

**ANÁLISIS DE UNA EDIFICACIÓN EN ACERO ESTRUCTURAL Y CONCRETO
REFORZADO PARA ESTABLECER UNA COMPARACIÓN TÉCNICA Y
PRESUPUESTAL CON BASE EN LA NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO Y
CONSTRUCCIÓN SISMO-RESISTENTE (NSR-10)**

MONTOYA BAUTISTA SANDRA PATRICIA



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA**

2014

**ANÁLISIS DE UNA EDIFICACIÓN EN ACERO ESTRUCTURAL Y CONCRETO
REFORZADO PARA ESTABLECER UNA COMPARACIÓN TÉCNICA Y
PRESUPUESTAL CON BASE EN LA NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO Y
CONSTRUCCIÓN SISMO-RESISTENTE (NSR-10)**

MONTOYA BAUTISTA SANDRA PATRICIA

**Proyecto de Grado presentado como requisito parcial para optar el título de
Ingeniera Civil**

**Director
ALVARO REY SOTO
Ingeniero Civil**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA
2014**

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a Dios por estar siempre presente en mi vida y darme la fortaleza, inteligencia, y lucidez necesaria en la realización de este proyecto.

A mi director, el Ingeniero Álvaro Rey Soto, por darme la oportunidad de trabajar en este proyecto, por su confianza, colaboración y apoyo en el desarrollo del mismo.

A mis padres, Anibal Montoya y Maria Nelly Bautista, por estar presentes cada día en los pasos que he dado para llegar a cumplir mis sueños, en especial a mi madre por ser siempre mi apoyo y mi ejemplo a seguir, por sus constantes palabras de ánimo que me impulsan a luchar siempre por lo que quiero.

A Duban Pedraza por su apoyo, confianza y amor, por mantenerme siempre con la mirada fija en la meta.

A los Ingenieros Lennin y Carlos por su entendimiento, paciencia, apoyo y guía.

Por último a Dianita, Key, Fabian, Mauricio y Cristyan, por estar ahí cuando más lo necesité, ayudando a que esto fuera posible.

Sandra Montoya

TABLA DE CONTENIDO

pág

INTRODUCCIÓN.....	15
1. HISTORIA DEL CONCRETO Y EL ACERO.....	17
1.1 HISTORIA DEL CONCRETO REFORZADO	17
1.2 HISTORIA DEL ACERO	21
2. GENERALIDADES DEL CONCRETO REFORZADO.....	25
2.1 DEFINICIÓN DE CONCRETO	25
2.2 TIPOS DE CONCRETO	25
2.3 MATERIALES UTILIZADOS EN EL CONCRETO REFORZADO	26
2.4 PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO REFORZADO.....	27
2.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CONCRETO REFORZADO	28
2.5.1 VENTAJAS.....	28
2.5.2 DESVENTAJAS.....	29
3. GENERALIDADES DEL ACERO ESTRUCTURAL.....	30
3.1 DEFINICION DE ACERO	30
3.2 TIPOS DE ACERO	30
3.3 PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ACERO ESTRUCTURAL 31	
3.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL ACERO ESTRUCTURAL.....	32
3.4.1 VENTAJAS.....	32
3.4.2 DESVENTAJAS.....	33
3.5 CONCRETO REFORZADO VS ACERO ESTRUCTURAL	33

4.	DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS.....	35
4.1	ESTRUCTURA EN CONCRETO REFORZADO	35
4.1.1	DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA.....	35
4.1.2	CARACTERISTICAS PARA EL ANÁLISIS	35
4.1.3	MODELAMIENTO DE LA ESTRUCTURA	36
4.1.4	ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL.....	36
4.1.5	DISEÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	45
4.2	ESTRUCTURA METÁLICA	62
4.2.1	DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA.....	62
4.2.2	CARACTERISTICAS PARA EL ANÁLISIS	63
4.2.3	MODELAMIENTO DE LA ESTRUCTURA	63
4.2.4	ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL.....	64
4.2.5	DISEÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	64
5.	ANÁLISIS DE COSTOS	80
5.1	PRESUPUESTO ESTRUCTURA EN CONCRETO REFORZADO	81
5.2	PRESUPUESTO ESTRUCTURA EN ACERO ESTRUCTURAL	82
5.3	ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS	82
	CONCLUSIONES.....	84
	CITAS.....	85
	BIBLIOGRAFÍA.....	86
	ANEXOS	87

LISTA DE TABLAS

pág

TABLA 1. DIMENSIONES NOMINALES DE LAS BARRAS DE REFUERZO	27
TABLA 2. PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO REFORZADO	27
TABLA 3. PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO REFORZADO.....	27
TABLA 4. PROPIEDADES FÍSICAS DEL ACERO ESTRUCTURAL.....	31
TABLA 5. PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ACERO ESTRUCTURAL	32
TABLA 6. COMPARACIÓN DE ASPECTOS TÉCNICOS.....	33
TABLA 7. AREA NIVEL 1	38
TABLA 8. AREA NIVEL 2-5	39
TABLA 9. AREA NIVEL 6	40
TABLA 10. CARGAS	41
TABLA 11. CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS.....	41
TABLA 12. MASAS FHE.....	42
TABLA 13. FUERZAS FICTICIAS.....	43
TABLA 14. DESPLAZAMIENTOS.....	43
TABLA 15. CORTANTE BASAL	44
TABLA 16. DERIVAS.....	44
TABLA 17. MASAS ROTACIONALES	45
TABLA 18. DISEÑO VIGA TIPO POR CORTANTE.....	47
TABLA 19. DISEÑO A FLEXIÓN VIGA TIPO	47
TABLA 20. DISEÑO POR CORTANTE COLUMNA 50X50 CM.....	48
TABLA 21. DISEÑO A CORTANTE COLUMNA 50X50 CM	49
TABLA 22. DISEÑO A FLEXIÓN COLUMNA TIPO	50
TABLA 23. VALORES DE Ψ	50
TABLA 24. DISEÑO MÉTODO COLUMNA BIAXIAL, SUPERFICIE DE FALLA – COL 50X50 CM	53

TABLA 25. DISEÑO POR CORTANTE COLUMNA 40X60CM.....	54
TABLA 26. DISEÑO MÉTODO COLUMNA BIAxIAL, SUPERFICIE DE FALLA – COL 60X40 CM	55
TABLA 27. DISEÑO POR CORTANTE DE LAS VIGUETAS.....	60
TABLA 28. DISEÑO A FLEXIÓN DE LAS VIGUETAS	61
TABLA 29. DISEÑO COLUMNAS A TENSIÓN	65
TABLA 30. DISEÑO A TENSIÓN VIGAS CON CARGA CRÍTICA.....	71
TABLA 31. PANDEO POR FLEXIÓN ELEMENTOS NO ESBELTOS – TIPO COLUMNA.....	72
TABLA 32. PANDEO POR FLEXIÓN ELEMENTOS NO ESBELTOS – TIPO VIGA	73
TABLA 33. PANDEO POR TORSIÓN Y PANDEO POR FLEXO-TORSION ELEMENTOS NO ESBELTOS	74
TABLA 34. PANDEO POR TORSION Y PANDEO POR FLEXO TORSION ELEMENTOS NO ESBELTOS – TIPO VIGA.....	75
TABLA 35. PANDEO POR FLEXIÓN ELEMENTOS NO ESBELTOS – TIPO COLUMNA.....	76
TABLA 36. PANDEO POR FLEXIÓN ELEMENTOS NO ESBELTOS – TIPO VIGA	77
TABLA 37. DISEÑO DE CONEXIONES	78
TABLA 38. COMPARACIÓN DE ASPECTOS FINANCIEROS.....	80
TABLA 39. PRESUPUESTO ESTRUCTURA EN CONCRETO REFORZADO	81
TABLA 40. PRESUPUESTO ESTRUCTURA EN ACERO ESTRUCTURAL.....	82

LISTA DE FIGURAS

	pág
FIGURA 1. ACERO ESTRUCTURAL	15
FIGURA 2. CONCRETO REFORZADO	16
FIGURA 3. PANTEÓN	17
FIGURA 4. FARO DE EDYSTONE	18
FIGURA 5. CONSTRUCCIÓN EN CONCRETO REFORZADO	18
FIGURA 6. TUBERÍA PARA EL ACUEDUCTO VITELMA DE BOGOTÁ.....	19
FIGURA 7. SEDE DEL SENA EN BOGOTÁ.....	20
FIGURA 8. CENTRO COLTEJER EN MEDELLÍN	20
FIGURA 9. HIERRO FUNDIDO	21
FIGURA 10. HORNOS DE ACERO	22
FIGURA 11. SIDERÚRGICA.....	23
FIGURA 12. MODELO ESTRUCTURA EN CONCRETO REFORZADO.....	36
FIGURA 13. PLANTA TIPO	37
FIGURA 14. PLANTA 1 – AREA.....	38
FIGURA 15. PLANTA 2-5 – AREA.....	39
FIGURA 16. PLANTA 6 – AREA.....	40
FIGURA 17. ACELEROGRAMA	42
FIGURA 18. DISEÑO POR CORTANTE VIGA TIPO	46
FIGURA 19. DIAGRAMAS DE CORTANTE EN SAP VIGA TIPO	46
FIGURA 20. DIAGRAMAS DE MOMENTO EN SAP VIGA TIPO	48
FIGURA 21. DIAGRAMAS DE CORTANTE SAP COLUMNA 50X50 CM	49
FIGURA 22. FACTORES DE LONGITUD EFECTIVA, K.....	51
FIGURA 23. DIAGRAMAS DE MOMENTO DE COLUMNA 50X50 CM – SAP.....	52
FIGURA 24. DIAGRAMAS DE CORTANTE SAP COLUMNA 60X40 CM	55
FIGURA 25. DISEÑO DE ZAPATAS CÉNTRICAS.....	57

FIGURA 26. DISEÑO DE ZAPATAS EXCÉNTRICAS	58
FIGURA 27. MODELO DISEÑO DE ZAPATAS SAP	58
FIGURA 28. DISEÑO VIGAS DE CIMENTACIÓN	59
FIGURA 29. SECCIÓN PLACA ALIGERADA	59
FIGURA 30. DIAGRAMA DE CORTANTE VIGUETAS.....	61
FIGURA 31. DIAGRAMA DE MOMENTOS VIGUETAS	62
FIGURA 32. MODELO ESTRUCTURA EN ACERO ESTRUCTURAL	64
FIGURA 33. PROPIEDADES SECCIÓN WF 5X19	65
FIGURA 34. PROPIEDADES SECCIÓN WF 8X40	65
FIGURA 35. PROPIEDADES SECCIÓN WF 10X45	66
FIGURA 36. PROPIEDADES SECCIÓN WF 10X54	66
FIGURA 37. PROPIEDADES SECCIÓN WF 10X68	67
FIGURA 38. RESISTENCIA A LA TENSIÓN COLUMNAS.....	67
FIGURA 39. PROPIEDADES SECCIÓN IPE 180.....	68
FIGURA 40. PROPIEDADES SECCIÓN IPE 200.....	68
FIGURA 41. PROPIEDADES SECCIÓN IPE 220.....	69
FIGURA 42. PROPIEDADES SECCIÓN IPE 270.....	69
FIGURA 43. PROPIEDADES SECCIÓN IPE 330.....	70
FIGURA 44. PROPIEDADES SECCIÓN IPE 360.....	70
FIGURA 45. PROPIEDADES SECCIÓN IPE 400.....	71
FIGURA 46. PROPIEDADES SECCIÓN IPE 450.....	71
FIGURA 47. DISEÑO A TENSIÓN VIGAS	72
FIGURA 48. DISEÑO A COMPRESIÓN COLUMNAS.....	73
FIGURA 49. DISEÑO A COMPRESIÓN COLUMNAS FLEXO – COMPRESIÓN..	75
FIGURA 50. DISEÑO A COMPRESIÓN VIGAS FLEXO – COMPRESIÓN	76

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS CONCRETO	87
ANEXO B. CANTIDADES DE OBRA CONCRETO	99
ANEXO C. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS ACERO	102
ANEXO D. CANTIDADES DE OBRA ACERO	116

RESUMEN

TITULO:

ANÁLISIS DE UNA EDIFICACIÓN EN ACERO ESTRUCTURAL Y CONCRETO REFORZADO PARA ESTABLECER UNA COMPARACIÓN TÉCNICA Y PRESUPUESTAL CON BASE EN LA NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO-RESISTENTE (NSR-10).*

AUTOR:

Montoya Bautista Sandra Patricia†

PALABRAS CLAVES:

Concreto reforzado, Acero estructural, Análisis comparativo de costos, Análisis de Precios Unitarios (APU)

CONTENIDO:

En el desarrollo de este proyecto de grado se pretende realizar un análisis comparativo de costos a nivel constructivo del concreto reforzado y el acero estructural, mediante un presupuesto para cada uno de los materiales y el análisis de precios unitarios en los cuales se va a estudiar los materiales, los equipos y la mano de obra necesarios para ejecutar las actividades de los elementos estructurales de la edificación seleccionada para el presente estudio, todo lo anterior se realizará a partir del diseño estructural de una edificación en los dos tipos de materiales objeto del presente estudio, basado en la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-10), con el fin de determinar cuál de las dos opciones es la más viable respecto a calidad y costo total de la construcción de los elementos que soportan la totalidad de las cargas a las que se encuentra sometida la edificación. Además se va a dar algunas características importantes de cada uno de los materiales que pueden resultar determinantes en el momento de decidir por cualquiera de los dos materiales, tales como funcionalidad y durabilidad de las estructuras, tiempo de construcción de las edificaciones, mantenimiento y reparación de cada una de las estructuras, protección contra la corrosión en el caso de la estructura metálica y protección contra el fuego para las dos estructuras.

* Trabajo de grado desarrollado en la modalidad de investigación.

† Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil, Director: Ingeniero Alvaro Rey Soto.

ABSTRACT

TITLE:

ANALYSIS OF A BUILDING IN REINFORCED STEEL AND STRUCTURAL CONCRETE TO ESTABLISH A TECHNICAL AND BUDGETARY COMPARISON BASED ON THE NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE (NSR-10).[‡]

AUTHOR:

Montoya Bautista Sandra Patricia[§]

KEYWORDS: Reinforced Concrete, Structural Steel, Comparative cost analysis, Unit Price Analysis (UPA).

In the development of this final degree project was aimed to make a costs comparative cost analysis at construction level of reinforced concrete and structural steel, through a budget for each of the materials and the unit price analysis, in which it will be analyzed the materials, equipment and workforce needed to implement the activities of a building's structural elements of selected building for the present study. All the last elements will be carried out from a structural design of building in the two types of materials, objectives of the present study, they are based on the Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-10). In order to determine which of the two options is the most viable and feasible in terms of quality and the total cost of the elements` construction that support all loads the building is subjected. Additionally, some important features of each of the materials will be given, what can become important thing at the time of choosing any of the two materials, such as functionality and durability of structures, construction time of buildings, maintenance and repair of each of the structures, corrosion protection in the case of the metal frame and fire protection for the two structures.

[‡] Final undergraduate Project developed in the research modality.

[§] Physics Mechanical Engineering Faculty, School of Civil Engineering, Director: Engineer. Alvaro Rey Soto

INTRODUCCIÓN

Con el paso del tiempo se ha querido poner en competencia a nivel constructivo el concreto reforzado y el acero estructural, a pesar que estos dos materiales encajan perfectamente y presentan un buen comportamiento cuando trabajan juntos, aunque también se debe resaltar su excelente desempeño al manejarse por separado, demostrando así que los dos materiales aportan significativamente al desarrollo sustentable de las construcciones.

El único motivo que induce a los ingenieros a comparar el concreto reforzado y el acero, es la necesidad de economizar al máximo los gastos en una construcción y por supuesto, que éste ahorro no implique la disminución de la calidad de los elementos y estructuras a diseñar, es decir, se debe obtener calidad con el material que genere un menor costo

Esta razón ha impulsado a diferentes personas a través del tiempo a la realización de estudios exhaustivos de las propiedades del concreto reforzado y el acero estructural, tales que influyan positivamente en los proyectos a realizar.

El cuestionamiento sobre cual material es mas idóneo al momento de realizar una construcción inicia con la planeación de la obra y se realiza siempre pensando en la minimización de los costos en la obra, sin dejar a un lado la calidad de la misma, factores determinantes en una construcción. Generalmente es muy notorio que para dicha elección sobresalgan los dos tipos de materiales a estudiar en éste proyecto

Figura 1. Acero Estructural



Fuente: https://www.ucviden.dk/studentportal/files/14463773/1.Metallic_structure.pdf

Figura 2. Concreto Reforzado



Fuente: Construdata. Edificio Carlos Pacheco Devia - Universidad de los Andes, de Bogotá.

Se toma como base el previo conocimiento de los innumerables beneficios que representa cada uno de estos materiales como tal, en el momento de realizar un proyecto de construcción. Si se habla del acero estructural este ofrece rapidez constructiva, muchas ventajas y alta calidad de prefabricación; en cuanto al concreto con el surgimiento de sistemas constructivos novedosos, que se adaptan perfectamente a su variedad de presentaciones como lo es el concreto premezclado llevándolo a una mayor aplicabilidad incluso cuando no se era considerado o necesario.

Aunque el concreto sea el mas utilizado u opcionado, e históricamente el material de mayor influencia en varios países latinoamericanos, el acero comienza a generar mayor atracción, aceptación y posicionamiento en el sector de la construcción, tomando como ejemplo a nivel mundial, países como Gran Bretaña en que se puede ver que el 70% del total de las construcciones son en acero estructural y en EUA el 60% de las edificaciones emplean el acero como el principal material. [1]

En este documento se pretende hacer un análisis de costos de los elementos estructurales de una edificación con el fin de determinar o dar algunas pautas que puedan ser determinantes en el momento de elegir si construir una estructura en concreto o acero.

1. HISTORIA DEL CONCRETO Y EL ACERO

1.1 HISTORIA DEL CONCRETO REFORZADO

El origen del concreto data de miles de años antes de Cristo, aproximadamente hacia los años 7000 y 6000 a.C. fueron encontrados restos de pisos de concreto a partir de calizas calcinadas en Israel. Después de un tiempo en el año 2500 a.C. se uso una mezcla de caliza y yeso para pegar los elementos con los cuales se realizo la construcción de las pirámides de Guiza en Egipto, seguidamente ésta mezcla empezó a ser usada como material estructural en esa época.

Los griegos fueron los pioneros en el arte de producir concreto, hacia el año 500 a.C.; ya en el año 300 a.C. los romanos reprodujeron la técnica de hacer concreto para la construcción de sus obras, las cuales demostraron estar erigidas con alta calidad, además buscaron y emplearon varios aditivos para el concreto que le ofrecían buenas propiedades resistentes similares a las de los concretos conocidos hoy en día, también, usaron rocas de origen volcánico y jarrones de barro que le daban menos peso al concreto y una buena acústica a muchos lugares, una de sus obras más importantes fue el Panteón con su bóveda de 43,20 metros de diámetro; con la caída del imperio romano el uso del concreto desapareció, pero fue recuperado posteriormente por los ingleses hacia el año 700 a.C.

Figura 3. Panteón



Fuente: <http://revista-tecxtus.blogspot.com/2012/06/articulo-5.html>

Ya, en el siglo XVIII el concreto empezó a tomar protagonismo nuevamente con el reto que se impuso el ingeniero John Smeaton al aceptar la reconstrucción del Faro de Edystone con un material que fuese resistente al viento, al fuego y a las olas del mar, fue él quien mediante diversas investigaciones y ensayos con morteros, dio lugar al concreto hidráulico.

Figura 4. Faro de Edystone



Fuente: <http://losfarosdelmundo.wordpress.com/2014/03/14/personajes-relacionados-con-los-faros-familia-douglass/>

Los primeros datos del uso del concreto reforzado fueron hacia el año 1830 cuando se embebió una malla de barras de acero en concreto para la construcción de un techo. En el año de 1835 el concreto fue utilizado por primera vez a un nivel considerable en Swanscombe Inglaterra, para la construcción de muros, techos, tejas, marcos de ventanas y trabajos de decoración, entre otros. El concreto reforzado se vio con mucha más utilidad y necesidad debido a los daños que presentaban las edificaciones luego de la ocurrencia de terremotos, incluso se empezó a pensar en concretos a prueba de fuego. [2]

Figura 5. Construcción en Concreto Reforzado



Fuente: Material de clase Diseño de hormigón armado II, Ingeniero Ricardo Cruz PhD.

En Colombia, el cemento se instaura en el año de 1909, con importaciones de cementos y fabricación de baldosas. Cuando la época de la colonia está llegando a su fin el señor Teniente General Antonio de Arévalo, daba charlas de una gran variedad de concreto.

Encontrar obras de concreto era muy difícil, solo se hallaban algunas obras especiales, como el túnel en el ferrocarril de Girardot y en trabajos de decoración como los mascarones en cemento para el capitolio en 1913.

A principios del siglo XX el inicio de la producción local de cemento genera un gran alivio a los constructores e ingenieros colombianos, se realizan reparaciones al estanque del acueducto de Chapinero con concreto de cemento, en los sistemas de alcantarillado realizan cambios de la tubería con diámetros de entre 20 y 90 centímetros en toda la extensión del alcantarillado, dicha tubería la proporciona la Fábrica de cemento luego de realizar cálculos de gasto.

Figura 6. Tubería para el acueducto Vitelma de Bogotá



Fuente: Asocreto. La construcción del concreto en Colombia. (2006).

En 1911 ya existían buenos edificios en concreto en las estaciones del sistema férreo en Tolima. En 1913 se intento crear una fábrica de cemento en Heliconia pero surgió competencia en 1927 con la fábrica Diamante en Apulo. Hacia el año de 1923 en Quibdó se empezaron a vislumbrar bloques de concreto que demostraban el desarrollo que se estaba viviendo además de la construcción de edificaciones en concreto reforzado como la penitenciaría en 1926.

Hacia los años 30 aunque la producción de cemento fuera el doble de lo que había sido en lo corrido de los años anteriores, debido a la crisis económica generada por la guerra, se tuvo que recurrir a los materiales tradicionales lo que genera la creación del suelo-cemento o suelo-concreto el único material que podría servir de contrapeso frente a los altos costos del momento, el que se extiende por Cundinamarca y Santander siendo pioneros en el año de 1942.

Los ingenieros se empiezan a cuestionar sobre los sistemas estructurales que se están usando, generando un amplio conocimiento en el ámbito constructivo. El ingeniero Doménico Parma junto a su grupo de arquitectos y constructores, concluyen una serie de obras como Seguros Bolívar en el año de 1956, Ecopetrol en 1957, Sena hacia 1959, Avianca 1967, Centro Coltejer 1972.

Figura 7. Sede del SENA en Bogotá



Fuente: Asocreto. La construcción del concreto en Colombia. (2006).

Figura 8. Centro COLTEJER en Medellín



Fuente: Asocreto. La construcción del concreto en Colombia. (2006).

Con el tiempo el concreto pasa a un segundo plano cuando en los años ochenta recubren el concreto con otros materiales como ladrillos o piedra, pero recupera fuerza en los años noventa cuando requieren su uso no solo a nivel estructural si

no también a nivel arquitectónico, los cuales han sobresalido y han sido hasta premiados por su gran belleza y aire natural. Algunas obras destacadas en los últimos años son: Hemocentro Cruz Roja de Armenia en el año 2000, Intercambio Vial los Fundadores de Envigado en el 2003, Facultad de Ciencias Humanas en la Universidad Javeriana año 2004, Centro Empresarial Torre Central de Bogotá en el año 2006, entre muchas otras. [3]

1.2 HISTORIA DEL ACERO

No se sabe con exactitud la fecha en la cual se descubrió la manera de fundir mineral de hierro para lograr producir un material aceptable para ser utilizado.

En el año 3000 a.C. los arqueólogos descubrieron los primeros utensilios de hierro, aunque se sabe que antes de esta fecha ya se empleaban adornos de hierro.

La técnica o mejor dicho la manera para endurecer armas de hierro mediante tratamiento térmico ya la conocían los griegos hacia el 1000 a.C.

En la actualidad podría llamarse hierro forjado a las aleaciones producidas por los primeros artesanos del hierro. Para lograr producir dichas aleaciones se necesitaba calentar una masa de mineral de hierro y carbón vegetal en un horno o forja con tiro forzado.

Mediante este procedimiento se podía reducir el mineral a una masa esponjosa de hierro metálico, la cual estaba llena de una escoria formada por cenizas de carbón vegetal y por impurezas metálicas. Para lograr consolidar el hierro lo que se hacía era retirar la esponja de hierro mientras permanecía incandescente y se golpeaba con martillos muy pesados para expulsar la escoria y soldar.

Figura 9. Hierro Fundido



Fuente:<http://www.cofasa.biz/node/295>

El hierro producido en estas condiciones usualmente contenía 3% de partículas de escoria y un 0.1% de otras impurezas. En algunas ocasiones esta técnica producía accidentalmente autentico acero en lugar de hierro forjado. Los artesanos de hierro lograron fabricar acero calentando el hierro forjado y carbón vegetal en recipientes de arcilla por varios días, con esto se hacía que el hierro absorbiese carbono hasta convertirse en acero autentico.

Se aumentaron el tamaño de los hornos que eran usados para la fundición después del siglo XV y se incremento el tiro para para lograr forzar el paso de los gases de combustión por la mezcla de materias primas. El producto o resultado de estos hornos era una aleación conocida como arrabio, el cual se funde a una temperatura menor que el hierro forjado o el acero. El arrabio se utilizaba después para fabricar acero.

Figura 10. Hornos de acero



Fuente:<http://www.fotosimagenes.org/altos-hornos-de-vizcaya>

La actual producción de acero emplea altos hornos perfeccionados que se basan en los modelos usados antiguamente.

A comienzos del siglo XX empezó el desarrollo de las industrias siderúrgicas en Colombia. En este siglo en la región de Pacho, ubicada en el departamento de Cundinamarca se hallaron los primeros yacimientos de mineral de hierro, más precisamente en el año 1923.

Se comenzaron a instalar las primeras ferrerías, de Pacho, de Amagá en Antioquia, de Samacá en Boyacá, y la de Pradera en Subachoque; estas ferrerías suspendieron su producción muy pronto.

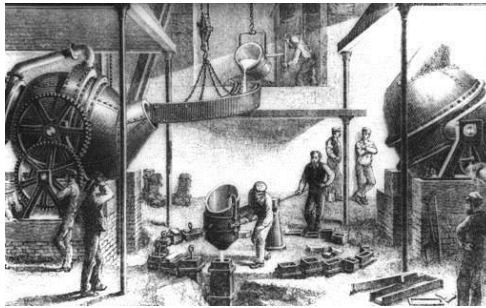
La Empresa Siderúrgica S.A, actualmente adquirida por Diaco S.A se constituyo el 5 de Agosto de 1938. En 1940, el IFI se propuso impulsar el desarrollo de la Industria Siderúrgica en el país.

En 1942 se presentó el primer informe de yacimientos de Paz del Río en Boyacá, los encargados de hacer esto, fueron los geólogos Benjamin Alvarado y Vicente

Suarez Hoyos, este estudio fue hecho gracias al resultado de un análisis hecho a la muestra enviada por el Doctor Olimpo Gallo, entonces se confirmó la existencia del mineral de hierro en la región. Es importante mencionar que también se encontraron grandes depósitos de caliza y carbón.

La hacienda escogida para el montaje de la planta fue Belencito gracias a su cercanía a las ciudades de Sogamoso y Duitama y a los yacimientos de mineral de hierro, carbón y caliza.

Figura 11. Siderúrgica



Fuente:<http://industrialrevolution.org.uk/iron-steel-industrial-revolution/>

En 1947, se fundó la Siderúrgica del Muña S.A localizada en la Sabana de Bogotá, esta idea surgió de un grupo de empresarios liderados por el ingeniero Daniel Jaramillo. Esta empresa comenzó su desarrollo productivo con un taller artesanal elaborando pequeñas piezas de fundición gris, bronce y aluminio. Desde el año de 1986, esta Siderúrgica hace parte de Diaco S.A.

En el año de 1948, por decisión del gobierno colombiano nace Acerías Paz del Río S.A. con el nombre “Empresa Siderúrgica Nacional de Paz de Río”. En 1954 entre los municipios de Sogamoso y Paz de Río en el departamento del Boyacá, la empresa cambió su nombre y se hizo la inauguración de Acerías Paz del Río. Esta siderúrgica marca una importante diferencia con las otras del país, ya que produce acero a partir del mineral de hierro (hematita), mientras que las otras siderúrgicas tienen como materia prima la chatarra. Otra gran ventaja es que la zona en la que está ubicada la empresa también es rica en hulla y caliza. El grupo Votorantin de Brasil a partir de 2007 adquirió el 52% de las acciones de Acerías Paz del Río, y en el 2008 aumentó su participación a un 72,67%.

En el año de 1961 se fundaron la Metalúrgica de Boyacá y la Siderúrgica del Pacífico S.A. La primera mencionada cambio su nombre a Siderúrgica de Boyacá S.A, actualmente hace parte de Diaco S.A.

En 1968 se fundó Armaduras Heliacero, cuya principal función es la de proveer acero de gran resistencia para la construcción. En el año 2001 paso a formar parte de Proalco S.A.

En el año de 1972 se creó la compañía Diaco LTDA (distribuidora de aceros colombianos). Su objetivo fue de operar como mayorista para todos los materiales de construcción.

En 1981 se fundó Siderúrgica del Caribe, localizada en la zona Mamonal de Cartagena.

En diciembre de 1997 se fusionaron las empresas Siderúrgica del Muña, Armaduras Heliacero, Siderúrgica del Caribe, Siderúrgica de Boyacá, y Diaco LTDA, la empresa fusionadora fue Siderúrgica de Boyacá S.A. En el año 2001 esta empresa compro a Simesa. Entonces a partir de 2004 esta Siderúrgica se conoce como DIACO S.A.

El mayor productor de aceros largos de América es el Grupo Gerdau, al cual Diaco y Sidelpa pertenecen desde comienzos de 2005.

Corpacero se fundó en la ciudad de Bogotá en 1961.

Productora de Cables Limitada CI- Procables Ltda CI, es una organización fundada en la ciudad de Bogotá en 1972.

Acesco nace en 1970. Su gran aporte a la industria Metalmecánica es el montaje del tren de laminación.

En 1970 también se creó Laminados Andinos S.A, esta empresa presta el servicio de figuración. Esta empresa también hace parte de Diaco S.A.

Trefilados de Caldas se fundó el 10 de Octubre de 1980 con la producción de varillas y puntillas. Once años más tarde se fundó Alambres Técnicos de Colombia produciendo alambre de púas y galvanizado. Dos años después, estas empresas se fusionaron con el nombre de Trefilados de Caldas. En el año de 1995 se asoció con la empresa Bakaer lo cual dio lugar una nueva empresa con el nombre de Proalco (Productora de Alambres Colombianos S.A). [4]

Estos son algunos de los ejemplos más importantes del desarrollo de las empresas Siderúrgicas en Colombia, generando empleo para los colombianos, contribuyendo en grandes aspectos al Gobierno, por ejemplo en el tema de los impuestos y ayudando con el desarrollo de la economía del país, impulsando nuevas actividades como lo son el transporte, otras industrias y servicios.

2. GENERALIDADES DEL CONCRETO REFORZADO

2.1 DEFINICIÓN DE CONCRETO

El concreto es una mezcla de materiales cementantes, agregados (grueso, fino y arena); aditivos si es necesario proporcionar otras propiedades adicionales, agua y aire, esta mezcla fragua (endurece) después de un tiempo de mezclado. El concreto es un material muy duradero y resistente, puede tomar cualquier forma, lo que lo hace muy apetecido en el área de la construcción.

2.2 TIPOS DE CONCRETO

- **CONCRETO SIMPLE:** Es el concreto que no lleva refuerzo, su principal propiedad es la resistencia a la compresión, pero es poco resistente a la tensión.
- **CONCRETO AIREADO O CELULAR:** Éste tipo de concreto se consigue adicionando a la mezcla aire u otros gases derivados de reacciones químicas, resultando un concreto de densidad menor a uno (1), lo cual se puede notar en el bajo peso que tiene, presenta facilidad en la realización de trabajos tales como la inserción de conductos hidráulico y eléctricos, entre otras características.
- **CONCRETO TRASLÚCIDO:** Éste concreto, que conduce la luz, se obtiene al agregar a la mezcla plástico o fibra de vidrio, materiales que le adicionan mayor resistencia y ligereza comparado con otros concretos.
- **CONCRETO CICLÓPEO:** En el concreto ciclópeo la mezcla se realiza con agregado de hasta un 40% de grava que posee gran tamaño, es usado en algunas obras hidráulicas, muros de contención, cimientos, entre otros.
- **CONCRETO DE ALTA DENSIDAD:** Se denomina concreto pesado o de alta densidad al que presenta densidades mayores a las comúnmente usadas ($>2500 \text{ Kg/m}^3$). Es usado para blindar estructuras, protegiéndolas contra la radiación en centrales nucleares.

- **CONCRETO REFORZADO:** Es aquel concreto que lleva refuerzo, generalmente en acero, el cual le aporta resistencia a la tensión, el refuerzo en el concreto se presenta en forma de barras de diferentes diámetros, los cuales se escogen dependiendo del elemento a diseñar, se deben poner en los lugares en los cuales se presume que se presentarán cargas de tensión debido a las solicitaciones de diseño.

En algunos casos es requerido el aumento de la resistencia del concreto a compresión, para disminuir las deformaciones debidas a cargas de larga duración y para confinar lateralmente el concreto, por lo cual se emplea también el refuerzo de acero.

2.3 MATERIALES UTILIZADOS EN EL CONCRETO REFORZADO

- **Materiales cementantes:** Los materiales cementantes a usar en una mezcla de concreto deben cumplir con algunas normas importantes, este requisito se expone en el numeral C.3.2.1 de la NSR-10.
- **Agregados:** Los agregados del concreto deben cumplir la norma NTC 174 (ASTM C33) para agregado de peso normal y la norma NTC 4045 (ASTM C330) para agregado liviano.
- **Agua:** El agua necesaria para la realización del mezclado del concreto debe cumplir con lo dictado en la norma NTC 3459 o la ASTM C1602M si las exigencias no son tan estrictas como para ser usada la NTC 3459.
- **Acero de refuerzo:** Las barras usadas para reforzar el concreto se fabrican con acero laminado y de baja aleación forjado en caliente o en frío, las barras deben ser corrugadas, las barras de refuerzo liso solamente son permitidas en estribos, espirales y en refuerzo de repartición y temperatura según el numeral C.3.5.1 de la NSR-10.

Tabla 1. Dimensiones nominales de las barras de refuerzo
(Diámetros basados en octavos de pulgada)

Designación de la barra	Diámetro de referencia en pulgadas	Dimensiones nominales			Masa kg/m
		Diámetro mm	Área mm^2	Perímetro mm	
No. 2	1/4"	6,4	32	20	0,250
No. 3	3/8"	9,5	71	30	0,560
No. 4	1/2"	12,7	129	40	0,994
No. 5	5/8"	15,9	199	50	1,552
No. 6	3/4"	19,1	284	60	2,235
No. 7	7/8"	22,2	387	70	3,042
No. 8	1"	25,4	510	80	3,973
No. 9	1-1/8"	28,7	645	90	5,060
No. 10	1-1/4"	32,3	819	101,3	6,404
No. 11	1-3/8"	35,8	1006	112,5	7,907
No. 14	1-3/4"	43,0	1452	135,1	11,380
No. 18	2-1/4"	57,3	2581	180,1	20,240

Fuente: Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo-Resistente NSR-10

2.4 PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO REFORZADO

Tabla 2. Propiedades físicas del Concreto Reforzado

Color	Gris claro
Densidad o Peso Unitario	2240 – 2400 kg/m^3
Calor Específico	0,2 – 0,28 $kcal/kg/^\circ C$
Coefficiente de Dilatación Térmica	$10^{-5} \text{ }^\circ C^{-1}$
Conductividad Térmica	1,63 $2/m k$
Capacidad	2,52 $MJ/m^3 \text{ }^\circ C$
Difusividad térmica	0,65 mm^2/s
Incidencia de la Luz	<i>Opaco</i>

Tabla 3. Propiedades mecánicas del Concreto Reforzado

Resistencia a la Compresión (f_c)	150 – 1500 Kg/cm^2 (15 – 50 MPa)
Resistencia a la Tracción	<i>Baja</i>
Resistencia a la Fatiga	<i>Regular (depende de f'_c)</i>
Módulo de Elasticidad	$4700\sqrt{f'_c}$
Coefficiente de Poisson	0,2
Dureza	<i>Buena (Agregados)</i>
Fragilidad	<i>Alta</i>
Plasticidad	<i>Baja</i>

- **Tiempo de fraguado:** Aproximadamente dos (2) horas, en función de la temperatura y la humedad del ambiente exterior.
- **Tiempo de endurecimiento:** Es progresivo, en función de la temperatura, humedad y otros parámetros. De 24 a 48 horas, la mitad de la resistencia máxima, en una semana $\frac{3}{4}$ partes y en 4 semanas prácticamente la resistencia total.

Se debe destacar que el concreto se dilata y contrae en magnitudes semejantes al acero, pues su coeficiente de dilatación es similar, por lo que resulta muy útil su uso simultáneo en la construcción, además el concreto, recubriéndolo, protege al acero de la oxidación.

2.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CONCRETO REFORZADO

2.5.1 VENTAJAS

- Su aceptación es universal, por la disponibilidad de los materiales que lo componen.
- Es durable a lo largo del tiempo y requiere muy poco mantenimiento.
- Tiene una gran vida útil, bajo condiciones apropiadas, las estructuras de concreto reforzado pueden usarse indefinidamente sin reducción en sus capacidades de carga. Esto puede explicarse por el hecho de que la resistencia del concreto no disminuye con el tiempo, sino que en realidad aumenta con los años, debido al largo proceso de solidificación de la pasta de cemento.
- Su resistencia a la compresión es muy buena comparado con otros materiales.
- Es resistente al efecto del agua.
- Posee una buena resistencia al agua, es el mejor material que existe en los casos en los que se encuentra presente.
- Posee una buena resistencia al fuego, aproximadamente de una a tres horas.

- Trabajabilidad: Se le puede dar múltiples formas al hacer uso de un encofrado adecuado.
- Le proporciona un carácter monolítico a las estructuras, lo que permite una mayor y mejor resistencia a cargas laterales tales como el viento o las cargas sísmicas.
- No requiere mano de obra muy calificada.
- Su gran rigidez y masa evitan problemas de vibraciones en las estructuras construidas con él.

2.5.2 DESVENTAJAS

- Tiene poca resistencia a la tracción, aproximadamente la décima parte de su resistencia a la compresión, por esto requiere el uso de refuerzo que le ayude a soportar las cargas por tensión.
- Al requerir de encofrado, después del vaciado se debe esperar a que el concreto alcance la resistencia requerida para poder realizar el trabajo del desencofrado; al requerir tanto tiempo para esta operación el costo del encofrado puede alcanzar hasta dos tercios del costo total de la obra.
- Baja resistencia por unidad de peso y por unidad de volumen de concreto lo que lleva a un excesivo peso y volumen.
- A pesar de ser una ventaja, su trabajabilidad, también trajo una consecuencia; configuraciones arquitectónicas muy modernas e impactantes pero que presentan un deficiente comportamiento sísmico.
- Requiere permanente control de calidad pues se ve afectada por las operaciones de mezcla, colocación, curado, etc.

3. GENERALIDADES DEL ACERO ESTRUCTURAL

3.1 DEFINICION DE ACERO

Se puede definir acero como una aleación entre carbono y hierro, en donde por lo general el carbono no excede el 2% en peso de la composición de la aleación. Es común observar que este porcentaje varía entre el 0.2% y 0.3%. Si este porcentaje supera el 2% (de carbono) origina las fundiciones, las cuales son aleaciones que se moldean a diferencia de los aceros, ya que son quebradizas y no se pueden forjar. [5]

La fabricación del acero comienza básicamente con la reducción de hierro (producción de arrabio), el cual posteriormente se convierte en acero. El hierro puro es uno de los componentes del acero, gracias a su facilidad para reaccionar con el oxígeno del aire para formar óxido de hierro, no se encuentra libre en la naturaleza.

Sus dos elementos principales (antes mencionados) abundan en la naturaleza, lo cual facilita su producción para las industrias. Sin duda alguna los aceros son los materiales más utilizados para la construcción de edificios, herramientas y maquinarias, con esto se puede concluir que este material ha contribuido en una gran magnitud al desarrollo industrial de la sociedad.

Es importante conocer que el acero es un material muy pesado, por lo menos tres veces más pesado que el aluminio, por lo tanto en algunos sectores como el de la construcción aeronáutica a penas se usa.

3.2 TIPOS DE ACERO

Hay diferentes tipos de acero, los cuales se pueden clasificar gracias a los diferentes efectos que los elementos de aleaciones producen en él.

- **ACEROS AL CARBONO:** La mayoría de los aceros son al carbono, más del 90% de ellos. Estos tipos de acero tienen diversos contenidos de carbono, 0.60% de silicio, 0.60% de cobre, y menos del 1.65% de manganeso. Los productos que se pueden fabricar con aceros al carbono son muchos, entre los que están carrocerías de automóviles, cascos de buques, horquillas, etc.
- **ACEROS ALEADOS:** Estos aceros tienen cantidades mayores de silicio, cobre y manganeso que los aceros al carbono, además contienen vanadio,

molibdeno y otros elementos. Se pueden clasificar estos aceros en estructurales, para herramientas y especiales.

- **ACEROS DE BAJA ALEACION ULTRARRESISTENTES:** Esta clasificación es la más reciente, los aceros de baja aleación son más económicos que los aleados convencionalmente, importante tener en cuenta que estos aceros reciben un tratamiento especial que los convierte en aceros más resistentes a los de carbono. Es común encontrar este tipo de acero en los vagones que transportan mercancías, ya que al ser más resistentes, pueden llevar más cantidad de productos. Este tipo de acero también puede ser utilizado en las vigas de los edificios, ya estas pueden ser más delgadas sin disminuir su resistencia.
- **ACEROS INOXIDABLES:** Este tipo de acero contiene cromo, níquel y otras aleaciones que los hacen brillantes, además los protegen de la herrumbre y oxidación a pesar de la exposición a humedad, ácidos o gases corrosivos. Gracias a que la superficie de este tipo de acero es brillante puede ser utilizado en arquitectura para fines decorativos. Otros usos importantes que valen la pena mencionar son la fabricación de equipos quirúrgicos y para sustituir huesos rotos.
- **ACERO ESTRUCTURAL:** El acero estructural es básicamente una aleación de hierro (mínimo 98%), con contenidos de carbono menores del 1 % y otras pequeñas cantidades de minerales como manganeso que mejoran su resistencia, y fósforo, azufre, sílice y vanadio que permiten mejorar su soldabilidad y su resistencia a la intemperie. Es un material usado para la construcción de estructuras, de gran resistencia, producido a partir de materiales muy abundantes en la naturaleza. [6]

3.3 PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ACERO ESTRUCTURAL

Tabla 4. Propiedades físicas del Acero Estructural

Punto de Ebullición	3000 °C
Punto de Fusión(Hierro)	1510 °C
Densidad media	7850 kg/m ³
Conductividad eléctrica	3 * 10 ⁶ S/m
Fundición	1650 °C
Conductividad Térmica	Elevada
Resistencia a la corrosión	Baja

Tabla 5. Propiedades mecánicas del Acero Estructural

Tenacidad	Muy alta
Ductilidad	Relativamente dúctil
Corrosión	Alta
Módulo de Young	200000 Mpa
Módulo de Poisson (elástico)	0,3
Módulo de Poisson (plástico)	0,5
Coefficiente térmico	$\alpha = 1 * 10^{-5}$

3.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL ACERO ESTRUCTURAL

3.4.1 VENTAJAS

- Alta resistencia: Es un material muy resistente por unidad de peso, permite que las estructuras tengan poco peso, esto es una grandísima ventaja en puentes de grandes luces.
- Uniformidad: Las propiedades del acero no cambian demasiado con el tiempo, caso totalmente distinto el que se presenta con el concreto reforzado.
- Durabilidad: Si se maneja adecuadamente su mantenimiento, las estructuras de acero duraran indefinidamente.
- Ductilidad: El acero es un material muy dúctil, esto permite evitar fallas prematuras en las estructuras.
- Tenacidad: Los aceros estructurales son tenaces, ya que poseen ductilidad y resistencia.
- Rapidez en el montaje.
- Resistencia a la fatiga.
- Gran facilidad para poder unir varios miembros, por medio de los diferentes tipos de conexiones.
- Gran capacidad de laminarse, en gran cantidad de formas y tamaños

- Permite en algunos casos prefabricar miembros de una estructura.

3.4.2 DESVENTAJAS

- Costo de mantenimiento: Gracias a que la mayoría de los aceros son susceptibles a la corrosión, al estar expuestos al medio ambiente, deben pintarse con frecuencia.
- Costo de la protección contra el fuego: Aunque algunos de los miembros estructurales son incombustibles, sus resistencias se reducen significativamente durante los incendios.
- Susceptibilidad al pandeo: Entre los miembros a compresión sean más largos y esbeltos, mayor es la posibilidad de pandeo. Aunque el acero tiene una alta resistencia por unidad de peso, al utilizarse como columnas no resulta demasiado económico, porque debe usarse bastante material.

3.5 CONCRETO REFORZADO VS ACERO ESTRUCTURAL

Un factor determinante al momento de tomar una decisión respecto a cuál tipo de estructura utilizar en un proyecto, es sin duda alguna las características técnicas que pueden ofrecer los materiales, en la “Tabla 6” se muestra una comparación de éstas características entre los dos tipos de estructuras en estudio de este documento.

Tabla 6. Comparación de aspectos técnicos. [7]

CONCRETO REFORZADO	ACERO ESTRUCTURAL
Material monolítico producido con material de cantera.	Material producido industrialmente bajo explotación en minas.
Se fabrica en obra.	Se obtienen perfiles normalizados.
El control de calidad se debe hacer en obra. Depende de la calidad del material y de la habilidad de los operarios. Se requiere ensayos para certificar calidad.	El control de calidad de la materia prima se efectúa en taller. La certificación de origen satisface los requerimientos del interventor.
El resultado es una construcción maciza. La simulación de la acción estructural es incierta.	La forma es un esqueleto. La acción estructural se aproxima a las idealizaciones lineales.

Tabla 6. (Continuación)

CONCRETO REFORZADO	ACERO ESTRUCTURAL
Las piezas son robustas.	Las piezas son esbeltas.
No hay limitaciones en cuanto a formas y tamaños que se pueden obtener.	Las formas y tamaños (longitud) están sujetos a los medios de transporte.
Al aumentar la exigencia se aumenta el tamaño o la calidad de los materiales.	Al aumentar la exigencia se puede controlar la respuesta mediante variación en la proporción general.
Los asentamientos diferenciales son perjudiciales.	Es menos sensible a los asentamientos diferenciales.
La acción sísmica es de cuidado debido a su rigidez y a la fragilidad del material.	Tolera la acción sísmica en forma más adecuada debido a su flexibilidad.
La conducta del comportamiento es más desconocida y su respuesta es aleatoria.	Se conoce mejor la conducta y es más conocido el comportamiento.
Una falla de estabilidad puede llevar al colapso.	Una falla de estabilidad puede llevar a deformación permanente.
La disponibilidad generalizada de materia prima lo hace fácil de usar en cualquier lugar.	El uso de algunos elementos puede tener algunas limitaciones.
La conducta en tracción es deficiente. Debe usarse acero de refuerzo para mejorarla.	La capacidad bruta en todos los estados de tensión es equivalente. Debe controlarse la esbeltez para la compresión.
El ajuste de la estructura en condición de falla es impredecible.	La estructura es propicia a redistribuir cargas en condición de falla.
No influye por separado la resistencia en las uniones.	La resistencia en las uniones afecta la capacidad general.
La reducción de capacidad por esbeltez es moderada.	La reducción de capacidad por esbeltez es apreciable.
El límite de resistencia puede estar entre 200 y 400 MPa.	El límite de resistencia puede estar entre 200 y 600 MPa.
Presenta niveles de desperdicio altos.	Sus niveles de desperdicio son relativamente bajos.

4. DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS

4.1 ESTRUCTURA EN CONCRETO REFORZADO

4.1.1 DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA

UBICACIÓN: La edificación se encuentra ubicada en la calle 43 # 14 – 51 en la ciudad de Bucaramanga, Departamento de Santander.

ALTURA: Edificio de 6 niveles y semisótano con altura total de 16,77 m.

SISTEMA ESTRUCTURAL: Pórticos resistentes a momentos con capacidad especial de disipación de energía, quienes pueden ser sometidos a movimientos fuertes del terreno, con vigas y columnas en concreto reforzado.

LOSA DE ENTREPISO: Placa de concreto aligerada, fundida “in-situ” monolíticamente, armada en una dirección.

CUBIERTA: La cubierta planteada para este proyecto es una placa maciza.

ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES: Muros divisorios de mampostería, ventanales de vidrio, marcos metálicos para puertas y ventanas.

4.1.2 CARACTERISTICAS PARA EL ANÁLISIS

La edificación no tiene edificios colindantes.

La estructura puede clasificarse, de acuerdo al Grupo de Uso dentro del Grupo I “Estructuras de ocupación normal” y según Grupo de Ocupación en “Grupo de ocupación mixto y otros (M)”, con un Coeficiente de Importancia de 1,0 (uno).

Los efectos locales de respuesta sísmica de la edificación se evalúan para un perfil de suelo Tipo C.

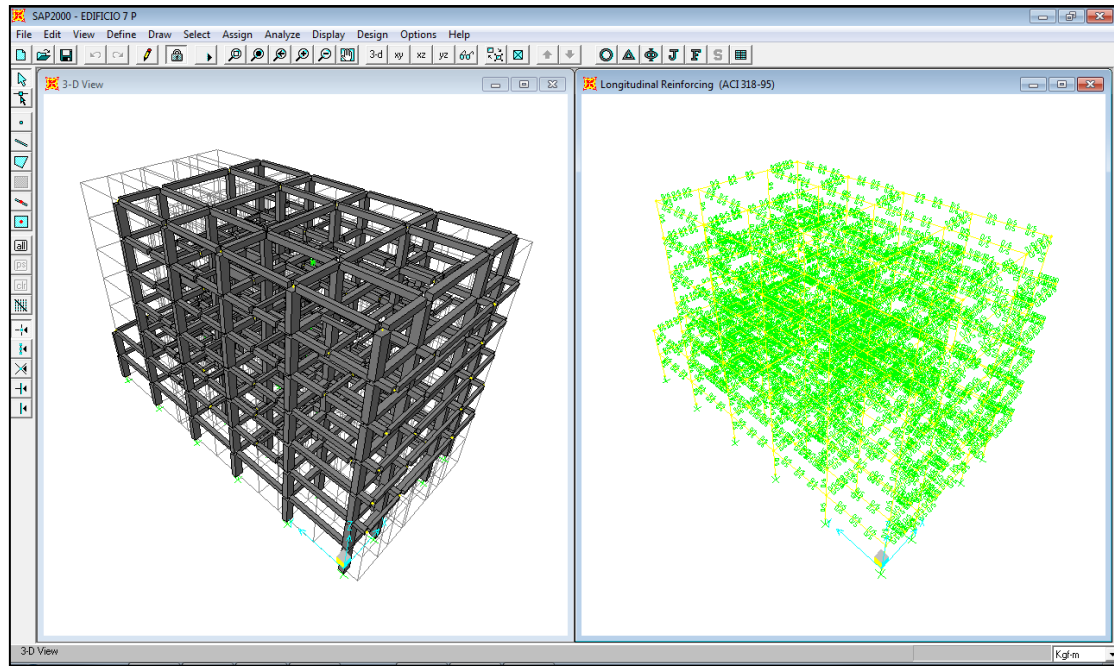
El grado de desempeño de los elementos no estructurales depende del grupo de uso en el que fue clasificada la estructura, para el Grupo I el grado de desempeño es bajo.

4.1.3 MODELAMIENTO DE LA ESTRUCTURA

El modelamiento de la estructura se realiza utilizando el programa SAP 2000. [8]

El diseño estructural se elabora de acuerdo a las especificaciones y recomendaciones de la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente “NSR-10” (LEY 400 DE 1997, DECRETO 926 DE 19 DE MARZO DE 2010).

Figura 12. Modelo Estructura en Concreto Reforzado



4.1.4 ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

SISTEMA ESTRUCTURAL: Pórtico en concreto reforzado.

NORMAS DE CALCULO: NSR-10

ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES:

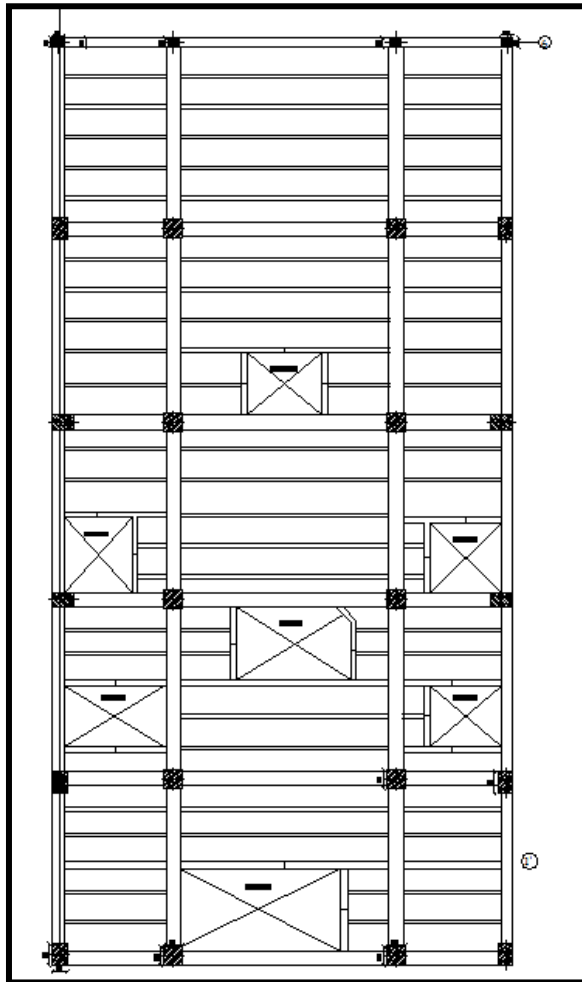
- CONCRETO REFORZADO 210Kg/cm² “Clase A”
- CONCRETO SIMPLE 170Kg/cm² “Clase B”
- ACERO DE REFUERZO:

- 4200 Kg/cm² para $\phi > 3/8''$
- 2400 Kg/cm² para $\phi < \text{ó} = 3/8''$

En el sistema pórtico se dio una ubicación de columnas tal que, se respeto el diseño arquitectónico y además se busco la distancia minima entre columnas para hacer placas unidireccionales, para evitar derivas importantes en el momento de realizar el análisis sísmico.

EVALUACION DE LAS CARGAS APLICADA A LA ESTRUCTURA

Figura 13. Planta Tipo



Del área geométrica en planta se tiene:

Tabla 7. Area Nivel 1

	X	Y	A	AX	AY	IX	IY
AREA 1	1,60	2,4	15,36	24,6	36,9	29,5	13
AREA 2	6,30	2,40	29,76	187,5	71,4	57,1	95,33
AREA 3	10,95	2,40	14,88	162,9	35,7	28,57	11,92
AREA 4	1,60	7,35	16,32	26,1	120,0	35,37	13,93
AREA 5	6,30	7,35	31,62	199,2	232,4	68,54	101,29
AREA 6	10,95	7,35	15,81	173,1	116,2	34,27	12,66
AREA 7	1,60	12,38	15,84	25,3	196,0	32,34	13,52
AREA 8	6,30	12,38	30,69	193,3	379,8	62,67	98,31
AREA 9	10,95	12,38	15,35	168,0	189,9	31,33	12,29
AREA 10	1,60	17,55	17,28	27,6	303,3	41,99	14,75
AREA 11	6,30	17,55	33,48	210,9	587,6	81,36	107,25
AREA 12	10,95	17,55	16,74	183,3	293,8	40,68	13,41
AREA 13	1,60	1,60	16,64	26,6	26,6	37,50	14,20
AREA 14	6,30	22,85	32,24	203,1	736,7	72,65	103,28
AREA 15	11	22,85	16,12	176,5	368,34	36,324	12,91
AREA- 1	5,55	1,25	-11,75	-65,2	-14,7	-6,12	-21,63
AREA- 2	1,60	5,75	-6,08	-9,7	-35,0	-1,83	1,62
AREA- 3	6,56	5,94	-7,38	-48,4	-43,8	-3,17	-6,49
AREA- 4	11,37	6,68	-4,31	-49,0	-28,8	-1,30	-1,85
AREA- 5	1,40	11,13	-6,86	-9,6	-76,3	-3,43	-4,48
AREA- 6	11,37	11,13	-5,56	-63,2	-61,9	-2,78	-2,39
AREA- 7	6,26	15,89	-4,68	-29,3	-74,4	-1,69	-1,69
			271,5	1713,9	3359,7	669,9	601,2

Figura 14. Planta 1 – Area

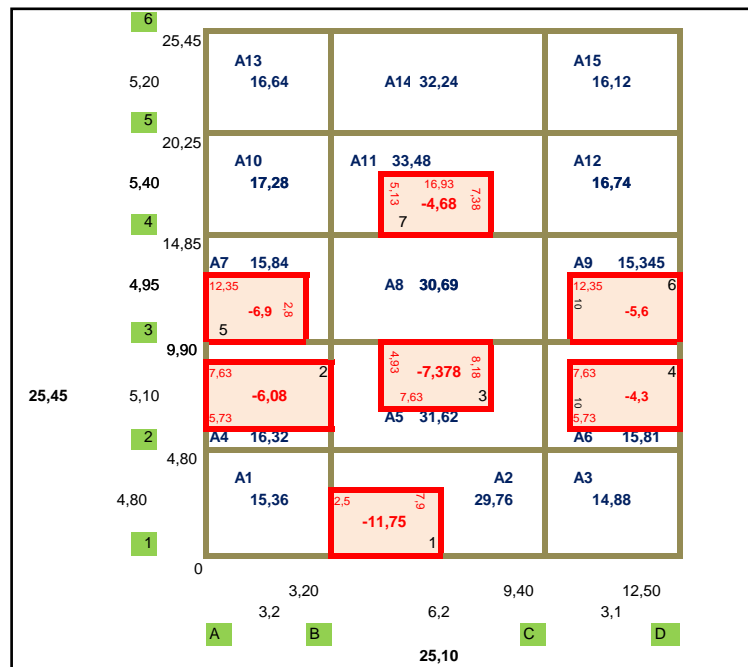


Tabla 8. Area Nivel 2-5

	X	Y	A	AX	AY	IX	IY
AREA 1	1,60	2,4	15,36	24,6	36,9	29,5	13
AREA 2	6,30	2,40	29,76	187,5	71,4	57,1	95,33
AREA 3	10,95	2,40	14,88	162,9	35,7	28,57	11,92
AREA 4	1,60	7,35	16,32	26,1	120,0	35,37	13,93
AREA 5	6,30	7,35	31,62	199,2	232,4	68,54	101,29
AREA 6	10,95	7,35	15,81	173,1	116,2	34,27	12,66
AREA 7	1,60	12,38	15,84	25,3	196,0	32,34	13,52
AREA 8	6,30	12,38	30,69	193,3	379,8	62,67	98,31
AREA 9	10,95	12,38	15,35	168,0	189,9	31,33	12,29
AREA 10	1,60	17,55	17,28	27,6	303,3	41,99	14,75
AREA 11	6,30	17,55	33,48	210,9	587,6	81,36	107,25
AREA 12	10,95	17,55	16,74	183,3	293,8	40,68	13,41
AREA 13	1,60	1,60	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00
AREA 14	6,30	20,25	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00
AREA 15	10,95	20,25	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00
AREA 16	6,25	0,5	12,50	78,13	6,25	1,0417	162,8
AREA- 1	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00
AREA- 2	1,60	5,75	-6,08	-9,7	-35,0	-1,83	-1,62
AREA- 3	6,56	5,94	-7,38	-48,4	-43,8	-3,17	-6,49
AREA- 4	11,37	6,68	-4,31	-49,0	-28,8	-1,30	-1,85
AREA- 5	1,40	11,13	-6,86	-9,6	-76,3	-3,43	-4,48
AREA- 6	11,37	11,13	-5,56	-63,2	-61,9	-2,78	-2,39
AREA- 7	6,26	15,89	-4,68	-29,3	-74,4	-1,69	-1,69
AREA- 8	1,10	16,35	-4,95	-5,4	-80,9	-3,15	-2,15
AREA- 9	11,40	15,93	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00
			225,8	1445,5	2168,1	527,4	649,8

Figura 15. Planta 2-5 – Area

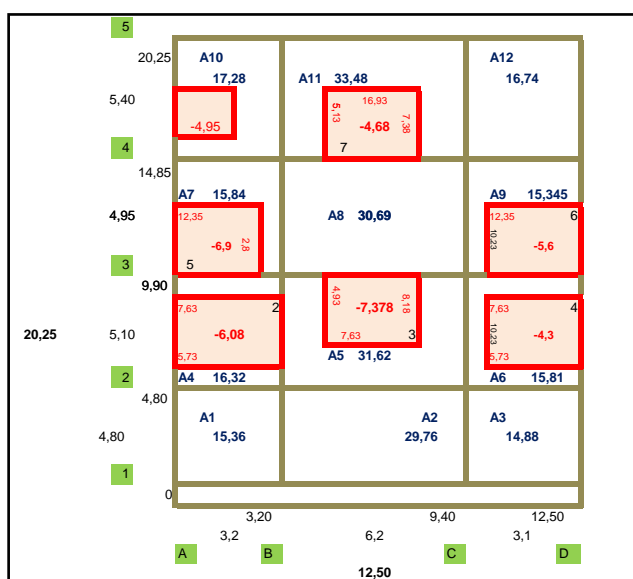
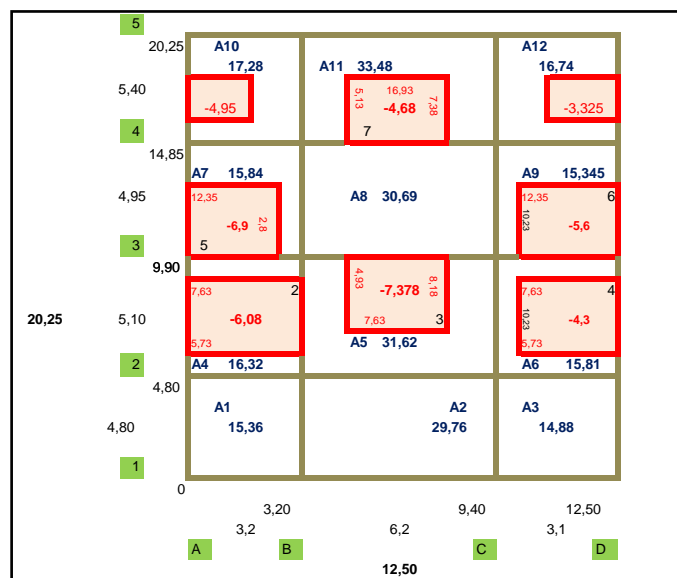


Tabla 9. Area Nivel 6

	X	Y	A	AX	AY	IX	IY
AREA 1	1,60	2,4	15,36	24,6	36,9	29,5	13
AREA 2	6,30	2,40	29,76	187,5	71,4	57,1	95,33
AREA 3	10,95	2,40	14,88	162,9	35,7	28,57	11,92
AREA 4	1,60	7,35	16,32	26,1	120,0	35,37	13,93
AREA 5	6,30	7,35	31,62	199,2	232,4	68,54	101,29
AREA 6	10,95	7,35	15,81	173,1	116,2	34,27	12,66
AREA 7	1,60	12,38	15,84	25,3	196,0	32,34	13,52
AREA 8	6,30	12,38	30,69	193,3	379,8	62,67	98,31
AREA 9	10,95	12,38	15,35	168,0	189,9	31,33	12,29
AREA 10	1,60	17,55	17,28	27,6	303,3	41,99	14,75
AREA 11	6,30	17,55	33,48	210,9	587,6	81,36	107,25
AREA 12	10,95	17,55	16,74	183,3	293,8	40,68	13,41
AREA 13	1,60	1,60	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00
AREA 14	6,30	20,25	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00
AREA 15	10,95	20,25	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00
AREA 16	6,25	0,5	12,50	78,13	6,25	1,0417	162,8
AREA- 1	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00
AREA- 2	1,60	5,75	-6,08	-9,7	-35,0	-1,83	-1,62
AREA- 3	6,56	5,94	-7,38	-48,4	-43,8	-3,17	-6,49
AREA- 4	11,37	6,68	-4,31	-49,0	-28,8	-1,30	-1,85
AREA- 5	1,40	11,13	-6,86	-9,6	-76,3	-3,43	-4,48
AREA- 6	11,37	11,13	-5,56	-63,2	-61,9	-2,78	-2,39
AREA- 7	6,26	15,89	-4,68	-29,3	-74,4	-1,69	-1,69
AREA- 8	1,10	16,35	-4,95	-5,4	-80,9	-3,15	-2,15
AREA- 9	11,40	15,93	-3,33	-37,9	-53,0	-1,13	-1,13
			222,5	1407,6	2115,1	526,3	648,7

Figura 16. Planta 6 – Area



Para el análisis estructural se supone un comportamiento como un diafragma rígido, ubicados en los niveles N + 2.575, 5.15, 7.725, 10,3, 12,875, 15,45 Y 18,025, en donde se le aplicara al centroide de este diafragma las fuerzas sísmicas (FHE) y las masas rotacionales (Análisis Dinámico).

CARGAS MUERTAS – CARGAS VIVAS

Tabla 10. Cargas

CARGAS MUERTAS		
MUROS, PARTICIONES	300	Kgf/m ²
ENTREPISO	75	Kgf/m ²
CIELO RASO	25	Kgf/m ²
TOTAL	400	Kgf/m ²
CARGAS VIVAS		
VIVA	200	Kgf/m ²

CARGAS MUERTAS TITULO B.3 NSR/10
CARGAS VIVAS TITULO B.4 NSR/10

ANALISIS SISMICO A.2 NSR/10

Tabla 11. Características sísmicas

CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS	
Localización geográfica	Bucaramanga
Nivel de amenaza sísmica	Alta
Coefficiente de aceleración Aa	0,25
Coefficiente de velocidad horizontal Av	0,25
Tipo del perfil del suelo	C
Grupo de uso	I
Coefficiente de importancia I	1,00
PERIODOS DE VIBRACIÓN	
Coefficiente de amplificación de periodos cortos Fa	1,15
Coefficiente de amplificación de periodos intermedios Fv	1,55
To	0,13
Tc	0,65
TL	3,72

$$C_t = 0,047$$

$$hn = 18,025$$

$$T = C_t hn^\alpha \quad T_o = 0,1 \left[\frac{A_v F_v}{A_a F_a} \right] \quad T_c = 0,48 \left[\frac{A_v F_v}{A_a F_a} \right]$$

$$T = 0,63443277$$

$$T_o = 0,135$$

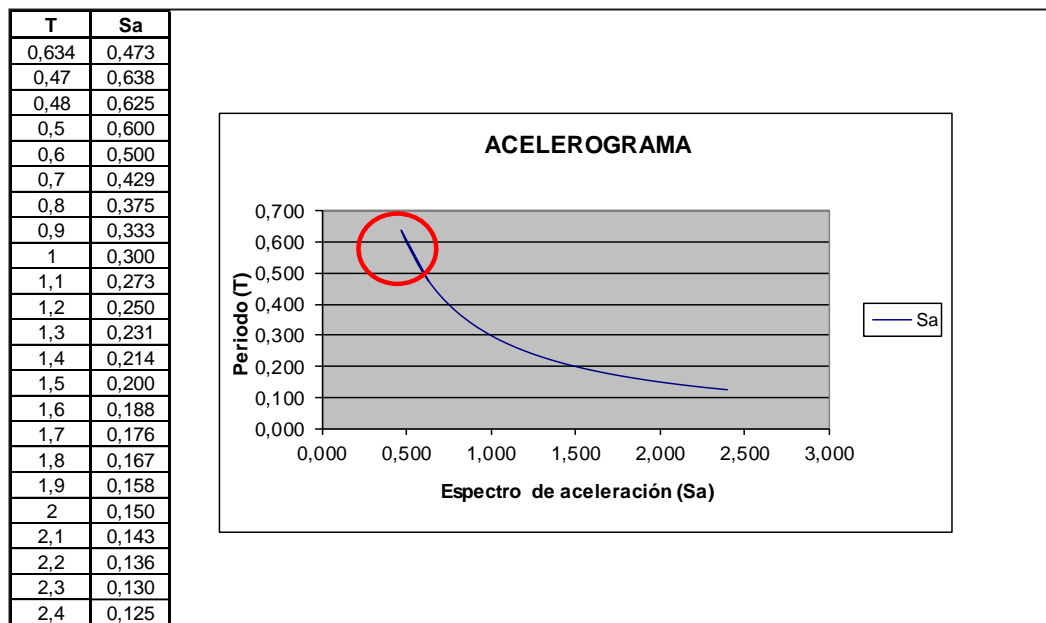
$$T_c = 0,647$$

T está entre To y Tc trabajamos la ecuación:

$$S_a = 2,5 F_a A_a I$$

Tabulando los valores de la curva del acelerograma, se tiene:

Figura 17. Acelerograma



- **METODO FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE**

Tabla 12. Masas FHE

ENTREPISO	MASA [KG]	PESO [KN]	ALTURA [M]
ENTREPISO 1	157184,01	1571,84	2,575
ENTREPISO 2	263119,63	2631,20	5,150

Tabla 12. (Continuación)

ENTREPISO	MASA [KG]	PESO [KN]	ALTURA [M]
ENTREPISO 3	239368,67	2393,69	7,725
ENTREPISO 4	239368,67	2393,69	10,300
ENTREPISO 5	202235,74	2022,36	12,875
ENTREPISO 6	195613,72	1956,14	15,450
CUBIERTA	194154,04	1941,54	18,025

Tabla 13. Fuerzas ficticias

FUERZAS FICTICIAS		
ENTREPISO 1	450,0	KN
ENTREPISO 2	500,0	KN
ENTREPISO 3	550,0	KN
ENTREPISO 4	600,0	KN
ENTREPISO 5	650,0	KN
ENTREPISO 6	700,0	KN
CUBIERTA	750,0	KN

Se aplican las fuerzas ficticias al modelo y se toman los desplazamientos para hallar el nuevo periodo.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_i \delta_i^2)}{\sum_{i=1}^n (f_i \delta_i)}}$$

Tabla 14. Desplazamientos

	ENTREPISO 1	ENTREPISO 2	ENTREPISO 3	ENTREPISO 4	ENTREPISO 5	ENTREPISO 6	CUBIERTA	
DELTA X	0,003	0,008	0,014	0,018	0,022	0,025	0,027	
DELTA Y	0,005	0,012	0,020	0,027	0,033	0,037	0,040	
DELTA X2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	
DELTA Y2	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,002	
Wi*DeltaX2	0,013	0,164	0,436	0,802	0,997	1,232	1,405	5,049
Wi*DeltaY2	0,035	0,398	0,986	1,797	2,216	2,692	3,029	11,154
Fi*DeltaX	1,305	3,950	7,425	10,980	14,430	17,570	20,175	75,835
Fi*DeltaY	2,115	6,150	11,165	16,440	21,515	25,970	29,625	112,980

$$Tx = 0,512697103 \text{ seg}$$

$$Ty = 0,62429438 \text{ seg}$$

Se halla el cortante basal por piso, se aplican las fuerzas sísmicas en el modelo y se comprueban derivas.

Tabla 15. Cortante basal

Nivel	Hj (m)	Wj (KN)	Wj*Hj^k	Cvj	Fj	Vj	Alturas de cada nivel	1% Nivel
CUBIERTA	18,025	1941,54	35644,68	0,231	2474	2474,41	2,575	0,02575
ENTREPISO 6	15,45	1956,14	30752,17	0,199	2135	4609,18	2,575	0,02575
ENTREPISO 5	12,875	2022,36	26463,69	0,171	1837	6446,26	2,575	0,02575
ENTREPISO 4	10,3	2393,69	25022,72	0,162	1737	8183,30	2,575	0,02575
ENTREPISO 3	7,725	2393,69	18732,80	0,121	1300	9483,71	2,575	0,02575
ENTREPISO 2	5,15	2631,20	13692,40	0,089	951	10434,22	2,575	0,02575
ENTREPISO 1	2,575	1571,84	4071,87	0,026	283	10716,88	2,575	0,02575
TOTAL	18,025	14910,44	154380,32	1,000				

Tabla 16. Derivas

COMBO1	0,3fx+1fy							
	ENTREPISO 1	ENTREPISO 2	ENTREPISO 3	ENTREPISO 4	ENTREPISO 5	ENTREPISO 6	CUBIERTA	Unidades
DELTA X	0,0059	0,0164	0,0285	0,0389	0,0476	0,0504	0,0582	m
DELTA Y	0,0161	0,0253	0,0304	0,0424	0,0630	0,0910	0,1152	m
DELTA X2	0,00003	0,00027	0,00081	0,00151	0,00227	0,00254	0,00339	m2
DELTA Y2	0,00026	0,00064	0,00092	0,00180	0,00397	0,00828	0,01327	m2
RAIZ(DX2+DY2)	0,01715	0,03015	0,04167	0,05754	0,07896	0,10401	0,12907	m
Deriva	0,01715	0,01300	0,01152	0,01587	0,02142	0,02505	0,02506	m
	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	
COMBO2	1fx+0,3fy							
	ENTREPISO 1	ENTREPISO 2	ENTREPISO 3	ENTREPISO 4	ENTREPISO 5	ENTREPISO 6	CUBIERTA	Unidades
DELTA X	0,0199	0,0348	0,0549	0,0696	0,0886	0,1005	0,1143	m
DELTA Y	0,0078	0,0099	0,0121	0,0288	0,0306	0,0461	0,0734	m
DELTA X2	0,00040	0,00121	0,00301	0,00484	0,00785	0,01010	0,01306	m2
DELTA Y2	0,00006	0,00010	0,00015	0,00083	0,00094	0,00213	0,00539	m2
RAIZ(DX2+DY2)	0,02137	0,03618	0,05622	0,07532	0,09374	0,11057	0,13584	m
Deriva	0,02137	0,01481	0,02004	0,01911	0,01841	0,01683	0,02527	m
	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	

- MÉTODO DINÁMICO

MASAS ROTACIONALES

Tabla 17. Masas rotacionales

NIVEL	PESO (kg)	MTx=MTy	AREA	Ixx	Iyy	MRz
2,575	157184,010	4267545,872	271,5	669,9	601,2	19979659,51
5,15	263119,630	5941241,254	225,8	527,5	649,8	30977074,08
7,725	239368,670	5404944,567	225,8	527,5	649,8	28180873,51
10,3	239368,670	5404944,567	225,8	527,5	649,8	28180873,51
12,875	202235,735	4499745,102	222,5	526,3	648,7	23762698,85
15,45	195613,716	4352405,179	222,5	526,3	648,7	22984611,62
18,025	194154,040	4319927,399	222,5	526,3	648,7	22813099,75

$$M_{tx}=M_{Ty} = \text{Area} \cdot \text{Peso} / \text{gravedad}$$

$$M_{rz} = M_{tx} \cdot (I_{xx} + I_{yy}) / \text{Area}$$

Seguendo las normas del código colombiano de construcción NSR-10, a través del modelamiento dinámico y considerando las siguientes premisas del programa SAP2000:

- Los puntos de cimentación no tienen ningún desplazamiento o rotación.
- Las distancias se trabajan entre ejes de luces.
- El chequeo de las derivas se realizara con un master joints, punto localizado en el centro de gravedad del diafragma.
- El valor de deriva máximo es de 1% la altura del nivel de piso.
- El programa realiza la simulación sísmica en tres direcciones al mismo tiempo. Para los desplazamientos se aplica las siguiente formula:

$$\Delta = \left(\sum_{j=1}^2 (\delta_{tot;j}^i - \delta_{tot;i}^j)^2 \right)^{0.5}$$

- En la simulación de la estructura, el sismo entra en un 100% a los ejes "XY". Seguendo el titulo A.3.3.3 coeficientes de capacidad de disipación de energía básico.

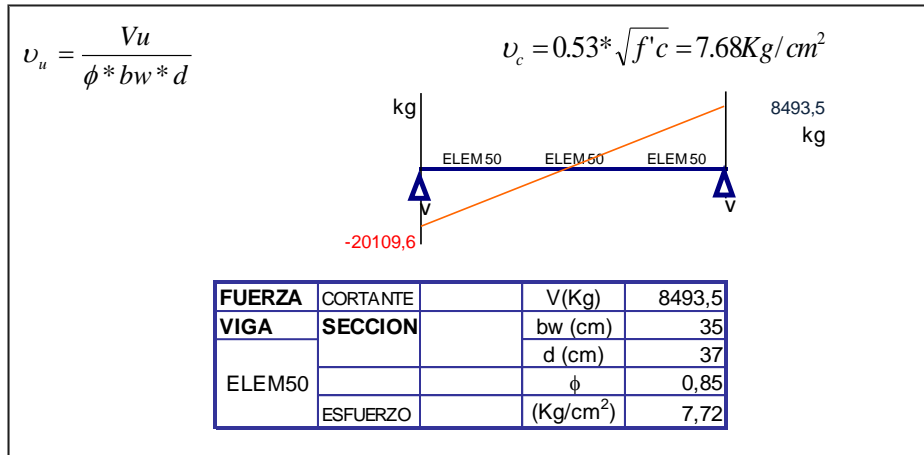
El procedimiento a seguir fue exportar los archivos .SOL a una hoja de cálculo y se verificaron las Derivas, Fuerzas sobre los elementos y Reacciones.

4.1.5 DISEÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

DISEÑO TIPO DE LA VIGA A CORTANTE

Para el diseño a cortante, el elemento tipo viga que esta soportando mayor fuerza es el ELEM 50, ubicado en el eje B, nivel N + 2.575. En la combinación de carga 2.

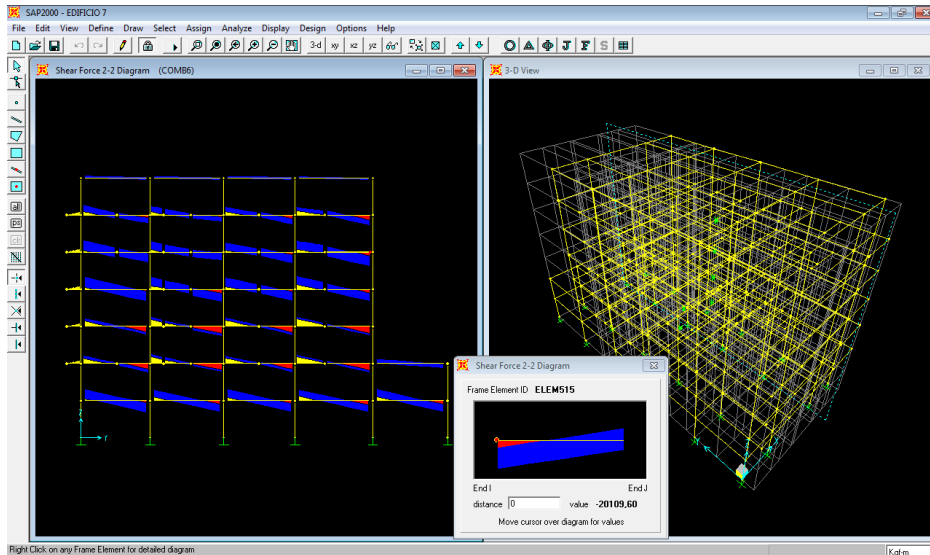
Figura 18. Diseño por cortante viga tipo



El elemento ELEM 515 se debe diseñar a cortante debido a que $v_c < 7,72$

Para el elemento de diseño se toma el valor menor entre s calculada $d/4$ en zona de confinamiento, los estribos # 3, se ubican hasta una distancia $2d = 0.74$

Figura 19. Diagramas de cortante en SAP viga tipo



Por tal motivo se diseña como elemento tipo para toda la estructura.

$$s = \frac{A_v f_y w}{b_w v_s}, \text{ donde:}$$

Tabla 18. Diseño viga tipo por cortante

ELEM 515	TRAMO		V	υ_s	υ_c	s	s diseño	1,42	A_v (cm ²)
	d	(m)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(cm)	(cm)	2400	f_{yw} (kg/cm ²)
	1	0,37	-18593	-16,8912	7,68	10,5710	9,25	35	b_w (cm)
	2	0,74	-17076,7	-15,5137	7,68	12,4298	9,25	37	d (cm)
	3	1,11	-15847,1	-14,3966	7,68	14,4970	14,50		
	4	1,48	-14330,6	-13,0189	7,68	18,2380	18,24		
	5	1,85	-12814,2	-11,6413	7,68	24,5805	18,5		
	L-5	3,55	11263,2	10,2323	7,68	38,1505	18,5	L	5,4
	L-4	3,92	12185,9	11,0705	7,68	28,7185	18,5	Smax	18,5
	L-3	4,29	13108,6	11,9088	7,68	23,0258	18,5	Smax: separacion máxima	
	L-2	4,66	14031,3	12,7470	7,68	19,2166	9,25	en cm	
	L-1	5,03	15954	14,4938	7,68	14,2904	9,25	Smin	9,25

DISEÑO A FLEXION

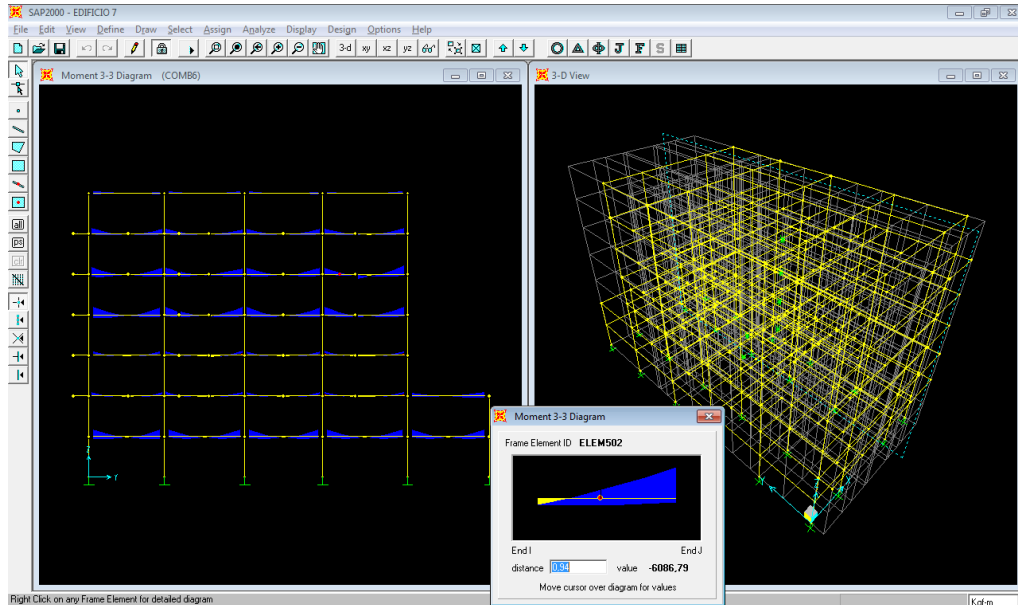
El elemento que esta soportando mayor momento flector es ELEM515 ubicado en el eje C, nivel +12.875. Con la combinación de carga COMB 6.

Tabla 19. Diseño a Flexión viga tipo

FUERZA	SECCION		k	ρ	A_s	A_s diseño	
Momento	b_w	d			cm ²	cm ²	
T-cm	cm	cm					
-2.880,24	32	37	-0,0657	0,02	23,68	8	# 6
1537,4	32	37	0,0351	0,009	10,656	4	# 6
-2.251,2	32	37	-0,0514	0,015	17,76	6	# 6

Varilla #	6	5	4	3	2
As cm2	2,85	2	1,27	0,71	0,32

Figura 20. Diagramas de momento en SAP viga tipo



DISEÑO TIPO DE LA COLUMNA 50X50

DISEÑO A CORTANTE

Para el diseño a cortante, el elemento tipo columna que esta soportando mayor fuerza es el ELEM191, ubicado en el eje B, nivel N + 5.15.

Tabla 20. Diseño por cortante columna 50x50 cm

$$v_u = \frac{Vu}{\phi * bw * d}$$

$$v_c = 0.53 * \left(1 + \frac{Nuu}{140 * Ag}\right) * \sqrt{f'c}$$

= 10,191 (Kg/cm²)

kg

FUERZA COLUMNA	CORTANTE	V(Kg)	23126,6
	SECCION	bw (cm)	50
		d (cm)	47
		ϕ	0,85
	ESFUERZO	(Kg/cm ²)	11,58

ELEM 191

El elemento ELEM191 se debe diseñar a cortante debido a que $11,58 > U_c$

Figura 21. Diagramas de cortante SAP columna 50x50 cm

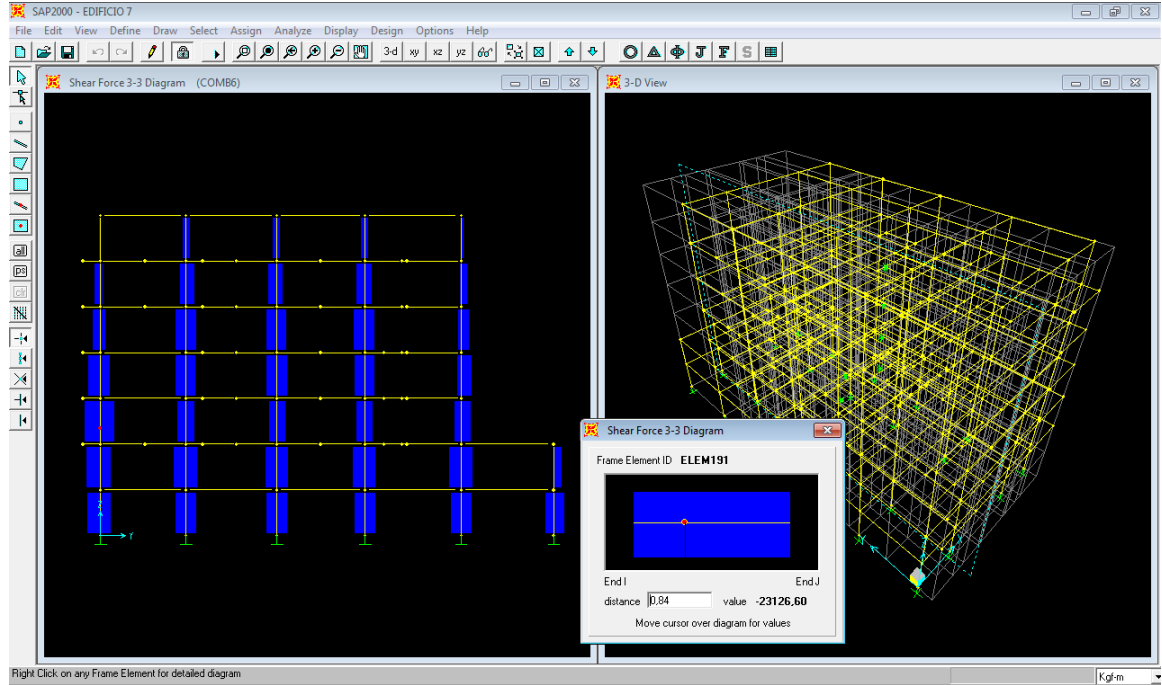


Tabla 21. Diseño a cortante columna 50x50 cm

ELEM 171	TRAMO		V	U_s	U_c	s	s diseño	1,42	A_v (cm ²)
	d	(m)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(cm)	(cm)	2400	f_{yw} (kg/cm ²)
1	0,47		-23127	-11,578	7,68	17,4869	11,75	50	b_w (cm)
2	0,94		-23127	-11,578	7,68	17,4869	11,75	47	d (cm)
3	1,41		-23127	-11,578	7,68	17,4869	17,5		
4	1,88		-23127	-11,578	7,68	17,4869	17,5		
5	2,35		-23127	-11,578	7,68	17,4869	17,5		
L-5	0,407		-23127	-11,578	7,68	17,4869	17,5	L	2,757
L-4	0,877		-23127	-11,578	7,68	17,4869	17,5	S_{max}	23,5
L-3	1,347		-23127	-11,578	7,68	17,4869	17,5	S_{max} : separacion máxima en cm	
L-2	1,817		-23127	-11,578	7,68	17,4869	11,75	S_{min}	11,75
L-1	2,287		-23127	-11,578	7,68	17,4869	11,75		

DISEÑO A FLEXION

El elemento que esta soportando mayor momento flector es ELEM 2, con la combinación de carga COMB 6.

Tabla 22. Diseño a flexión columna tipo

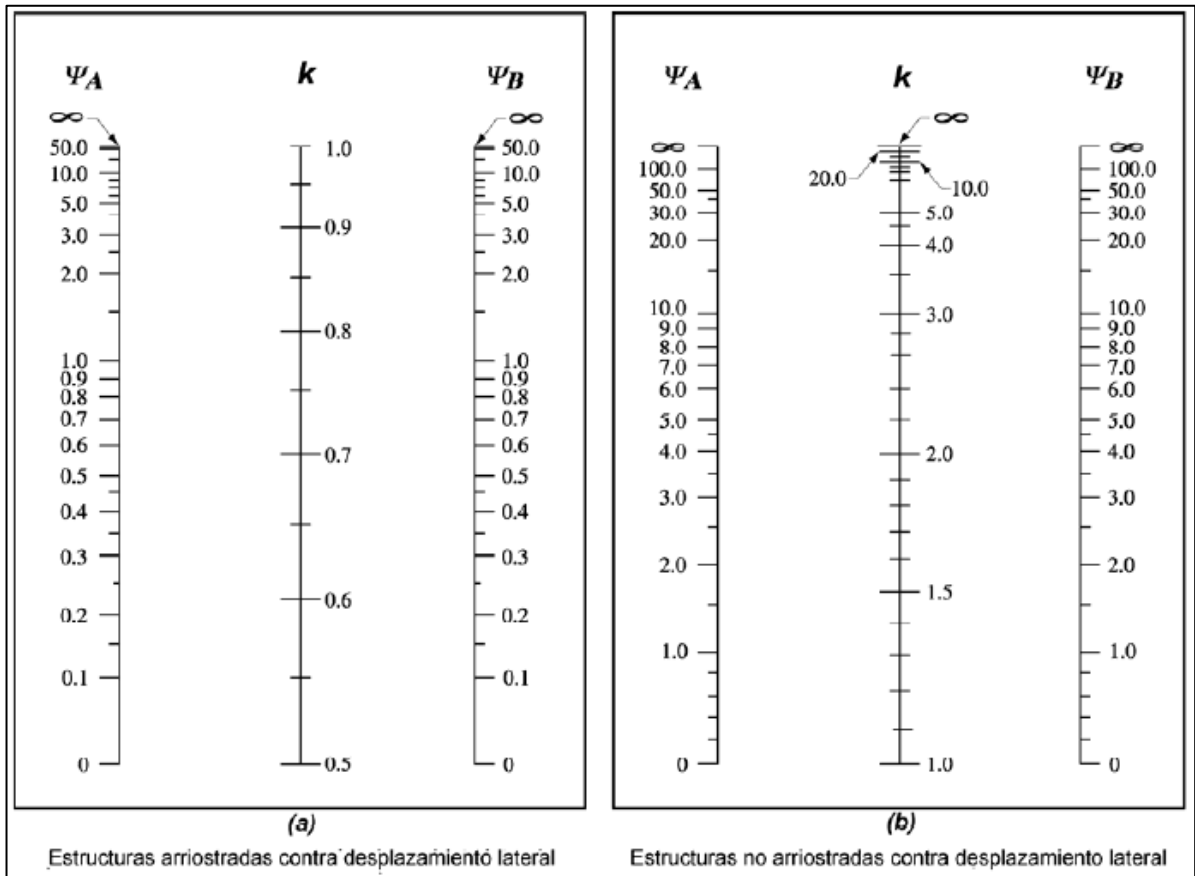
ELEM84			VALORES DE MOMENTO	
Momento t-cm	-40709		M1x =	-40709 Kg-m
PROPIEDADES DE LA SECCION		M1y =	710,65 Kg-m	
VIGA SUPERIOR X		M2x =	37532 Kg-m	
b =	0,35	M2y =	6531,22 Kg-m	
h =	0,4	PROPIEDADES SECCION		
lxvig =	0,00186667	b =	0,4 m	
lyvig =	0,00142917	h =	0,6 m	
VIGA SUPERIOR Y		lxcol =	0,0072 m ⁴	
b =	0,35	lycol =	0,0032 m ⁴	
h =	0,4			
lxvig =	0,00186667			
lyvig =	0,00142917			

$$\Psi = \frac{0.8 * \sum \left(\frac{I}{L}\right)_{col}}{0.4 * \sum \left(\frac{I}{L}\right)_{vig}}$$

Tabla 23. Valores de Ψ

COLUMNA		VIGA SUPERIOR X		VIGA SUPERIOR Y		Ψ			
L =	2,575	L =	3,1	6,2	L =	5,2	Sup	x	13,9307
b =	0,4	b =	0,35	0,35	b =	0,35		y	9,0432
h =	0,6	h =	0,4	0,4	h =	0,4	Inf	x	13,9307
lxcol	0,0072	lxvig	0,0019	0,0019	lxvig	0,0019		y	9,0432
lycol	0,0032	lyvig	0,0014	0,0014	lyvig	0,0014			

Figura 22. Factores de longitud efectiva, k



Fuente: Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo-Resistente NSR-10

De la grafica obtenemos el valor de longitud efectiva (K)

$$Kx = 0.90$$

$$Ky = 0.90$$

El radio de giro:

$$R = 0.3 * H = 0.3 * 2.575m = 0.7725m$$

$$\frac{K * L}{r} \leq 34 - 12 \left(\frac{M1}{M2} \right)$$

$$L = 2,575 m$$

$$M1 = -8832,34 Kg.m$$

$$M2 = 710,65 \text{ Kg. m}$$

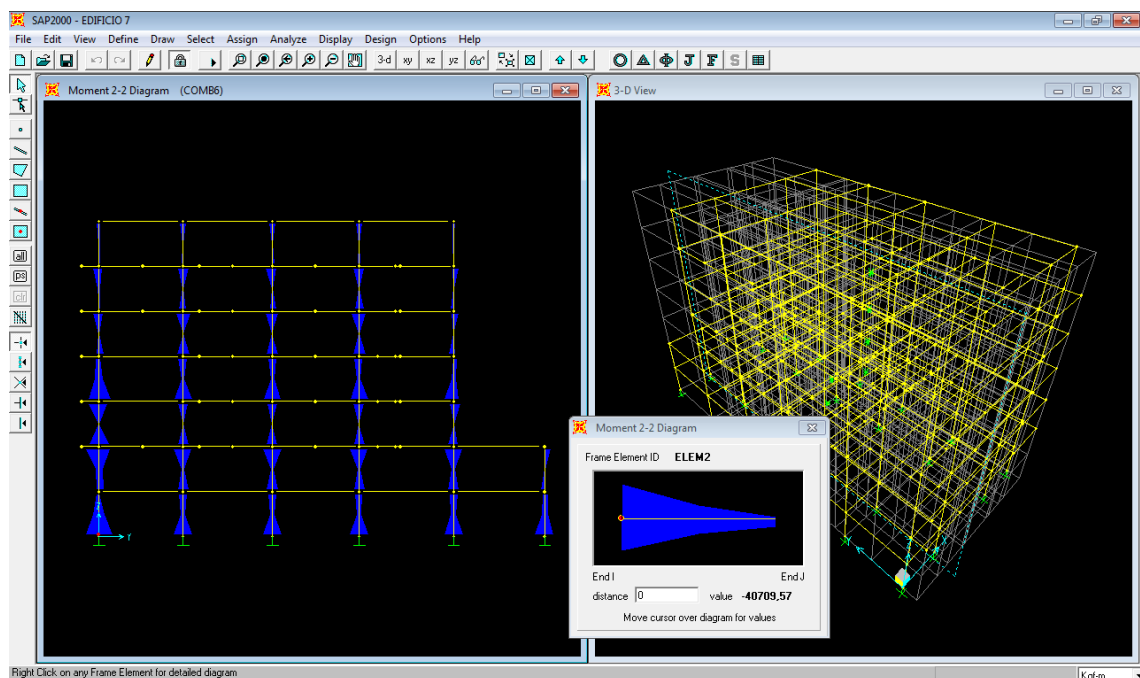
$$\frac{K * L}{r} = 3$$

$$34 - 12 \left(\frac{M1}{M2} \right) = 183,142447$$

$$3 \leq 183,142447 \rightarrow \text{cumple}$$

No se tiene en cuenta los efectos de esbeltez locales.

Figura 23. Diagramas de momento de columna 50x50 cm – SAP



ANÁLISIS ESTRUCTURAL POR EL MÉTODO DE COLUMNA BIAxIAL POR EL METODO DE LA SUPERFICIE DE FALLA

Para el elemento columna, ELEM 191, se tiene:

Tabla 24. Diseño método columna biaxial, superficie de falla – col 50x50 cm

Mux =	40,71	T-m	f'c =	2100,00	Mpa
Muy =	37,53	T-m	Fy =	42000,00	Mpa
Pu =	151,22	T	As(asum)	0,0028	m ²
H =	0,50	m	φ =	0,70	
B =	0,50	m	d =	0,470	m

$$C_c = \phi * B * H * f'_c = 367,50 \quad 0,25 * C_c = 91875000,00 \text{ N}$$

$$0,25 * C_c = P_c$$

$$C_s = \phi * F_y * A_s = 82,91 \quad 0,25 * C_c = 9187,50 \text{ Ton}$$

$$P_u > 0,25 * C_c$$

$$P_u < 0,25 * C_c \quad \text{Entonces, falla por tracción}$$

$$B_b = 0,59$$

$$B_b = B_{25} + 0,2 * \left[\frac{\left\{ \frac{P_u}{C_c} \right\} - 0,25}{0,85 + \left(\frac{C_s}{C_c} \right)} \right] = 0,6$$

$$B_b = B_{25} + \left(0,25 - \left(\frac{P_u}{C_c} \right)^2 * \left(0,85 - \left(\frac{C_s}{C_c} \right) \right) \right) = 0,59$$

$$\frac{C_c}{C_s} = 0,23 < 0,50 \quad B_{25} = 0,52$$

$$B_{25} = 0,545 - 0,35 * \left(0,5 - \left(\frac{C_s}{C_c} \right) \right)^2 = 0,52$$

$$B_{25} = 0,485 - 0,03 * \left(\frac{C_s}{C_s} \right) = 0,0033$$

$$\alpha = \frac{\log(0,5)}{\log(B_b)} = 1,24$$

$$M_{xo} = 680 \text{ KN.m} \quad 68,00 \text{ T.m}$$

$$M_{xo} = 690 \text{ KN.m} \quad 69,00 \text{ T.m}$$

$$\left(\frac{M_x}{M_{x0}}\right)^\alpha + \left(\frac{M_y}{M_{y0}}\right)^\alpha = 0,01 \quad 1,00$$

Requiere refuerzo mínimo,

$$A_s = \rho * B * d = 0.01 * 50.0\text{cm} * 47.0\text{cm} = 23.5$$

Tomamos 10 varillas N° 5 más 2 varillas N°6, y amarrada con el refuerzo a cortante transversal N°3.

DISEÑO TIPO DE LA COLUMNA SECCION 60X40

DISEÑO A CORTANTE

Tabla 25. Diseño por cortante columna 40x60cm


$$v_u = \frac{Vu}{\phi * b_w * d}$$

$$v_c = 0.53 * \left(1 + \frac{N_{uu}}{140 * A_g}\right) * \sqrt{f'_c}$$

= 9,389 (Kg/cm²)

Pu= 106521 kg

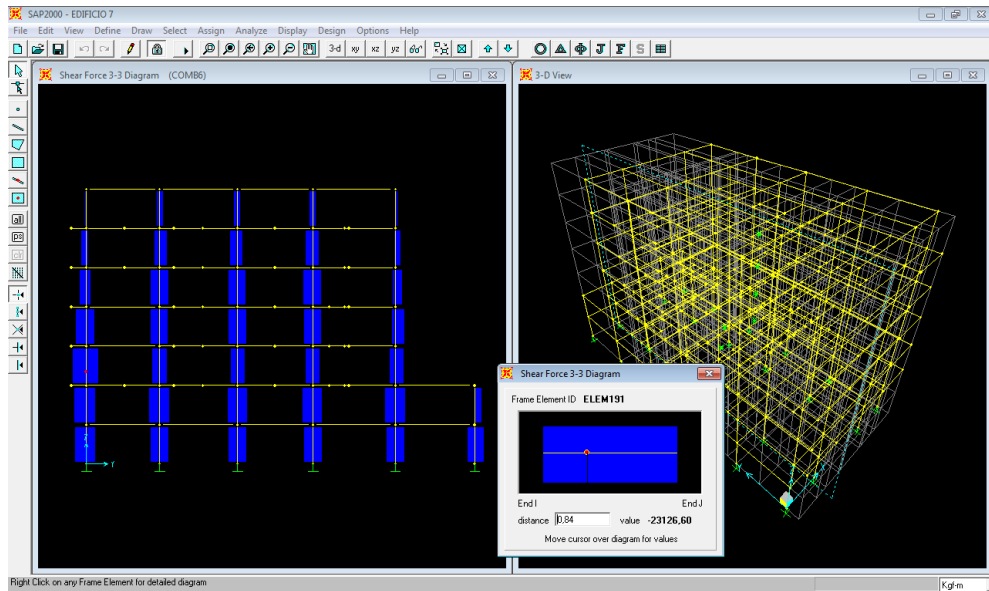
FUERZA COLUMNA	CORTANTE	V(Kg)	17747,7
	SECCION	bw (cm)	60
		d (cm)	57
		φ	0,85
	ESFUERZO	(Kg/cm ²)	6,11



ELEM 6

El elemento ELEM6 no se debe diseñar a cortante debido a que $6,11 < v_c$

Figura 24. Diagramas de cortante SAP columna 60x40 cm



ANÁLISIS ESTRUCTURAL POR EL MÉTODO DE COLUMNA BIAIXIAL POR EL METODO DE LA SUPERFICIE DE FALLA

Para el elemento columna, ELEM 06, se tiene:

Tabla 26. Diseño método columna biaxial, superficie de falla – col 60x40 cm

Mux =	28,73	T-m	f'c =	2100,00	Mpa
Muy =	37,56	T-m	Fy =	42000,00	Mpa
Pu =	160,63	T	As(asum)	0,0027	m ²
H =	0,60	m	φ =	0,70	
B =	0,40	m	d =	0,370	m

$$C_C = \phi * B * H * f'_c = 352,80 \quad 0,25 * C_C = 88200000,00 \text{ N}$$

$$0,25 * C_C = P_C$$

$$C_S = \phi * F_y * A_s = 78,32 \quad 0,25 * C_C = 8820,00 \text{ Ton}$$

$$P_u > 0,25 * C_C$$

$$P_u < 0,25 * C_C \quad \text{Entonces, falla por tracción}$$

$$B_b = 0,60$$

$$B_b = B_{25} + 0,2 * \left[\frac{\left\{ \frac{P_u}{C_c} \right\} - 0,25}{0,85 + \left(\frac{C_s}{C_c} \right)} \right] = 0,61$$

$$B_b = B_{25} + \left(0,25 - \left(\frac{P_u}{C_c} \right)^2 * \left(0,85 - \left(\frac{C_s}{C_c} \right) \right) \right) = 0,60$$

$$\frac{C_c}{C_s} = 0,23 < 0,50 \quad B_{25} = 0,52$$

$$B_{25} = 0,545 - 0,35 * \left(0,5 - \left(\frac{C_s}{C_c} \right) \right)^2 = 0,52$$

$$B_{25} = 0,485 - 0,03 * \left(\frac{C_s}{C_s} \right) = 0,0032$$

$$\alpha = \frac{\log(0,5)}{\log(B_b)} = 1,24 \quad M_{xo} = 3700 \text{ KN.m} \quad 370,00 \text{ T.m}$$

$$M_{xo} = 3800 \text{ KN.m} \quad 380,00 \text{ T.m}$$

$$\left(\frac{M_x}{M_{xo}} \right)^\alpha + \left(\frac{M_y}{M_{yo}} \right)^\alpha = 0,01 \quad 0,099$$

Requiere refuerzo mínimo,

$$A_s = \rho * B * d = 0,012 * 40,0\text{cm} * 57,0\text{cm} = 27,36$$

Tomamos 14 varillas N° 5 y amarrada con el refuerzo a cortante transversal N°3.

DISEÑO DE LAS ZAPATAS

Tomando el eje 1, como los que más reciben carga zapata centrica, tenemos:

Figura 25. Diseño de Zapatas céntricas

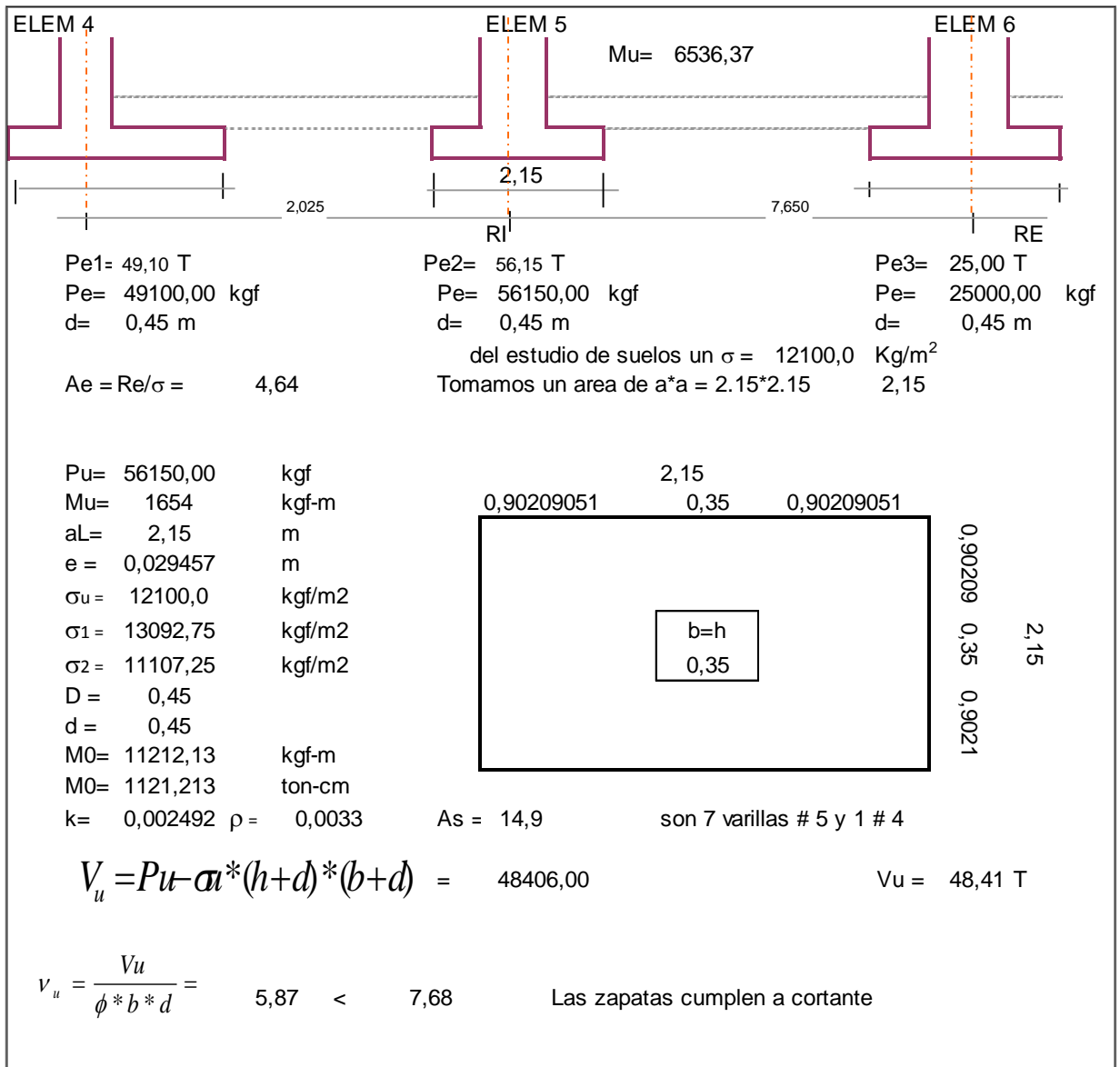
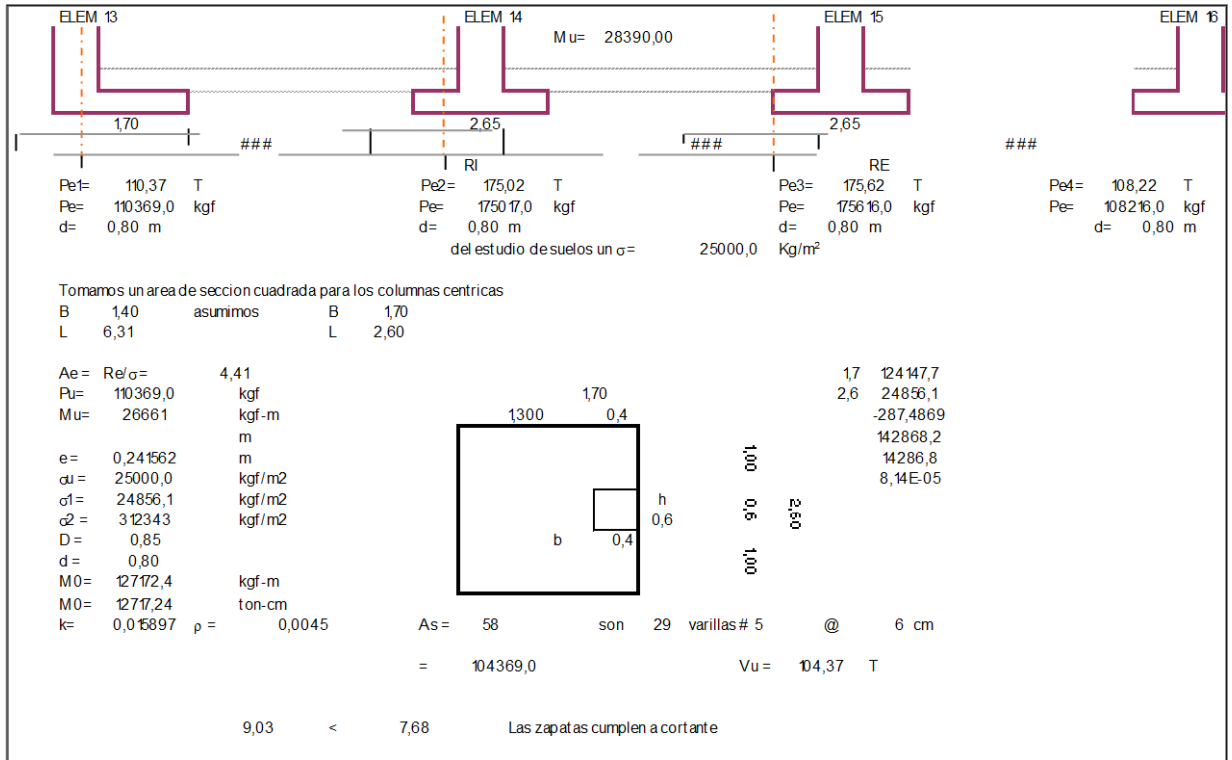
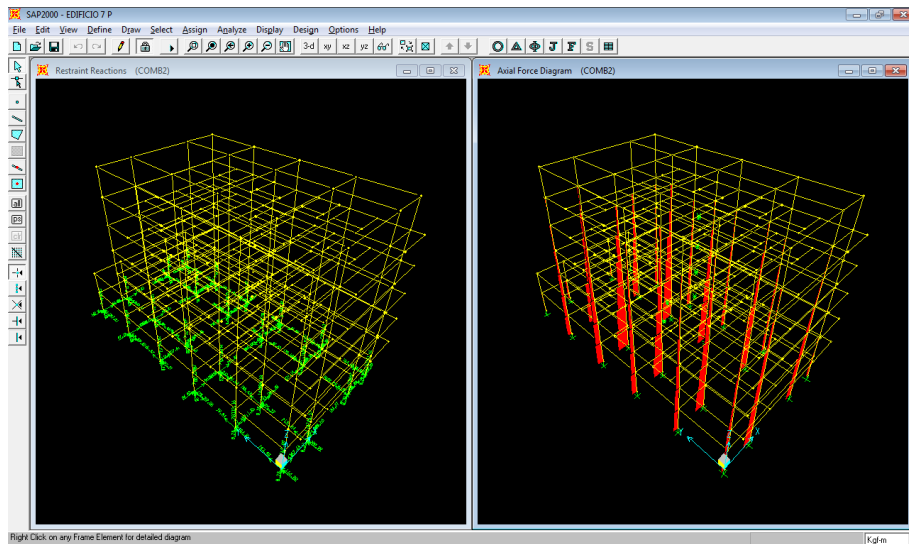


Figura 26. Diseño de Zapatas excéntricas



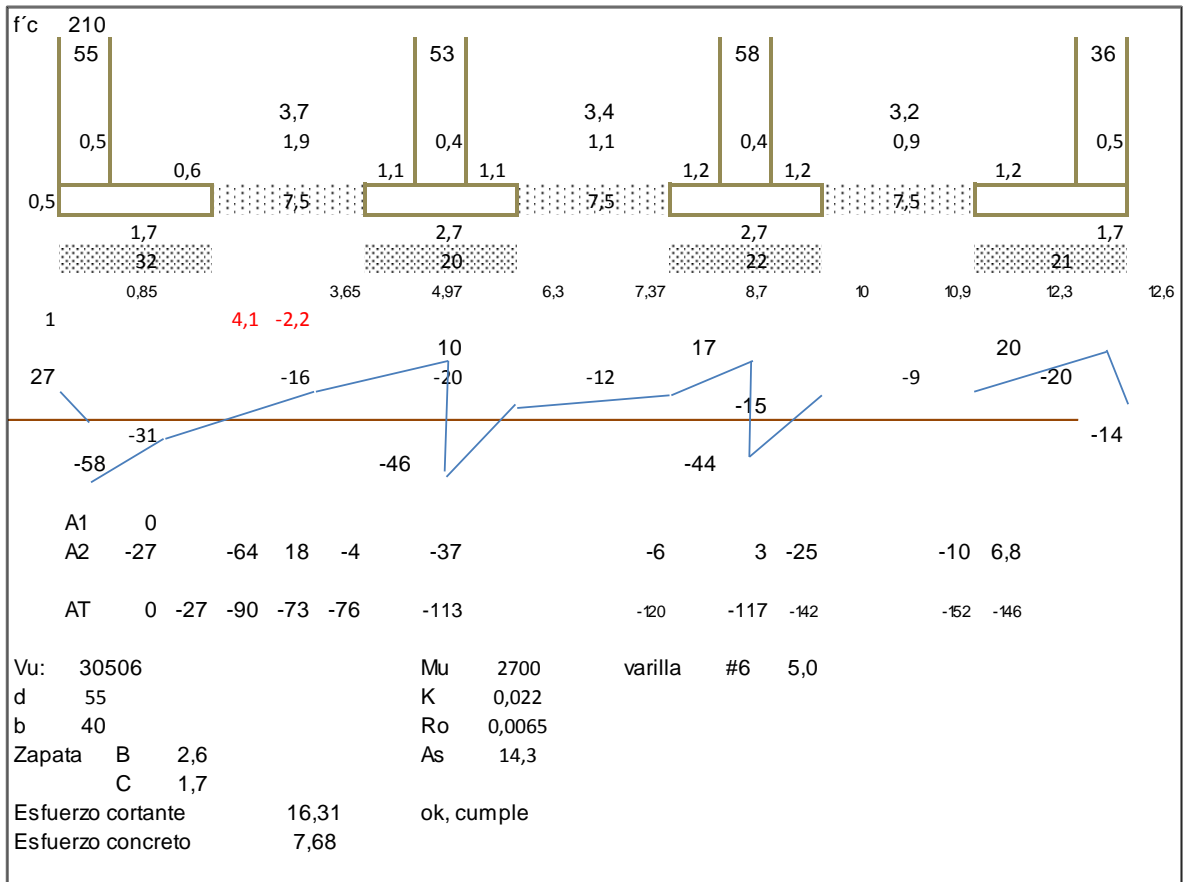
Se va a realizar la cimentación de la zapatas a una profundidad de 2.0 mts, para este proyecto educativo, si se aplica a la vida cotidiana, se deben seguir las indicaciones del estudio de suelos.

Figura 27. Modelo diseño de zapatas SAP



DISEÑO DE LA VIGA DE CIMENTACION

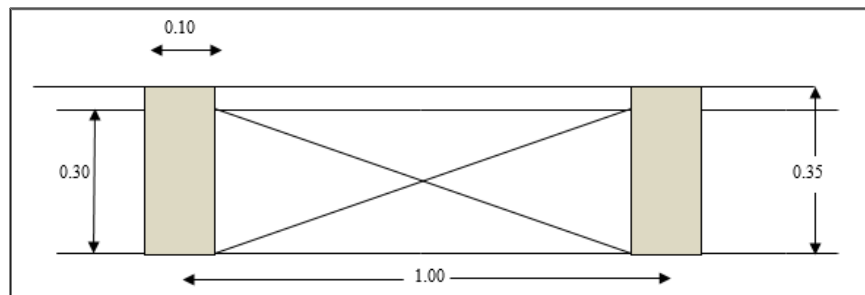
Figura 28. Diseño vigas de cimentación



DISEÑO DE LA PLACA ALIGERADA

VIGUETA TIPO

Figura 29. Sección placa aligerada



Peso por metro cuadrado

$$Torta = 0.05m * 2400 \text{ kg/m}^3 = 120 \text{ kg/m}^2$$

$$Casetón = 25 \text{ kg/m}^2$$

$$Cerámica \text{ de piso} = 100 \text{ kg/m}^2.$$

$$Muros = 185 \text{ kg/m}^2.$$

$$Carga \text{ Muerta} = 430 \text{ kg/m}^2 \text{ (sin incluir peso propio de las viguetas).}$$

$$Carga \text{ Viva} = 200 \text{ kg/m}^2.$$

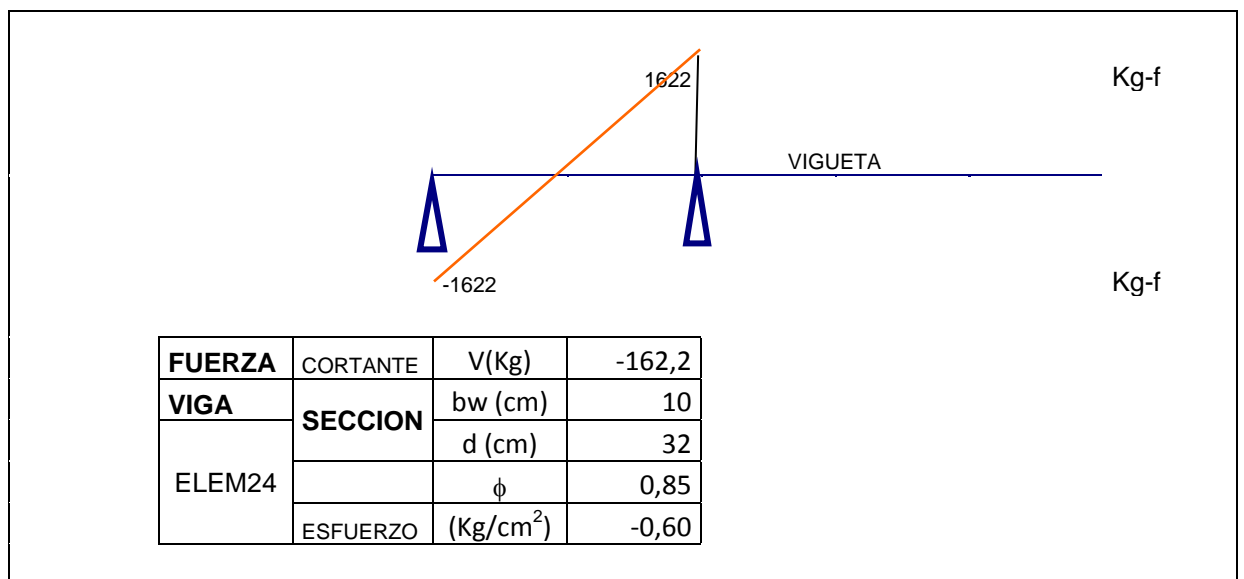
Cargas actuantes en Viguetas:

Longitud aferente para cada vigueta: 0.90 m.

$$v_c = 0,53 * \sqrt{f'_c} = 7,68 \text{ Kg/cm}^2$$

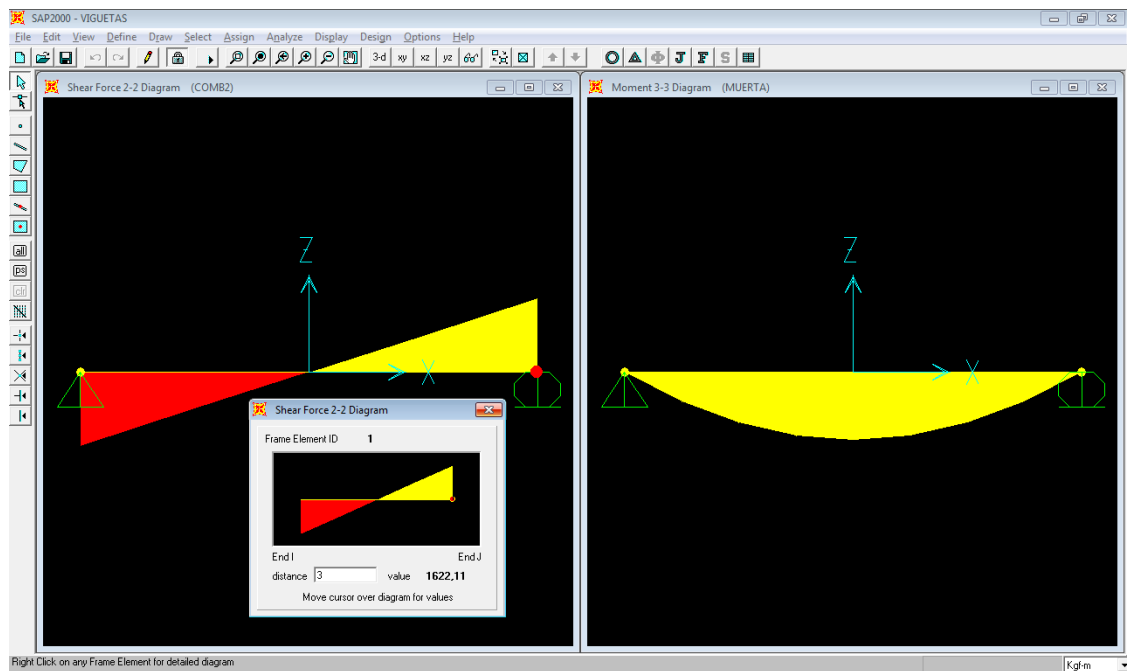
$$v_u = \frac{V_u}{\phi * b_w * d}$$

Tabla 27. Diseño por cortante de las viguetas



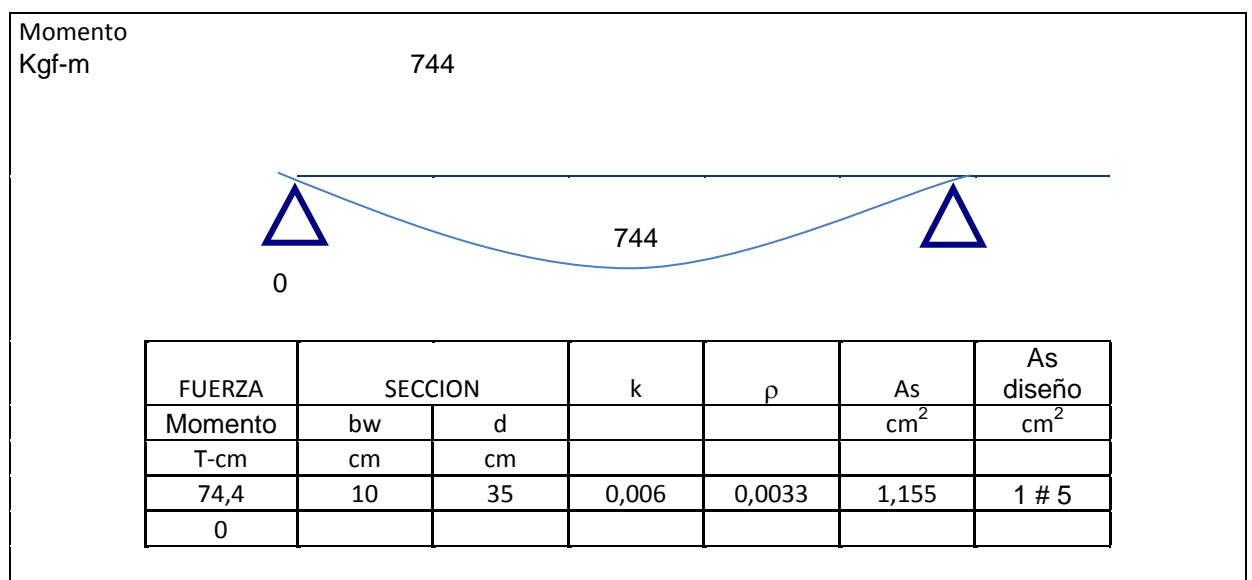
La vigueta no se debe diseñar a cortante debido a que $0,59 < v_c$

Figura 30. Diagrama de cortante viguetas



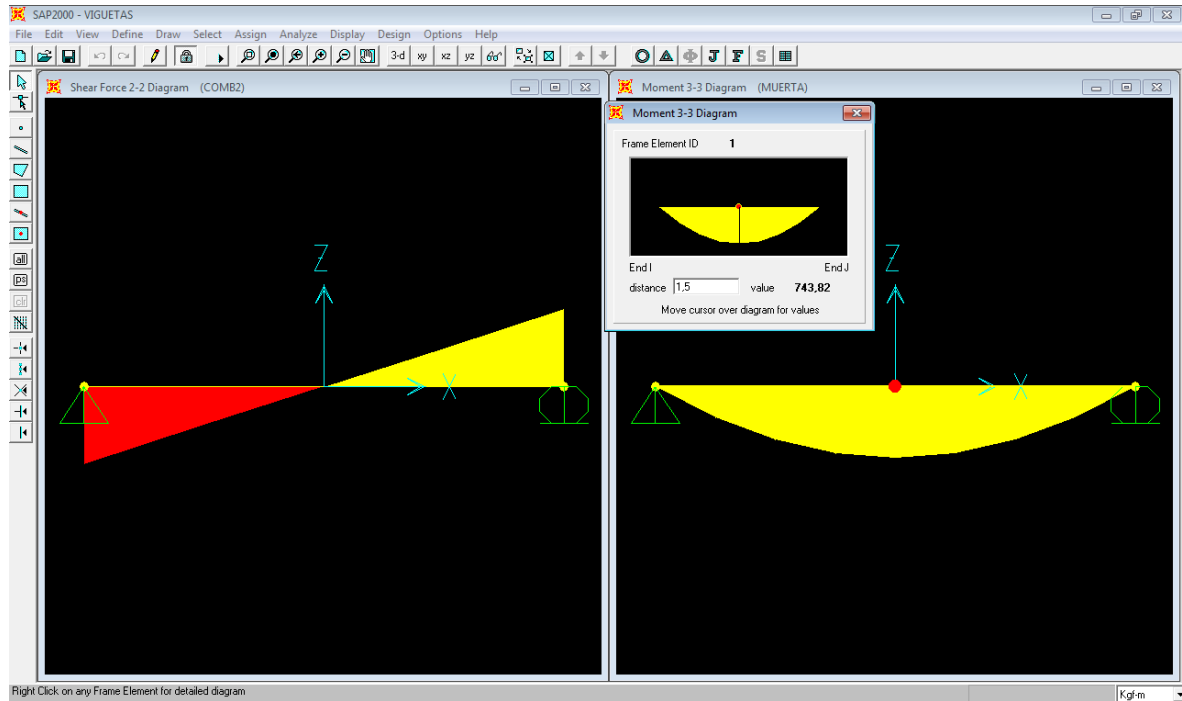
DISEÑO A FLEXION

Tabla 28. Diseño a flexión de las viguetas



Se utilizara una varillas # 5 en la parte superior de las fibras a compresión y una varillas # 5 en la parte inferior de las fibras a tensión (refuerzo mínimo).

Figura 31. Diagrama de momentos viguetas



4.2 ESTRUCTURA METÁLICA

4.2.1 DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA

UBICACIÓN: La edificación se encuentra ubicada en la calle 43 # 14 – 51 en la ciudad de Bucaramanga, Departamento de Santander.

ALTURA: Edificio de 6 niveles y semisótano con altura total de 16,77 m.

SISTEMA ESTRUCTURAL: Pórticos resistentes a momentos con capacidad especial de disipación de energía, quienes pueden ser sometidos a movimientos fuertes del terreno, con vigas y columnas en acero estructural.

LOSA DE ENTREPISO: Placa en lámina colaborante.

CUBIERTA: La cubierta planteada para este proyecto es una placa en lámina colaborante al igual que la losa de entrepiso.

ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES: Muros divisorios de mampostería, ventanales de vidrio, marcos metálicos para puertas y ventanas.

4.2.2 CARACTERISTICAS PARA EL ANÁLISIS

La edificación no tiene edificios colindantes.

La estructura puede clasificarse, de acuerdo al Grupo de Uso dentro del Grupo I “Estructuras de ocupación normal” y según Grupo de Ocupación en “Grupo de ocupación mixto y otros (M)”, con un Coeficiente de Importancia de 1,0 (uno).

Los efectos locales de respuesta sísmica de la edificación se evalúan para un perfil de suelo Tipo C.

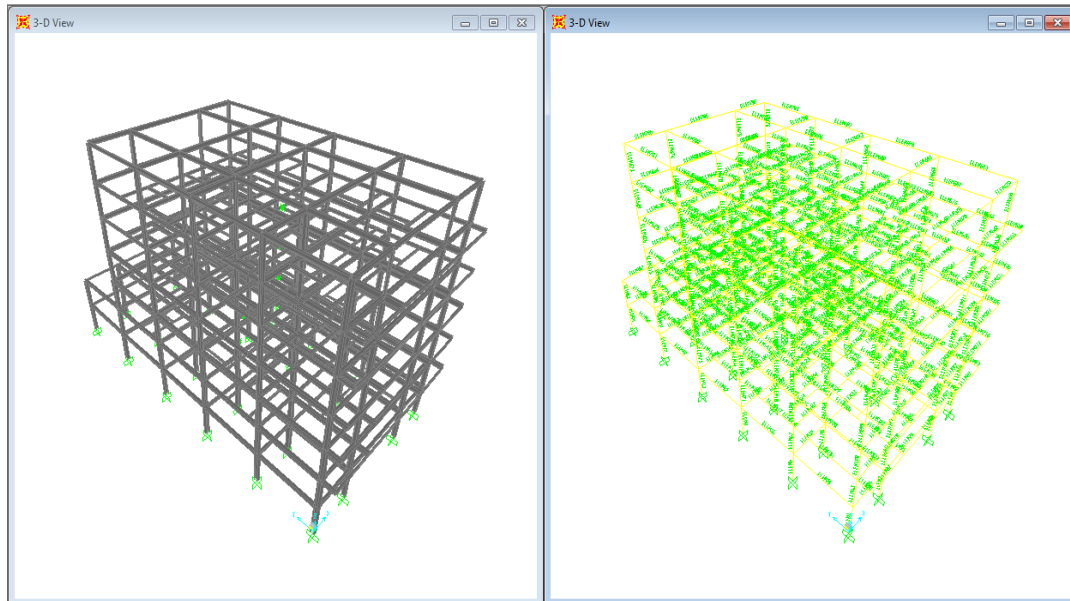
El grado de desempeño de los elementos no estructurales depende del grupo de uso en el que fue clasificada la estructura, para el Grupo I el grado de desempeño es bajo.

4.2.3 MODELAMIENTO DE LA ESTRUCTURA

El modelamiento de la estructura se realiza utilizando el programa SAP 2000.

El diseño estructural se elabora de acuerdo a las especificaciones y recomendaciones de la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente “NSR-10” (LEY 400 DE 1997, DECRETO 926 DE 19 DE MARZO DE 2010).

Figura 32. Modelo Estructura en Acero Estructural



4.2.4 ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

SISTEMA ESTRUCTURAL: Pórtico en acero estructural.

NORMAS DE CALCULO: NSR-10

En el sistema pórtico se dio una ubicación de columnas tal que, se respeto el diseño arquitectónico y además se busco la distancia minima entre columnas para hacer placas unidireccionales, para evitar derivas importantes en el momento de realizar el análisis sísmico.

4.2.5 DISEÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

DISEÑO DE MIEMBROS SOMETIDOS A TENSION

El edificio presenta perfiles tipo WF con la siguiente relación para COLUMNAS:

Tabla 29. Diseño columnas a tensión

WF	K	L	Rx	Ry	esbeltez x	esbeltez y	Revision	Ag	
5X19	1	2,575	0,0326	0,0552	78,9877	46,6486	ok	ok	0,004
8X40	1	2,575	0,052	0,0897	49,5192	28,7068	ok	ok	0,008
10X45	1	2,575	0,0509	0,1097	50,5894	23,4731	ok	ok	0,009
10X54	1	2,575	0,0649	0,1112	39,6764	23,1565	ok	ok	0,010
10X68	1	2,575	0,0657	0,1127	39,1933	22,8483	ok	ok	0,013

Figura 33. Propiedades sección WF 5X19

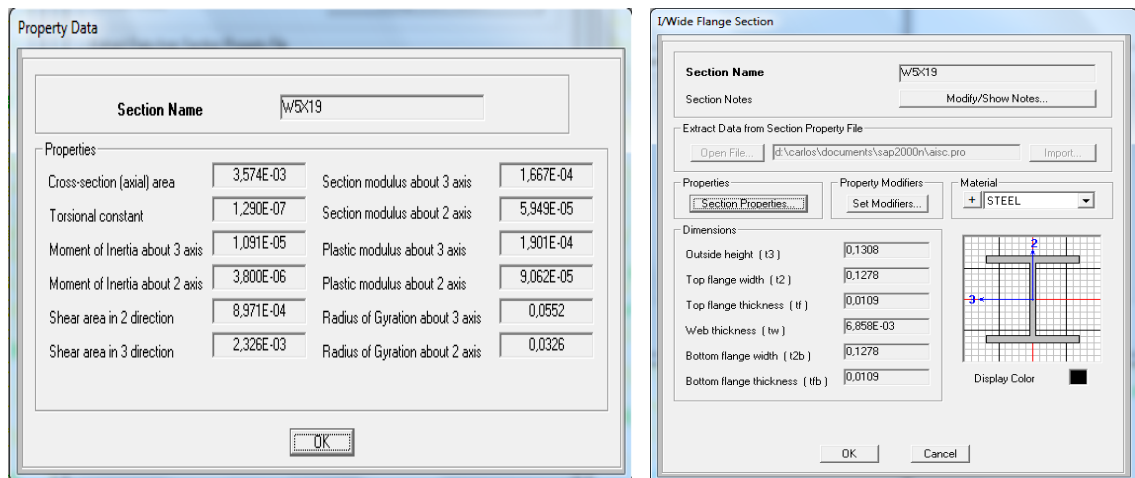


Figura 34. Propiedades sección WF 8X40

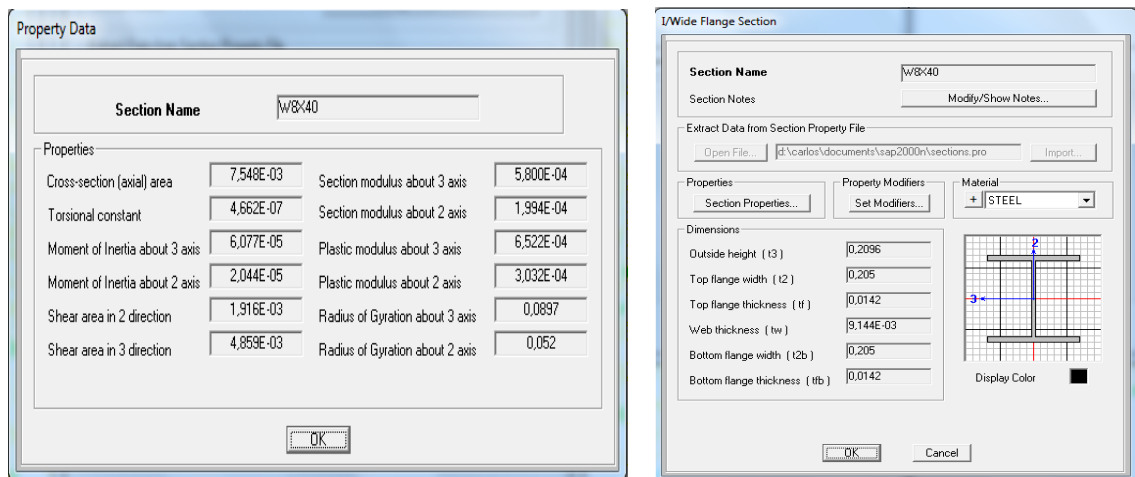


Figura 35. Propiedades sección WF 10X45

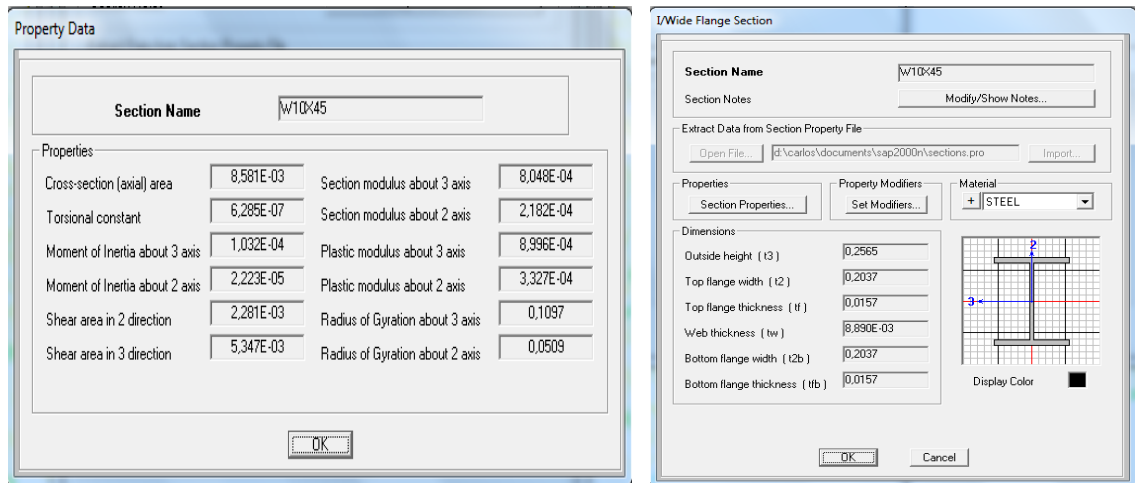


Figura 36. Propiedades sección WF 10X54

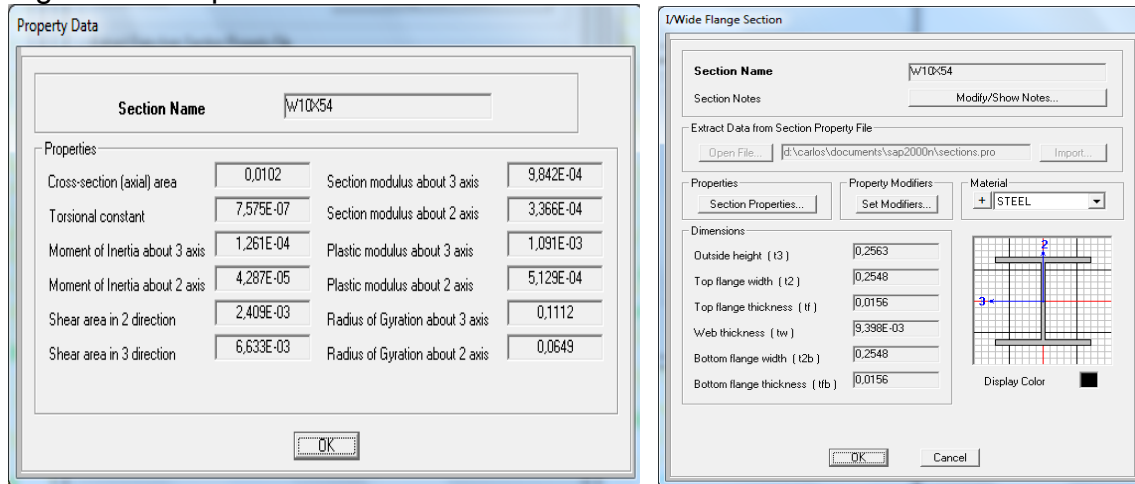
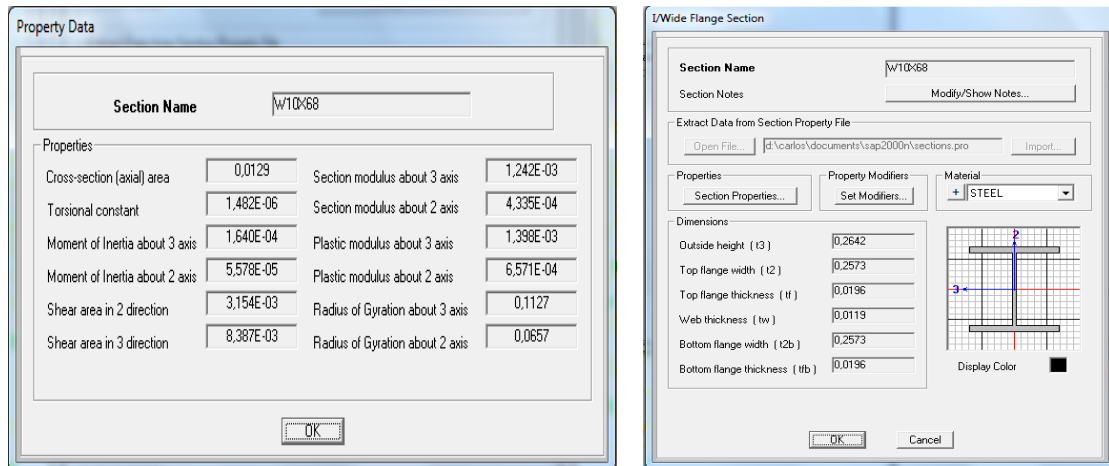


Figura 37. Propiedades sección WF 10X68



Los elementos no presentan esbeltez

RESISTENCIA A LA TENSION

El elemento tipo columna que soportan mayor tensión son los elementos 663, 667, 670 Y 671 con WF 8X40, por consiguiente tenemos:

Figura 38. Resistencia a la tensión columnas

DISEÑO A TENSION	
WF 8X40	$P_n = \phi * A_g * F_y$
$P_n = \phi * A_g * F_y$	$A_e = A_n * U$ 0,0009525
$A_g = 0,008$	$A_n = w * l$ 0,0009525
$F_y = 25000000 \text{ Kg-f/cm}^2$	$w = 0,009525$
$\phi = 0,9$	$l = 0,1$
$P_n = 169830 \text{ kg-f}$	$U = 1$
	$F_u = 40000000 \text{ Kg-f/cm}^2$
	$\phi = 0,75$
	$P_n = 28575 \text{ kg-f}$

Elem 663: 297 kg
 Elem 667: 74,6 kg
 Elem 670: 612,5 kg
 Elem 671: 665,67 kg

Los elementos tipo columnas cumplen a diseño a tensión

El elemento tipo VIGA que soportan mayor tensión son los elem 288, elem 279, elem 249, elem 172, elem 132, elem 129, elem 104, por consiguiente tenemos:

Figura 39. Propiedades sección IPE 180

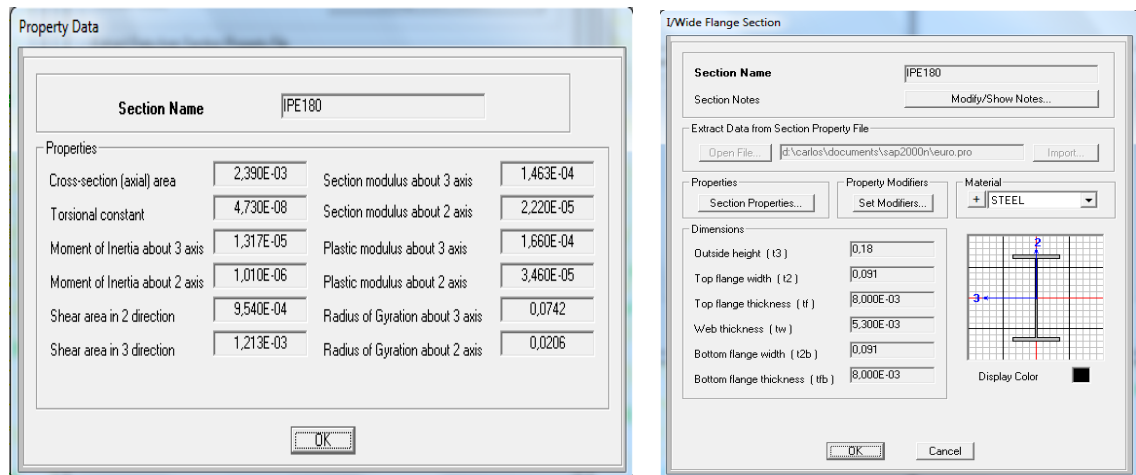


Figura 40. Propiedades sección IPE 200

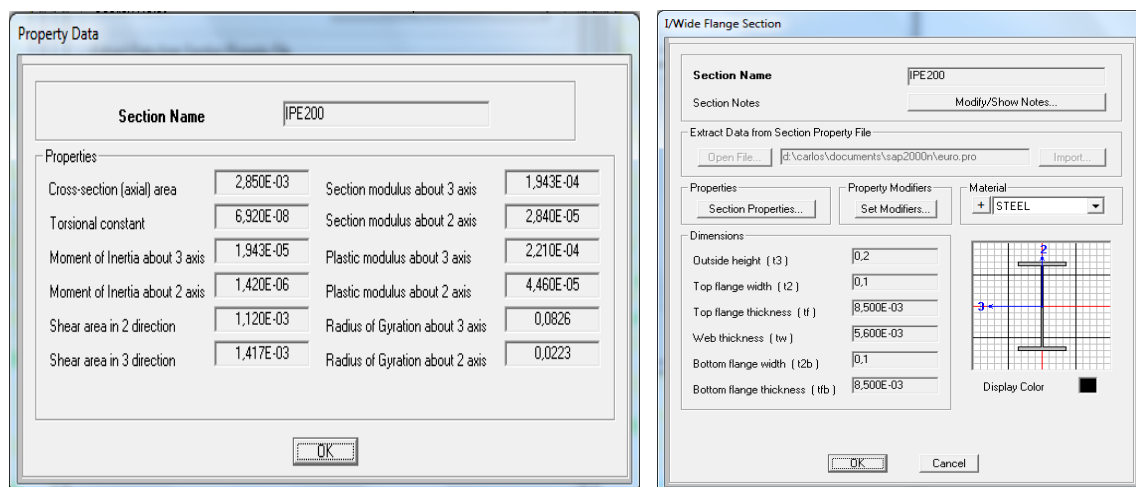


Figura 41. Propiedades sección IPE 220

Property Data

Section Name: IPE220

Properties:

Cross-section (axial) area	3.340E-03	Section modulus about 3 axis	2.520E-04
Torsional constant	9.030E-08	Section modulus about 2 axis	3.727E-05
Moment of Inertia about 3 axis	2.772E-05	Plastic modulus about 3 axis	2.850E-04
Moment of Inertia about 2 axis	2.050E-06	Plastic modulus about 2 axis	5.610E-05
Shear area in 2 direction	1.298E-03	Radius of Gyration about 3 axis	0.0911
Shear area in 3 direction	1.687E-03	Radius of Gyration about 2 axis	0.0248

OK

I/Wide Flange Section

Section Name: IPE220

Section Notes: Modify/Show Notes...

Extract Data from Section Property File

Open File: d:\carlos\documents\sap2000r\veuro.pro Import...

Properties: Section Properties... Property Modifiers: Set Modifiers... Material: + STEEL

Dimensions:

Outside height (h)	0.22
Top flange width (b)	0.11
Top flange thickness (t)	9.200E-03
Web thickness (t _w)	5.900E-03
Bottom flange width (b)	0.11
Bottom flange thickness (t _b)	9.200E-03

Display Color:

OK Cancel

Figura 42. Propiedades sección IPE 270

Property Data

Section Name: IPE270

Properties:

Cross-section (axial) area	4.590E-03	Section modulus about 3 axis	4.289E-04
Torsional constant	1.590E-07	Section modulus about 2 axis	6.222E-05
Moment of Inertia about 3 axis	5.790E-05	Plastic modulus about 3 axis	4.840E-04
Moment of Inertia about 2 axis	4.200E-06	Plastic modulus about 2 axis	9.700E-05
Shear area in 2 direction	1.782E-03	Radius of Gyration about 3 axis	0.1123
Shear area in 3 direction	2.295E-03	Radius of Gyration about 2 axis	0.0302

OK

I/Wide Flange Section

Section Name: IPE270

Section Notes: Modify/Show Notes...

Extract Data from Section Property File

Open File: d:\carlos\documents\sap2000r\veuro.pro Import...

Properties: Section Properties... Property Modifiers: Set Modifiers... Material: + STEEL

Dimensions:

Outside height (h)	0.27
Top flange width (b)	0.135
Top flange thickness (t)	0.0102
Web thickness (t _w)	6.600E-03
Bottom flange width (b)	0.135
Bottom flange thickness (t _b)	0.0102

Display Color:

OK Cancel

Figura 43. Propiedades sección IPE 330

Property Data

Section Name: IPE330

Properties:

Cross-section (axial) area	6,260E-03	Section modulus about 3 axis	7,133E-04
Torsional constant	2,810E-07	Section modulus about 2 axis	9,850E-05
Moment of Inertia about 3 axis	1,177E-04	Plastic modulus about 3 axis	8,040E-04
Moment of Inertia about 2 axis	7,880E-06	Plastic modulus about 2 axis	1,540E-04
Shear area in 2 direction	2,475E-03	Radius of Gyration about 3 axis	0,1371
Shear area in 3 direction	3,067E-03	Radius of Gyration about 2 axis	0,0355

OK

I/Wide Flange Section

Section Name: IPE330

Section Notes: Modify/Show Notes...

Extract Data from Section Property File

Open File: d:\carlos\documents\sap2000\neuro.pro Import...

Properties: Section Properties... Property Modifiers: Set Modifiers... Material: + STEEL

Dimensions:

Outside height (t3)	0,33
Top flange width (t2)	0,16
Top flange thickness (tf)	0,0115
Web thickness (tw)	7,500E-03
Bottom flange width (t2b)	0,16
Bottom flange thickness (tfb)	0,0115

Display Color:

OK Cancel

Figura 44. Propiedades sección IPE 360

Property Data

Section Name: IPE360

Properties:

Cross-section (axial) area	7,270E-03	Section modulus about 3 axis	9,039E-04
Torsional constant	3,740E-07	Section modulus about 2 axis	1,227E-04
Moment of Inertia about 3 axis	1,627E-04	Plastic modulus about 3 axis	1,019E-03
Moment of Inertia about 2 axis	1,043E-05	Plastic modulus about 2 axis	1,910E-04
Shear area in 2 direction	2,880E-03	Radius of Gyration about 3 axis	0,1496
Shear area in 3 direction	3,598E-03	Radius of Gyration about 2 axis	0,0379

OK

I/Wide Flange Section

Section Name: IPE360

Section Notes: Modify/Show Notes...

Extract Data from Section Property File

Open File: d:\carlos\documents\sap2000\neuro.pro Import...

Properties: Section Properties... Property Modifiers: Set Modifiers... Material: + STEEL

Dimensions:

Outside height (t3)	0,36
Top flange width (t2)	0,17
Top flange thickness (tf)	0,0127
Web thickness (tw)	8,000E-03
Bottom flange width (t2b)	0,17
Bottom flange thickness (tfb)	0,0127

Display Color:

OK Cancel

Figura 45. Propiedades sección IPE 400

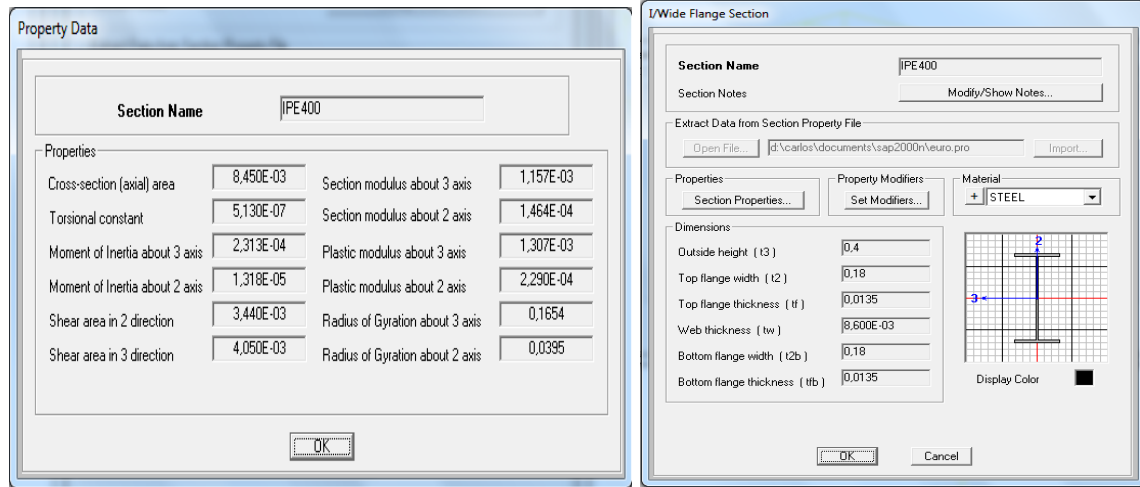


Figura 46. Propiedades sección IPE 450

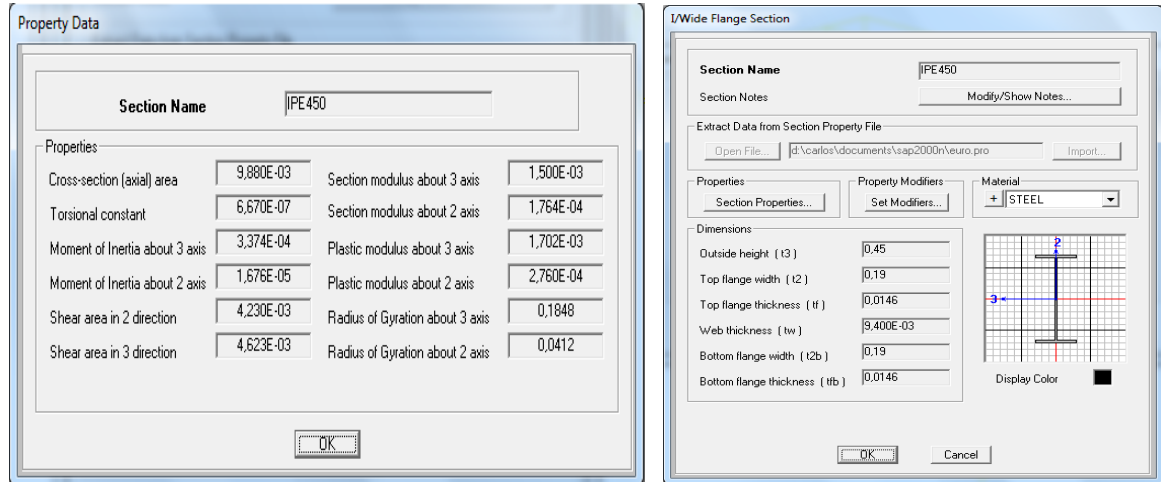


Tabla 30. Diseño a tensión vigas con carga crítica

ELEMENTO	F +	IP	K	L	Rx	Ry	esbeltez x	esbeltez y	Revision	Ag	
ELE288	3028	200	1	1,625	0,0826	0,0223	19,6731	72,8700	ok	ok	0,003
ELEM279	9899	180	1	2,08	0,0742	0,0206	28,0323	100,9709	ok	ok	0,002
ELEM132	1679	360A	1	2,275	0,1506	0,0384	15,1062	59,2448	ok	ok	0,006
ELEM105	1679	360A	1	4,8	0,1506	0,0384	31,8725	125,0000	ok	ok	0,006

Figura 47. Diseño a tensión vigas

DISEÑO A TENSION			
IP180			$P_n = \phi * A_g * F_y$
$P_n = \phi * A_g * F_y$		$A_e = A_n * U$	0,0009525
$A_g = 0,003$		$A_n = w * l$	0,0009525
$F_y = 25000000$	Kg-f/m ²	$w = 0,009525$	
$\phi = 0,9$		$l = 0,1$	
$P_n = 64125$	kg-f	$U = 1$	
		$F_u = 40000000$	Kg-f/cm ²
		$\phi = 0,75$	
		$P_n = 28575$	kg-f

RESISTENCIA A LA COMPRESION

PANDEO POR FLEXION ELEMENTOS NO ESBELTOS – TIPO COLUMNA –

Tabla 31. Pandeo por flexión elementos no esbeltos – tipo columna

WF	K	L	Rx	Ry	esbeltez x	esbeltez y	Revision		Ag	$4,71(E/F_y)^{0.5}$
5X19	1	2,575	0,0326	0,0552	78,99	46,65	ok	ok	0,004	136,509
8X40	1	2,575	0,052	0,0897	49,52	28,71	ok	ok	0,008	136,509
10X45	1	2,575	0,0509	0,1097	50,59	23,47	ok	ok	0,009	136,509
10X54	1	2,575	0,0649	0,1112	39,68	23,16	ok	ok	0,010	136,509
10X68	1	2,575	0,0657	0,1127	39,19	22,85	ok	ok	0,013	136,509
WF	Comprobacion 1		Fe	Comprobacion 2		Fcr	Pn			
5X19	$F_{cr} = (0.658^{F_y/F_e}) * F_y$		95245119,02	$F_{cr} = (0.658^{F_y/F_e}) * F_y$		83529969,38	298536,11			
8X40	$F_{cr} = (0.658^{F_y/F_e}) * F_y$		251506642,40	$F_{cr} = (0.658^{F_y/F_e}) * F_y$		23981231,93	181010,34			
10X45	$F_{cr} = (0.658^{F_y/F_e}) * F_y$		376164518,45	$F_{cr} = (0.658^{F_y/F_e}) * F_y$		24314158,88	208639,80			
10X54	$F_{cr} = (0.658^{F_y/F_e}) * F_y$		386521937,52	$F_{cr} = (0.658^{F_y/F_e}) * F_y$		24332289,32	248189,35			
10X68	$F_{cr} = (0.658^{F_y/F_e}) * F_y$		397020018,68	$F_{cr} = (0.658^{F_y/F_e}) * F_y$		24349713,39	314111,30			

El elemento que mayor esfuerzo a compresión tipo columna es el elem15

(a) Cuando $\frac{KL}{r} \leq 4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ ó $(F_e \geq 0,44F_y)$

$$F_{cr} = [0,658^{F_y/F_e}] F_y$$

(b) Cuando $\frac{KL}{r} > 4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ ó ($F_e < 0,44F_y$)

$$F_{cr} = 0,877F_e$$

$$F_e = \frac{\pi^2 * E}{(kL/r)^2}$$

Figura 48. Diseño a compresión columnas

DISEÑO A COMPRESION			
FLEXION ELEMENTOS NO ESBELTOS			
ELEM 15 - WF 10X68			
Pn =Ag*Fcr			
Ag =	0,013		
Fcr =	23134475,06	Kg-f/cm ²	
Pn =	298434,73		
P =	130576,14		Ok, cumple
ELEM 18 - WF 10X54			
Pn =Ag*Fcr			
Ag =	0,010		
Fcr =	23090014,17	Kg-f/cm ²	
Pn =	235518,14		
P =	93953,46		Ok, cumple

PANDEO POR FLEXION ELEMENTOS NO ESBELTOS – TIPO VIGA –

Tabla 32. Pandeo por flexión elementos no esbeltos – tipo viga

IP	K	L	Rx	Ry	esbeltez x	esbeltez y	Revision		Ag	4,71(E/Fy) ^{0.5}
180	1	6,1	0,0206	0,0742	296,12	82,21	ok	ok	0,002	136,509
200	1	6,2	0,0223	0,0826	278,03	75,06	ok	ok	0,003	136,509
220	1	5,1	0,0248	0,0911	205,65	55,98	ok	ok	0,003	136,509
270	1	6,2	0,0302	0,1123	205,30	55,21	ok	ok	0,005	136,509
330	1	5,1	0,0355	0,1371	143,66	37,20	ok	ok	0,006	136,509
360A	1	5,1	0,0384	0,1506	132,81	33,86	ok	ok	0,001	136,509
450A	1	5,1	0,0419	0,1866	121,72	27,33	ok	ok	0,009	136,509

Tabla 32. (Continuación)

IP	Comprobacion 1	Fe	Comprobacion 2	Fcr	Pn
180	$F_{cr}=(0.658^{Fy/Fe}) * F_y$	30666709,60	$F_{cr}=(0.658^{Fy/Fe}) * F_y$	26894704,320	64278,343
200	$F_{cr}=(0.658^{Fy/Fe}) * F_y$	36787117,19	$F_{cr}=(0.658^{Fy/Fe}) * F_y$	18810871,614	53610,984
220	$F_{cr}=(0.658^{Fy/Fe}) * F_y$	66132576,33	$F_{cr}=(0.658^{Fy/Fe}) * F_y$	21341464,193	71280,490
270	$F_{cr}=(0.658^{Fy/Fe}) * F_y$	67997848,83	$F_{cr}=(0.658^{Fy/Fe}) * F_y$	21434293,781	98383,408
330	$F_{cr}=(0.658^{Fy/Fe}) * F_y$	149779921,11	$F_{cr}=(0.658^{Fy/Fe}) * F_y$	23313088,340	145939,933
360A	$F_{cr}=(0.658^{Fy/Fe}) * F_y$	180729327,12	$F_{cr}=(0.658^{Fy/Fe}) * F_y$	23593669,201	15099,948
450A	$F_{cr}=(0.658^{Fy/Fe}) * F_y$	277461012,50	$F_{cr}=(0.658^{Fy/Fe}) * F_y$	24074743,126	205839,054

PANDEO POR TORSION Y PANDEO POR FLEJO TORSION ELEMENTOS NO ESBELTOS – TIPO COLUMNA –

Tabla 33. Pandeo por torsión y pandeo por flexo-torsion elementos no esbeltos

WF	K	L	Rx	Ry	esbeltez x	esbeltez y	Revision		Ag	Fe
5X19	1	2,575	0,0326	0,0552	78,99	46,65	ok	ok	0,004	29731802,58
8X40	1	2,575	0,052	0,0897	49,52	28,71	ok	ok	0,008	24506402,05
10X45	1	2,575	0,0509	0,1097	50,59	23,47	ok	ok	0,009	17005768,69
10X54	1	2,575	0,0649	0,1112	39,68	23,16	ok	ok	0,010	16518518,21
10X68	1	2,575	0,0657	0,1127	39,19	22,85	ok	ok	0,013	14825983,41

WF	ix	Iy	J	Cw	Fcr	Pn
5X19	8,69E-06	6,83E-07	3,54E-08	3,96E-15	26074790,86	93191,30
8X40	3,89E-05	2,84E-06	1,30E-07	3,74E-14	16311904,96	123122,26
10X45	1,63E-04	1,04E-05	3,74E-07	3,14E-13	13511881,40	115945,45
10X54	2,31E-04	1,32E-05	5,13E-07	4,90E-13	13268855,13	135342,32
10X68	3,37E-04	1,68E-05	6,67E-07	7,91E-13	12343186,13	159227,10

$$F_e = \left[\frac{\pi^2 E C_w}{(K_z L)^2} + GJ \right] \frac{1}{I_x + I_y}$$

Figura 49. Diseño a compresión columnas flexo – compresión

DISEÑO A COMPRESION		
FLEXION ELEMENTOS NO ESBELTOS		
ELEM 15 -WF 10X54		
Pn =Ag*Fcr		
Ag =	0,013	
Fcr =	12343186,13	Kg-f/cm ²
Pn =	159227,10	
P =	128649,64	Ok, cumple
ELEM 18 - WF 10X54		
Pn =Ag*Fcr		
Ag =	0,010	
Fcr =	13268855,13	Kg-f/cm ²
Pn =	135342,32	
P =	-96751,97	Ok, cumple

PANDEO POR TORSION Y PANDEO POR FLEXO TORSION ELEMENTOS NO ESBELTOS – TIPO VIGA –

Tabla 34. Pandeo por torsion y pandeo por flexo torsion elementos no esbeltos – tipo viga

P	K	L	Rx	Ry	esbeltez x	esbeltez y	Revision		Ag	Fe
180	1	6,1	0,0206	0,0742	296,12	82,21	ok	ok	0,002	26249941,68
200	1	6,2	0,0223	0,0826	278,03	75,06	ok	ok	0,003	26127425,64
220	1	5,1	0,0248	0,0911	205,65	55,98	ok	ok	0,003	23878439,18
270	1	6,2	0,0302	0,1123	205,30	55,21	ok	ok	0,005	20155907,19
330	1	5,1	0,0355	0,1371	143,66	37,20	ok	ok	0,006	17615027,01
360A	1	5,1	0,0384	0,1506	132,81	33,86	ok	ok	0,001	13948458,61
450A	1	5,1	0,0419	0,1866	121,72	27,33	ok	ok	0,009	11875647,05
IP	lx	ly	J	Cw	Fcr		Pn			
180	1,32E-05	1,01E-06	4,73E-08	3,96E-15	23021198,85		55020,67			
200	1,94E-05	1,42E-06	6,92E-08	3,74E-14	16749800,72		47736,93			
220	2,77E-05	2,05E-06	9,03E-08	3,14E-13	16129765,17		53873,42			
270	5,79E-05	4,20E-06	1,59E-07	4,90E-13	14875785,87		68279,86			
330	1,18E-04	7,88E-06	2,81E-07	1,88E-12	13802521,10		86403,78			
360A	1,45E-04	9,44E-06	2,74E-07	1,88E-12	11807119,61		7556,56			
450A	2,97E-04	1,50E-05	4,71E-07	1,88E-12	10358062,56		88561,43			

El elemento que mayor esfuerzo a compresión tipo viga es el elem162

(a) Cuando $\frac{KL}{r} \leq 4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ ó ($F_e \geq 0,44F_y$)

$$F_{cr} = [0,658^{F_y/F_e}] F_y$$

(b) Cuando $\frac{KL}{r} > 4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ ó ($F_e < 0,44F_y$)

$$F_{cr} = 0,877F_e$$

$$F_e = \frac{\pi^2 * E}{(KL/r)^2}$$

Figura 50. Diseño a compresión vigas flexo – compresión

DISEÑO A COMPRESION		
FLEXION ELEMENTOS NO ESBELTOS		
ELEM 162 - IP 180		
Pn = Ag * Fcr		
Ag =	0,002	
Fcr =	23021198,85	Kg-f/cm ²
Pn =	55020,67	
P =	4142,7	Ok, cumple

DISEÑO DE MIEMBROS FLEXION

PANDEO POR FLEXION ELEMENTOS NO ESBELTOS – TIPO COLUMNA –

Tabla 35. Pandeo por flexión elementos no esbeltos – tipo columna

WF	K	L	Rx	Ry	esbeltez x	esbeltez y	Revision		Ag	Fe
5X19	1	2,58	0,0326	0,0552	78,99	46,65	ok	ok	0,004	24506402,05
8X40	1	2,58	0,052	0,0897	49,52	28,71	ok	ok	0,008	17005768,69
10X45	1	2,58	0,0509	0,1097	50,59	23,47	ok	ok	0,009	16518518,21
10X54	1	2,58	0,0649	0,1112	39,68	23,16	ok	ok	0,010	14825983,41
10X68	1	2,58	0,0657	0,1127	39,19	22,85	ok	ok	0,013	13874640,33

Tabla 35. (Continuación)

F	Ix	Iy	J	Cw	Fcr	Pn	ho	Sx		
5X19	3,89E-05	2,84E-06	1,30E-07	3,74E-14	16311904,96	58298,75	0,13	3,243E-04		
8X40	1,63E-04	1,04E-05	3,74E-07	3,14E-13	13511881,40	101987,68	0,21	9,039E-04		
10X45	2,31E-04	1,32E-05	5,13E-07	4,90E-13	13268855,13	113860,05	0,26	1,157E-03		
10X54	3,37E-04	1,68E-05	6,67E-07	7,91E-13	12343186,13	125900,50	0,26	1,500E-03		
10X68	6,71E-04	2,67E-05	1,23E-06	1,88E-12	11760088,93	151705,15	0,26	2,441E-03		
WF	rts ²	Rts	c	Lr	Lp	Lb	Lb< =Lp	Zx	Mn	M
5X19	5,736E-04	2,395E-02	1,00	6,978E+13	2,816	2,575	NO PANDEO TORSIONAL	3,670E-04	9175,00	1264,00
8X40	1,212E-03	3,481E-02	1,00	1,258E+14	4,576	2,575	NO PANDEO TORSIONAL	1,910E-03	47750,00	1991,00
10X45	1,464E-03	3,826E-02	1,00	1,459E+14	5,596	2,575	NO PANDEO TORSIONAL	1,307E-03	32675,00	3387,00
10X54	1,430E-03	3,782E-02	1,00	1,428E+14	5,672	2,575	NO PANDEO TORSIONAL	1,720E-03	43000,00	4608,00
10X68	1,443E-03	3,798E-02	1,00	1,483E+14	5,749	2,575	NO PANDEO TORSIONAL	2,787E-03	69675,00	6615,00

Las secciones propuestas para columna cumplen.

DISEÑO DE MIEMBROS FLEXION

PANDEO POR FLEXION ELEMENTOS NO ESBELTOS – TIPO VIGA -

Tabla 36. Pandeo por flexión elementos no esbeltos – tipo viga

IPE	Ix	Iy	J	Cw	Fcr	Pn	ho	Sx
180	1,37E-05	1,01E-06	4,37E-08	3,96E-15	20509967,90	49018,82	0,09	1,086E-04
200	1,94E-05	1,42E-06	6,92E-08	3,74E-14	16749802,89	47736,94	0,10	3,243E-04
220	2,77E-05	2,05E-06	9,03E-08	3,14E-13	16129766,19	53873,42	0,11	9,039E-04
270	5,79E-05	4,20E-06	1,59E-07	4,90E-13	14875827,00	68280,05	0,14	1,157E-03
330	1,17E-04	7,88E-06	2,81E-07	7,91E-13	13848288,33	86690,28	0,17	1,500E-03
360A	1,45E-04	9,44E-06	2,74E-07	1,88E-12	11807117,49	75565,55	0,18	2,441E-03
450A	2,97E-04	1,50E-05	4,71E-07	1,88E-12	10358061,29	88561,42	0,23	2,441E-03

Tabla 36. (Continuación)

IPE	K	L	Rx	Ry	esbeltez x	esbeltez y	Revision		Ag	Fe
180	1	1,93	0,0206	0,0742	93,45	25,94	ok	ok	2,390E-03	23386508,44
200	1	3,2	0,0223	0,0826	143,50	38,74	ok	ok	2,850E-03	26127434,11
220	1	4,8	0,0248	0,0911	193,55	52,69	ok	ok	3,340E-03	23878442,63
270	1	2,08	0,0302	0,1123	68,71	18,48	ok	ok	4,590E-03	20156014,55
330	1	5,4	0,0355	0,1371	152,11	39,39	ok	ok	6,260E-03	17713742,01
360A	1	5,4	0,0384	0,1506	140,63	35,86	ok	ok	6,400E-03	13948455,27
450A	1	5,4	0,0419	0,1866	128,88	28,94	ok	ok	8,550E-03	11875645,39

IPE	rts ²	rts	c	Lr	Lp	Lb	Lb < =Lp	Zx	Mn	M
180	4,185E-04	2,046E-02	1,00	5,973E+13	3,785	2,575	NO PANDEO TORSIONAL	1,240E-04	3100,00	1615,00
200	2,189E-04	1,480E-02	1,00	2,333E+13	4,213	2,575	NO PANDEO TORSIONAL	3,670E-04	9175,00	2528,50
220	1,247E-04	1,117E-02	1,00	1,068E+13	4,647	2,575	NO PANDEO TORSIONAL	1,910E-03	47750,00	3572,00
270	2,450E-04	1,565E-02	1,00	2,145E+13	5,728	2,575	NO PANDEO TORSIONAL	1,307E-03	32675,00	4186,00
330	4,334E-04	2,082E-02	1,00	3,880E+13	6,993	2,575	NO PANDEO TORSIONAL	1,720E-03	43000,00	11557,00
360A	3,481E-04	1,866E-02	1,00	2,815E+13	7,682	2,575	NO PANDEO TORSIONAL	2,787E-03	69675,00	11779,00
450A	6,922E-04	2,631E-02	1,00	5,870E+13	9,518	2,575	NO PANDEO TORSIONAL	2,787E-03	69675,00	5590,00

Las secciones propuestas para columna cumplen.

CONEXIONES

Tabla 37. Diseño de conexiones

TENSION	9898,15	ELEM279
CORTANTE	12387,05	ELEM58
E =	21000000000	
Fy =	25000000	
Fu =	40000000	
G =	7872207520	

Tabla 37. (Continuación)

TOMAMOS PERNOS DE 5/8"			TOMAMOS PERNOS DE 1/2"		
A tension			A tension		
Ab =	0,000396		Ab =	0,000253	
ϕ_t	0,75		ϕ_t	0,75	
Fny=	620	Mpa	Fny=	620	Mpa
Rn =	18407,7326	ok	Rn =	11780,9489	ok
A cortante			A cortante		
Plano cortante no atraviesa la rosca			Plano cortante no atraviesa la rosca		
ϕ_t	0,75		ϕ_t	0,75	
Fu	825	Mpa	Fu	825	Mpa
Ab	0,000396		Ab	0,000253	
m=	1		m=	1	
Rn =	24494,1604	ok	Rn =	15676,2626	ok

Para pernos de 1/2" se tiene, dos filas de dos pernos, para determinar las dimensiones de la platina:

$$4 * (1/2") * 2,5 = 0,127 \text{ m}$$

Las dimensiones mínimas para la platina será 0,13x0,13 m.

Se realiza el chequeo a tensión y a cortante determinando que con un solo perno resiste, entonces para las conexiones columna-viga.

SOLDADURA

Soldadura de cordón menor o igual a 3/8"

Diseño de la soldadura $\phi R_n = 0.75 * \cos 45^\circ * D * L * 0.60 * F_{EXX}$

$F_{exx} = 480 \text{ Mpa}$

5. ANÁLISIS DE COSTOS

Para poder determinar correctamente cual estructura es más favorable para la construcción, es importante realizar un presupuesto con los respectivos análisis de precios unitarios donde se establezcan los materiales, equipo y mano de obra apropiados para cada tipo de estructura, aunque no es la única forma de llegar a una determinación entre la elección entre las los dos tipos de estructura, también se debe tener en cuenta aspectos tales como funcionalidad, durabilidad, tiempo de construcción y mantenimiento, que en conjunto nos pueden ofrecer un sin número de características importantes para tomar una decisión final.

En la “Tabla 38” que se muestra a continuación, se puede observar una comparación de características económicas de los dos tipos de estructuras.

Tabla 38. Comparación de aspectos financieros. [7]

CONCRETO REFORZADO	ACERO ESTRUCTURAL
El costo en la mano de obra no está relacionado con especialización, es decir, la mano de obra es no calificada.	El costo asociado con mano de obra está relacionado con la especialización, es decir, debe ser personal formado técnicamente.
La mano obra calificada es ofrecida en el mercado laboral generalmente.	La mano de obra por ser especializada es necesario buscarla.
Con relación al efecto del medio ambiente se debe tener cuidados con el acero de refuerzo.	El material utilizado es más susceptible a la acción del medio ambiente.
El costo del material utilizado es el resultado de la interacción de insumos ofrecidos en el mercado en abundancia.	El costo del material es producto del mercado externo controlado por oferta y demanda ajena.
Los costos de inversión al inicio de la ejecución son determinantes en obra.	Costos de inversión y operacionales ayudan a tomar la decisión.
El costo del transporte es negociable por ser de libre oferta.	Requiere transporte especializado por su carácter técnico de diseño y longitud de los perfiles.
La calidad del material impone relaciones altas entre longitudes de las piezas y su sección transversal.	La mejor calidad permite obtener menores relaciones entre longitud y la sección.
El tiempo de construcción es más largo por ser fruto de varias etapas.	El tiempo es menor por su fácil aplicación en la obra.
Aumenta costos en mano de obra por requerir más tiempo.	Los costos en mano de obra con relación al tiempo son menores.

Tabla 38. (Continuación)

CONCRETO REFORZADO	ACERO ESTRUCTURAL
Se debe realizar limpieza en la obra constantemente.	El método de construcción es muy limpio.
Difícilmente se puede reciclar al finalizar su vida útil	Es muy reciclable sin pérdida de calidad. (40% de la producción mundial es a partir de chatarra) [4]
La arquitectura es un poco limitada en cuanto a espaciamiento debido a las luces que se pueden manejar.	La arquitectura se basa en la exposición de la estructura en todas sus formas dando una apariencia de modernidad y favoreciéndose por las grandes luces que manejan.

Teniendo el diseño estructural tanto de concreto reforzado como de acero estructural, se procedió a hacer el análisis de costos de los elementos estructurales de la edificación, mediante el análisis de precios unitarios de las actividades expuestas en el presupuesto de cada una de las estructuras.

5.1 PRESUPUESTO ESTRUCTURA EN CONCRETO REFORZADO

Tabla 39. Presupuesto estructura en concreto reforzado

ANÁLISIS DE UNA EDIFICACIÓN EN ACERO ESTRUCTURAL Y CONCRETO REFORZADO PARA ESTABLECER UNA COMPARACIÓN TÉCNICA Y PRESUPUESTAL CON BASE EN LA NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO-RESISTENTE (NSR-10)					
PRESUPUESTO ESTRUCTURA EN CONCRETO REFORZADO					
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	CIMENTACIÓN				
1,1	CONCRETO CICLÓPEO, 2500 PSI	m3	74,1	\$ 296.480,61	\$ 21.969.213,20
1,2	CONCRETO DE LIMPIEZA E= 5 CM	m2	30,1	\$ 27.907,50	\$ 840.015,75
1,3	CONCRETO DE 3000 PSI PARA ZAPATAS	m3	96,9	\$ 527.327,38	\$ 51.098.023,12
1,4	CONCRETO DE 3000 PSI PARA VIGAS DE CIMENTACIÓN	m3	43,5	\$ 497.902,38	\$ 21.658.753,53
1,5	PLACA DE CONTRAPISO E=8 CM	m2	326,3	\$ 58.316,75	\$ 19.028.754,87
2	ESTRUCTURA				
2,1	COLUMNAS EN CONCRETO DE 3000 PSI	m3	91,0	\$ 555.224,88	\$ 50.547.673,08
2,2	VIGAS EN CONCRETO DE 3000 PSI	m3	121,9	\$ 538.314,88	\$ 65.620.583,87
2,3	PLACA ALIGERADA ENTREPISO E=35 CM	m2	1524	\$ 173.173,72	\$ 263.916.756,14
3	ACERO DE REFUERZO				
3,1	ACERO DE REFUERZO, 60000 PSI = 420 MPA	kg	44340	\$ 4.607,99	\$ 204.318.121,41
COSTO TOTAL					\$ 698.997.894,97

En la “Tabla 39” se observa el presupuesto detallado de la estructura en concreto, dando como resultado un costo total de seiscientos noventa y ocho millones novecientos noventa y siete mil ochocientos noventa y cuatro pesos con noventa y siete centavos M/CTE (\$698.997.894,97).

5.2 PRESUPUESTO ESTRUCTURA EN ACERO ESTRUCTURAL

Tabla 40. Presupuesto estructura en acero estructural

ANÁLISIS DE UNA EDIFICACIÓN EN ACERO ESTRUCTURAL Y CONCRETO REFORZADO PARA ESTABLECER UNA COMPARACIÓN TÉCNICA Y PRESUPUESTAL CON BASE EN LA NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO-RESISTENTE (NSR-10)					
PRESUPUESTO ESTRUCTURA EN ACERO ESTRUCTURAL					
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	CIMENTACIÓN				
1,1	CONCRETO CICLÓPEO, 2500 PSI	m3	74,1	\$ 296.480,61	\$ 21.969.213,20
1,2	CONCRETO DE LIMPIEZA E= 5 CM	m2	30,1	\$ 27.907,50	\$ 840.015,75
1,3	CONCRETO DE 3000 PSI PARA ZAPATAS	m3	96,9	\$ 527.327,38	\$ 51.098.023,12
1,4	CONCRETO DE 3000 PSI PARA VIGAS DE CIMENTACIÓN	m3	43,5	\$ 497.902,38	\$ 21.658.753,53
1,5	PLACA DE CONTRAPISO E=8 CM	m2	326,3	\$ 58.316,75	\$ 19.028.754,87
2	ESTRUCTURA				
2,1	ACERO EN COLUMNAS A-36	kg	30253,3	\$ 4.288,92	\$ 129.754.024,61
2,2	ACERO EN VIGAS A-36	kg	42897,8	\$ 4.288,92	\$ 183.985.086,55
2,3	LOSA METALDECK CON LÁMINA COLABORANTE	m2	1524	\$ 89.285,64	\$ 136.071.315,36
2,4	PLACA DE ANCLAJE DE ACERO A-36 EN PERFIL PLANO	kg	2544	\$ 26.281,34	\$ 66.859.728,96
2,5	PLATINA ACERO A-36	kg	697,08	\$ 26.281,34	\$ 18.320.196,49
2,6	CONEXIONES	und	420,00	\$ 40.282,25	\$ 16.918.545,00
3	ACERO DE REFUERZO				
3,1	ACERO DE REFUERZO, 60000 PSI = 420 MPA	kg	6911,9	\$ 4.607,99	\$ 31.849.941,89
COSTO TOTAL					\$ 698.353.599,33

Se puede observar en la “Tabla 40” el presupuesto detallado de la estructura en acero, la cual genera un costo total de seiscientos noventa y ocho millones trescientos cincuenta y tres mil quinientos noventa y nueve pesos con treinta y tres centavos M/CTE (\$698.353.599,33)

5.3 ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS

Al realizar la comparación de los valores de los presupuestos de la edificación en concreto y acero se observa claramente que la estructura en concreto reforzado

presenta un mayor costo, en este caso el porcentaje de se ve representado en un incremento del 0,09%, lo que corresponde a seiscientos cuarenta y cuatro mil doscientos noventa y cinco pesos con sesenta y cuatro centavos (\$644.295,64).

Otros aspectos relevantes que claramente se deben tener en cuenta son el tiempo de armado, el cual es mayor en la estructura de concreto reforzado comparado con la estructura de acero que se puede construir en menor tiempo, y la mano de obra, ya que en la estructura de acero debe ser altamente calificada.

CONCLUSIONES

- La estructura de acero presenta una clara ventaja frente a la de concreto reforzado por su funcionalidad generando seguridad, un diseño más detallado y espacio.
- La estructura de concreto presenta ventajas en cuanto a la resistencia a temperaturas altas.
- Las estructuras de acero requieren de riostras diagonales para minimizar el desplazamiento de la estructura.
- La estructura de acero aunque presente costos de inversión altos, puede ser la menos costosa a largo plazo, debido a sus características de facilidad en el armado, generando un menor tiempo de construcción.
- Aunque es más fácil acceder a los materiales para la preparación del concreto, actualmente Colombia ha tenido un avance en la fabricación de perfiles metálicos ya se pueden encontrar más fácil en el mercado.
- El acero requiere un mantenimiento inicial para la protección contra el fuego y la corrosión, además de un mantenimiento programado para controlar el estado de las conexiones y la efectividad del tratamiento inicial.
- Como se observó en el desarrollo del documento la estructura de acero es la más económica y ofrece las mismas características en cuanto a durabilidad comparada con la de concreto reforzado.
- Aunque la diferencia en cuanto a costo no es muy significativa, se puede decir que la mejor decisión en este caso particular por el precio es construir la estructura en acero estructural.

CITAS

- [1] Gerdau México. ¿Acero o Concreto?: <http://noticias.arquired.com.mx/shwArt.ared?idArt=1079> [citado 26 de Julio de 2014].
- [2] OSORIO, Jesús David. “Historia del cemento y del concreto”. 360° en concreto: <http://360gradosblog.com/index.php/historia-del-concreto/> [citado 26 de Julio de 2014].
- [3] Asociación Colombiana de Productores de Concreto, Asocreto. La Construcción del Concreto en Colombia. Edición Diciembre de 2006.
- [4] Encuentro Internacional del acero en Colombia. Historia del acero: <http://www.fedestructurasvalle.com.co/eventos/eac/presentacion/historia-del-acero> [citado 3 de Agosto de 2014].
- [5] LÓPEZ GÓMEZ, José Cruz. “Características del concreto y acero”. Universidad del Valle de México.
- [6] Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, Ingeniería Estructural I, Acero Estructural: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4080020/Lecciones/Capitulo%203/ACERO%20ESTRUCTURAL.htm> [citado 8 de Agosto de 2014].
- [7] ROJAS M, ARENAS J. “COMPARACIÓN TÉCNICO-FINANCIERA DEL ACERO ESTRUCTURAL Y EL HORMIGÓN ARMADO”. Dyna, Nro.155, Medellín, Julio del 2008, pp 47-56.
- [8] SAP2000 (Versión 14) [Software]. Computers & Structures, INC. <http://www.csiamerica.com/products/sap2000>

BIBLIOGRAFÍA

ARTHUR H. Nilson. Diseño de Estructuras de Concreto. Duodécima edición. Santafé de Bogotá: Mc Graw Hill, 2001

CAMARA COLOMBIANA DE LA CONSTRUCCION. Reglamento Colombiano de Diseño y Construcción Sismo Resistente. NSR-10. Bogotá: CAMACOL, 2012

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 400 (19 de Agosto de 1997) Po la cual se adoptan normas sobre construcciones sismo resistentes. Diario Oficial. Bogota, 1997.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 926 (19 Marzo 2010). Por el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismo resistentes NSR-10. Bogota: El Ministerio, 2010.

ROJAS M. y ARENAS J. Comparación técnico-financiera del acero estructural y el hormigón armado. En: Dyna. Julio, 2008, N°155. p 47-56.

SRIRAMULU, Vinnakota. Estructuras de Acero: Comportamiento y LRFD. Primera Edición. Santafé de Bogota: Mc Graw Hill, 2006

ANEXOS

Anexo A. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS CONCRETO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (COSTOS DIRECTOS)				
PROYECTO:		EDIFICIO CARLOS HERRERA		
ITEM No.:				
ACTIVIDAD:		CONCRETO 2000 PSI		
UNIDAD DE MEDIDA:		M3		
A - COSTOS DIRECTOS				
I - MATERIALES				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Agua	L	150,00	\$ 200	\$ 30.000,00
Arena lavada de río	m3	0,55	\$ 62.000	\$ 34.100,00
Cemento gris	Kg	230,00	\$ 550	\$ 126.500,00
Triturado 3/4"	m3	0,92	\$ 75.000	\$ 69.000,00
				\$ -
Desperdicio	%		5%	\$ 12.980,00
			SUBTOTAL I	272.580,00
II - MANO DE OBRA				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Oficial	h	3,00	\$ 4.500	\$ 13.500,00
Ayudante 4	h	3,00	\$ 3.100	\$ 37.200,00
				\$ -
			SUBTOTAL II	50.700,00
III - EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCIÓN DEL HERRAMIENTAS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Herramienta Menor (10% Mano de Obra)	%	10%	\$ 50.700	\$ 5.070,00
Mezcladora	h	1,00	\$ 1.450	\$ 1.450,00
				\$ -
			SUBTOTAL III	6.520,00
IV - TRANSPORTE				
DESCRIPCION DEL EQUIPO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL IV	0,00
TOTAL COSTO DIRECTO UNITARIO (I + II + III + IV)				\$ 329.800,00

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (COSTOS DIRECTOS)				
PROYECTO:	EDIFICIO CARLOS HERRERA			
ITEM No.:				
ACTIVIDAD:	CONCRETO 2500 PSI			
UNIDAD DE MEDIDA:	M3			
A - COSTOS DIRECTOS				
I - MATERIALES				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Agua	L	150,00	\$ 200	\$ 30.000,00
Arena lavada de río	m3	0,52	\$ 62.000	\$ 32.240,00
Cemento gris	Kg	260,00	\$ 550	\$ 143.000,00
Triturado 3/4"	m3	0,94	\$ 75.000	\$ 70.500,00
				\$ -
Desperdicio	%		5%	\$ 13.787,00
			SUBTOTAL I	289.527,00
II - MANO DE OBRA				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Oficial	h	3,00	\$ 4.500	\$ 13.500,00
Ayudante 4	h	3,00	\$ 3.100	\$ 37.200,00
				\$ -
			SUBTOTAL II	50.700,00
III - EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCIÓN DEL HERRAMIENTAS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Herramienta Menor (10% Mano de Obra)	%	0,10	\$ 50.700	\$ 5.070,00
Mezcladora	hr	1,00	\$ 1.450,00	\$ 1.450,00
				\$ -
			SUBTOTAL III	6.520,00
IV - TRANSPORTE				
DESCRIPCION DEL EQUIPO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL IV	0,00
TOTAL COSTO DIRECTO UNITARIO (I + II + III + IV)				\$ 346.747,00

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (COSTOS DIRECTOS)				
PROYECTO:	EDIFICIO CARLOS HERRERA			
ITEM No.:				
ACTIVIDAD:	CONCRETO 3000 PSI			
UNIDAD DE MEDIDA:	M3			
A - COSTOS DIRECTOS				
I - MATERIALES				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Agua	L	170,00	\$ 200	\$ 34.000,00
Arena lavada de río	m3	0,52	\$ 62.000	\$ 32.240,00
Cemento gris	Kg	320,00	\$ 550	\$ 176.000,00
Triturado 3/4"	m3	0,90	\$ 75.000	\$ 67.500,00
Desperdicio	%		5%	\$ 15.487,00
			SUBTOTAL I	325.227,00
II - MANO DE OBRA				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Oficial	h	3,00	\$ 4.500	\$ 13.500,00
Ayudante 4	h	3,00	\$ 3.100	\$ 37.200,00
				\$ -
			SUBTOTAL II	50.700,00
III - EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCIÓN DEL HERRAMIENTAS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Herramienta Menor (10% Mano de Obra)	%	0,10	\$ 50.700	\$ 5.070,00
Mezcladora	hr	1,00	\$ 1.450,00	\$ 1.450,00
				\$ -
			SUBTOTAL III	6.520,00
IV - TRANSPORTE				
DESCRIPCION DEL EQUIPO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL IV	0,00
TOTAL COSTO DIRECTO UNITARIO (I + II + III + IV)				\$ 382.447,00

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (COSTOS DIRECTOS)				
PROYECTO:	EDIFICIO CARLOS HERRERA			
ITEM No.:	1,1			
ACTIVIDAD:	CONCRETO CICLÓPEO, 2500 PSI			
UNIDAD DE MEDIDA:	m3			
A - COSTOS DIRECTOS				
I - MATERIALES				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Concreto 2500 PSI	m3	0,60	\$ 346.747	\$ 208.048,20
Piedra rajón	m3	0,40	\$ 53.000	\$ 21.200,00
				\$ -
				\$ -
				\$ -
Desperdicio	%		5%	\$ 11.462,41
			SUBTOTAL I	240.710,61
II - MANO DE OBRA				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Oficial	h	3,00	\$ 4.500	\$ 13.500,00
Ayudante 4	h	3,00	\$ 3.100	\$ 37.200,00
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL II	50.700,00
III - EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCIÓN DEL HERRAMIENTAS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Herramienta Menor (10% Mano de Obra)	%	0,10	\$ 50.700	\$ 5.070,00
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL III	5.070,00
IV - TRANSPORTE				
DESCRIPCION DEL EQUIPO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
				\$ -
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL IV	0,00
TOTAL COSTO DIRECTO UNITARIO (I + II + III + IV)				\$ 296.480,61

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (COSTOS DIRECTOS)				
PROYECTO:	EDIFICIO CARLOS HERRERA			
ITEM No.:	1,2			
ACTIVIDAD:	CONCRETO DE LIMPIEZA E= 5 CM			
UNIDAD DE MEDIDA:	m2			
A - COSTOS DIRECTOS				
I - MATERIALES				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Concreto de 2000 PSI	m2	0,05	\$ 329.800	\$ 16.490,00
Desperdicio	%		5%	\$ 824,50
			SUBTOTAL I	17.314,50
II - MANO DE OBRA				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Oficial	h	0,90	\$ 4.500	\$ 4.050,00
Ayudante 2	h	0,90	\$ 3.100	\$ 5.580,00
				\$ -
			SUBTOTAL II	9.630,00
III - EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCIÓN DEL HERRAMIENTAS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Herramienta Menor (10% Mano de Obra)	%	0,10	\$ 9.630	\$ 963,00
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL III	963,00
IV - TRANSPORTE				
DESCRIPCION DEL EQUIPO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL IV	0,00
TOTAL COSTO DIRECTO UNITARIO (I + II + III + IV)				\$ 27.907,50

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (COSTOS DIRECTOS)				
PROYECTO:	EDIFICIO CARLOS HERRERA			
ITEM No.:	1,3			
ACTIVIDAD:	CONCRETO DE 3000 PSI PARA ZAPATAS			
UNIDAD DE MEDIDA:	m3			
A - COSTOS DIRECTOS				
I - MATERIALES				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Concreto de 3000 PSI	m3	1,00	\$ 382.447	\$ 382.447,00
larguero comun	m	3,00	\$ 3.500	\$ 10.500,00
puntillas con cabeza	Lb	0,10	\$ 2.636	\$ 263,60
Tablon ordinario	m	3,00	\$ 7.400	\$ 22.200,00
vara	m	0,50	\$ 36.050	\$ 18.025,00
				\$ -
Desperdicio	%		5%	\$ 21.671,78
			SUBTOTAL I	455.107,38
II - MANO DE OBRA				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Oficial	h	6,00	\$ 4.500	\$ 27.000,00
Ayudante 2	h	6,00	\$ 3.100	\$ 37.200,00
				\$ -
			SUBTOTAL II	64.200,00
III - EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCIÓN DEL HERRAMIENTAS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Herramienta Menor (10% Mano de Obra)	%	0,10	\$ 64.200	\$ 6.420,00
vibrador	Dia	0,04	\$ 40.000	\$ 1.600,00
				\$ -
			SUBTOTAL III	8.020,00
IV - TRANSPORTE				
DESCRIPCION DEL EQUIPO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL IV	0,00
TOTAL COSTO DIRECTO UNITARIO (I + II + III + IV)				\$ 527.327,38

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (COSTOS DIRECTOS)				
PROYECTO:	EDIFICIO CARLOS HERRERA			
ITEM No.:	1,4			
ACTIVIDAD:	CONCRETO DE 3000 PSI PARA VIGAS DE CIMENTACIÓN			
UNIDAD DE MEDIDA:	m3			
A - COSTOS DIRECTOS				
I - MATERIALES				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Concreto de 3000 PSI	m3	1,00	\$ 382.447	\$ 382.447,00
largoero comun	m	3,00	\$ 3.500	\$ 10.500,00
puntillas con cabeza	Lb	0,10	\$ 2.636	\$ 263,60
Tablon ordinario	m	3,00	\$ 7.400	\$ 22.200,00
vara	m	0,50	\$ 36.050	\$ 18.025,00
				\$ -
Desperdicio	%		5%	\$ 21.671,78
			SUBTOTAL I	455.107,38
II - MANO DE OBRA				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Oficial	h	3,50	\$ 4.500	\$ 15.750,00
Ayudante 2	h	3,50	\$ 3.100	\$ 21.700,00
				\$ -
			SUBTOTAL II	37.450,00
III - EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCIÓN DEL HERRAMIENTAS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Herramienta Menor (10% Mano de Obra)	%	0,10	\$ 37.450	\$ 3.745,00
vibrador	Dia	0,04	\$ 40.000	\$ 1.600,00
				\$ -
			SUBTOTAL III	5.345,00
IV - TRANSPORTE				
DESCRIPCION DEL EQUIPO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL IV	0,00
TOTAL COSTO DIRECTO UNITARIO (I + II + III + IV)				\$ 497.902,38

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (COSTOS DIRECTOS)				
PROYECTO:	EDIFICIO CARLOS HERRERA			
ITEM No.:	1,5			
ACTIVIDAD:	PLACA DE CONTRAPISO E=8 CM			
UNIDAD DE MEDIDA:	m2			
A - COSTOS DIRECTOS				
I - MATERIALES				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Concreto de 2500 PSI	m3	0,08	\$ 346.747	\$ 27.739,76
malla electrosoldada	m2	1,00	\$ 5.000	\$ 5.000,00
Desperdicio	%		5%	\$ 1.636,99
			SUBTOTAL I	34.376,75
II - MANO DE OBRA				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Oficial	h	2,00	\$ 4.500	\$ 9.000,00
Ayudante 2	h	2,00	\$ 3.100	\$ 12.400,00
				\$ -
			SUBTOTAL II	21.400,00
III - EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCIÓN DEL HERRAMIENTAS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Herramienta Menor (10% Mano de Obra)	%	0,10	\$ 21.400	\$ 2.140,00
vibrador	Día	0,01	\$ 40.000	\$ 400,00
				\$ -
			SUBTOTAL III	2.540,00
IV - TRANSPORTE				
DESCRIPCION DEL EQUIPO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL IV	0,00
TOTAL COSTO DIRECTO UNITARIO (I + II + III + IV)			\$	58.316,75

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (COSTOS DIRECTOS)				
PROYECTO:	EDIFICIO CARLOS HERRERA			
ITEM No.:	2,1			
ACTIVIDAD:	COLUMNAS EN CONCRETO DE 3000 PSI			
UNIDAD DE MEDIDA:	m3			
A - COSTOS DIRECTOS				
I - MATERIALES				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Concreto de 3000 PSI	m3	1,00	\$ 382.447	\$ 382.447,00
largoero comun	m	3,00	\$ 3.500	\$ 10.500,00
puntillas con cabeza	Lb	0,10	\$ 2.636	\$ 263,60
Tablon ordinario	m	3,00	\$ 7.400	\$ 22.200,00
vara	m	0,50	\$ 36.050	\$ 18.025,00
ACPM (Desmoldante)	gal	0,50	\$ 8.300	\$ 4.150,00
				\$ -
Desperdicio	%		5%	\$ 21.879,28
			SUBTOTAL I	459.464,88
II - MANO DE OBRA				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Oficial	h	8,00	\$ 4.500	\$ 36.000,00
Ayudante 2	h	8,00	\$ 3.100	\$ 49.600,00
				\$ -
			SUBTOTAL II	85.600,00
III - EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCIÓN DEL HERRAMIENTAS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Herramienta Menor (10% Mano de Obra)	%	0,10	\$ 85.600	\$ 8.560,00
vibrador	Dia	0,04	\$ 40.000	\$ 1.600,00
				\$ -
			SUBTOTAL III	10.160,00
IV - TRANSPORTE				
DESCRIPCION DEL EQUIPO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL IV	0,00
TOTAL COSTO DIRECTO UNITARIO (I + II + III + IV)				\$ 555.224,88

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (COSTOS DIRECTOS)				
PROYECTO:	EDIFICIO CARLOS HERRERA			
ITEM No.:	2,2			
ACTIVIDAD:	VIGAS EN CONCRETO DE 3000 PSI			
UNIDAD DE MEDIDA:	m3			
A - COSTOS DIRECTOS				
I - MATERIALES				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Concreto de 3000 PSI	m3	1,00	\$ 382.447	\$ 382.447,00
larguero comun	m	3,00	\$ 3.500	\$ 10.500,00
puntillas con cabeza	Lb	0,10	\$ 2.636	\$ 263,60
Tablon ordinario	m	3,00	\$ 7.400	\$ 22.200,00
vara	m	0,50	\$ 36.050	\$ 18.025,00
ACPM (Desmoldante)	gal	0,50	\$ 8.300	\$ 4.150,00
Desperdicio	%		5%	\$ 21.879,28
			SUBTOTAL I	459.464,88
II - MANO DE OBRA				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Oficial	h	5,00	\$ 4.500	\$ 22.500,00
Ayudante 2	h	5,00	\$ 3.100	\$ 31.000,00
				\$ -
			SUBTOTAL II	53.500,00
III - EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCIÓN DEL HERRAMIENTAS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Herramienta Menor (10% Mano de Obra)	%	0,10	\$ 53.500	\$ 5.350,00
vibrador	Día	0,50	\$ 40.000	\$ 20.000,00
				\$ -
			SUBTOTAL III	25.350,00
IV - TRANSPORTE				
DESCRIPCION DEL EQUIPO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL IV	0,00
TOTAL COSTO DIRECTO UNITARIO (I + II + III + IV)				\$ 538.314,88

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (COSTOS DIRECTOS)				
PROYECTO:	EDIFICIO CARLOS HERRERA			
ITEM No.:	2,3			
ACTIVIDAD:	PLACA ALIGERADA ENTREPISO E=35 CM			
UNIDAD DE MEDIDA:	m2			
A - COSTOS DIRECTOS				
I - MATERIALES				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Concreto 3000 PSI	m3	0,27	\$ 382.447	\$ 103.260,69
Casetón de madera	m2	0,80	\$ 14.000	\$ 11.200,00
Formaleta placa	m	0,80	\$ 5.000	\$ 4.000,00
Malla de Temperatura	m2	1,00	\$ 5.000	\$ 5.000,00
				\$ -
Desperdicio	%		5%	\$ 6.173,03
			SUBTOTAL I	129.633,72
II - MANO DE OBRA				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Oficial	h	2,00	\$ 4.500	\$ 9.000,00
Ayudante 2	h	2,00	\$ 3.100	\$ 12.400,00
				\$ -
			SUBTOTAL II	21.400,00
III - EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCIÓN DEL HERRAMIENTAS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Herramienta Menor (10% Mano de Obra)	%	0,10	\$ 21.400	\$ 2.140,00
vibrador	Dia	0,50	\$ 40.000	\$ 20.000,00
				\$ -
			SUBTOTAL III	22.140,00
IV - TRANSPORTE				
DESCRIPCION DEL EQUIPO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL IV	0,00
TOTAL COSTO DIRECTO UNITARIO (I + II + III + IV)				\$ 173.173,72

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (COSTOS DIRECTOS)				
PROYECTO:	EDIFICIO CARLOS HERRERA			
ITEM No.:	3,1			
ACTIVIDAD:	ACERO DE REFUERZO, 60000 PSI = 420 MPA			
UNIDAD DE MEDIDA:	kg			
A - COSTOS DIRECTOS				
I - MATERIALES				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Acero 60000 PSI	Kg	1,00	\$ 3.100	\$ 3.100,00
Alambre Negro # 18	Kg	0,07	\$ 4.759	\$ 333,13
Desperdicio	%		5%	\$ 171,66
			SUBTOTAL I	3.604,79
II - MANO DE OBRA				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Oficial	h	0,12	\$ 4.500	\$ 540,00
Ayudante	h	0,12	\$ 3.100	\$ 372,00
				\$ -
			SUBTOTAL II	912,00
III - EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCIÓN DEL HERRAMIENTAS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Herramienta Menor (10% Mano de Obra)	%	10%	\$ 912	\$ 91,20
				\$ -
			SUBTOTAL III	91,20
IV - TRANSPORTE				
DESCRIPCION DEL EQUIPO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL IV	0,00
TOTAL COSTO DIRECTO UNITARIO (I + II + III + IV)				\$ 4.607,99

Anexo B. CANTIDADES DE OBRA CONCRETO

CONCRETO PARA CIMENTACIÓN					
VIGAS DE CIMENTACIÓN					
	ANCHO[M]	ALTO[M]	PROFUNDIDAD[M]	VOLUMEN [M3]	
EJE 1	0,4	0,6	12,8	3,072	
EJE 2	0,4	0,6	12,8	3,072	
EJE 3	0,4	0,6	12,8	3,072	
EJE 4	0,4	0,6	12,8	3,072	
EJE 5	0,4	0,6	12,8	3,072	
EJE 6	0,3	0,6	12,8	2,304	
A	0,4	0,6	26,9	6,456	
B	0,4	0,6	26,9	6,456	
C	0,4	0,6	26,9	6,456	
D	0,4	0,6	26,9	6,456	
TOTAL VOLUMEN VIGAS DE CIMENTACIÓN			43,488	M3	
ZAPATAS					
	ANCHO[M]	ALTO[M]	PROFUNDIDAD[M]	CANTIDAD	VOLUMEN [M3]
ZAPATA T-1	2,6	0,8	1,7	10	35,36
ZAPATA T-2	2,65	0,8	2,65	10	56,18
ZAPATA T-3	1,5	0,6	1,5	2	2,7
ZAPATA T-4	1,5	0,6	1,5	2	2,7
TOTAL VOLUMEN ZAPATAS			96,94	M3	
CONCRETO CICLÓPEO					
	ANCHO[M]	ALTO[M]	PROFUNDIDAD[M]	CANTIDAD	VOLUMEN [M3]
ZAPATA T-1	2,6	0,6	1,7	10	26,52
ZAPATA T-2	2,65	0,6	2,65	10	42,135
ZAPATA T-3	1,5	0,6	1,5	2	2,7
ZAPATA T-4	1,5	0,6	1,5	2	2,7
TOTAL VOLUMEN CONCRETO CICLÓPEO			74,055	M3	
CONCRETO DE LIMPIEZA E= 5 CM					
	ANCHO[M]	ALTO[M]	CANTIDAD	AREA [M2]	
EJE 6	6,8	0,3	1	2,04	
EJES 1,2,3,4 Y 5	4,11	0,4	5	8,22	
EJES A,B,C Y D	12,37	0,4	4	19,792	
TOTAL AREA CONCRETO LIMPIEZA			30,052	M2	
PLACA DE CONTRAPISO E=8 CM					
	ANCHO[M]	ALTO[M]	CANTIDAD	AREA [M2]	
AREA TOTAL PLANTA CIMENTACION	12,8	25,9	1	331,52	
COL DE 0.30 X 0.30	0,3	0,3	4	0,36	
COL DE 0.4 X 0.6	0,4	0,6	10	2,4	
COL DE 0.5 X 0.5	0,5	0,5	10	2,5	
TOTAL AREA PLACA CONTRAPISO			326,26	M2	

CONCRETO PARA COLUMNAS						
		BASE[M]	ALTURA[M]	LONGITUD DE LA COLUMNA[M]	CANTIDAD	VOLUMEN[M3]
EJE 1	COLUMNA (40X60)	0,4	0,6	18,18	2	8,724
	COLUMNA (50X50)	0,5	0,5	18,18	2	9,0875
EJE 2	COLUMNA (40X60)	0,4	0,6	18,18	2	8,724
	COLUMNA (50X50)	0,5	0,5	18,18	2	9,0875
EJE 3	COLUMNA (40X60)	0,4	0,6	18,18	2	8,724
	COLUMNA (50X50)	0,5	0,5	18,18	2	9,0875
EJE 4	COLUMNA (40X60)	0,4	0,6	18,18	2	8,724
	COLUMNA (50X50)	0,5	0,5	18,18	2	9,0875
EJE 5	COLUMNA (40X60)	0,4	0,6	18,18	2	8,724
	COLUMNA (50X50)	0,5	0,5	18,18	2	9,0875
EJE 6	COLUMNA (30X30)	0,3	0,3	5,5	4	1,98
TOTAL VOLUMEN COLUMNAS			91,04	M3		
CONCRETO PARA VIGAS						
	TIPO	BASE[M]	ALTURA[M]	LONGITUD DE LA VIGA[M]	CANTIDAD	VOLUMEN[M3]
PISO 1	VIGA 1	0,4	0,35	11	5	7,7
	VIGA 1	0,4	0,35	23	2	6,44
	VIGA 2	0,35	0,3	11,6	1	1,218
	VIGA 3	0,3	0,3	23	2	4,14
PISO 2	VIGA 1	0,4	0,35	11	5	7,7
	VIGA 1	0,4	0,35	23	2	6,44
	VIGA 2	0,35	0,3	11,6	1	1,218
	VIGA 3	0,3	0,3	23	2	4,14
PISO 3	VIGA 1	0,4	0,35	11	5	7,7
	VIGA 1	0,4	0,35	19,25	2	5,39
	VIGA 3	0,3	0,3	19,25	2	3,465
	VIGA AUXILIAR	0,3	0,2	61,64	1	3,6984
PISO 4	VIGA 1	0,4	0,35	11	5	7,7
	VIGA 1	0,4	0,35	19,25	2	5,39
	VIGA 3	0,3	0,3	19,25	2	3,465
	VIGA AUXILIAR	0,3	0,2	61,64	1	3,6984
PISO 5	VIGA 1	0,4	0,35	11	5	7,7
	VIGA 1	0,4	0,35	19,25	2	5,39
	VIGA 3	0,3	0,3	19,25	2	3,465
	VIGA AUXILIAR	0,3	0,2	79,33	1	4,7598
PLACA ALTILLO PISO	VIGA 1	0,4	0,35	11	5	7,7
	VIGA 1	0,4	0,35	19,25	2	5,39
	VIGA 3	0,3	0,3	19,25	2	3,465
	VIGA AUXILIAR	0,3	0,2	75,23	1	4,5138
TOTAL VOLUMEN VIGAS			121,8864	M3		
PLACA ALIGERADA ENTREPISO E=35 CM						
	ANCHO[M]	ALTO[M]	CANTIDAD	DESCUENTOS M2	AREA [M2]	
ALTILLO Y PISO 5	12,8	21,85	2	42,1	475,16	
2,3,4	12,8	21,85	3	28,355	753,975	
1	12,8	25,9	1	36,545	294,975	
TOTAL AREA PLACA ENTREPISO			1524,11	M2		

Zapatas						
Tipo	Diametro	Peso	longitud	Cant Varillas	T-2	Peso
T-2	5/8	1,552	3,25	64	10	3228,16
T-1	5/8	1,552	2,3	52	10	1856,192
T-4	5/8	1,552	2,1	24	2	156,4416
T-3	5/8	1,552	2,1	24	2	156,4416
						5397,24
Columnas						
Tipo	Diametro	Peso	longitud	Cant Varillas	# Tipo	Peso
T1	5/8	1,552	22,29	7	10	2421,5856
	5/8	1,552	23,54	7	10	2557,3856
T2	3/4	2,235	23,79	2	10	1063,413
	5/8	1,552	22,29	10	10	3459,408
T3	5/8	1,552	7,99	2	4	99,20384
	5/8	1,552	7,99	2	4	99,20384
						9700,20
Flejes Columnas						
Tipo	Diametro	Peso	longitud	Cant Varillas	# Tipo	Peso
T1	3/8	0,556	1,98	119	10	1310,0472
	3/8	0,556	0,62	119	10	410,2168
T2	3/8	0,556	1,98	119	10	1310,0472
	3/8	0,556	0,62	119	10	410,2168
T3	3/8	0,556	1,18	43	4	112,84576
						3553,37
Vigas						
Tipo	Diametro	Peso	longitud	Cant Varillas	# Tipo	Peso
Auxiliares	5/8	1,552	36,27	4	N/A	225,16416
	5/8	1,552	24,3	2	N/A	75,4272
Cimentación	3/4	2,235	23,97	2	N/A	107,1459
	3/4	2,235	8,85	3	N/A	59,33925
	3/4	2,235	1,80	4	N/A	16,092
	3/4	2,235	13,12	6	N/A	175,9392
	3/4	2,235	5,00	7	N/A	78,225
	3/4	2,235	8,00	8	N/A	143,04
	3/4	2,235	6,44	12	N/A	172,7208
	3/4	2,235	12	16	N/A	429,12
Aéreas	5/8	1,552	66,03	2	N/A	204,946256
	3/4	2,235	37,4	2	N/A	167,178
	5/8	1,552	12	4	N/A	74,496
	3/4	2,235	2,9	4	N/A	25,926
	3/4	2,235	3,1	6	N/A	41,571
	3/4	2,235	3	8	N/A	53,64
	3/4	2,235	3	10	N/A	67,05
	5/8	1,552	6	12	N/A	111,744
	3/4	2,235	6	12	N/A	160,92
	5/8	1,552	6	14	N/A	130,368
3/4	2,235	10	24	N/A	536,4	
						18338,72
Flejes Vigas						
Tipo	Diametro	Peso	longitud	Cant Varillas	# Tipo	Peso
Auxiliares	3/8	0,556	7,84	119	N/A	518,72576
Cimentación	3/8	0,556	7,72	119	N/A	510,78608
Aéreas	3/8	0,556	8,18	43	N/A	195,56744
						7350,48
ACERO DE REFUERZO TOTAL						44340,00

Anexo C. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS ACERO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (COSTOS DIRECTOS)				
PROYECTO:	EDIFICIO CARLOS HERRERA			
ITEM No.:				
ACTIVIDAD:	CONCRETO 2000 PSI			
UNIDAD DE MEDIDA:	M3			
A - COSTOS DIRECTOS				
I - MATERIALES				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Agua	L	150,00	\$ 200	\$ 30.000,00
Arena lavada de río	m3	0,55	\$ 62.000	\$ 34.100,00
Cemento gris	Kg	230,00	\$ 550	\$ 126.500,00
Triturado 3/4"	m3	0,92	\$ 75.000	\$ 69.000,00
				\$ -
Desperdicio	%		5%	\$ 12.980,00
			SUBTOTAL I	272.580,00
II - MANO DE OBRA				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Oficial	h	3,00	\$ 4.500	\$ 13.500,00
Ayudante 4	h	3,00	\$ 3.100	\$ 37.200,00
				\$ -
			SUBTOTAL II	50.700,00
III - EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCIÓN DEL HERRAMIENTAS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Herramienta Menor (10% Mano de Obra)	%	10%	\$ 50.700	\$ 5.070,00
Mezcladora	h	1,00	\$ 1.450	\$ 1.450,00
				\$ -
			SUBTOTAL III	6.520,00
IV - TRANSPORTE				
DESCRIPCION DEL EQUIPO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL IV	0,00
TOTAL COSTO DIRECTO UNITARIO (I + II + III + IV)				\$ 329.800,00

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (COSTOS DIRECTOS)				
PROYECTO:	EDIFICIO CARLOS HERRERA			
ITEM No.:				
ACTIVIDAD:	CONCRETO 2500 PSI			
UNIDAD DE MEDIDA:	M3			
A - COSTOS DIRECTOS				
I - MATERIALES				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Agua	L	150,00	\$ 200	\$ 30.000,00
Arena lavada de río	m3	0,52	\$ 62.000	\$ 32.240,00
Cemento gris	Kg	260,00	\$ 550	\$ 143.000,00
Triturado 3/4"	m3	0,94	\$ 75.000	\$ 70.500,00
				\$ -
Desperdicio	%		5%	\$ 13.787,00
			SUBTOTAL I	289.527,00
II - MANO DE OBRA				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Oficial	h	3,00	\$ 4.500	\$ 13.500,00
Ayudante 4	h	3,00	\$ 3.100	\$ 37.200,00
				\$ -
			SUBTOTAL II	50.700,00
III - EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCIÓN DEL HERRAMIENTAS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Herramienta Menor (10% Mano de Obra)	%	0,10	\$ 50.700	\$ 5.070,00
Mezcladora	hr	1,00	\$ 1.450,00	\$ 1.450,00
				\$ -
			SUBTOTAL III	6.520,00
IV - TRANSPORTE				
DESCRIPCION DEL EQUIPO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL IV	0,00
TOTAL COSTO DIRECTO UNITARIO (I + II + III + IV)				\$ 346.747,00

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (COSTOS DIRECTOS)				
PROYECTO:	EDIFICIO CARLOS HERRERA			
ITEM No.:				
ACTIVIDAD:	CONCRETO 3000 PSI			
UNIDAD DE MEDIDA:	M3			
A - COSTOS DIRECTOS				
I - MATERIALES				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Agua	L	170,00	\$ 200	\$ 34.000,00
Arena lavada de río	m3	0,52	\$ 62.000	\$ 32.240,00
Cemento gris	Kg	320,00	\$ 550	\$ 176.000,00
Triturado 3/4"	m3	0,90	\$ 75.000	\$ 67.500,00
Desperdicio	%		5%	\$ 15.487,00
			SUBTOTAL I	325.227,00
II - MANO DE OBRA				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Oficial	h	3,00	\$ 4.500	\$ 13.500,00
Ayudante 4	h	3,00	\$ 3.100	\$ 37.200,00
				\$ -
			SUBTOTAL II	50.700,00
III - EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCIÓN DEL HERRAMIENTAS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Herramienta Menor (10% Mano de Obra)	%	0,10	\$ 50.700	\$ 5.070,00
Mezcladora	hr	1,00	\$ 1.450,00	\$ 1.450,00
				\$ -
			SUBTOTAL III	6.520,00
IV - TRANSPORTE				
DESCRIPCION DEL EQUIPO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL IV	0,00
TOTAL COSTO DIRECTO UNITARIO (I + II + III + IV)				\$ 382.447,00

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (COSTOS DIRECTOS)				
PROYECTO:	EDIFICIO CARLOS HERRERA			
ITEM No.:	1,1			
ACTIVIDAD:	CONCRETO CICLÓPEO, 2500 PSI			
UNIDAD DE MEDIDA:	m3			
A - COSTOS DIRECTOS				
I - MATERIALES				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Concreto 2500 PSI	m3	0,60	\$ 346.747	\$ 208.048,20
Piedra rajón	m3	0,40	\$ 53.000	\$ 21.200,00
				\$ -
				\$ -
				\$ -
Desperdicio	%		5%	\$ 11.462,41
			SUBTOTAL I	240.710,61
II - MANO DE OBRA				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Oficial	h	3,00	\$ 4.500	\$ 13.500,00
Ayudante 4	h	3,00	\$ 3.100	\$ 37.200,00
				\$ -
			SUBTOTAL II	50.700,00
III - EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCIÓN DEL HERRAMIENTAS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Herramienta Menor (10% Mano de Obra)	%	0,10	\$ 50.700	\$ 5.070,00
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL III	5.070,00
IV - TRANSPORTE				
DESCRIPCION DEL EQUIPO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
				\$ -
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL IV	0,00
TOTAL COSTO DIRECTO UNITARIO (I + II + III + IV)				\$ 296.480,61

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (COSTOS DIRECTOS)				
PROYECTO:	EDIFICIO CARLOS HERRERA			
ITEM No.:	1,2			
ACTIVIDAD:	CONCRETO DE LIMPIEZA E= 5 CM			
UNIDAD DE MEDIDA:	m2			
A - COSTOS DIRECTOS				
I - MATERIALES				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Concreto de 2000 PSI	m2	0,05	\$ 329.800	\$ 16.490,00
Desperdicio	%		5%	\$ 824,50
			SUBTOTAL I	17.314,50
II - MANO DE OBRA				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Oficial	h	0,90	\$ 4.500	\$ 4.050,00
Ayudante 2	h	0,90	\$ 3.100	\$ 5.580,00
				\$ -
			SUBTOTAL II	9.630,00
III - EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCIÓN DEL HERRAMIENTAS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Herramienta Menor (10% Mano de Obra)	%	0,10	\$ 9.630	\$ 963,00
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL III	963,00
IV - TRANSPORTE				
DESCRIPCION DEL EQUIPO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL IV	0,00
TOTAL COSTO DIRECTO UNITARIO (I + II + III + IV)				\$ 27.907,50

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (COSTOS DIRECTOS)				
PROYECTO:	EDIFICIO CARLOS HERRERA			
ITEM No.:	1,3			
ACTIVIDAD:	CONCRETO DE 3000 PSI PARA ZAPATAS			
UNIDAD DE MEDIDA:	m3			
A - COSTOS DIRECTOS				
I - MATERIALES				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Concreto de 3000 PSI	m3	1,00	\$ 382.447	\$ 382.447,00
larguero comun	m	3,00	\$ 3.500	\$ 10.500,00
puntillas con cabeza	Lb	0,10	\$ 2.636	\$ 263,60
Tablon ordinario	m	3,00	\$ 7.400	\$ 22.200,00
vara	m	0,50	\$ 36.050	\$ 18.025,00
				\$ -
Desperdicio	%		5%	\$ 21.671,78
			SUBTOTAL I	455.107,38
II - MANO DE OBRA				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Oficial	h	6,00	\$ 4.500	\$ 27.000,00
Ayudante 2	h	6,00	\$ 3.100	\$ 37.200,00
				\$ -
			SUBTOTAL II	64.200,00
III - EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCIÓN DEL HERRAMIENTAS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Herramienta Menor (10% Mano de Obra)	%	0,10	\$ 64.200	\$ 6.420,00
vibrador	Dia	0,04	\$ 40.000	\$ 1.600,00
				\$ -
			SUBTOTAL III	8.020,00
IV - TRANSPORTE				
DESCRIPCION DEL EQUIPO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL IV	0,00
TOTAL COSTO DIRECTO UNITARIO (I + II + III + IV)				\$ 527.327,38

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (COSTOS DIRECTOS)				
PROYECTO:	EDIFICIO CARLOS HERRERA			
ITEM No.:	1,4			
ACTIVIDAD:	CONCRETO DE 3000 PSI PARA VIGAS DE CIMENTACIÓN			
UNIDAD DE MEDIDA:	m3			
A - COSTOS DIRECTOS				
I - MATERIALES				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Concreto de 3000 PSI	m3	1,00	\$ 382.447	\$ 382.447,00
larguero comun	m	3,00	\$ 3.500	\$ 10.500,00
puntillas con cabeza	Lb	0,10	\$ 2.636	\$ 263,60
Tablon ordinario	m	3,00	\$ 7.400	\$ 22.200,00
vara	m	0,50	\$ 36.050	\$ 18.025,00
				\$ -
Desperdicio	%		5%	\$ 21.671,78
			SUBTOTAL I	455.107,38
II - MANO DE OBRA				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Oficial	h	3,50	\$ 4.500	\$ 15.750,00
Ayudante 2	h	3,50	\$ 3.100	\$ 21.700,00
				\$ -
			SUBTOTAL II	37.450,00
III - EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCIÓN DEL HERRAMIENTAS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Herramienta Menor (10% Mano de Obra)	%	0,10	\$ 37.450	\$ 3.745,00
vibrador	Dia	0,04	\$ 40.000	\$ 1.600,00
				\$ -
			SUBTOTAL III	5.345,00
IV - TRANSPORTE				
DESCRIPCION DEL EQUIPO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL IV	0,00
TOTAL COSTO DIRECTO UNITARIO (I + II + III + IV)				\$ 497.902,38

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (COSTOS DIRECTOS)				
PROYECTO:	EDIFICIO CARLOS HERRERA			
ITEM No.:	2,1			
ACTIVIDAD:	ACERO EN COLUMNAS A-36			
UNIDAD DE MEDIDA:	kg			
A - COSTOS DIRECTOS				
I - MATERIALES				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Acero laminado A-36, en perfiles laminad	kg	1,050	\$ 3.200	\$ 3.360,00
Imprimación de secado rápido, formulada	l	0,050	\$ 12.800	\$ 640,00
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL I	4.000,00
II - MANO DE OBRA				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Oficial	h	0,022	\$ 4.500	\$ 99,00
ayudante	h	0,022	\$ 3.100	\$ 68,20
				\$ -
			SUBTOTAL II	167,20
III - EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCIÓN DEL HERRAMIENTAS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Herramienta Menor (10% Mano de Obra)	%	10%	\$ 167	\$ 16,72
Equipo y elementos auxiliares para solda	h	0,015	\$ 7.000	\$ 105,00
				\$ -
			SUBTOTAL III	121,72
IV - TRANSPORTE				
DESCRIPCION DEL EQUIPO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL IV	0,00
TOTAL COSTO DIRECTO UNITARIO (I + II + III + IV)				\$ 4.288,92

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (COSTOS DIRECTOS)				
PROYECTO:	EDIFICIO CARLOS HERRERA			
ITEM No.:	2,2			
ACTIVIDAD:	ACERO EN VIGAS A-36			
UNIDAD DE MEDIDA:	kg			
A - COSTOS DIRECTOS				
I - MATERIALES				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Acero laminado A-36, en perfiles laminad	kg	1,050	\$ 3.200	\$ 3.360,00
Imprimación de secado rápido, formulada	l	0,050	\$ 12.800	\$ 640,00
				\$ -
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL I	4.000,00
II - MANO DE OBRA				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Oficial	h	0,022	\$ 4.500	\$ 99,00
Ayudante	h	0,022	\$ 3.100	\$ 68,20
				\$ -
			SUBTOTAL II	167,20
III - EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCIÓN DEL HERRAMIENTAS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Herramienta Menor (10% Mano de Obra)	%	10%	\$ 167	\$ 16,72
Equipo y elementos auxiliares para solda	h	0,015	\$ 7.000	\$ 105,00
				\$ -
			SUBTOTAL III	121,72
IV - TRANSPORTE				
DESCRIPCION DEL EQUIPO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL IV	0,00
TOTAL COSTO DIRECTO UNITARIO (I + II + III + IV)				\$ 4.288,92

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (COSTOS DIRECTOS)				
PROYECTO:	EDIFICIO CARLOS HERRERA			
ITEM No.:	2,3			
ACTIVIDAD:	LOSA METALDECK CON LÁMINA COLABORANTE			
UNIDAD DE MEDIDA:	m2			
A - COSTOS DIRECTOS				
I - MATERIALES				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Concreto 3000 PSI	m3	0,08	\$ 393.448	\$ 31.475,84
Malla electrosoldada Q 3.1	m2	1,00	\$ 8.700	\$ 8.700,00
Metaldeck 2 cal 22	m2	1,00	\$ 42.900	\$ 42.900,00
Tabla de pulgada 0.30	m	0,05	\$ 10.500	\$ 525,00
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL I	83.600,84
II - MANO DE OBRA				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Oficial	h	0,68	\$ 4.500	\$ 3.060,00
ayudante	h	0,68	\$ 3.100	\$ 2.108,00
				\$ -
			SUBTOTAL II	5.168,00
III - EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCIÓN DEL HERRAMIENTAS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Herramienta Menor (10% Mano de Obra)	%	10%	\$ 5.168	\$ 516,80
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL III	516,80
IV - TRANSPORTE				
DESCRIPCION DEL EQUIPO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL IV	0,00
TOTAL COSTO DIRECTO UNITARIO (I + II + III + IV)				\$ 89.285,64

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (COSTOS DIRECTOS)				
PROYECTO:	EDIFICIO CARLOS HERRERA			
ITEM No.:	2,4			
ACTIVIDAD:	PLACA DE ANCLAJE DE ACERO A-36 EN PERFIL PLANO			
UNIDAD DE MEDIDA:	kg			
A - COSTOS DIRECTOS				
I - MATERIALES				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Platina de acero laminado A-36, según AS	kg	5,588	\$ 3.200	\$ 17.881,60
Acero en barras corrugadas, Grado 60 (fy=4	kg	1,775	\$ 3.100	\$ 5.502,50
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL I	23.384,10
II - MANO DE OBRA				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Oficial	h	0,334	\$ 4.500	\$ 1.503,00
Ayudante	h	0,334	\$ 3.100	\$ 1.035,40
				\$ -
			SUBTOTAL II	2.538,40
III - EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCIÓN DEL HERRAMIENTAS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Herramienta Menor (10% Mano de Obra)	%	10%	\$ 2.538	\$ 253,84
Equipo y elementos auxiliares para solda	h	0,015	\$ 7.000	\$ 105,00
				\$ -
			SUBTOTAL III	358,84
IV - TRANSPORTE				
DESCRIPCION DEL EQUIPO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL IV	0,00
TOTAL COSTO DIRECTO UNITARIO (I + II + III + IV)				\$ 26.281,34

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (COSTOS DIRECTOS)				
PROYECTO:	EDIFICIO CARLOS HERRERA			
ITEM No.:	2,5			
ACTIVIDAD:	PLATINA ACERO A-36			
UNIDAD DE MEDIDA:	kg			
A - COSTOS DIRECTOS				
I - MATERIALES				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Platina de acero laminado A-36, según AS	kg	5,588	\$ 3.200	\$ 17.881,60
Acero en barras corrugadas, Grado 60 (fy=4	kg	1,775	\$ 3.100	\$ 5.502,50
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL I	23.384,10
II - MANO DE OBRA				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Oficial	h	0,334	\$ 4.500	\$ 1.503,00
Ayudante	h	0,334	\$ 3.100	\$ 1.035,40
				\$ -
			SUBTOTAL II	2.538,40
III - EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCIÓN DEL HERRAMIENTAS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Herramienta Menor (10% Mano de Obra)	%	10%	\$ 2.538	\$ 253,84
Equipo y elementos auxiliares para solda	h	0,015	\$ 7.000	\$ 105,00
				\$ -
			SUBTOTAL III	358,84
IV - TRANSPORTE				
DESCRIPCION DEL EQUIPO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL IV	0,00
TOTAL COSTO DIRECTO UNITARIO (I + II + III + IV)				\$ 26.281,34

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (COSTOS DIRECTOS)				
PROYECTO:	EDIFICIO CARLOS HERRERA			
ITEM No.:	2,6			
ACTIVIDAD:	CONEXIONES			
UNIDAD DE MEDIDA:	und			
A - COSTOS DIRECTOS				
I - MATERIALES				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Varilla rosca B7 1/2"	und	0,550	\$ 28.000,00	\$ 15.400,00
Tuerca 2H 1/2"	und	8,000	\$ 1.200,00	\$ 9.600,00
Arandela 1/2"	und	8,000	\$ 200,00	\$ 1.600,00
Soldadura sae 1020	kg	1,000	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00
			SUBTOTAL I	34.600,00
II - MANO DE OBRA				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Oficial	h	0,350	\$ 4.500	\$ 1.575,00
Ayudante	h	0,350	\$ 3.100	\$ 1.085,00
Soldador	h	0,350	\$ 6.250	\$ 2.187,50
			SUBTOTAL II	4.847,50
III - EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCIÓN DEL HERRAMIENTAS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Herramienta Menor (10% Mano de Obra)	%	10%	\$ 4.848	\$ 484,75
Equipo y elementos auxiliares para solda	h	0,050	\$ 7.000	\$ 350,00
				\$ -
			SUBTOTAL III	834,75
IV - TRANSPORTE				
DESCRIPCION DEL EQUIPO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL IV	0,00
TOTAL COSTO DIRECTO UNITARIO (I + II + III + IV)				\$ 40.282,25

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (COSTOS DIRECTOS)				
PROYECTO:	EDIFICIO CARLOS HERRERA			
ITEM No.:	3,1			
ACTIVIDAD:	ACERO DE REFUERZO, 60000 PSI = 420 MPA			
UNIDAD DE MEDIDA:	kg			
A - COSTOS DIRECTOS				
I - MATERIALES				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Acero de 60000 PSI	kg	1,000	\$ 3.100	\$ 3.100,00
Alambre negro N° 1	kg	0,070	\$ 4.759	\$ 333,13
				\$ -
Desperdicio	%		5%	\$ 171,66
			SUBTOTAL I	3.604,79
II - MANO DE OBRA				
CARGO / ESPECIALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Oficial	h	0,120	\$ 4.500	\$ 540,00
Ayudante	h	0,120	\$ 3.100	\$ 372,00
				\$ -
			SUBTOTAL II	912,00
III - EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCIÓN DEL HERRAMIENTAS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Herramienta Menor (10% Mano de Obra)	%	10%	\$ 912	\$ 91,20
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL III	91,20
IV - TRANSPORTE				
DESCRIPCION DEL EQUIPO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ESTIMADA	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
				\$ -
				\$ -
			SUBTOTAL IV	0,00
TOTAL COSTO DIRECTO UNITARIO (I + II + III + IV)				\$ 4.607,99

Anexo D. CANTIDADES DE OBRA ACERO

CONCRETO PARA CIMENTACIÓN					
VIGAS DE CIMENTACIÓN					
	ANCHO[M]	ALTO[M]	PROFUNDIDAD[M]		VOLUMEN [M3]
EJE 1	0,4	0,6	12,8		3,072
EJE 2	0,4	0,6	12,8		3,072
EJE 3	0,4	0,6	12,8		3,072
EJE 4	0,4	0,6	12,8		3,072
EJE 5	0,4	0,6	12,8		3,072
EJE 6	0,3	0,6	12,8		2,304
A	0,4	0,6	26,9		6,456
B	0,4	0,6	26,9		6,456
C	0,4	0,6	26,9		6,456
D	0,4	0,6	26,9		6,456
TOTAL VOLUMEN VIGAS DE CIMENTACIÓN			43,488		M3
ZAPATAS					
	ANCHO[M]	ALTO[M]	PROFUNDIDAD[M]	CANTIDAD	VOLUMEN [M3]
ZAPATA T-1	2,6	0,8	1,7	10	35,36
ZAPATA T-2	2,65	0,8	2,65	10	56,18
ZAPATA T-3	1,5	0,6	1,5	2	2,7
ZAPATA T-4	1,5	0,6	1,5	2	2,7
TOTAL VOLUMEN ZAPATAS			96,94		M3
CONCRETO CICLÓPEO					
	ANCHO[M]	ALTO[M]	PROFUNDIDAD[M]	CANTIDAD	VOLUMEN [M3]
ZAPATA T-1	2,6	0,6	1,7	10	26,52
ZAPATA T-2	2,65	0,6	2,65	10	42,135
ZAPATA T-3	1,5	0,6	1,5	2	2,7
ZAPATA T-4	1,5	0,6	1,5	2	2,7
TOTAL VOLUMEN CONCRETO CICLÓPEO			74,055		M3
CONCRETO DE LIMPIEZA E= 5 CM					
	ANCHO[M]	ALTO[M]	CANTIDAD	AREA [M2]	
EJE 6	6,8	0,3	1	2,04	
EJES 1,2,3,4 Y 5	4,11	0,4	5	8,22	
EJES A,B,C Y D	12,37	0,4	4	19,792	
TOTAL AREA CONCRETO LIMPIEZA			30,052		M2
PLACA DE CONTRAPISO E=8 CM					
	ANCHO[M]	ALTO[M]	CANTIDAD	AREA [M2]	
AREA TOTAL PLANTA CIMENTACION	12,8	25,9	1	331,52	
COL DE 0.30 X 0.30	0,3	0,3	4	0,36	
COL DE 0.4 X 0.6	0,4	0,6	10	2,4	
COL DE 0.5 X 0.5	0,5	0,5	10	2,5	
TOTAL AREA PLACA CONTRAPISO			326,26		M2

	PERFIL	PESO [Kg]		PERFIL	PESO [Kg]
	IPE 180	18,8		W8X40	59,53
	IPE 200	22,4		W10X45	66,97
	IPE 220	26,2		W10X54	80,36
	IPE 270	36,1		W10X68	101,2
	IPE 330	49,1		W5X19	28,26
	IPE 360	57,1			
	IPE 400	66,3			
	IPE 450	77,6			
	PERFIL	PESO	LONGITUD	CANTIDAD	PESO TOTAL
COLUMNAS	W8X40	59,53	5,75	18	6161,36
	W8X40	59,53	2,57	2	305,98
	W10X45	66,97	5,75	20	7701,55
	W10X54	80,36	8,32	14	9360,33
	W10X54	80,36	5,75	4	1848,28
	W10X54	80,36	2,57	6	1239,15
	W10X68	101,2	5,75	6	3491,40
	W5X19	28,26	2,57	2	145,26
Acero Total Columnas [Kg]					30253,3
	PERFIL	PESO	LONGITUD	CANTIDAD	PESO TOTAL
VIGAS N1	IPE 200	22,4	12,04	1	269,70
	IPE 330	49,1	23,92	2	2348,94
	IPE 400	66,3	18,92	2	2508,79
	IPE 450	77,6	5,00	2	776,00
	IPE 270	36,1	12,04	5	2173,22
VIGAS N2	IPE 200	22,4	12,04	1	269,70
	IPE 180	18,8	10,8	1	203,04
	IPE 330	49,1	23,92	2	2348,94
	IPE 360	57,1	23,92	2	2731,66
	IPE 270	36,1	12,04	2	869,29
VIGAS N3	IPE 330	49,1	19,02	2	1867,76
	IPE 360	57,1	19,28	2	2201,78
	IPE 200	22,4	5,8	1	129,92
	IPE 270	36,1	12,08	5	2180,44
	IPE 180	18,8	11,2	1	210,56
VIGAS N4	IPE 330	49,1	19,02	2	1867,76
	IPE 360	57,1	19,28	2	2201,78
	IPE 200	22,4	5,8	1	129,92
	IPE 270	36,1	12,08	5	2180,44
	IPE 180	18,8	11,2	1	210,56
VIGAS N5	IPE 220	26,2	19,33	2	1012,89
	IPE 330	49,1	19,52	2	1916,86
	IPE 270	36,1	12,12	5	2187,66
	IPE 180	18,8	11,74	1	220,71
VIGAS N6	IPE 220	26,2	19,33	2	1012,89
	IPE 330	49,1	19,52	2	1916,86
	IPE 270	36,1	12,12	5	2187,66
	IPE 180	18,8	11,74	1	220,71
VIGAS N7	IPE 220	26,2	19,33	2	1012,89
	IPE 270	36,1	19,52	2	1409,34
	IPE 270	36,1	12,12	2	875,06
	IPE 270	36,1	11,74	1	423,81
	IPE 270	36,1	11,36	2	820,19
Acero Total Vigas [Kg]					42897,8

	TIPO	PESO	LONGITUD	CANTIDAD	PESO TOTAL
PLACA ANCLAJE ZAPATAS	0,75X0,45X0,025	66,24	N/A	24	1589,76
PLACA TRANSICION COLUMNAS	P1 - 0,35X0,6X0,0125	20,61	N/A	20	412,20
	P2 - 0,35X0,55X0,125	19,89	N/A	20	397,80
	P3 - 0,35X0,7X0,0125	24,04	N/A	6	144,24
Acero Placas Anclaje y Transición [Kg]					2544,00
	TIPO	PESO	LONGITUD	CANTIDAD	PESO TOTAL
PLATINA EN L	0,10X0,10X0,01 (ambas)	1,57	N/A	444	697,08
Acero platina en L [Kg]					697,08
	TIPO	PESO			
ACERO DE REFUERZO	Zapatras	5397,24			
	V. Cimentación	1514,64			
	Total [Kg]	6911,9			
LOSA METALDECK CON LÁMINA COLABORANTE					
	ANCHO[M]	ALTO[M]	CANTIDAD	DESCUENTOS M2	AREA [M2]
ALTILLO Y PISO 5	12,8	21,85	2	42,1	475,16
2,3,4	12,8	21,85	3	28,355	753,975
1	12,8	25,9	1	36,545	294,975
TOTAL AREA PLACA ENTREPISO			1524	M2	
CONEXIONES	60	7	420	UND	