>Presupuesto Poli Deportivo R= 0.593 H.A</i></b>				
<b>Partidas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Valor</b>
Hormigon Industrial	268.73	M3	6105	RD\$1,640,597
Aceros	929.95	QQ	1695.65	RD\$1,576,872
Mano de Obra Acero	635.39	QQ	326.46	RD\$207,428
Alambre No. 18	1270.77	LB	37.77	RD\$47,997
Encofrado (todo costo) Col	104.7	ML	267.35	RD\$27,992
Encofrado (todo costo) viga65*50	161.75	ML	472.5	RD\$76,427
Encofrado (todo costo) vig120*60	52.63	ML	601.74	RD\$31,670
Encofrado (todo costo) losa	461.7	M2	294	RD\$135,740
				<b>RD\$3,744,722</b>

<b><i>Presupuesto Poli Deportivo R= 0.766H.A</i></b>				
<b>Partidas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Valor</b>
Hormigon Industrial	259.235	M3	6105	RD\$1,582,630
Aceros	891.23	QQ	1695.65	RD\$1,511,214
Mano de Obra Acero	891.23	QQ	326.46	RD\$290,951
Alambre No. 18	1782.46	LB	37.77	RD\$67,324
Encofrado (todo costo) Col	69.79	ML	267.35	RD\$18,658
Encofrado (todo costo) viga65*50	162.03	ML	341.45	RD\$55,325
Encofrado (todo costo) vig120*60	53.13	ML	342.45	RD\$18,194
Encofrado (todo costo) losa	461.7	M2	294	RD\$135,740
				<b>RD\$3,680,036</b>

**Tabla 18: "Presupuesto de edificio multifamiliar en hormigón armado"**

<b><u>Presupuesto Edificio R=0,244 H.A</u></b>				
<b>Partidas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Valor</b>
Hormigon Industrial	911.93	M3	5555	RD\$5,065,771
Acero Total	3975.75	QQ	1695.65	RD\$6,741,473
Aceros primer nivel	1143.64	QQ	326.46	RD\$373,352
Aceros segundo nivel	767.587	QQ	359.106	RD\$275,645
Aceros tercer nivel	695.916	QQ	375.43	RD\$261,268
Aceros cuarto nivel	694.375	QQ	391.75	RD\$272,021
Aceros quinto nivel	674.23	QQ	408.08	RD\$275,139
Alambre No. 18	7951.49	LB	37.77	RD\$300,328
Encofrado (todo costo) Col 60*60	32	ML	267.75	RD\$8,568
Encofrado (todo costo) Col75*75	320	ML	310	RD\$99,200
Encofrado (todo costo) viga90*60	136.29	ML	514.5	RD\$70,121
Encofrado (todo costo) vig85*50	545.2	ML	504	RD\$274,781
Encofrado (todo costo)losa	1512.63	M2	294	RD\$444,713
				<b>RDS14,462,380</b>

<b><u>Presupuesto Edificio R=0,449 H.A</u></b>				
<b>Partidas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Valor</b>
Hormigon Industrial	839.94	M3	5555	RD\$4,665,867
Acero Total	2329.58	QQ	1695.65	RD\$3,950,149
Aceros primer nivel	737.08	QQ	326.46	RD\$240,627
Aceros segundo nivel	410.63	QQ	359.106	RD\$147,459
Aceros tercer nivel	402.76	QQ	375.43	RD\$151,210
Aceros cuarto nivel	399.82	QQ	391.75	RD\$156,629
Aceros quinto nivel	379.29	QQ	408.08	RD\$154,780
Alambre No. 18	4659.16	LB	37.77	RD\$175,976
Encofrado (todo costo) Col 65*65	320	ML	267.35	RD\$85,552
Encofrado (todo costo) Col50*50	32	ML	194.25	RD\$6,216
Encofrado (todo costo) viga90*50	558.02	ML	514.5	RD\$287,101
Encofrado (todo costo) vig100*60	139.5	ML	543.57	RD\$75,828
Encofrado (todo costo)losa	1512.63	M2	294	RD\$444,713
				<b>RDS10,542,107</b>

<b><u>Presupuesto Edificio R=0,554 H.A</u></b>				
<b>Partidas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Valor</b>
Hormigon Industrial	654.59	M3	5555	RD\$3,636,247
Acero total	1832.72	QQ	1695.65	RD\$3,107,659
Aceros primer nivel	609.45	QQ	326.46	RD\$198,961
Aceros segundo nivel	317.20	QQ	359.106	RD\$113,907
Aceros tercer nivel	310.57	QQ	375.43	RD\$116,598
Aceros cuarto nivel	306.34	QQ	391.75	RD\$120,010
Aceros quinto nivel	289.16	QQ	408.08	RD\$118,002
Alambre No. 18	7951.49	LB	37.77	RD\$300,328
Encofrado (todo costo) Col 65*65	288	ML	267.35	RD\$76,997
Encofrado (todo costo) Col45*45	64	ML	194.25	RD\$12,432
Encofrado (todo costo) viga85*50	321.83	ML	504	RD\$162,202
Encofrado (todo costo) vig50*40	136	ML	433.73	RD\$58,987
Encofrado (todo costo)losa	1512.63	M2	294	RD\$444,713
				<b>RDS8,467,043</b>

**Tabla 19: "Presupuesto de hospital en hormigón armado"**

<b><u>Presupuesto hospital R=0,25H.A</u></b>				
<b>Partidas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Valor</b>
Hormigon Industrial	1680.92	M3	6105	RD\$10,262,017
Acero total	8171.38	QQ	1695.65	RD\$13,855,804
Aceros primer nivel	2961.60	QQ	326.46	RD\$966,843
Aceros segundo nivel	1789.65	QQ	359.106	RD\$642,674
Aceros tercer nivel	1736.45	QQ	375.43	RD\$651,916
Aceros cuarto nivel	1683.69	QQ	391.75	RD\$659,585
Alambre No. 18	16342.76	LB	37.77	RD\$617,266
Encofrado (todo costo) Col 75*75	607.9	ML	310	RD\$188,449
Encofrado (todo costo) viga50*30	194.18	ML	409.5	RD\$79,517
Encofrado (todo costo) vig120*60	288.42	ML	601.74	RD\$173,554
Encofrado (todo costo) vig90*50	865.25	ML	514.5	RD\$445,171
Encofrado (todo costo)losa	2490.28	M2	294	RD\$732,142
				<b>RD\$29,274,936</b>

<b><u>Presupuesto hospital R=0,374H.A</u></b>				
<b>Partidas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Valor</b>
Hormigon Industrial	1558.8	M3	6105	RD\$9,516,474
Acero total	5700.10	QQ	1695.65	RD\$9,665,374
Aceros primer nivel	2081.88	QQ	326.46	RD\$679,650
Aceros segundo nivel	1266.24	QQ	359.106	RD\$454,715
Aceros tercer nivel	1206.92	QQ	375.43	RD\$453,116
Aceros cuarto nivel	1145.06	QQ	391.75	RD\$448,576
Alambre No. 18	11400.20	LB	37.77	RD\$430,586
Encofrado (todo costo) Col70*70	607.9	ML	267.35	RD\$162,522
Encofrado (todo costo) viga50*30	194.18	ML	409.5	RD\$79,517
Encofrado (todo costo) vig120*60	288.42	ML	601.74	RD\$173,554
Encofrado (todo costo) vig90*50	865.25	ML	514.5	RD\$445,171
Encofrado (todo costo)losa	2490.28	M2	294	RD\$732,142
				<b>RD\$23,241,395</b>

<b><u>Presupuesto hospital R=0,502H.A</u></b>				
<b>Partidas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Valor</b>
Hormigon Industrial	1459.95	M3	6105	RD\$8,912,995
Acero total	4643.26	QQ	1695.65	RD\$7,873,339
Aceros primer nivel	1722.86	QQ	326.46	RD\$562,446
Aceros segundo nivel	1023.80	QQ	359.106	RD\$367,652
Aceros tercer nivel	975.23	QQ	375.43	RD\$366,131
Aceros cuarto nivel	921.37	QQ	391.75	RD\$360,945
Alambre No. 18	9286.51	LB	37.77	RD\$350,752
Encofrado (todo costo) Col70*70	436.1	ML	267.35	RD\$116,591
Encofrado (todo costo) Col55*55	171.8	ML	230.8	RD\$39,651
Encofrado (todo costo) viga50*30	194.18	ML	409.5	RD\$79,517
Encofrado (todo costo) vig120*60	415.04	ML	601.74	RD\$249,746
Encofrado (todo costo) vig90*50	865.25	ML	514.5	RD\$445,171
Encofrado (todo costo)losa	2490.28	M2	294	RD\$732,142
				<b>RD\$20,457,078</b>

#### 4.16.-Presupuestos de modelos Metálicos

Tabla 20: "Presupuesto de polideportivo en metálica"

<b><u>Presupuesto PoliDeportivo R= 0.234 MT</u></b>				
<b>Partidas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Valor</b>
Hormigon Industrial	58.95	M3	6105	RD\$359,890
metaldeck	450.00	M2	554.6	RD\$249,570
Malla Electrosoldada	6.00	Rollo	16241.06	RD\$97,446
Mano de Obra malla electrosoldada	576	M2	38.51	RD\$22,182
W 18 X 130 LB/PIE	493.6982	PIE	3120	RD\$1,540,338
W 6 X 16 LB/PIE	885.8268	PIE	384	RD\$340,157
HSS 14 X 14 X 1/2 - 50'	6	Uni.	103132	RD\$618,792
HSS 4 X 4 X 3/16 - 40'	7	Uni.	15423.2	RD\$107,962
Mano de obra (Metalica)	30 % Del costo total de la metalica			RD\$782,175
Acero	51.08	QQ	1695.65	RD\$86,620
Mano de Obra Acero	51.08	QQ	326.46	RD\$16,677
Enconfrado (Pedestal)	14.4	ML	194.25	RD\$2,797
Enconfrado (metaldeck)	6.75	M2	294	RD\$1,985
				<b>RD\$4,226,592</b>

<b><u>Presupuesto PoliDeportivo R= 0.339 MT</u></b>				
<b>Partidas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Valor</b>
Hormigon Industrial	51.75	M3	6105	RD\$315,934
metaldeck	450.00	M2	554.6	RD\$249,570
Malla Electrosoldada	6.00	Rollo	16241.06	RD\$97,446
Mano de Obra malla electrosoldada	576	PIE	38.51	RD\$22,182
W 24 X 131 LB/PIE	493.6982	PIE	3144	RD\$1,552,187
W 6 X 16 LB/PIE	885.8268	PIE	384	RD\$340,157
HSS 16 X 16 X 3/8	3	Ud.	65956.8	RD\$197,870
HSS 12 X 12 X 3/8	5	Ud.	54414.6	RD\$272,073
HSS 4 X 4 X 3/16	7	Ud.	9890.4	RD\$69,233
Mano de obra (Metalica)	30 % Del costo total de la metalica			RD\$729,456
Acero	41.00	PIE	1695.65	RD\$69,514
Mano de Obra Acero	41.00	QQ	326.46	RD\$13,383
Enconfrado (Pedestal)	14.4	PIE	194.25	RD\$2,797
Enconfrado (metaldeck)	6.75	M2	294	RD\$1,985
				<b>RD\$3,933,788</b>

**Tabla 21: "Presupuesto de edificio multifamiliar en metálica"**

<b><u>Presupuesto Edificio R= 0.25 MT</u></b>				
<b>Partidas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Valor</b>
<b>Hormigon Industrial</b>	183.582	M3	5555	RD\$1,019,798
<b>metaldeck</b>	1451.96	M2	554.6	RD\$805,257
<b>Malla Electrosoldada</b>	21.00	Rollo	16241.06	RD\$341,062
<b>Mano de Obra malla electrosoldada</b>	2016	M2	38.51	RD\$77,636
<b>W 21 X 147 LB/PIE</b>	2618.1102	PIE	3528	RD\$9,236,693
<b>W 16 X 100 LB/PIE</b>	1966.2343	PIE	2400	RD\$4,718,962
<b>W 8 X 40 LB/PIE</b>	2844.4882	PIE	960	RD\$2,730,709
<b>HSS 16 X 16 X 5/8</b>	5	Ud.	107587.2	RD\$537,936
<b>HSS 16 X 16 X 1/2</b>	18	Ud.	86772	RD\$1,561,896
<b>HSS 6 X 6 X 1/2</b>	20	Ud.	42100	RD\$842,000
<b>HSS 5 X 5 X 3/8</b>	14	Ud.	15456	RD\$216,384
<b>HSS 5 X 5 X 1/2</b>	14	Ud.	24971.2	RD\$349,597
<b>Mano de obra (Metalica)</b>	30 % Del costo total de la metalica			RD\$6,058,253
<b>Acero</b>	173.44	QQ	1695.65	RD\$294,089
<b>Mano de Obra Acero</b>	173.44	QQ	326.46	RD\$56,620
<b>Enconfrado (Pedestal)</b>	22	ML	267.75	RD\$5,891
<b>Enconfrado (metaldeck)</b>	35.64	M2	294	RD\$10,478
				<b>RD\$28,863,260</b>

<b><u>Presupuesto Edificio R= 0.452 MT</u></b>				
<b>Partidas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Valor</b>
<b>Hormigon Industrial</b>	162.192	M3	5555	RD\$900,977
<b>metaldeck</b>	1451.96	M2	554.6	RD\$805,257
<b>Malla Electrosoldada</b>	21.00	Rollo	16241.06	RD\$341,062
<b>Mano de Obra malla electrosoldada</b>	2016	M2	38.51	RD\$77,636
<b>W 18 X 158 LB/PIE</b>	2618.1102	PIE	3792	RD\$9,927,874
<b>W 16 X 100 LB/PIE</b>	1966.2343	PIE	2400	RD\$4,718,962
<b>W 8 X 40 LB/PIE</b>	2844.4822	PIE	960	RD\$2,730,703
<b>HSS 16 X 16 X 5/8</b>	5	Ud.	107587.2	RD\$537,936
<b>HSS 16 X 16 X 3/8</b>	18	Ud.	82446	RD\$1,484,028
<b>HSS 6 X 6 X 1/2</b>	20	Ud.	42100	RD\$842,000
<b>HSS 5 X 5 X 3/8</b>	14	Ud.	15456	RD\$216,384
<b>HSS 5 X 5 X 1/2</b>	14	Ud.	24971.2	RD\$349,597
<b>Mano de obra (Metalica)</b>	30 % Del costo total de la metalica			RD\$6,242,245
<b>Acero</b>	169.05	QQ	1695.65	RD\$286,645
<b>Mano de Obra Acero</b>	169.05	QQ	326.46	RD\$55,187
<b>Enconfrado (Pedestal)</b>	22	ML	267.75	RD\$5,891
<b>Enconfrado (metaldeck)</b>	35.64	M2	294	RD\$10,478
				<b>RD\$29,532,861</b>

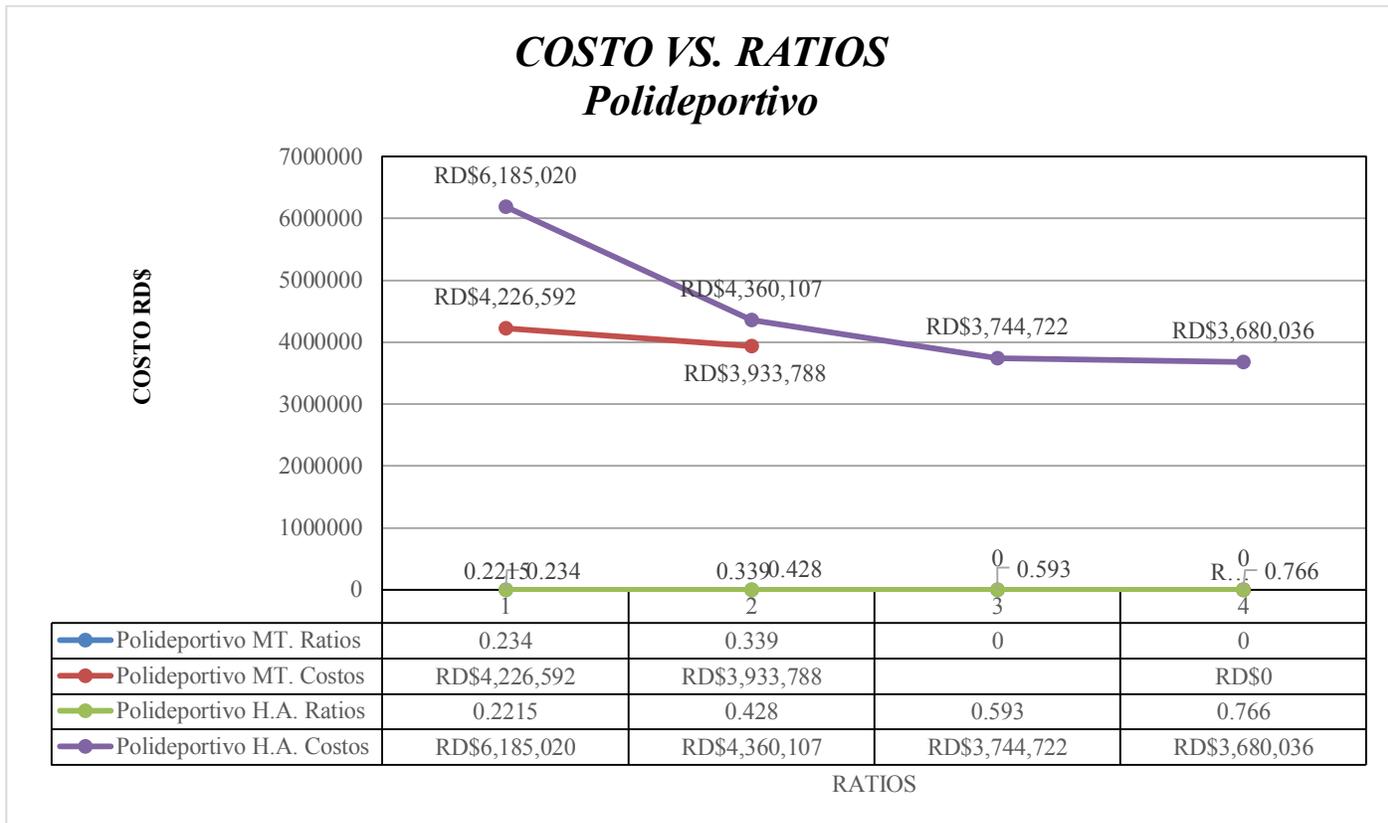
<b>Presupuesto Edificio R= 0.68 MT</b>				
<b>Partidas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Valor</b>
Hormigon Industrial	155.431	M3	5555	RD\$863,419
metaldeck	1451.96	M2	554.6	RD\$805,257
Malla Electrosoldada	21.00	Rollo	16241.06	RD\$341,062
Mano de Obra malla electrosoldada	2016	M2	38.51	RD\$77,636
W 18 X 158 LB/PIE	2618.1102	PIE	3792	RD\$9,927,874
W 16 X 100 LB/PIE	1966.2343	PIE	2400	RD\$4,718,962
W 8 X 40 LB/PIE	2844.4822	PIE	960	RD\$2,730,703
HSS 16 X 16 X 5/8	5	Ud.	107587.2	RD\$537,936
HSS 10 X 10 X 5/16	18	Ud.	37122	RD\$668,196
HSS 10 X 10 X 3/8	3	Ud.	50295	RD\$150,885
HSS 10 X 10 X 5/8	3	Ud.	75685	RD\$227,055
HSS 6 X 6 X 1/2	20	Ud.	42100	RD\$842,000
HSS 5 X 5 X 3/8	14	Ud.	15456	RD\$216,384
HSS 5 X 5 X 1/2	14	Ud.	24971.2	RD\$349,597
Mano de obra (Metalica)	30 % Del costo total de la metalica			RD\$6,110,878
Acero	172.35	QQ	1695.65	RD\$292,244
Mano de Obra Acero	172.35	QQ	326.46	RD\$56,265
Enconfrado (Pedestal)	22	ML	267.75	RD\$5,891
Encofrado (metaldeck)	35.64	M2	294	RD\$10,478
				<b>RD\$28,932,721</b>

**Tabla 22: "Presupuesto de hospital en metálica"**

<b>Presupuesto hospital R= 0.225 MT</b>				
<b>Partidas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Valor</b>
Hormigon Industrial	315.088	M3	6105	RD\$1,923,612
metaldeck	2433.16	M2	554.6	RD\$1,349,431
Malla Electrosoldada	33.00	Rollo	16241.06	RD\$535,955
Mano de Obra malla electrosoldada	3168	M2	38.51	RD\$122,000
W 18 X 97 LB/PIE	6556.7257	PIE	2328	RD\$15,264,057
W 12 X 30 LB/PIE	152.096	PIE	720	RD\$109,509
W 12 X 22 LB/PIE	2953.6909	PIE	528	RD\$1,559,549
W12x40 LB/PIE	35.088	PIE	960	RD\$33,684
W18x76 LB/PIE	307.086	PIE	1824	RD\$560,125
HSS 16 X 16 X 1/2	37	Ud.	108465	RD\$4,013,205
HSS 5 X 5 X 1/2	4	Ud.	24971.2	RD\$99,885
HSS 5 X 5 X 3/8	8	Ud.	20608	RD\$164,864
HSS 5 X 5 X 1/4	33	Ud.	12183.6	RD\$402,059
Mano de obra (Metalica)	30 % Del costo total de la metalica			RD\$6,662,081
Acero	223.87	QQ	1695.65	RD\$379,605
Mano de Obra Acero	223.87	QQ	326.46	RD\$73,085
Enconfrado (Pedestal)	46.05	ML	194.25	RD\$8,945
Encofrado (metaldeck)	43.47	M2	294	RD\$12,780
				<b>RD\$33,274,431</b>

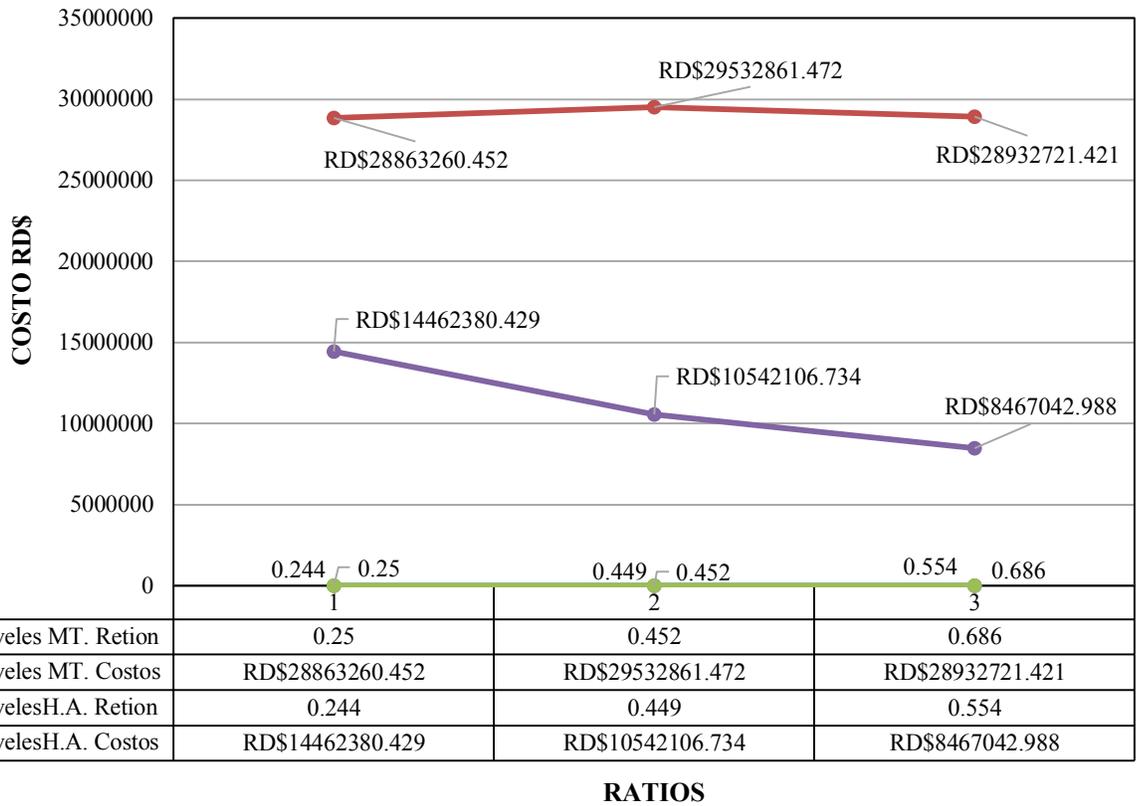
**Presupuesto hospital R= 0.33 MT**

Partidas	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Valor
Hormigon Industrial	290.299	M3	6105	RD\$1,772,275
metaldeck	2433.16	M2	554.6	RD\$1,349,431
Malla Electrosoldada	33.00	Rollo	16241.06	RD\$535,955
Mano de Obra malla electrosoldada	3168	M2	38.51	RD\$122,000
W 18 X 97 LB/PIE	6556.7257	PIE	2328	RD\$15,264,057
W 12 X 30 LB/PIE	152.096	PIE	720	RD\$109,509
W 12 X 22 LB/PIE	2953.6909	PIE	528	RD\$1,559,549
W 18x76 LB/PIE	307.086	PIE	1824	RD\$560,125
W 12X40 LB/PIE	35.088	PIE	960	RD\$33,684
HSS 14 X 14X 1/2	37	Ud.	103132	RD\$3,815,884
HSS 5 X 5 X1/2	4	Ud.	24971.2	RD\$99,885
HSS 5 X 5 X 3/8	8	Ud.	20608	RD\$164,864
HSS 5 X 5 X 1/4	33	Ud.	12183.6	RD\$402,059
Mano de obra (Metalica)	30 % Del costo total de la metalica			RD\$6,602,885
Acero	245.34	QQ	1695.65	416010.771
Mano de Obra Acero	245.34	QQ	326.46	RD\$80,094
Enconfrado (Pedestal)	46.05	ML	194.25	8945.2125
Enconfrado (metaldeck)	43.47	M2	294	12780.18
				RD\$32,909,992



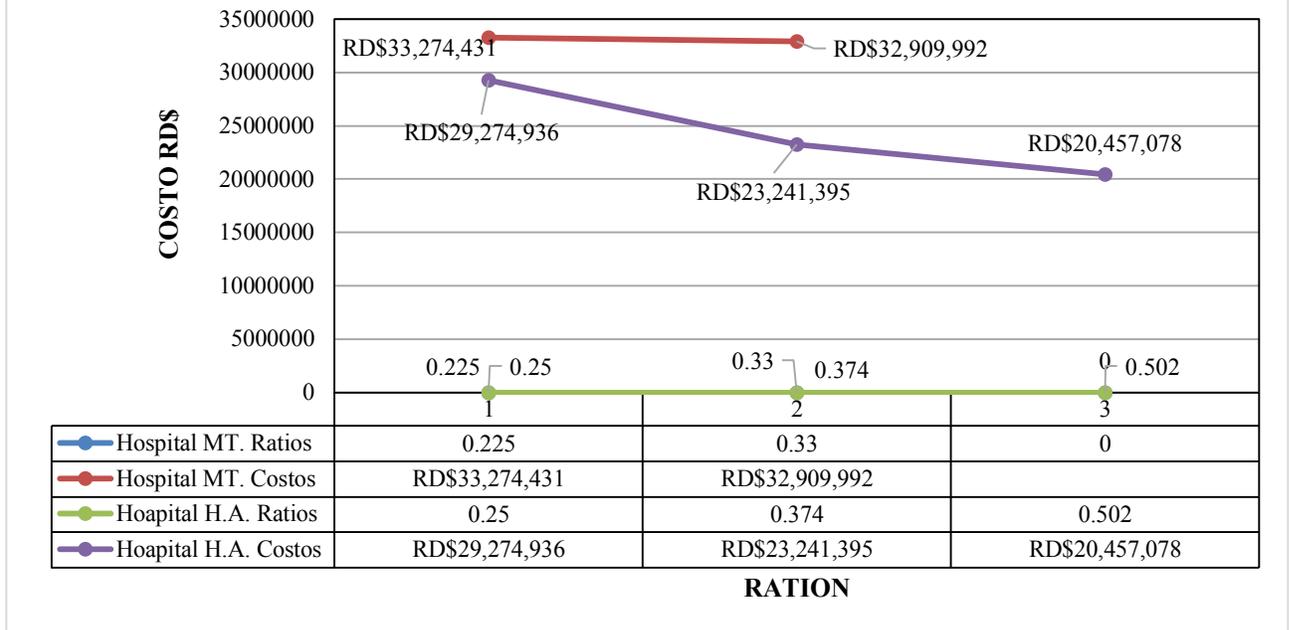
**Grafica 5: "Relación costo versus ratios polideportivo"**

## ***COSTO VS RETION*** ***Edificio Multifamiliar 5 niveles***



***Grafica 6: "Relación costo versus ratios edificio multifamiliar de 5 niveles"***

## ***COSTO VS. RETION*** ***Hospital de 4 niveles***



***Grafica 7: "Relación costo versus ratios para hospital de 4 niveles"***

**Porcentaje de ahorro de costo entre la metálica y el hormigón armado, para el caso de retío más desfavorable:**

$$\text{Polideportivo MT.} = \frac{\text{RD\$3,929,007}}{\text{RD\$4,360,107}} * 100 = (90\% - 100\%) * -1 = 10\%$$

$$\text{Edificio multifamiliar H. A.} = \frac{\text{RD\$8,467,043}}{\text{RD\$28,932,717}} * 100 = (29.26\% - 100\%) * -1 = 70.74\%$$

$$\text{Hospital H. A.} = \frac{\text{RD\$23,241,395}}{\text{RD\$32,909,987}} * 100 = (70.62\% - 100\%) * -1 = 29.38\%$$

Tabla 23: "Proporcion quintales de acero en Polideportivo H.A. y MT."

**Quintales de acero polideportivo**

<b>Polideportivo HA R: 0.2215</b>		
Elementos	Ø	QQ
Vigas y columnas	3/8	53.5730829
	1/2	34.8508779
	3/4	37.9950823
	1	46.3846284
		172.803671

<b>Polideportivo HA R: 0.428</b>		
Elementos	Ø	QQ
Vigas y columnas	3/8	52.0508536
	1/2	34.8508779
	3/4	45.2302949
	1	33.7342752
		165.866302

<b>Polideportivo HA R: 0.593</b>		
Elementos	Ø	QQ
Vigas y columnas	3/8	52.2898243
	1/2	34.8508779
	3/4	46.4163642
	1	34.832429
		168.3894954

<b>Polideportivo HA R: 0.766</b>		
Elementos	Ø	QQ
Vigas y columnas	3/8	53.316724
	1/2	34.8508779
	3/4	46.4163642
	1	34.4370726
		169.021039

<b>Polideportivo MT R: 0.234</b>		
Elementos	Ø	QQ
Pedestales	3/8	2.046
	1	11.0576456
		13.1036456

<b>Polideportivo MT R: 0.339</b>		
Elementos	Ø	QQ
Pedestales	3/8	2.046
	1	11.0576456
		13.1036456

**Quintales de acero Edificio Multifamiliar**

Edificio multifamiliar HA R: 0.244			Edificio multifamiliar HA R: 0.449			Edificio multifamiliar HA R: 0.554		
<b>Piso I</b>			<b>Piso I</b>			<b>Piso I</b>		
Elementos	Ø	QQ	Elementos	Ø	QQ	Elementos	Ø	QQ
Vigas y columnas	3/8	49,48	Vigas y columnas	3/8	55,79	Vigas y columnas	3/8	45,04
	1/2	30,11		1/2	30,83		1/2	31,62
	3/4	56,08		3/4	54,81		3/4	53,47
	1	11,53		1	8,29		1	3,80
		147,19			149,72			133,92
<b>Piso II</b>			<b>Piso II</b>			<b>Piso II</b>		
Elementos	Ø	QQ	Elementos	Ø	QQ	Elementos	Ø	QQ
Vigas y columnas	3/8	40,15	Vigas y columnas	3/8	43,46	Vigas y columnas	3/8	44,60
	1/2	30,11		1/2	31,22		1/2	31,10
	3/4	58,39		3/4	50,59		3/4	49,20
	1	58,39		1	0,94		1	0,47
		187,03			126,21			
<b>Piso III</b>			<b>Piso III</b>			<b>Piso III</b>		
Elementos	Ø	QQ	Elementos	Ø	QQ	Elementos	Ø	QQ
Vigas y columnas	3/8	38,43	Vigas y columnas	3/8	41,55	Vigas y columnas	3/8	42,37
	1/2	30,11		1/2	30,59		1/2	30,94
	3/4	45,14		3/4	46,22		3/4	45,43
	1	76,01		1	77,24		1	76,50
		189,68			195,60			195,24
<b>Piso IV</b>			<b>Piso IV</b>			<b>Piso IV</b>		
Elementos	Ø	QQ	Elementos	Ø	QQ	Elementos	Ø	QQ
Vigas y columnas	3/8	36,88	Vigas y columnas	3/8	40,15	Vigas y columnas	3/8	41,17
	1/2	30,11		1/2	30,11		1/2	30,11
	3/4	45,14		3/4	45,14		3/4	43,99
	1	0,00		1	75,25		1	74,10
		112,13			190,65			189,37
<b>Piso V</b>			<b>Piso IV</b>			<b>Piso IV</b>		
Elementos	Ø	QQ	Elementos	Ø	QQ	Elementos	Ø	QQ
Vigas y columnas	3/8	40,26	Vigas y columnas	3/8	43,16	Vigas y columnas	3/8	46,77
	1/2	30,11		1/2	30,11		1/2	30,11
	3/4	45,14		3/4	45,14		3/4	43,99
	1	0,00		1	75,25		1	74,10
		115,51			193,66			194,96
<b>Edificio multifamiliar MT R: 0.25</b>			<b>Edificio multifamiliar MT R: 0.452</b>			<b>Edificio multifamiliar MT R: 0.68</b>		
Elementos	Ø	QQ	Elementos	Ø	QQ	Elementos	Ø	QQ
Pedestales	3/8	4,97	Pedestales	3/8	4,70	Pedestales	3/8	4,70
	1	60,82		1	60,82		1	60,82
		65,78			65,52			65,52

**Tabla 24: "Proporción quintales de acero para edificio multifamiliar H.A. y MT."**

**Quintales de acero Hospital**

Hospital HA R: 0.25			Hospital HA R: 0.374			Hospital HA R: 0.502		
<b>Piso I</b>			<b>Piso I</b>			<b>Piso I</b>		
Elementos	Ø	QQ	Elementos	Ø	QQ	Elementos	Ø	QQ
Vigas y columnas	3/8	252.37	Vigas y columnas	3/8	252.58	Vigas y columnas	3/8	250.57
	1/2	106.57		1/2	106.51		1/2	106.51
	3/4	134.14		3/4	133.21		3/4	133.21
	1	15.53		1	10.73		1	10.73
		508.61			503.03			501.02
<b>Piso II</b>			<b>Piso II</b>			<b>Piso II</b>		
Elementos	Ø	QQ	Elementos	Ø	QQ	Elementos	Ø	QQ
Vigas y columnas	3/8	121.06	Vigas y columnas	3/8	163.66	Vigas y columnas	3/8	155.58
	1/2	64.74		1/2	64.15		1/2	64.15
	3/4	132.68		3/4	132.64		3/4	132.64
	1	20.92		1	30.51		1	30.51
		339.39			390.96			382.88
<b>Piso III</b>			<b>Piso III</b>			<b>Piso III</b>		
Elementos	Ø	QQ	Elementos	Ø	QQ	Elementos	Ø	QQ
Vigas y columnas	3/8	134.72	Vigas y columnas	3/8	134.64	Vigas y columnas	3/8	137.32
	1/2	64.03		1/2	64.25		1/2	64.25
	3/4	129.02		3/4	130.60		3/4	130.60
	1	1.57		1	2.15		1	2.15
		329.34			331.64			334.32
<b>Piso IV</b>			<b>Piso IV</b>			<b>Piso IV</b>		
Elementos	Ø	QQ	Elementos	Ø	QQ	Elementos	Ø	QQ
Vigas y columnas	3/8	159.03	Vigas y columnas	3/8	158.72	Vigas y columnas	3/8	169.40
	1/2	63.58		1/2	57.08		1/2	57.08
	3/4	123.04		3/4	123.04		3/4	123.04
	1	186.62		1	180.13		1	180.13
		532.27			518.97			529.65
<b>Hospital MT R: 0.225</b>			<b>Hospital MT R: 0.33</b>					
Elementos	Ø	QQ	Elementos	Ø	QQ			
Pedestales	3/8	22.65	Pedestales	3/8	22.65			
	1	21.19		1	21.19			
		43.84			43.84			

**Tabla 26: "Proporción quintales de acero para hospital"**

**Quintales de acero losas**

Edificio multifamiliar HA			Edificio multifamiliar MT		
Techo	Acero	QQ	Techo	Malla Electrosoldada	cm <sup>2</sup> /m
Top	#3@14cm	60.54	Top	D6.5mmX75mmX75mm	3.77
Bottom	#3@25cm	36.60	<b>Entrepisos 1-4</b>	<b>Malla Electrosoldada</b>	<b>cm<sup>2</sup>/m</b>
<b>Entrepisos 1-4</b>	<b>Acero</b>	<b>QQ</b>	Top	D5mmX50mmX50mm	3.93
Top	#3@10cm	84.08	<b>Polideportivo MT</b>		
Bottom	#3@25cm	36.60	<b>Techo</b>	<b>Malla Electrosoldada</b>	<b>cm<sup>2</sup>/m</b>
<b>Polideportivo HA</b>			Top	D6.5mmX50mmX50mm	6.64
Techo	Acero	QQ	<b>Hospital HA</b>		
Top	#6@16cm	170.06	<b>Techo</b>	<b>Malla Electrosoldada</b>	<b>cm<sup>2</sup>/m</b>
Bottom	#4@16cm	72.81	Top	D7mmX50mmX50mm	7.7
<b>Hospital HA</b>			<b>Entrepisos 1-3</b>	<b>Malla Electrosoldada</b>	<b>cm<sup>2</sup>/m</b>
Techo	Acero	QQ	Top	D7mmX50mmX50mm	7.7
Top	#3@14cm	124.97	<b>Bottom</b>		
Bottom	#3@24cm	73.43	<b>MetalDeck CAL22</b>		
<b>Entrepisos 1-3</b>	<b>Acero</b>	<b>QQ</b>			
Top	#4@18cm	176.67			
Bottom	#3@20cm	90.81			

**Tabla 25: "Quintales de acero para losas"**

Tabla 27: "Quintales de acero en cimentación para polideportivo en H.A."

<b>Quintales en cimentaciones</b>					
<b>Polideportivo HA R: 0.2215</b>					
Zapata	QQ	Direccion	Acero	Adicional	#Zap.
Top	48.536	x	#4@10cm	1#3 y 2#3	2,10 y 6,8
		y	#4@10cm	---	---
Bottom	92.4844	x	#6@10cm	1#3	2, 6, 8 y 10
		y	#6@15cm	1#3, 7#4 y 4#4	(3,5,7,9), (4 y 10) y (6 y 8)
<b>Polideportivo HA R: 0.428</b>					
Zapata	QQ	Direccion	Acero	Adicional	#Zap.
Top	44.522	x	#4@10cm	1#3 y 2#3	(4 y 10) y (6y8)
		y	#4@12cm	---	---
Bottom	94.78	x	#6@12cm	5#4 y 4#6	2, 6, 8 y 10
		y	#6@12cm	1#3, 7#4 y 4#4	(3,5,7,9), (4 y 10) y (6 y 8)
<b>Polideportivo HA R: 0.593</b>					
Zapata	QQ	Direccion	Acero	Adicional	#Zap.
Top	42.69	x	#6@15cm	---	---
		y	#4@10cm	---	---
Bottom	73.542	x	#6@10cm	3#4 y 2#8	(3 y 9) y (4 y 10)
		y	#6@10cm	2#3	4 y 10
			#6@15cm	---	---
<b>Polideportivo HA R: 0.766</b>					
Zapata	QQ	Direccion	Acero	Adicional	#Zap.
Top	44.15	x	#6@15cm	---	---
		y	#4@10cm	---	---
Bottom	85.12	x	#8@15cm	3#4 y 2#8	(3, 5,7 y 9) y (4 y 10)
		y	#6@10cm	3#4 y 3#6	(6 y 8) y (4 y 10)
			#6@15cm	---	---

**Tabla 28: "Quintales de acero de cimentación para polideportivo en MT."**

<b>Polideportivo MT R: 0.234</b>					
<b>Zapata</b>	<b>QQ</b>	<b>Direccion</b>	<b>Acero</b>	<b>Adicional</b>	<b>#Zap.</b>
Top	14,71	x	#4@15cm	---	---
		y	#4@15cm	---	---
Bottom	17,39	x	#4@14cm	---	---
			#4@10cm	---	---
		y	#4@15cm	1#3 y 4#3	(2 y 12) y (4 y 10)

<b>Polideportivo MT R: 0.339</b>					
<b>Zapata</b>	<b>QQ</b>	<b>Direccion</b>	<b>Acero</b>	<b>Adicional</b>	<b>#Zap.</b>
Top	10,04	x	#3@12cm	---	---
		y	#3@12cm	---	---
Bottom	11,972	x	#4@10cm	---	---
		y	#4@10cm	---	---

**Tabla 29: "Quintales de acero en cimentación para edificio mult. en H.A."**

<b>Edificio multifamiliar HA R:0.244</b>					
<b>Zapata</b>	<b>QQ</b>	<b>Direccion</b>	<b>Acero</b>	<b>Adicional</b>	<b>#Zap.</b>
Top	105.1	x	#6@18cm	2#6	7
		y	#6@18cm	---	---
Bottom	155.24	x	#6@15cm	---	---
			#6@10cm	5#4	7
		y	#6@10cm	---	---

<b>Edificio multifamiliar HA R:0.449</b>					
<b>Zapata</b>	<b>QQ</b>	<b>Direccion</b>	<b>Acero</b>	<b>Adicional</b>	<b>#Zap.</b>
Top	76.63	x	#4@10cm	7#8 y 1#3	7 y 11
		y	#4@10cm	2#3	7
Bottom	166.73	x	#6@10cm	8#8 y 2#3	7 y 11
		y	#6@10cm	4#6 y 2#4	7 y 11

<b>Edificio multifamiliar HA R:0.554</b>					
<b>Zapata</b>	<b>QQ</b>	<b>Direccion</b>	<b>Acero</b>	<b>Adicional</b>	<b>#Zap.</b>
Top	86.7	x	#4@10cm	4#4 y 9#8	11 y 7
		y	#4@10cm	4#4	7
Bottom	173.26	x	#6@10cm	3#6 y 7#8	11 y 7
		y	#6@10cm	4#8	11 y 7

Tabla 30" Quintales de acero en cimentaciones para edificio mult. en MT."

Edificio multifamiliar MT R:0.25					
Zapata	QQ	Direccion	Acero	Adicional	#Zap.
Top	53.83	x	#6@20cm	---	---
		y	#6@20cm	---	---
Bottom	53.83	x	#6@20cm	5#3	7
		y	#6@20cm	---	---

Edificio multifamiliar MT R:0.452					
Zapata	QQ	Direccion	Acero	Adicional	#Zap.
Top	36.16	x	#4@12cm	---	---
		y	#4@12cm	---	---
Bottom	67.38	x	#6@15cm	3#3	7
		y	#6@15cm	---	---

Edificio multifamiliar MT R:0.68					
Zapata	QQ	Direccion	Acero	Adicional	#Zap.
Top	32.02	x	#4@15cm	1#3	7
			#4@14cm	---	---
		y	#4@15cm	(2, 1, 1, 3, 2 y 1)#3	1, 6, 7, 10, 15 y 19
Bottom	74.82	x	#6@15cm	(3, 2 y 16)#4, (1 y 3)#3	(1, 2 y 16), (5 y 19)
			y (4, 3, 3 y 2)#6	y (7, 8, 13 y 15)	
		y	#6@15cm	(2, 3 y 2)#3, (4 y 2)#6 , 2#6 y (2 y 2)#8	(1, 5 y 14), (6 y 7) , 19 y (8 y 15)

**Tabla 31: "Quintales de acero en cimentaciones para hospital en H.A."**

<b>Hospital H.A. R:0.25</b>					
<b>Zapata</b>	<b>QQ</b>	<b>Direccion</b>	<b>Acero</b>	<b>Adicional</b>	<b>#Zap.</b>
Top	262,11	x	#6@15cm	---	---
		y	#6@15cm	---	---
Bottom	327,99	x	#6@15cm	2#3	37 y 16
			#6@12cm	---	---
			#6@10cm	---	---
		y	#6@10cm	2#3	26

<b>Hospital H.A. R:0.374</b>					
<b>Zapata</b>	<b>QQ</b>	<b>Direccion</b>	<b>Acero</b>	<b>Adicional</b>	<b>#Zap.</b>
Top	173,99	x	#4@10cm	2#8	26
			#6@10cm	---	---
		y	#4@10cm	---	---
			#6@12cm	---	---
Bottom	286,46	x	#6@12cm	6#4 y 2#3	(25 y 27) y 35
			#8@15cm	2#3	26
		y	#6@10cm	---	---
			#8@12cm	---	---

<b>Hospital H.A. R:0.502</b>					
<b>Zapata</b>	<b>QQ</b>	<b>Direccion</b>	<b>Acero</b>	<b>Adicional</b>	<b>#Zap.</b>
Top	152,9	x	#4@10cm	2#8	26
			#6@15cm	---	---
			#8@10cm	7#8	25
		y	#4@10cm	---	---
			#6@10cm	1#8	25
Bottom	278,66	x	#6@10cm	2#3 y 3#8	42 y 26
			#8@10cm	5#8	25
		y	#6@10cm	(1 y 2)#3, 2#4 y 2#6	((25 y 27) y16), (17 y 28) y (39, 42 y 45)
			#8@10cm	---	---

**Tabla 32: "Quintales de acero en cimentaciones para hospital en MT."**

<b>Hospital MT R:0.225</b>					
<b>Zapata</b>	<b>QQ</b>	<b>Direccion</b>	<b>Acero</b>	<b>Adicional</b>	<b>#Zap.</b>
Top	86,69	x	#4@10cm	---	---
		y	#4@10cm	---	---
Bottom	93,35	x	#4@10cm	(1 y 3)#3, (3)#4	(31 y 36), 39
			#4@10cm	(3, 3, 2 y 2)#6	y (1, 2, 28 y 42)
		y	#4@10cm	---	---
			#6@16cm	---	---

<b>Hospital MT R:0.33</b>					
<b>Zapata</b>	<b>QQ</b>	<b>Direccion</b>	<b>Acero</b>	<b>Adicional</b>	<b>#Zap.</b>
Top	88,25	x	#4@10cm	2#8 y 1#6	(1 y 25) y 2
		y	#4@10cm	2#8	1
Bottom	113,26	x	#4@10cm	---	---
			#6@10cm	2#4 y 4#4	1 y 2
		y	#4@10cm	---	---
			#6@12cm	1#3	28

## Conclusión

En la medida en la cual se fue desarrollando este trabajo de grado, se dieron a conocer una serie de datos obtenidos producto de la investigación; pudimos ir observando que a partir de rangos de ratios (relación entre la carga que recibe el elemento / la capacidad de soporte  $\leq 1$ ), específicos las estructuras comenzaban a manifestar fallas, tanto para el hormigón como para el acero.

De los modelos desarrollados en cuanto a lo estructural, tales como el polideportivo el cual arrojó como resultado que en estructura de hormigón armado fue posible llegar hasta el último rango de ratios (relación entre la carga que recibe el elemento / la capacidad de soporte  $\leq 1$ ), propuesto (0.75-1), cumpliendo así con todos los requerimientos establecidos por las normativas, en cuanto al caso del polideportivo de la metálica, se comenzaron a presentar falla al momento de alcanzar los dos últimos rangos de ratio (0.50-0.5, 0.75-1), de dichos rango en adelante la estructura comenzó a presentar fallas por desplazamientos laterales excesivos superando esto el admisible( 0.008/Cd). Para el caso del Edificio multifamiliar de 5 niveles tanto el hormigón armado como para la metálica lograron alcanzar ambos el mismo rango de ratios (relación entre la carga que recibe el elemento / la capacidad de soporte  $\leq 1$ ), pero su falla se debieron a razones distinta, para el caso de hormigón su falla se debió a torsión excesiva y para el caso de la metálica su falla fue producto de la derivas; Por último el hospital al igual que los otros fue analizado para hormigón, fallando este en su último retío (0.75-1) por piso suave y relación 6/5 viga/columna y para el caso de la metálica su falla se produjo a partir del tercer rango en adelante ( 0.50-0.75, 0.75-1) debido a la torsión excesiva.

En cuanto al costo, para los casos de ratios (relación entre la carga que recibe el elemento / la capacidad de soporte  $\leq 1$ ) más desfavorable, se demostró que para el caso del polideportivo la construcción en metálica resultó con un costo de un 10% menos que en hormigón armado. En lo que corresponde al edificio multifamiliar, el hormigón armado obtuvo una gran ventaja a nivel del costo de un 71% respecto al de metálica, con relación al hospital al igual que en el edificio el hormigón fue menos costoso en un 30% que la metálica. En cuanto a la relación de uno u otro material han de considerarse una serie de condiciones que definieron la factibilidad, este tipo de análisis (factibilidad) no estuvo dentro del alcance de este trabajo de investigación.

Mediante los resultados obtenidos se llevó a cabo una comparación implementando métodos gráficos, dicha comparación se obtuvo, mediante una correlación de costo versus ratios (relación entre la carga que recibe el elemento / la capacidad de soporte  $\leq 1$ ), con la cual se daba a demostrar, que tanto descende un sistema estructural de otro. Para el caso del hormigón armado los costos descendieron precipitadamente, según disminuía la capacidad de los elementos (vigas y columnas), ya que era más fácil manipular las secciones transversales de los elementos. Al contrario de la metálica, en la cual se tenía que usar secciones preestablecidas para facilitar la obtención de los costos de los perfiles utilizados, debido a esto las precipitaciones del costo con relación al aumento de los ratios (relación entre la carga que recibe el elemento / la capacidad de soporte  $\leq 1$ ), fueron muy poco notorias.

Las estructuras metálicas son siempre más baratas que las estructuras en hormigón armado, siempre y cuando el tiempo de ejecución de la estructura es menor que la misma construida en hormigón armado, la cual que multiplicada por el uso que tendrá la estructura por

la productividad de la misma, supere con creces el diferencia de costo de la misma, siempre tomando en consideración el uso que tendrá la estructura.

Bajo los criterios de comparación, luces y solicitaciones, hemos establecido que para el caso de la construcción de estructura de hormigón armado sale a menos costo, trabajar con luces corta y cargas de medianas a grandes, contrario a la metálica.

## ANEXO



*Ilustración 25: "Anexo en estructura metálica Hospital Regional Doctor Marcelino Vélez Santana, sector herrera"*



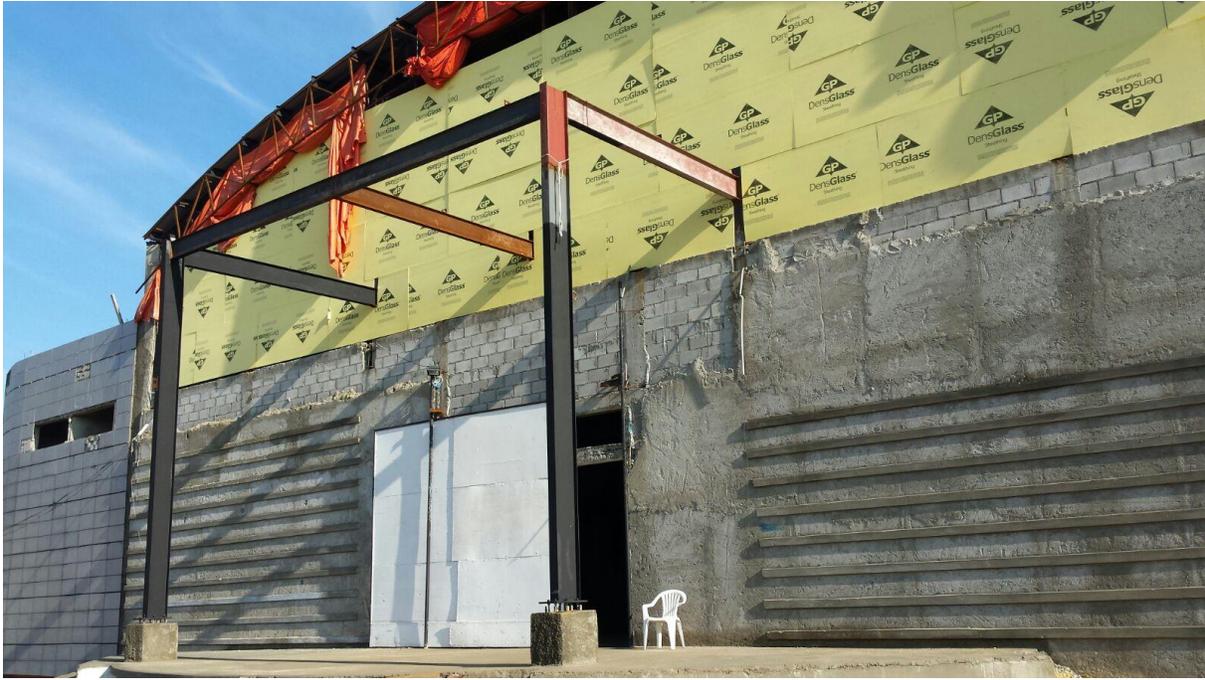
*Ilustración 26: "Anexo en estructura metálica Hospital Regional Doctor Marcelino Vélez Santana"*



*Ilustración 28: "Columnas tipo HSS Hospital Regional Doctor Marcelino Vélez Santana"*



*Ilustración 27: "Naves industriales construidas en estructura metálica"*



*Ilustración 29: "Almacén industrial realizado en estructura metálica sector los mina"*



*Ilustración 30: "Fachada frontal de almacén industrial"*



*Ilustración 31: "Hospital Regional Doctor Marcelino Vélez Santana construido en hormigón armado sector herrera"*



*Ilustración 32: "Edificio Multifamiliar de 5 niveles con Sistema aporcado en Hormigón Armado"*



*Ilustración 33: "Sistema aporticado en hormigón armado"*



*Ilustración 34: "Interacción entre vigas y columnas de hormigón armado"*



*Ilustración 35: "Construcción de edificio en hormigón armado localizada en la calle Santiago"*



*Ilustración 36: "Construcción de edificio en hormigón armado localizado en la calle Santiago"*



*Ilustración 37: "Construcción de escuela con sistema aportado en hormigón armado"*

## Bibliografía

Cristhian Aguirre S, A. F. (2008, junio). *Bibdigital*. Retrieved Enero 27, 2016, from Bibdigital: [http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/607/1/CD-1570\(2008-06-30-03-17-36\).pdf](http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/607/1/CD-1570(2008-06-30-03-17-36).pdf)

*Estructurasdmj*. (2015, Octubre 20). Retrieved Enero 27, 2016, from Estructurasdmj: <http://www.estructurasdmj.com/blog/14-tecnico/12-estructura-metalica-vs-hormigon-armado>

Flores, G. (2009, Enero). Retrieved Julio 5, 2016, from <https://www.google.com.do/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=tesis%20de%20sistemas%20de%20riego>

JUSTO, A. S. (2008, junio). *scribd*. Retrieved febrero 16, 2016, from <https://es.scribd.com/doc/305103052/Analisis-Tecnico-Economico-Estructuras-vs-Hormigon>

LÓPEZ, A. P. (2008, Diciembre). *Repositorio*. Retrieved febrero 2016, from Repositorio: [http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2008/droguett\\_a/sources/droguett\\_a.pdf](http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2008/droguett_a/sources/droguett_a.pdf)

LOPEZ, M. D. (2080, Enero 14). *Revistas.unal*. Retrieved enero 27, 2016, from Revistas.unal: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/1739/11577>

Ortiz, F. (2013, Febrero 13). *diariolibre*. Retrieved Enero 2016, from <http://www.diariolibre.com/noticias/el-acero-gana-terreno-en-la-construccin-GMDL371869>

Ortiz, F. (2013, Febrero 18). *Diariolibre*. Retrieved enero 27, 2016, from <http://www.diariolibre.com/noticias/el-acero-gana-terreno-en-la-construccin-GMDL371869>

SOLÍS, N. S. (2015). *Repositorio*. Retrieved Febrerp 12, 2016, from Repositorio: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/132360/Diseno-y-comparacion-tecnico-economica-de-silos-de-almacenamiento-de-ceniza-y-escoria....pdf?sequence=1>

Sosapanta, A. (2008, Junio). *bibdigital*. Retrieved Enero 2016, from [http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/607/1/CD-1570\(2008-06-30-03-17-36\).pdf](http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/607/1/CD-1570(2008-06-30-03-17-36).pdf)

Acesco. (2012). *Acesco*. Obtenido de [www.acesco.com](http://www.acesco.com): [http://www.acesco.com/downloads/ficha/vigas\\_w.pdf](http://www.acesco.com/downloads/ficha/vigas_w.pdf)

ACI318. (2008). *Reglamento para diseño de concreto armado*. Farmington Hills, Michigan, USA: Reglamento ACI318S.

Allustudies. (2016). *Allstudies*. Obtenido de Allstudies.com: <http://allstudies.com/acero-estructural.html>

- Boroschek, I. R. (01 de Agosto de 2013). *Portalminero*. Obtenido de [www.portalminero.com](http://www.portalminero.com): <http://www.portalminero.com/pages/viewpage.action?pageId=78715238>
- Civilgeeks. (05 de 11 de 2010). *Civilgeeks*. Obtenido de [Civilgeeks.com](http://civilgeeks.com): <http://civilgeeks.com/2010/11/05/%C2%BFque-es-la-ductilidad/>
- Construmatica. (2011). *Construmatica*. Obtenido de [www.Construmatica.com](http://www.Construmatica.com): [http://www.construmatica.com/construpedia/Hormig%C3%B3n:\\_Propiedades](http://www.construmatica.com/construpedia/Hormig%C3%B3n:_Propiedades)
- Consuegra. (2014). *Mundo arquitectura*. Obtenido de [Mundoarquitectura.org](http://www.mundoarquitectura.org): <http://www.mundoarquitectura.org/tipos-de-aditivos-para-concretohormigon-y-mortero/#more-977>
- Futamura, I. H. (01 de Agosto de 2013). *Portalminero*. Obtenido de [www.portalminero.com](http://www.portalminero.com): <http://www.portalminero.com/pages/viewpage.action?pageId=78715238>
- G. M. (2016). *Ubicacion del proyecto*. Santo Domingo R.D.: Google .
- IngenieriacivilRD. (20 de julio de 2013). *Ingenieria civil RD*. Obtenido de [Ingenieriacivilrd.com](http://ingenieriacivilrd.com): <http://ingenieriacivilrd.com/estructura-de-hormigon-armado-ventajas-y-desventajas/>
- Jimenez, Y. (15 de Junio de 2007). *Estructurasacero*. Obtenido de [Estructurasacero.com](http://estructurasacero.com): <http://estructurasacero.blogspot.com/2007/06/perfiles-de-acero-en-fro-y-caliente.html>
- Llona, I. N. (2013). *Ventajas y capacidad anti-sismica de los perfiles HSS*. Chile: Portal Minera.
- Llona, I. N. (2013). *Ventajas y capacidad anti-sismica de los perfiles HSS*. Chile: Portal Minero.
- Luisar, C. (16 de junio de 2007). *Estructurasacero*. Obtenido de [Estructurasacero.com](http://estructurasacero.com): <http://estructurasacero.blogspot.com/2007/06/ventajas-y-desventajas-del-uso-de-acero.html>
- Madrazo, J. A. (2012). *Cementos, morteros y hormigones*. Cantabria (España): Creative Commons BY-NC-SA 3.0.
- Mendez, M. (2014). *CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL PARA EL PARQUEADERO SUBTERRÁNEO DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA*. Cuenca : Universidad de cuenca .
- Perozo, I. N. (s.f.). *METALDECK PE51-240-720*. Santo Domingo,R.D.: ING. NESTRO JULIO PEROZO Y ASOC.,S.A.
- Proaño, M. R. (2008). *Fundamentos del hormigon simple*. Sangolqui (Ecuador): Escuela politecnica del ejercito - Ecuador.

- R-001. (2011). *Aceleracion espectral*. Santo Domingo R.D.: DGRS.
- R-001. (2011). *Predimensionamiento para vigas* . Santo Domingo R.D.: DGRS.
- R-001. (2011). *Tabla de coeficiente de utilizacion* . Santo Domingo R.D.: DGRS.
- R-001. (2011). *Zonas sismicas en la republica dominicana* . Santo Domingo R.D.: DGRS.
- R-028. (2007). *Reglamento para diseños, fabricacion y montaje de estructuras de acero*. Santo Domingo R.D.: DGRS.
- R-033. (2012). *Predimensionamiento para columnas* . Santo Domingo R.D.: DGRS.
- R-033. (2012). *Reglamento para diseño y contruccion de estructuras en hormigon armado*. Santo Domingo R.D.: DGRS.
- Rodriguez, j. j. (14 de Octubre de 2008). *La nacion*. Obtenido de [www.nacion.com](http://www.nacion.com):  
[http://www.nacion.com/tecnologia/Arquitectos-salvadorenos-favor-edificios-antisismicos\\_0\\_1006899453.html](http://www.nacion.com/tecnologia/Arquitectos-salvadorenos-favor-edificios-antisismicos_0_1006899453.html)
- Yamin, L. E. (2012). *Manual tecnico metaldeck grado40*. Colombia : Acesco.

---

Julia A. Perozo Cedeño

Sustentante

---

Máximo A. Almanzar Luciano

Sustentante

---

Ing. Francisco Martínez, Msc.

Asesor

---

Miembro del Jurado

---

Miembro del Jurado

---

Presidente del Jurado

---

Ing. Ramón Tvarez

Director de la Escuela

---

Ing. Carlos Troncoso

Decano de la Facultad

Julia A. Perozo Cedeño

Calificación

Numérica \_\_\_\_\_

Alfabética \_\_\_\_\_

Máximo A. Almánzar Luciano

Calificación

Numérica \_\_\_\_\_

Alfabética \_\_\_\_\_

---

Fecha

Fecha