

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

**“DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN LA CIUDADELA
PORTO ALEGRE EN EL KM 12.5 VÍA A LA COSTA”**

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por:

FIGRELLA MADELAINE MENDOZA CEVALLOS

OSWALDO ALFREDO IZURIETA CARVAJAL

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año – 2020

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado a mi mamá, Johanna Cevallos, quien es el pilar fundamental de mi vida y gracias a quien he podido llegar hasta aquí. A todos mis hermanos, Daniela, Edgardo, Cynthia y Melissa, a quienes llevo en el corazón y que me tuvieron paciencia mientras realizaba esta tesis. A todos mis sobrinos y cuñados que aportaron felicidad a mis días. A mis amigos, a quienes no puedo nombrar uno por uno porque la lista sería interminable

Fiorella Mendoza Cevallos

A mis padres, Mariana y Oswaldo por su apoyo incondicional, gracias por darme una carrera, a mi esposa Grace, a mis hijos Luke, Oswaldo y Emiliano por sacrificar nuestro tiempo juntos, han sido mi fortaleza y fuente de inspiración y finalmente a Dios por darme la fuerza espiritual necesaria para alcanzar la meta

Oswaldo Izurieta Carvajal

AGRADECIMIENTOS

Primero a Dios, porque vi sus milagros a lo largo de todos mis años de estudio, y gracias a quien me estoy graduando. A mi mamá, porque su apoyo es lo que me ha dado fuerzas para no rendirme. A mis hermanos Edgardo y Daniela, porque dieron más de ellos para ayudarme a culminar con éxito este proyecto. A mi familia entera por acompañarme. Al Ing. Erwin Larreta, por ser incondicional y por su cariño sincero. A Milushka porque lucha por mi cuando estoy a punto de rendirme. Al Ing. Luis De Grau, porque siempre estuvo presente cuando lo necesité. A Bryan, Jeferson, Anizia, María del Cisne, Giordano, porque su amistad es importante en mi vida, hicieron más felices mis días en la universidad.

Fiorella Mendoza Cevallos

AGRADECIMIENTOS

La gratitud es un sentimiento que debe prevalecer en todos los hombres de bien.

A Dios, ante todo, a mi familia por nunca dejar de apoyarme, a todos los docentes que han ayudado en mi formación, a los profesores de la materia integradora, a mi compañera en este trabajo por todo su apoyo.

Oswaldo Izurieta Carvajal

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Fiorella Madelaine Mendoza Cevallos y Oswaldo Alfredo Izurieta Carvajal y damos nuestro consentimiento para que la ESPOl realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Fiorella Mendoza Cevallos

Oswaldo Izurieta Carvajal

EVALUADORES

.....
M.Sc. Davide Besenzon Venegas
PROFESOR DE LA MATERIA

.....
M.Sc. Luis Sánchez Calderón
PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo realizar el diseño estructural de un condominio de 4 plantas en un sector de alta plusvalía en Guayaquil. La constante expansión horizontal de la ciudad avizora un futuro poco sostenible a largo plazo, debido al uso indiscriminado de suelo para urbanizaciones. Con este proyecto se busca promover el crecimiento vertical de la ciudad.

Para este proyecto se diseñó una estructura en hormigón armado, utilizando la Norma Ecuatoriana de la Construcción, además del código ACI 318-14, para estructuras de hormigón, con el fin de verificar que la estructura fuera sismorresistente, ya que Ecuador está considerado como un país con alta sismicidad.

Se diseñó una estructura conformada por pórticos especiales resistentes a momento, con losas tipo Steel deck, con vigas secundarias de acero y pórticos para soportar un ascensor. Las cimentaciones tienen dos metros de profundidad, y la estructura cumple los límites de derivas máximas. Además, se realizó una evaluación de impacto ambiental y se propusieron medidas de prevención contra afectaciones al medio ambiente

El diseño cumple con las expectativas del proyecto, cumple con la norma de construcción ecuatoriana, y ambientalmente es sostenible mientras se cumplan las medidas de prevención planteadas en este proyecto.

Palabras Clave: Crecimiento Vertical, Sismorresistente, Pórticos resistentes a momento, Diseño sismorresistente.

ABSTRACT

The current project aims to realize the structural design of a four-story condominium on a high capital gain sector in the city of Guayaquil. The constant horizontal expansion of the city contemplates an unsustainable long-term future due to the indiscriminate use of the ground for urbanizations. This project expects to promote the vertical growth of the city.

For this project a reinforced concrete structure was designed, using the ecuadorian construction standard, further the code ACI 318-14 for concrete structures with the purpose of verifying the seismic resistance of the structure, since Ecuador is considered as a high-seismicity country. A structure constituted by momentum resistant special frames was designed with steel deck type slabs, secondary steel beams and door frames resistant enough to hold a lift. Furthermore an environmental impact assessment was executed and prevention measures against damage to the environment were proposed.

The design fulfills the expectations of the project, it is in accordance with the ecuadorian construction standard and is sustainable for the environment while the prevention measures proposed in this project are complied.

Key words: Vertical growth, seismic resistant, momentum resistant frames, seismic resistant design.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
CAPÍTULO 1	11
1. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Descripción del problema.....	12
1.2. Justificación del problema.....	12
1.3. Objetivos	13
1.3.1. Objetivo General.....	13
1.3.2. Objetivos Específicos	13
1.4. Información relacionada al área de estudio.....	13
1.4.1. Generalidades	13
1.4.2. Ubicación Geográfica	13
1.4.3. Topografía	14
1.4.4. Clima	14
1.4.5. Flora	15
1.4.6. Fundamentación teórica	15
CAPÍTULO 2	17
2. METODOLOGÍA	17
2.1. Formulación, descripción y selección de alternativa óptima.....	17
2.1.1. Características económicas.....	17
2.1.2. Características sociales.....	17
2.1.3. Características ambientales	17
2.1.4. Parámetros cuantificadores	17
2.1.5. Descripción de las alternativas	18
2.1.5.1. Propuesta arquitectónica	18
2.1.5.2. Alternativa A.....	18
2.1.5.3. Alternativa B.....	19

2.1.5.4. Alternativa C.....	19
2.1.6. Selección de alternativa óptima	19
2.2. Información Técnica Necesaria	20
2.2.1. Datos topográficos.....	20
2.2.2. Datos Geológicos	20
2.2.2.1. Datos sísmicos.....	20
2.2.3. Datos Geotécnicos	21
2.3. Consideraciones para el diseño	25
2.3.1. Criterios para el diseño.....	25
CAPÍTULO 3	26
3. RESULTADOS	26
3.1. Estimación de cargas en la estructura	26
3.2. Estimación del peso sísmico de la estructura	27
3.3. Cortante basal.....	27
3.3.1. Irregularidades en planta y en elevación	27
3.3.2. Espectro de diseño	28
3.3.3. Cálculo del cortante en la base.....	31
3.3.4. Distribución de fuerzas sísmicas laterales.....	32
3.4. Predimensionamiento de elementos estructurales.....	33
3.4.1. Columnas	33
3.4.2. Vigas.....	36
3.4.3. Vigas secundarias	48
3.5. Diseño de Steel Deck.....	54
3.6. Modelo numérico para el análisis estructural del edificio en ETABS...	55
3.6.1. Análisis de periodos y derivas de piso.....	56
3.7. Diseño de elementos estructurales	57
3.7.1. Diseño de vigas	57
3.7.2. Diseño a flexión	59
3.7.3. Diseño a cortante.....	64
3.7.4. Diseño a Torsión.....	69

3.7.5. Diseño de vigas para el pórtico del ascensor	73
3.8. Columnas	76
3.9. Escaleras	88
3.10. Cimentación	94
3.11. Vigas de cimentación.....	98
3.12. Presupuesto.....	99
CAPÍTULO 4	104
4. Evaluación del Impacto Ambiental.....	104
4.1. Objetivos de la Evaluación ambiental.....	104
4.1.1. Objetivo General.....	104
4.1.2. Objetivos Específicos	104
4.2. Descripción del proyecto.....	104
4.3. Ubicación geográfica.....	105
4.4. Descripción de las actividades del proyecto.....	106
4.5. Línea base ambiental.....	107
4.6. Identificación de factores, aspectos e impactos ambientales.....	112
4.7. Valoración de los impactos ambientales	115
4.8. Medidas de prevención	122
4.9. Conclusiones.....	126
CAPÍTULO 5	128
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	128
5.1. Conclusiones.....	128
5.2. Recomendaciones.....	129
BIBLIOGRAFÍA	130
6. Bibliografía.....	130
APÉNDICES.....	131

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ubicación del proyecto	14
Figura 1.2 Bosquejo de la división de los condominios	14
Figura 1.3 Estadísticas de comparación entre diferentes tipos de viviendas existentes en Guayaquil	16
Figura 2.1 Distribución típica de departamentos en planta baja y última planta	18
Figura 2.2 Topografía del terreno.....	20
Figura 2.3 Sismos de mayor magnitud registrados en Ecuador.....	21
Figura 2.4 Distancia referencial desde la ubicación del proyecto hasta la ubicación donde se realizó el estudio de suelo	22
Figura 2.5 Estudio de suelo Torres Baró Ciudadela Terranostra, frente a la ubicación del proyecto.....	23
Figura 2.6 Estudio de suelo Torres Baró Ciudadela Terranostra, frente a la ubicación del proyecto.....	24
Figura 3.1 Configuraciones estructurales no recomendadas	28
Figura 3.2 Espectro de diseño para la estructura.....	30
Figura 3.3 Vista en planta de la columna con mayor sollicitación	33
Figura 3.4 Factor KLL para reducción de carga viva.....	34
Figura 3.5 Área de influencia de las vigas del pórtico 3	38
Figura 3.6 Área de influencia de las vigas del pórtico C.....	39
Figura 3.7 Vista en planta de las vigas C3-6 y 3C-E	40
Figura 3.8 Coeficientes para el cálculo de momentos.....	41
Figura 3.9 Viga en voladizo C1-2	42
Figura 3.10 Viga secundaria de hormigón 4C-E	48
Figura 3.11 Viga secundaria de acero D2-3.....	51
Figura 3.12 Sección de losa steel deck.....	55
Figura 3.13 Modelo en 3D.....	55
Figura 3.14 Verificación de requisito para vigas de pórticos especiales resistentes a momento	58
Figura 3.15 Envoltorio de momentos pórtico C	59
Figura 3.16 Ubicación de nodos para momentos en las vigas de planta baja del pórtico C.....	60

Figura 3.17 Envolvente Pórtico 3	60
Figura 3.18 Ubicación de nodos para momentos de las vigas de planta baja del pórtico 3	61
Figura 3.19 Requisitos para refuerzo a flexión en vigas.....	61
Figura 3.20 Espaciamiento de varillas en la viga	63
Figura 3.21 Descripción de los nodos de la viga.....	65
Figura 3.22 Ubicación de la viga analizada.....	65
Figura 3.23 Secciones del pórtico 3	73
Figura 3.24 Momento último en viga de ascensor.....	74
Figura 3.25 Cortante último en la viga del ascensor	76
Figura 3.26 Armado típico de columna.....	79
Figura 3.27 Diagrama de interacción de la columna seleccionada con Mux y Pn	80
Figura 3.28 Diagrama de interacción de la columna seleccionada con Muy y Pn	80
Figura 3.29 Distribución de momentos en la unión columna-viga	82
Figura 3.30 Cortante en la columna	83
Figura 3.31 Revisiones que deben de hacerse para el diseño a cortante de la columna.....	85
Figura 3.32 Sección transversal escalera	88
Figura 3.33 Vista en planta de la escalera	89
Figura 3.34 Datos necesarios para cálculos de la escalera	89
Figura 3.35 Detalle de cargas consideradas	91
Figura 3.36 Momentos actuantes sobre los tramos de escalera	92
Figura 3.37 Momento último en los tramos 1 y 3	92
Figura 3.38 Momento último en el tramo 2.....	92
Figura 3.39 Carga última sobre las cimentaciones	95
Figura 3.40 Factores para cálculo del cortante en la zapata.....	96
Figura 4.1 Ubicación de la ciudadela donde se ubica el proyecto.....	106
Figura 4.2 Urbanizaciones en Vía a La Costa.....	107
Figura 4.3 Bosques y áreas protegidas cercanas a Guayaquil	108
Figura 4.4 Uso de suelo en Vía a La Costa.....	109
Figura 4.5 Temperaturas ambientales Guayaquil	110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.2.1 Datos sísmicos de acuerdo con el tipo de suelo del proyecto.....	21
Tabla 3.1 Cargas muertas que actúan en la estructura.....	26
Tabla 3.2 Cargas vivas que actúan sobre la estructura	26
Tabla 3.3 Área de construcción de cada planta	27
Tabla 3.4 Cálculo del peso sísmico de la estructura	27
Tabla 3.5 Factores para cálculo del espectro de diseño	29
Tabla 3.6 Datos para el cálculo del periodo de la estructura.....	30
Tabla 3.7 Coeficientes para el cálculo del cortante en la base de la estructura	31
Tabla 3.8 Valor de k asociado al periodo de la estructura.....	32
Tabla 3.9 Distribución de la fuerza cortante en cada entrepiso.....	32
Tabla 3.10 Valores del coeficiente α para los diferentes tipos de columnas ..	35
Tabla 3.11 Altura mínima de vigas.....	36
Tabla 3.12 Derivas de piso en el sentido X.....	57
Tabla 3.13 Derivas de piso en el sentido Y	57
Tabla 3.14 Momentos máximos y mínimos en los nodos de las vigas de planta baja del pórtico C	60
Tabla 3.15 Momentos máximos y mínimos en los nodos de las vigas de planta baja del pórtico 3	61
Tabla 3.16 Espaciamiento mínimo de varillas en una viga.....	63
Tabla 3.17 Espaciamiento máximo de varillas en una viga.....	63
Tabla 3.18 Separación máxima en zona de rótulas plásticas	68
Tabla 3.19 Armado tomando en cuenta torsión de las vigas del pórtico 3.....	73
Tabla 3.20 Medidas de paso y contrapaso de la escalera	89
Tabla 3.21 Longitudes de descanso y losa primer tramo	90
Tabla 3.22 Longitudes de descanso y losa del segundo tramo.....	90
Tabla 3.23 Longitudes de descanso y losa del tercer tramo	90
Tabla 3.24 Espesor de losa medio	91
Tabla 3.25 Detalle de cargas vivas y muertas consideradas	91
Tabla 3.26 Cargas lineales en cada tramo de escalera	91
Tabla 3.27 Carga última sobre cada tramo de escalera.....	92
Tabla 3.28 Momentos de diseño para cada tramo de escalera.....	93

Tabla 3.29 Datos para cálculo del acero necesario en cada tramo de escalera	93
Tabla 3.30 Acero para momento positivo requerido en cada tramo de la escalera.....	93
Tabla 3.31 Acero requerido por momento negativo en cada tramo de escalera	93
Tabla 3.32 Requerimiento de acero por temperatura en cada tramo de la escalera.....	94
Tabla 3.33 Datos de resistencia del suelo.....	95
Tabla 3.34 Dimensiones de la zapata	96
Tabla 3.35 Cortante en una dirección	96
Tabla 3.36 Cortante en dos direcciones.....	96
Tabla 4.1 Mediciones	111

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Según estadísticas del estado ecuatoriano, cada año se suman cerca de 111000 hogares al total poblacional del país, este crecimiento crea la necesidad de 64000 viviendas nuevas anualmente, con el fin de abastecer la demanda. (MIDUVI, 2012). Este alto crecimiento poblacional provoca que, en muchos casos, un gran porcentaje de la población se establezca en viviendas inadecuadas, a pesar del gran desarrollo urbano de Guayaquil, el cual ha aumentado en los últimos años. Todo esto, unido a la falta de límites claros que impidan la expansión, o que la dirijan en una forma organizada, ha causado que se creen muchos “barrios satélites”, dificultando más la organización de la ciudad, la provisión de servicios básicos y la sostenibilidad de la misma. (Wong Chauvet, 2005).

En los últimos años se han desarrollado grandes proyectos urbanísticos y la Vía a la Costa es un sector muy cotizado, recientemente se han generado grandes proyectos inmobiliarios, además de centros comerciales, escuelas y colegios, destacando el proyecto del nuevo aeropuerto que será construido en el sector. Debido a esto el Municipio de Guayaquil ha dictado nuevas ordenanzas para el uso del suelo en esa zona, controlando específicamente el tipo de industrias y viviendas que serán construidas, ya que durante mucho tiempo se construyeron muchos proyectos nada sostenibles, los más conocidos a nivel industrial, las canteras, que obtienen su material en las laderas de la Cordillera Chongón Colonche, y las fábricas de balanceado. A pesar de que en 2001 se aprobó la ordenanza para la explotación de canteras, hasta el día de hoy estas generan cierta incomodidad en las ciudadelas aledañas.

Actualmente en Guayaquil se está dando énfasis en la construcción de proyectos multifamiliares, ya que el crecimiento de la ciudad es exponencial. Siendo la Vía a la Costa la zona con mayor desarrollo inmobiliario, ya hay 3 proyectos que han tenido muy buena acogida,

siendo ejemplos satisfactorios de la aceptación por parte de la población de estas edificaciones.

Los beneficios que se obtienen de la construcción vertical, con relación a una expansión horizontal, son tanto económicos como sociales, ya que los edificios multifamiliares pueden salir mucho más económicos que una vivienda unifamiliar, también brindan la oportunidad de que los habitantes puedan habitar como una comunidad y dado que optimizan el espacio, se puede tener el suficiente espacio para áreas verdes, que según lo recomendado por la OMS equivale a 9m²/hab.

El presente proyecto busca generar el diseño de un condominio de cuatro plantas, que busque cubrir las necesidades de sus habitantes, buscando una opción accesible, sostenible, y agradable para la vida cotidiana.

1.1. Descripción del problema

De acuerdo con las estadísticas Guayaquil tiene 591,852 hogares en la zona urbana, y cada año la cantidad aumenta significativamente, sin embargo, los proyectos de vivienda no abastecen a toda la población, existiendo familias que viven en condiciones de necesidad.

Los proyectos de vivienda más comunes en el país son las viviendas unifamiliares, con lo que se necesitaría 64000 viviendas al año para poder cubrir la necesidad, cubriendo grandes espacios de terreno y dejando menor espacio para expansiones futuras, por esta razón la necesidad de incentivar al uso de las viviendas multifamiliares, para optimizar el espacio en la ciudad.

1.2. Justificación del problema

De acuerdo con el INEC, Guayaquil concentraba 2'039.789 en 2001, y de acuerdo con los resultados del censo del 2010 esta población aumentó a 2'350.915. Si hablamos de viviendas, en 2001 existían 520.789 mientras que en 2010 existían un total de 671,408 viviendas (INEC, 2010). Este gran crecimiento ha generado una gran expansión horizontal de la ciudad, lo cual dificulta y aumenta el costo de los servicios públicos que la ciudad

está en la obligación de proveer a sus ciudadanos. Por esta razón se crea la necesidad de generar proyectos que promuevan una densificación urbana media, evitando la expansión indiscriminada de la ciudad hacia sus periferias.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Realizar el diseño estructural de un condominio sostenible, con capacidad para nueve familias en una ciudadela ubicada en el km. 12.5 Vía a la Costa.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Predimensionar correctamente los elementos de la estructura propuesta para analizar los mismos en el software ETABS.
- Realizar el diseño estructural del condominio, en hormigón armado, cumpliendo la Norma Ecuatoriana de la Construcción.
- Analizar la capacidad sísmica de la estructura con el software ETABS, y bajo el cumplimiento de la Norma Ecuatoriana de la Construcción.
- Diseñar pórticos para un ascensor en la edificación.
- Realizar una evaluación ambiental del proyecto para conocer si el mismo es sostenible ambientalmente.

1.4. Información relacionada al área de estudio

1.4.1. Generalidades

La Vía a la Costa es una zona que se ha ido desarrollando en los últimos años. En sus inicios, debido a lo alejada q se encontraba de la urbe central, era principalmente utilizada para industrias, una de las más icónicas, la industria del cemento.

1.4.2. Ubicación Geográfica

El proyecto está ubicado en el Km. 12.5 Vía a la Costa.

Latitud: 2°10'53.2"S

Longitud: 80°00'12.5"W



Figura 1.1 Ubicación del proyecto [Fuente: propia]



Figura 1.2 Bosquejo de la división de los condominios [Fuente: propia]

1.4.3. Topografía

La topografía de los terrenos del lugar es aproximadamente plana. Sin embargo, debido a que están limitando con un cerro, es importante la topografía de los taludes, para verificar la estabilidad de los mismos y así evitar contratiempos en un futuro.

1.4.4. Clima

El clima de la zona es característico del Bosque Seco Tropical, tiene dos estaciones muy marcadas, seis meses con lluvias intensas, y seis meses sin presencia de las mismas. En general presenta un clima cálido casi todo el año, con temperaturas que oscilan entre 35° y 30°C.

1.4.5. Flora

La Flora en el sector es muy variada, ya que limita con Cerro Blanco, parte de las zonas naturales protegidas en Guayaquil, por lo que la flora es la representativa del Bosque Seco Tropical. Tenemos presencia de caoba, algarrobo, ceibos, moyuyo, bototillo, fernán Sánchez, beldaco, samán, jabillo, entre otros.

1.4.6. Fundamentación teórica

La densidad urbana es un tema que ha generado diversos debates a lo largo de la historia. Mientras que ciertas posiciones aseveran que una alta densidad urbana es lo ideal para mantener una ciudad sostenible, hay otros que prefieren bajas densidades, argumentando que la tecnología reemplaza las actividades sociales que se pueden realizar en lugares densamente poblados, por lo que la vida social no se ve afectada. (Weber, 1970)

A finales de los 80 se creó el término “ciudad compacta”, este fue acuñado luego de varias investigaciones que afirmaban que una ciudad con mayor densidad poblacional por hectárea generaba menos contaminación, debido a que los habitantes debían movilizarse distancias menores que una ciudad dispersa y con baja población. (Newman & Kenworthy, 1999).

La tendencia actualmente es el denominado “sprawl”, donde muchas personas prefieren utilizar mayor cantidad de suelo y espacio para vivir, provocando que en las periferias de las ciudades se comiencen a construir todo tipo de urbanizaciones, en primera instancia accesibles para grupos de ingresos elevados, pero dada la gran aceptación del fenómeno, accesibles para un mayor espectro socioeconómico, pudiendo encontrar viviendas de tipo social cada vez más alejadas de la urbe central. Este fenómeno ha sucedido en Guayaquil, así podemos observar grandes extensiones de viviendas ubicadas en zonas alejadas como Vía a la Costa. (Heinrichs, Nuisl, & Rodríguez, 2009)

Si hablamos de viviendas, en 2001 existían 520.789 mientras que en 2010 existían un total de 671,408 viviendas, de las cuales 71.843 son de tipo multifamiliares. (INEC, 2010)

En la figura 1 se puede observar que, a pesar de la abrumadora diferencia entre viviendas multifamiliares y unifamiliares existentes entre los años 2001 y 2010, las casas o villas tuvieron una disminución de 3%, mientras que la existencia de departamentos creció en un 0,7%. Con esto podemos notar que la aceptación de los departamentos ha ido aumentando en estos últimos años.

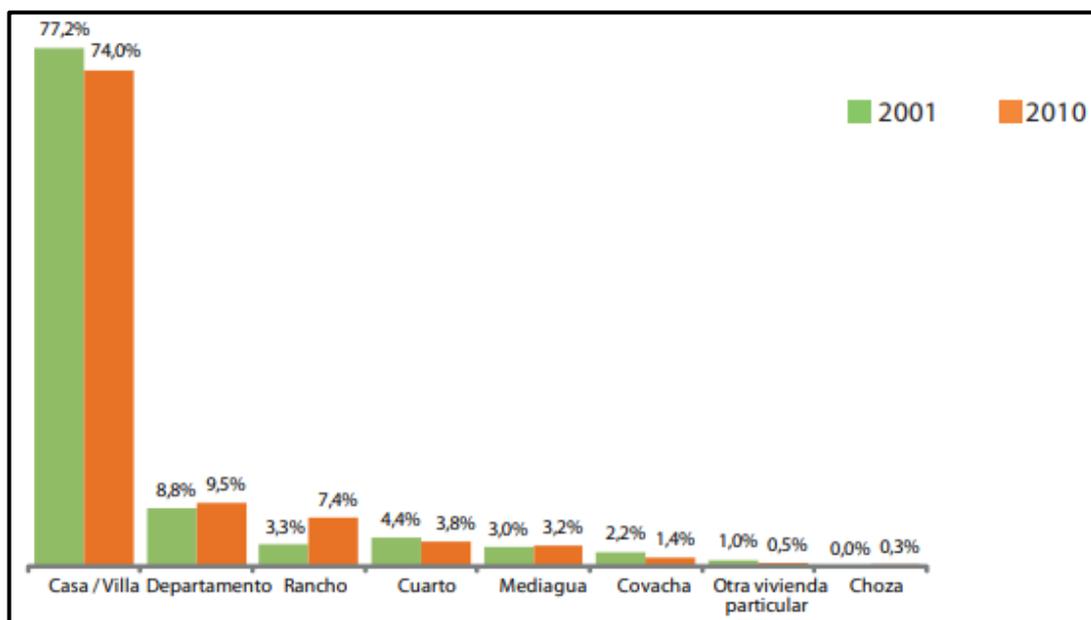


Figura 1.3 Estadísticas de comparación entre diferentes tipos de viviendas existentes en Guayaquil [Fuente: INEC, 2010]

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1. Formulación, descripción y selección de alternativa óptima

2.1.1. Características económicas

Las estructuras metálicas tienen un costo superior comparadas con las estructuras tradicionales de hormigón, debido a que los miembros metálicos tienen precios elevados, además de la mano de obra, que en la mayoría de los casos también es superior.

2.1.2. Características sociales

Las estructuras de hormigón convencionales son todavía preferidas por muchas personas. Sin embargo, las estructuras metálicas están aumentando su aceptación debido al menor tiempo de ejecución, por lo que la zona industrial sobretodo, que requiere construir cada vez con mayor rapidez, hacen uso de las mismas. Sin embargo, a menor escala, los beneficios tiempo-costo deben analizarse bien.

2.1.3. Características ambientales

Para cualquier obra constructiva se genera un impacto al ambiente, sea esta de cualquier tipo constructivo. En general las obras con estructuras metálicas generan impacto ambiental debido a las soldaduras, los desechos generados al tener que usar pinturas anticorrosivas, mientras que en estructuras sólo de hormigón, estos desechos se evitan, pero se generan otros como la madera de los encofrados y agua de lavado de maquinarias que están en contacto con las mezclas de hormigón.

2.1.4. Parámetros cuantificadores

Para elegir la alternativa que más se adecúa a este proyecto se tomarán en cuenta variables como presupuesto, tiempo requerido para la ejecución de obra y preferencia del cliente respecto a las opciones planteadas.

2.1.5. Descripción de las alternativas

2.1.5.1. Propuesta arquitectónica

El edificio tiene 4 pantas, con un total de 12 metros de altura: planta baja y 3 pisos superiores, con una altura de entrepiso de 3 m. La propuesta contempla la planta baja con dos departamentos, la segunda y tercera planta tienen total 5 departamentos, ya que uno se divide entre las dos plantas, y la última planta tiene dos departamentos.

El terreno cuenta con 741m², de los cuales se utilizarán 288.05 m² en la construcción, dejando los restantes para uso de parqueaderos.

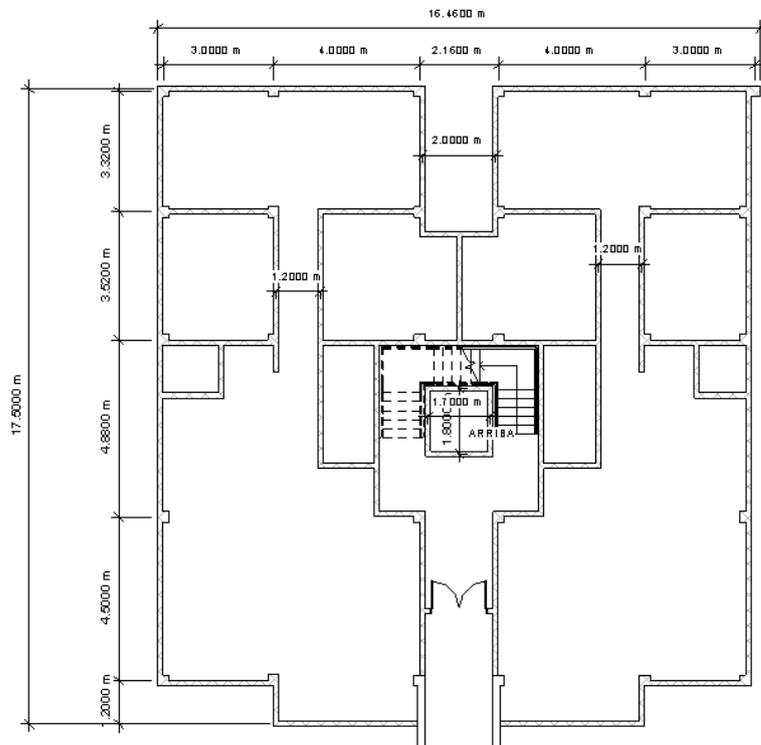


Figura 2.1 Distribución típica de departamentos en planta baja y última planta [Fuente: propia]

2.1.5.2. Alternativa A

Se propuso una estructura de hormigón con muros de corte, estos brindan el beneficio de soportar una gran parte del cortante basal, específicamente el 75%, esperando así que estos logran una disminución en las dimensiones de los demás componentes.

2.1.5.3. Alternativa B

Se propuso una estructura con pórticos especiales resistentes a momento. Estos pórticos están conformados por un sistema de vigas y columnas, con detallamientos de acero específicos para zonas con alta sismicidad.

La propuesta contempla el uso de losas nervadas.

2.1.5.4. Alternativa C

Se propuso el uso de estructuras metálicas, debido a la mayor rapidez con que estas son construidas. Para este diseño se contemplaron aceros laminados en caliente del catálogo de Novacero y el uso de Novalosa.

2.1.6. Selección de alternativa óptima

Para el presente trabajo se decidió continuar con una estructura de hormigón armado, conformada por pórticos resistentes a momento. En el análisis preliminar a través del software etabs se observó que la estructura presenta periodos cortos, y un cortante basal resistido muy bien por los pórticos. La estructura metálica requiere consideraciones muy específicas en cuanto a las conexiones, sean estas soldadas o apernadas, lo cual exige costos mayores, debido a que la edificación es relativamente pequeña, no se justifica el ahorro del tiempo de construcción de una estructura metálica con el aumento del presupuesto por sus elementos.

Respecto a una estructura con muros de corte, aunque aumentarían la rigidez de la estructura, debido a que la edificación es bastante regular y no es esbelta, decidimos evitar la mayor complicación constructiva de muros de corte, ya que el armado de los mismos conlleva mayor tiempo y trabajo que el armado de vigas y columnas. Respecto a las losas, debido a que los paños del techo son de dimensiones parecidas, considerar losas nervadas o macizas requeriría diseñar losas en dos direcciones, mientras que usando

Novalosa, y añadiendo vigas secundarias, se puede reducir un poco el tiempo de fundido y los espesores de losa.

2.2. Información Técnica Necesaria

2.2.1. Datos topográficos

La topografía del terreno fue brindada por el cliente, esta fue tomada con estación total. Como se observa en la imagen, los terrenos limitan con el cerro, fuera de eso el terreno presenta poca variación de altura.

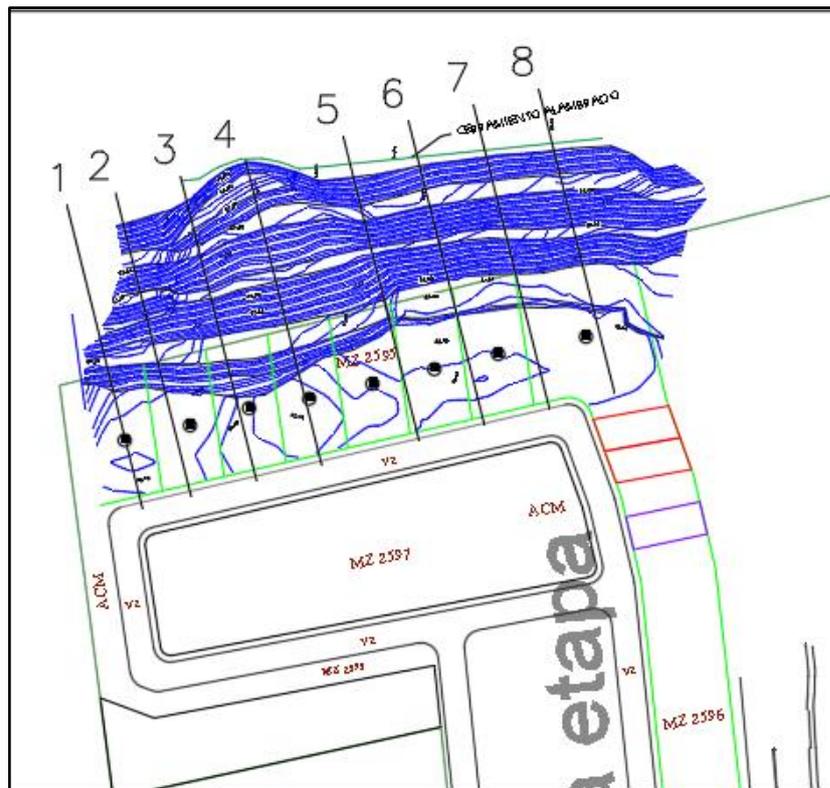


Figura 2.2 Topografía del terreno [Fuente: propia]

2.2.2. Datos Geológicos

2.2.2.1. Datos sísmicos

Ecuador se encuentra en el denominado Cinturón de fuego del pacífico, por lo que se considera como zona sísmica, y todas las construcciones que se llevan a cabo en el país deben ser diseñadas para resistir fuerzas sísmicas.

	Esmeraldas 1746	Ambato 1949	Riobamba 1797	Manabí 2016	Guayaquil 2017
Magnitud (Escala de Richter)	8.8	8	8.3	7.8	6.2
Intensidad (Escala de (Mercalli))	IX	VII	VII	IX	VII
Porcentaje de Afectación (Estructural)	70%	75%	70 %	70 y 80 %	0%

Figura 2.3 Sismos de mayor magnitud registrados en Ecuador

La NEC 15 SE DS en el literal “3 Peligro sísmico del Ecuador y Efectos sísmicos Locales”, podemos encontrar los diferentes valores que van a permitir realizar una estimación de los efectos de un sismo en la estructura. El primer factor es el factor $Z=0.40g$ debido a que la estructura está ubicada en Guayaquil.

El tipo de suelo, según las características geológicas suelo Tipo D, este lo podemos encontrar en el literal “NEC 15 SE DS (3.2) Geología Local, en la tabla 2”

Por último, los coeficientes del Perfil de Suelo Fa, Fd y Fs que los podemos encontrar “NEC 15 SE DS (3.2.2) Coeficiente de perfiles de Suelo, de las Tablas 3, 4 y 5”

Tipo de perfil del suelo	D
Z	0,4
η	1,8
Fa	1,2
Fd	1,4
Fs	1,5

Tabla 2.2.1 Datos sísmicos de acuerdo con el tipo de suelo del proyecto [Fuente: propia]

2.2.3. Datos Geotécnicos

Al no contar con una investigación geotécnica que nos permita determinar las características físicas y mecánicas de los estratos de suelos existentes en el subsuelo del área donde se implantará el proyecto, se hizo una relación entre información existente del

proyecto Torre Baró ubicado a 1150 metros aproximadamente del lugar de estudio como se muestra en la imagen satelital.

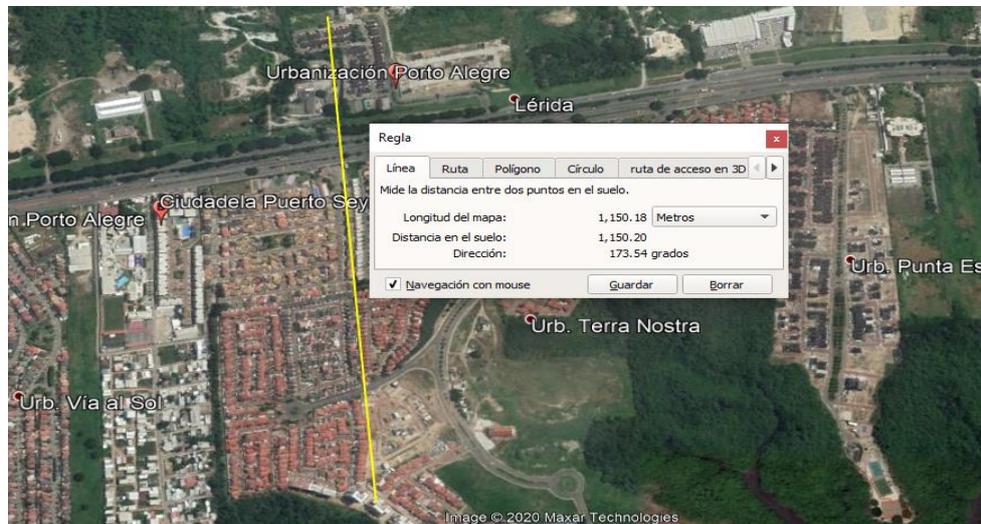


Figura 2.4 Distancia referencial desde la ubicación del proyecto hasta la ubicación donde se realizó el estudio de suelo [Fuente: Google Earth]

Las perforaciones de suelos del proyecto Torre Baró indicaban que los estratos resistentes de suelos están a 14.5 metros de profundidad en la cota -13.99, por lo que, el diseño de este proyecto demandaba el uso de pilotes.

El proyecto en estudio se implanta en un terreno en la cota +41.90 en las faldas del Cerro Blanco, por lo tanto, el proyecto se basa en la hipótesis que el suelo competente presente en las perforaciones de Torre Baró se presenta a la cota +39.90 considerando 2 metros de excavación. A continuación, se presenta perfil de suelo con sus características.

DESCRIPCION ESTRATIGRAFICA	PROF. m	MUEST. No	SIMB	HUMEDAD NATURAL W - %	GRANULOMETRIA % PASANTE		LIMITES DE ATTERBERG		CLASIF. SUCS	PROPIEDADES FISICAS					
					T # 4	T # 200	WL - %	IP - %		&	"qu"	"t"	E	"N"	
<i>P# 1</i>	0,00														
MATERIAL DE RELLENO <i>Grava arcillosa arenosa café</i> <i>Grava: 75,97 % Suelo fino: 17,52 % Arena: 6,51 %</i>	<i>N.F 0,80</i> 1,30		▼▼▼▼ ▲▲▲▲ ▼▼▼▼ ▲▲▲▲ ▼▼▼▼	5,21	24,03	17,52			G C						
<i>Arcilla gris-verdosa con lentes arena fina</i>	2,00 2,40	1	■	97,80	100	93,40	72	45	C H	1,24	0,35	.....	4,32		
	3,50 3,90	2		87,50	100	97,27	61	36	C H	1,20	0,26	.....	4,30		
	5,00 5,40	3		116,19	100	86,64	85	55	C H	1,17	0,14	.....	4,86		
	6,50 6,90	4		93,51	100	66,32	70	43	C H	1,10	0,12	.....	4,59		
<i>Arcilla Turbosa (Arcilla gris-verdosa con lentes arena fina y materia vegetal sin descomponer)</i>	8,00 8,40	5	■	44,68	100	82,98	53	29	C H	1,37	0,89	.....	5,67		
<i>Limo arcilloso de coloración verdoso (Cangahua)</i>	9,40 9,85	6	■	34,43	100	94,10	49	20	M L						5-4-4
<i>Limo arcilloso de coloración verdoso-amarillento (Cangahua)</i> <i>Sigue</i>	10,90 11,35	7	■	26,21	100	91,74	44	15	M L						5-7-9

Figura 2.5 Estudio de suelo Torres Baró Ciudadela Terranostra, frente a la ubicación del proyecto [Fuente: propia]

DESCRIPCION ESTRATIGRAFICA	PROF. m	MUEST. No	SIMB	HUMEDAD NATURAL W - %	GRANULOMETRIA % PASANTE		LIMITES DE ATTERBERG		CLASIF. SUCS	PROPIEDADES FISICAS					
					T # 4	T # 200	WL - %	IP - %		&	"qu"	"t"	E	"N"	
<i>P# 1</i> <i>Continúa</i>	11,35														
<i>Limo arcilloso de coloración verdoso-amarillento (Cangahua)</i>	12,40	8		44,26	100	93,03	61	26	MH					12-36-50/5"	
	12,85														
	13,90	9		39,45	100	94,61	53	22	MH						15-20-40
	14,35														
	14,50	10		38,11	100	93,40	49	20	ML					48	

Figura 2.6 Estudio de suelo Torres Baró Ciudadela Terranostra, frente a la ubicación del proyecto [Fuente: propia]

2.3. Consideraciones para el diseño

2.3.1. Criterios para el diseño

Criterios de diseño

Los criterios por emplearse en el diseño y análisis de la superestructura y subestructura son las siguientes:

- American Society of Civil Engineers (2016). "Minimum Design Loads for Buildings and other Structures", ASCE Standard ASCE/SEI-7-16, Virginia.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015 NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, Diseño Sismo Resistente
- Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015 NEC-SE-AC: Estructuras de Acero.
- American Society for Testing and Materials ASTM
- Federal Emergency Management Agency FEMA "NEHRP Recommended Provisions and Commentary for Seismic Regulations for New Buildings and Other Structures", FEMA 450.
- American Concrete Institute ACI 318-14

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

3.1. Estimación de cargas en la estructura

Para la estimación de cargas vivas y muertas se recurrió a la normativa vigente en Ecuador, en este caso la Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC, específicamente el capítulo NEC_SE_CG para Cargas Sísmicas.

La carga viva especificada para uso residencial es de 2 KN/m². Para cargas muertas se realizó una estimación del peso propio de los elementos a utilizarse. Para estas aproximaciones se asumieron secciones de vigas y columnas:

Vigas: 35 x 35 [cm]

Columnas: 40 x 40 [cm]

Cargas muertas	
Elemento	kg/m ²
Paredes	200
Sobrepiso	50
Instalaciones	50
Vigas	260
Columnas	50
Losa	330
Total	940

Tabla 3.1 Cargas muertas que actúan en la estructura [Fuente propia]

Carga viva	
Elemento	kg/m ²
Residencia	200
Total	200

Tabla 3.2 Cargas vivas que actúan sobre la estructura [Fuente propia]

3.2. Estimación del peso sísmico de la estructura

Para calcular el peso sísmico se recurrió a la normativa NEC, el capítulo donde detalla el diseño sísmico de las estructuras.

El caso general, calculado en este caso es:

$$W = D + 0.25 L_i \quad (3-1)$$

Donde

D: Carga muerta total de la estructura

Li: Carga viva del piso i

Para realizar la estimación se calculó el área en cada piso. Debido a que la vista en planta no es un cuadrado perfecto se restaron las áreas huecas que no tienen construcción

Lx	17,5
Ly	16,46
A-	21,51
Área total	266,54

Tabla 3.3 Área de construcción de cada planta [Fuente propia]

Se calculó el peso sísmico considerando el 25% de la carga viva

Pisos	Wd [kg/m2]	L [kg/m2]	0,25 Li [kg/m2]	Peso sísmico [T]
4	940	200	50,00	263,87
3	940	200	50,00	263,87
2	940	200	50,00	263,87
1	940	200	50,00	263,87
Total				1.055,50

Tabla 3.4 Cálculo del peso sísmico de la estructura [Fuente: propia]

Como resultado se obtuvo un peso sísmico (W) de 1055.5 T.

3.3. Cortante basal

3.3.1. Irregularidades en planta y en elevación

La NEC plantea dos tipos de irregularidades: en planta y en elevación, las cuales afectan la rigidez de la estructura y obviamente su desempeño sísmico. Por esta razón se recomiendan se aplica un coeficiente que

represente esa disminución, proporcional a la cantidad de irregularidades que presente la estructura.

Dado que la estructura planteada no presentó irregularidades que afectaran su resistencia, los valores adoptados fueron:

$\emptyset P = 1$; Coeficiente de regularidad en planta $\emptyset P$

$\emptyset E = 1$; Coeficiente de regularidad en elevación $\emptyset E$

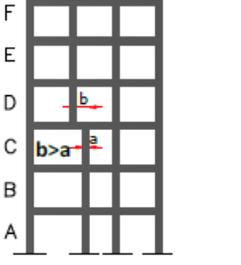
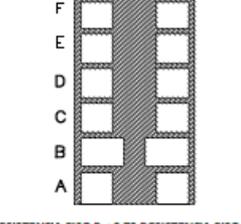
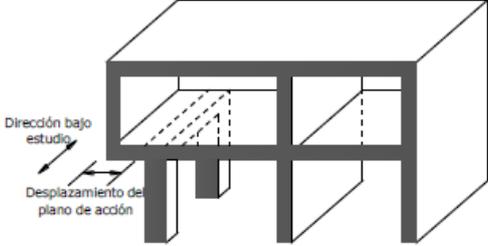
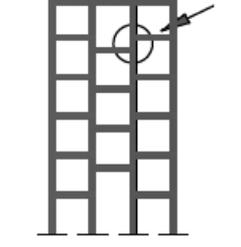
IRREGULARIDADES EN ELEVACIÓN	IRREGULARIDADES EN PLANTA	
<p>Ejes verticales discontinuos o muros soportados por columnas. La estructura se considera irregular no recomendada cuando existen desplazamientos en el alineamiento de elementos verticales del sistema resistente, dentro del mismo plano en el que se encuentran, y estos desplazamientos son mayores que la dimensión horizontal del elemento.</p>		<p>Desplazamiento de los planos de acción de elementos vertical.</p> <p>Una estructura se considera irregular no recomendada cuando existen discontinuidades en los ejes verticales, tales como desplazamientos del plano de acción de elementos verticales del sistema resistente.</p>
<p>Piso débil-Discontinuidad en la resistencia. La estructura se considera irregular no recomendada cuando la resistencia del piso es menor que el 70% de la resistencia del piso inmediatamente superior, (entendiéndose por resistencia del piso la suma de las resistencias de todos los elementos que comparten el cortante del piso para la dirección considerada).</p>		
<p>Columna corta Se debe evitar la presencia de columnas cortas, tanto en el diseño como en la construcción de las estructuras.</p>		

Figura 3.1 Configuraciones estructurales no recomendadas [Fuente: NEC-SE-DS, 2010]

3.3.2. Espectro de diseño

Para determinar el espectro de Diseño S_a , se obtuvieron los factores F_a , F_d y F_s de la norma NEC, donde se consideró un tipo de suelo D, debido a las características de suelo donde se ubica el proyecto.

A continuación, en la tabla 4 se detallan los valores que se obtuvieron:

Tipo de perfil del suelo	D
Z	0,4
η	1,8
Fa	1,2
Fd	1,4
Fs	1,5

Tabla 3.5 Factores para cálculo del espectro de diseño [Fuente: NEC-SE-DS, 2010]

Para graficar el espectro de diseño se calcularon los diferentes periodos característicos de la gráfica

$$T_0 = 0.1F_s \frac{F_d}{F_a} \quad (3-2)$$

$$T_c = 0.55F_s \frac{F_D}{F_a} \quad (3-3)$$

Luego se calculó el espectro de respuesta elástico de aceleraciones entre cada rango de periodos:

Para $T < T_0$

$$s_a = zF_a \left(1 + (\eta - 1) \frac{T}{T_0}\right) \quad (3-4)$$

Para $T_0 < T < T_c$

$$s_a = \eta z F_a \quad (3-5)$$

Para $T > T_c$

$$s_a = \eta z F_a \left(\frac{T_c}{T}\right)^r \quad (3-6)$$

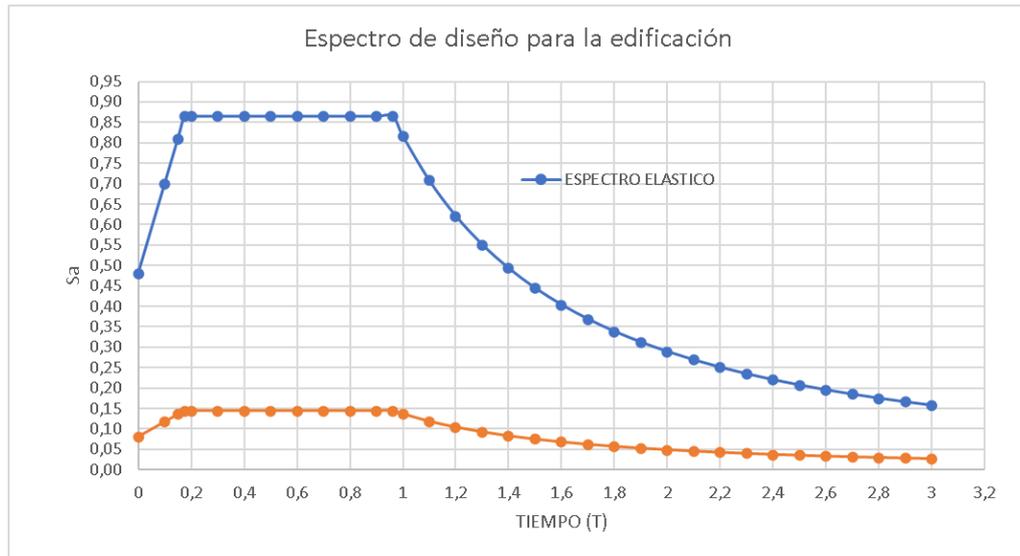


Figura 3.2 Espectro de diseño para la estructura [Fuente: propia]

El siguiente paso fue calcular el periodo de vibración del edificio propuesto, con la siguiente fórmula:

$$T = C_t h_n^\alpha \tag{3-7}$$

Donde:

T: Periodo de vibración de la estructura

C_t: Coeficiente que depende del tipo de edificio

H: Altura máxima de la edificación de n pisos, medida desde la base de la estructura, en metros

α: Coeficiente que depende del tipo de estructura

De acuerdo con nuestro tipo de edificación, tenemos los siguiente:

Tipo de estructura	Pórticos Especiales de Hormigón armado
C _t	0,047
α	0,9
h _n [m]	12

Tabla 3.6 Datos para el cálculo del periodo de la estructura [Fuente: propia]

A continuación, se calculó el periodo

$$T = (0.047)12^{0.9}$$

$$T = 0.44 \text{ s}$$

Debido a que el periodo de la estructura se encuentra entre el T0 y el Tc, se obtuvo el valor de Sa

$$S_a = 1.8(0.4)(1.2)$$

$$S_a = 0.864$$

3.3.3. Cálculo del cortante en la base

De acuerdo con la NEC-SE-DS del 2010 el cortante basal se calcula de la siguiente forma:

$$V = \frac{ISa}{\phi_p \phi_e R} W \quad (3-8)$$

Donde:

I: Coeficiente de importancia

Sa: Espectro de Diseño en Aceleración

ϕ_p , ϕ_e : Coeficientes de regularidad en planta y elevación

R: Factor de reducción de resistencia sísmica

W: Carga o Peso sísmico

Todos los coeficientes necesarios para el cálculo se obtuvieron de la NEC-SE-DS. A continuación, se detalla en la tabla los coeficientes determinados para nuestra estructura, de acuerdo con la NEC.

Coeficiente de Regularidad horizontal " ϕ_p "	1
Coeficiente de Regularidad vertical " ϕ_e "	1
Factor de importancia "I"	1
R	6

Tabla 3.7 Coeficientes para el cálculo del cortante en la base de la estructura
[Fuente: propia]

Con estos datos se calculó el cortante basal

$$V = \frac{ISa}{\phi_e \phi_p R} W$$

$$V = \frac{1.0(0.864)}{1.0(1.0)(6)} (1055.5 T)$$

$$V = 151.99 T$$

3.3.4. Distribución de fuerzas sísmicas laterales

El cortante obtenido en el apartado anterior se distribuyó en cada entrepiso, esto con el fin de saber qué porcentaje de la fuerza actúa en cada nivel. La fuerza en cada piso se calculó de la siguiente forma:

$$F = C_v V \quad (3-9)$$

El valor de C_v se obtuvo, de acuerdo con la NEC-SE-DS, con la siguiente fórmula:

$$C_v = \frac{W_x h_n^k}{\sum W_i h_n^k} \quad (3-10)$$

En esta fórmula se requirió el valor "K", que es un coeficiente relacionado con el periodo de vibración de la estructura "T". De acuerdo con la Norma NEC-SE-DS, el valor de k varía según el valor del periodo:

Valores de T	k
≤0,5	1
0,5<T≤2,5	0,75+0,5T
>2,5	2

Tabla 3.8 Valor de k asociado al periodo de la estructura [Fuente: NEC-SE-DS,2010]

En nuestro caso, ya que el periodo de la estructura T es 0.44 s, el valor de k es 1.

A continuación, se detalla la distribución de la fuerza cortante en cada entrepiso:

Pisos	Altura [m]	Peso sísmico [T]	k	Wh^k	C_v	F [T]	V (Ton)
4	12	263,87	1,0	3.166,50	0,400	60,80	151,99
3	9	263,87	1,0	2.374,87	0,300	45,60	91,20
2	6	263,87	1,0	1.583,25	0,200	30,40	45,60
1	3	263,87	1,0	791,62	0,100	15,20	15,20
Sumatoria		1.055,50		7.916,24		151,99	

Tabla 3.9 Distribución de la fuerza cortante en cada entrepiso [Fuente: propia]

Podemos darnos cuenta de que la suma de todas las fuerzas es igual al cortante en la base obtenido en el numeral anterior.

3.4. Predimensionamiento de elementos estructurales

Para el cálculo de cargas y momentos necesarios para el Predimensionamiento se seleccionaron dimensiones aproximadas de vigas y columnas:

Vigas: 35 x 35 [cm]

Columnas: 40 x 40 [cm]

3.4.1. Columnas

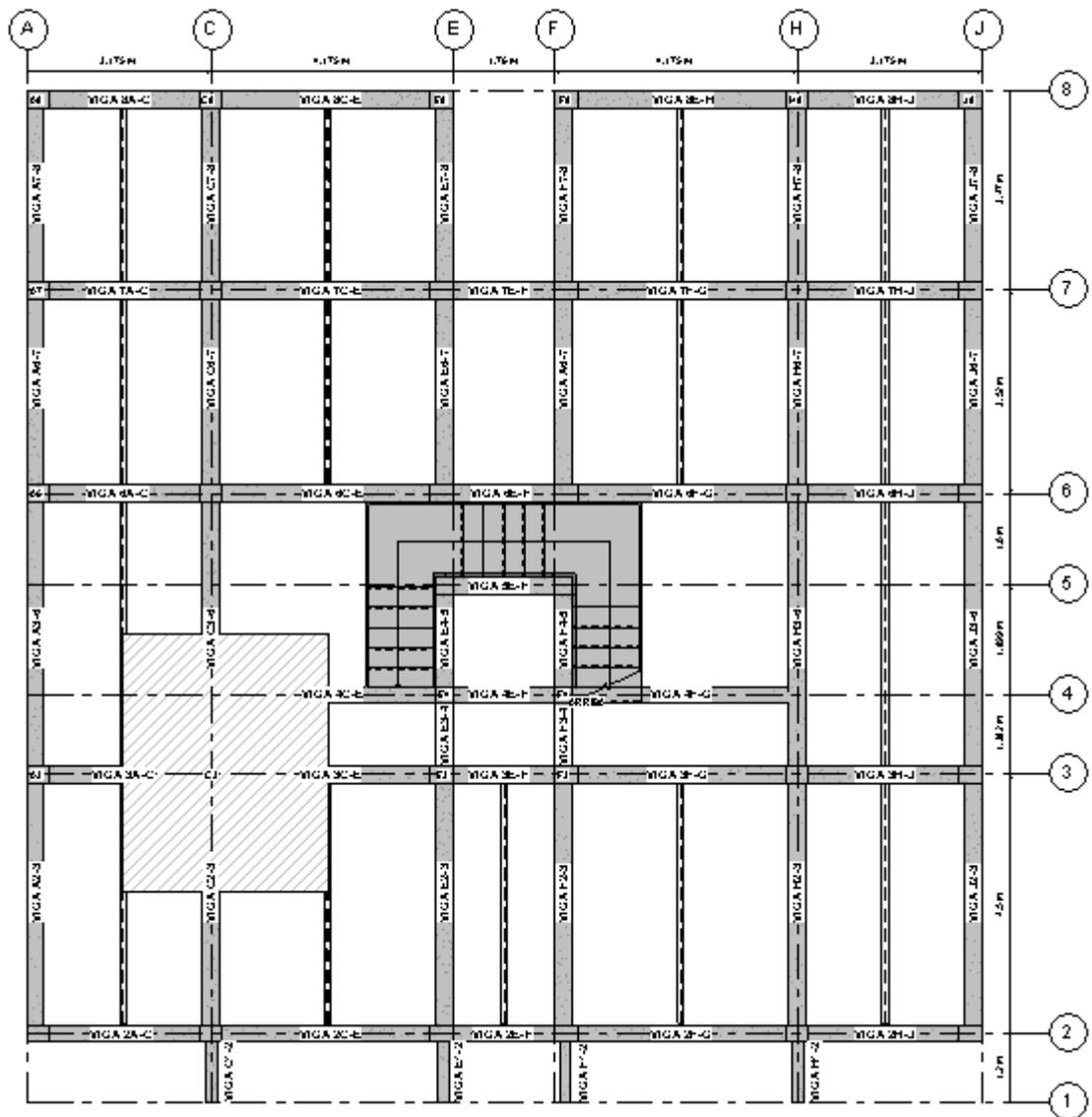


Figura 3.3 Vista en planta de la columna con mayor sollicitación [Fuente: propia]

Se escogió la columna más cargada, que en este caso es la C3 mostrada en la figura 3.3. Una vez seleccionada se calculó el área de influencia de la columna

$$A_i = \left(\frac{3 + 4}{2}\right) \left(\frac{4.8 + 4.5}{2}\right) \quad (3-11)$$

$$A_1 = 16.27 \text{ cm}^2$$

De acuerdo con la normativa ASCE la carga viva (L_o) puede reducirse a un valor L si se cumple lo siguiente:

$$K_{LL} * A_t \geq 37.16 \text{ m}^2 \quad (3-12)$$

Donde:

K_{LL} : Factor de carga viva del elemento, y se obtiene por medio de la tabla dada por la norma ASCE 7-10, en la sección 4.7.2.

Element	K_{LL}^a
Interior columns	4
Exterior columns without cantilever slabs	4
Edge columns with cantilever slabs	3
Corner columns with cantilever slabs	2
Edge beams without cantilever slabs	2
Interior beams	2
All other members not identified, including:	1
Edge beams with cantilever slabs	
Cantilever beams	
One-way slabs	
Two-way slabs	
Members without provisions for continuous shear transfer normal to their span	

Figura 3.4 Factor K_{LL} para reducción de carga viva [Fuente: ASCE 7, 2010]

Debido a que el análisis se realizó en una columna interior: $K_{LL}=4$

$$k_{LL}A_i = 4(16.27)$$

$$k_{LL}A_i = 65.08$$

Dado que $65.08 > 37.16$, se usó la fórmula para reducir la carga viva

$$L = 200 \left(0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{4(16.27)}} \right)$$

$$L = 163.3 \frac{kg}{m^2}$$

Luego se calculó el peso total que soporta la columna de la planta baja, esto se realizó haciendo la sumatoria de todas las cargas actuantes sobre los pisos superiores, en el área de influencia de las columnas ubicadas en ese eje.

$$P_i = (W_D + W_L)A_iN \quad (3-13)$$

Donde

Pi: Carga axial de servicio en la columna en el nivel X

Wi: Carga uniforme distribuida que incluye la carga muerta y la carga viva reducida.

Ai= Es el área de influencia sobre la columna en análisis

N: El número de pisos cargados por la columna

Con lo que se obtuvo

$$P_1 = (940 + 163.3)(16.27)(4)$$

$$P_i = 71.8 T$$

Con este dato se obtuvo la sección transversal de la columna, con la siguiente ecuación:

$$A_c = \frac{P_i}{(\alpha)f'_c} \quad (3-14)$$

Donde:

Pi: Carga que resiste la columna

Ac: Área de la sección transversal de la columna

α: Factor de mayoración

El factor de mayoración es un valor que depende de la ubicación de la columna:

Ubicación de columna	α
Esquinera	0,17
Exterior	0,2
Interior	0,25

Tabla 3.10 Valores del coeficiente α para los diferentes tipos de columnas [Fuente: ASCE 7, 2010]

Se utilizó un promedio de este valor α , para ser conservadores:

$$\alpha = \frac{0.17 + 0.20 + 0.25}{3}$$

$$\alpha = 0.21$$

Para el diseño de todos los elementos de hormigón se asumió un valor de $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$. Por lo que el área de columna calculada fue:

$$A_c = \frac{71800}{0.21(280)}$$

$$A_c = 1221.14 \text{ cm}^2$$

Dado que se asumió una dimensión aproximada al iniciar el análisis, se proporcionó una sección similar. Se aceptó una sección rectangular con un ancho “b” de 30 cm.

$$b = \frac{1221.14}{30}$$

$$b = 40.7 \text{ cm}$$

Por lo que la sección escogida fue de 30 x 40 [cm]. Para la planta alta se redujo una de sus dimensiones, quedando:

Columnas PB: 30 x 40 [cm]

Columnas PA: 30 X 30 [cm]

3.4.2. Vigas

Para predimensionar las vigas se tomó en cuenta lo que la norma ACI 318SUS-14 sección 9.3 indica sobre las aturas mínimas de vigas.

Condición de apoyo	Altura mínima, h
Simplemente apoyada	l/16
Con un extremo continuo	l/18.5
Ambos extremos continuos	l/21
En voladizo	l/8

Tabla 3.11 Altura mínima de vigas [Fuente: ACI 318SUS-14, 2014]

Se evaluaron los pórticos en ambos sentidos, y las vigas en voladizo:

Pórtico sentido X

Vano con un extremo continuo, $L=3$ m

$$h = \frac{L}{18.5} \quad (3-15)$$

$$h = \frac{300}{18.5}$$

$$h = 16.22 \text{ cm}$$

Vano con ambos extremos continuos, $L=4$ m

$$h = \frac{L}{21} \quad (3-16)$$

$$h = \frac{300}{21}$$

$$h = 16.22 \text{ cm}$$

Pórtico sentido Y

Vano con un extremo continuo, $L=3.32$ m

$$h = \frac{L}{18.5} \quad (3-17)$$

$$h = \frac{332}{18.5}$$

$$h = 17.95 \text{ cm}$$

Vano con ambos extremos continuos, $L=4.8$ m

$$h = \frac{L}{21} \quad (3-18)$$

$$h = \frac{480}{21}$$

$$h = 22.86 \text{ cm}$$

Vano en voladizo, $L=1.2$ m

$$h = \frac{L}{8} \quad (3-19)$$

$$h = \frac{120}{8}$$

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

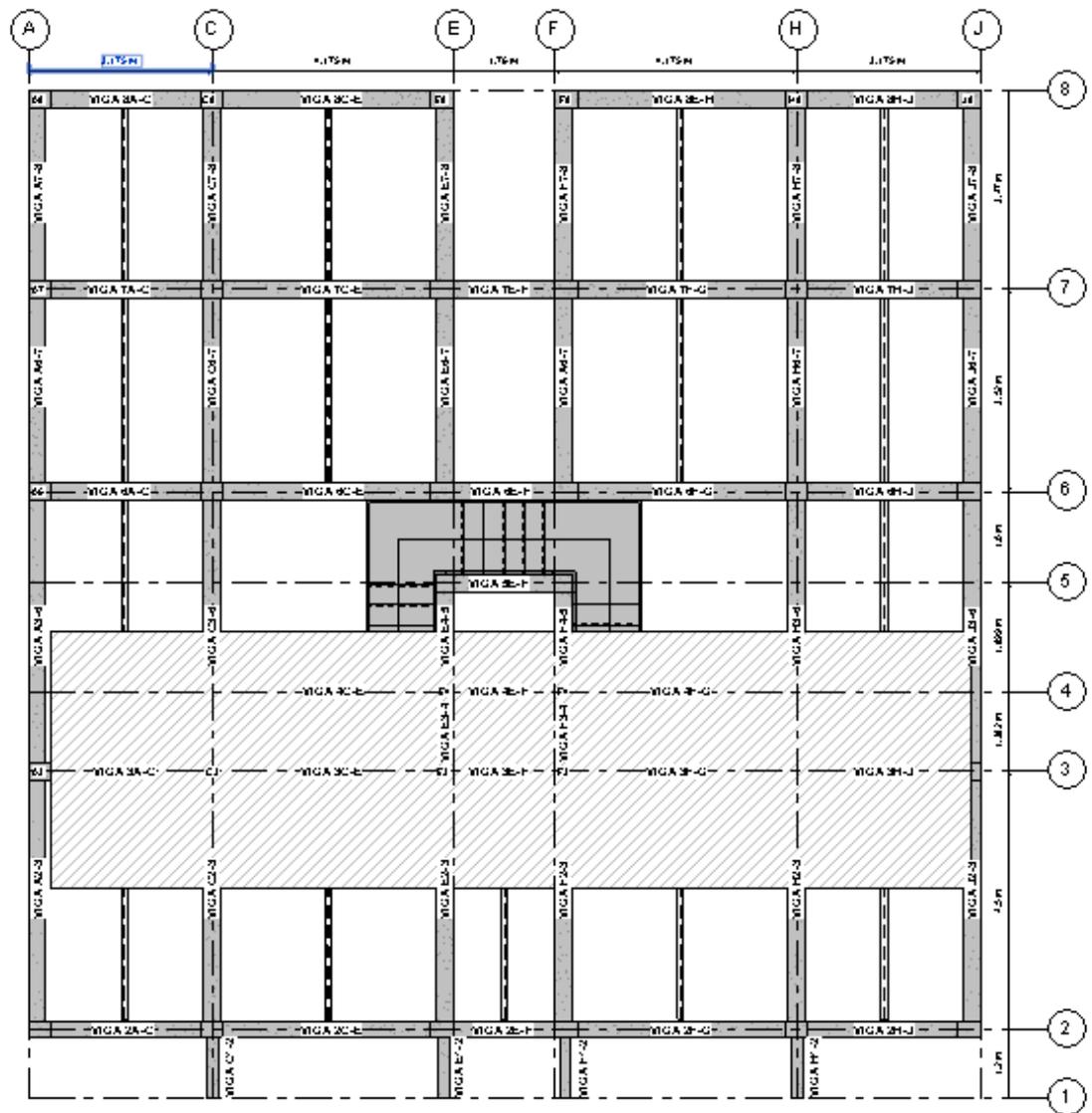


Figura 3.5 Área de influencia de las vigas del pórtico 3 [Fuente: propia]

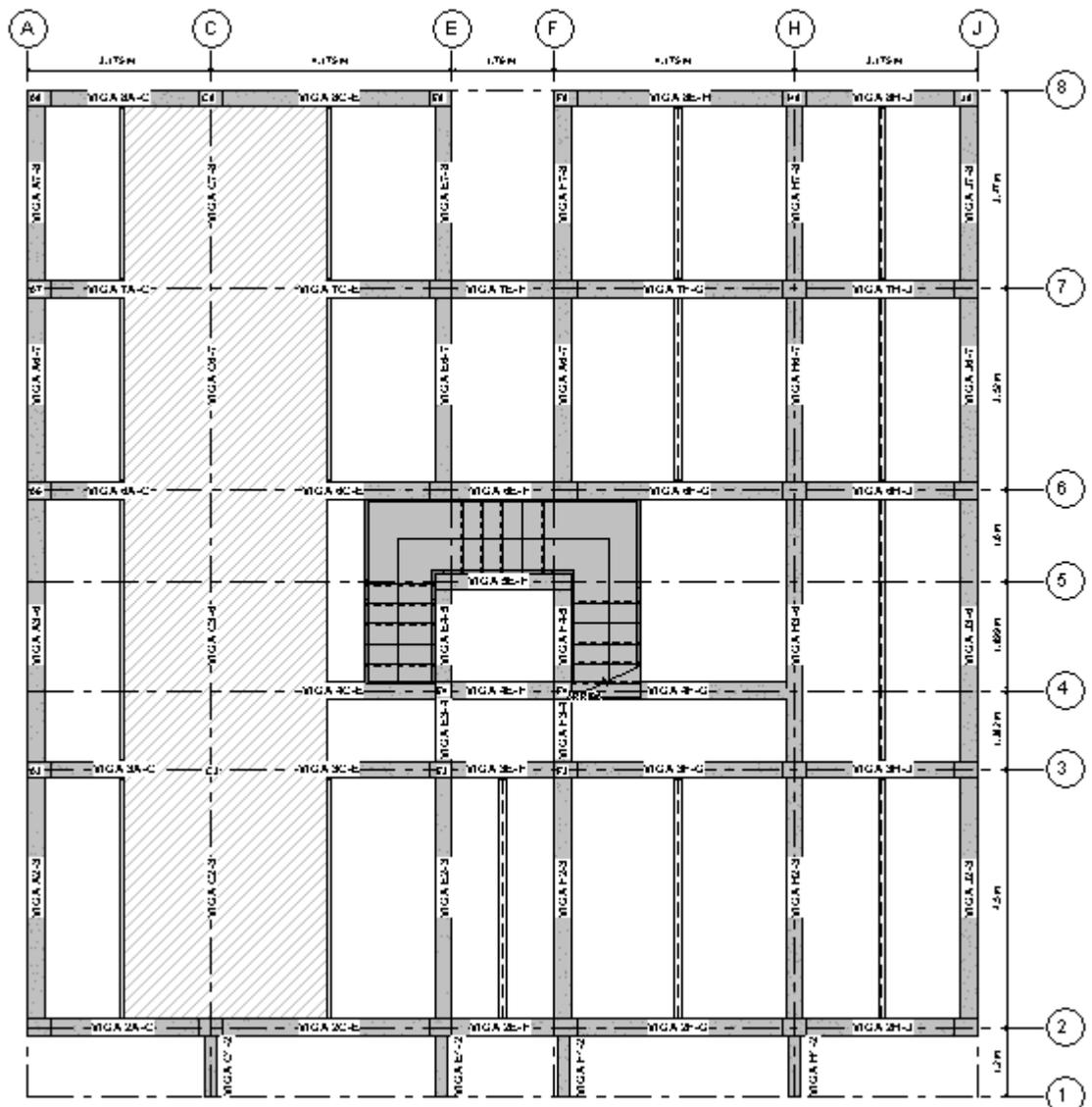


Figura 3.6 Área de influencia de las vigas del pórtico C

Como se observa en las figuras 3.5 y 3.6, los pórticos cuyas vigas tienen mayor área de influencia son el pórtico 3 y el pórtico C, por esta razón el predimensionamiento se realizó con las vigas de mayor dimensión de esos pórticos, en este caso las vigas 3C-E y la viga C3-6.

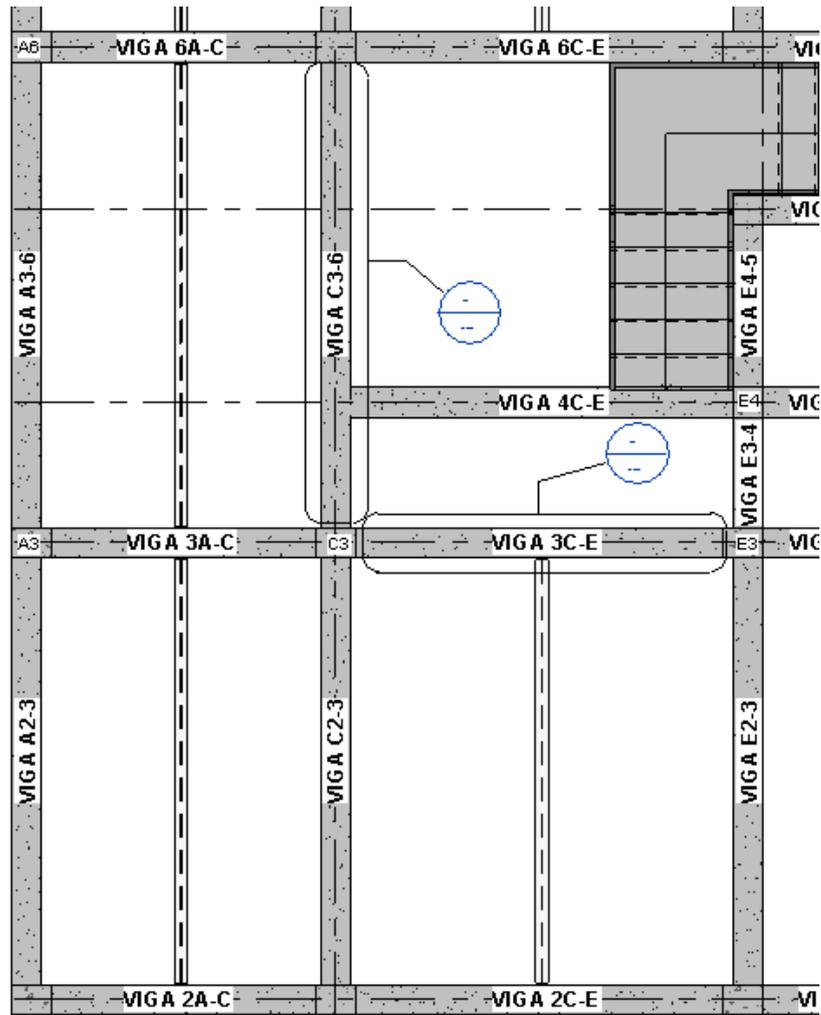


Figura 3.7 Vista en planta de las vigas C3-6 y 3C-E

Se calculó el área de influencia de ambas vigas:

Viga C3-6

$$S = \left(\frac{3 + 4}{2} \right) \quad (3-20)$$

$$S = 3.5 \text{ m}$$

Viga 3C-E

$$S = \left(\frac{4.8 + 4.5}{2} \right) \quad (3-21)$$

$$S = 4.65 \text{ m}$$

Para obtener los momentos de diseño se usó el método de cálculo de momentos a través de coeficientes, según lo indicado en la norma ACI 318SUS-14, en el capítulo 6.

Momento	Localización	Condición	M_u
Positivo	Vanos extremos	Extremo discontinuo monolítico con el apoyo	$w_u \ell_n^2 / 14$
		El extremo discontinuo no está restringido	$w_u \ell_n^2 / 11$
	Vanos interiores	Todos	$w_u \ell_n^2 / 16$
Negativo ⁽¹⁾	Cara interior de los apoyos exteriores	Miembros construidos monolíticamente con viga dintel de apoyo	$w_u \ell_n^2 / 24$
		Miembros construidos monolíticamente con columna como apoyo	$w_u \ell_n^2 / 16$
	Cara exterior del primer apoyo interior	Dos vanos	$w_u \ell_n^2 / 9$
		Más de dos vanos	$w_u \ell_n^2 / 10$
	Las demás caras de apoyos	Todas	$w_u \ell_n^2 / 11$
	Cara de todos los apoyos que cumplan (a) o (b)	(a) Losas con luces que no excedan de 10 pies (b) Vigas en las cuales la relación entre la suma de las rigideces de las columnas y la rigidez de la viga exceda de 8 en cada extremo del vano	$w_u \ell_n^2 / 12$

Figura 3.8 Coeficientes para el cálculo de momentos [Fuente: ACI 318SUS-14, 2014]

El primer paso fue calcular las cargas lineales sobre las vigas:

$$W_D = 630 \frac{kg}{m^2}$$

$$W_L = 200 \frac{kg}{m^2}$$

Viga C3-6

$$q_D = 630 \frac{kg}{m^2} (3.5 m)$$

$$q_L = 200 \frac{kg}{m^2} (3.5 m)$$

$$q_D = 2205 \frac{kg}{m}$$

$$q_L = 700 \frac{kg}{m}$$

Viga 3C-E

$$q_D = 630 \frac{kg}{m^2} (4.65 m)$$

$$q_L = 200 \frac{kg}{m^2} (4.65 m)$$

$$q_D = 2929.5 \frac{kg}{m}$$

$$q_L = 930 \frac{kg}{m}$$

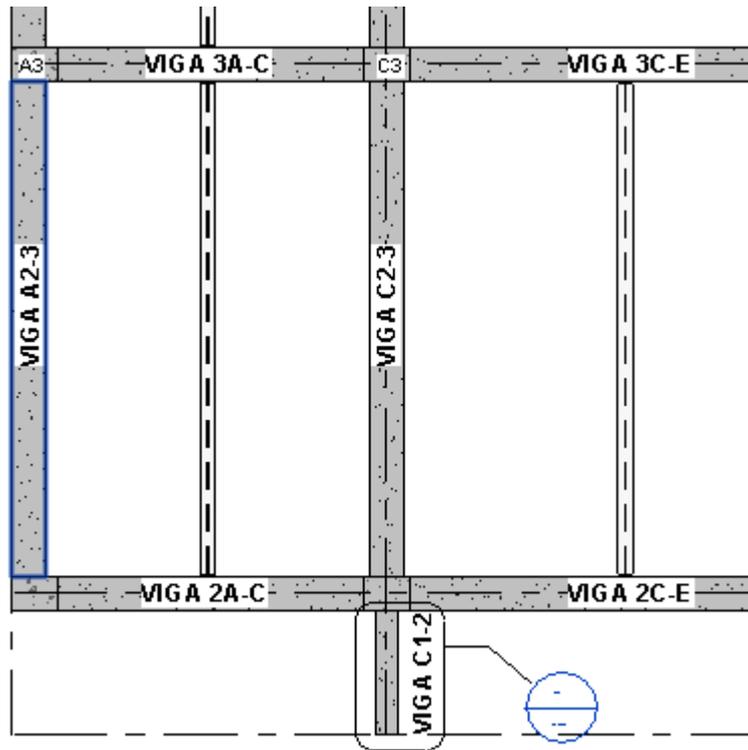


Figura 3.9 Viga en voladizo C1-2

Viga C1-2 (voladizo)

$$q_D = 630 \frac{kg}{m^2} (3.5 m)$$

$$q_L = 200 \frac{kg}{m^2} (3.5 m)$$

$$q_D = 2205 \frac{kg}{m}$$

$$q_L = 700 \frac{kg}{m}$$

Con estas cargas se aplicaron los coeficientes para calcular lo momentos
Viga C3-6

$$M^- = \frac{q_D L_n^2}{10} \quad (3-22)$$

$$M_D^- = \frac{q_D L_n^2}{10}$$

$$M_L^- = \frac{q_L L_n^2}{10}$$

$$M_D^- = \frac{2.21(4.8)^2}{10}$$

$$M_L^- = \frac{0.7(4.8)^2}{10}$$

$$M_D^- = 5.1 T.m$$

$$M_L^- = 1.61 T.m$$

$$M^+ = \frac{q_D L_n^2}{16} \quad (3-23)$$

$$M_D^+ = \frac{q_D L_n^2}{16} \quad M_L^+ = \frac{q_D L_n^2}{16}$$

$$M_D^+ = \frac{2.21(4.8)^2}{16} \quad M_L^+ = \frac{0.7(4.8)^2}{16}$$

$$M_D^+ = 3.2 \text{ T.m} \quad M_L^+ = 1.01 \text{ T.m}$$

Viga 3C-E

$$M^- = \frac{q_D L_n^2}{10} \quad (3-24)$$

$$M_D^- = \frac{q_D L_n^2}{10} \quad M_L^- = \frac{q_D L_n^2}{10}$$

$$M_D^- = \frac{2.93(4)^2}{10} \quad M_L^- = \frac{0.93(4)^2}{10}$$

$$M_D^- = 4.7 \text{ T.m} \quad M_L^- = 1.49 \text{ T.m}$$

$$M^+ = \frac{q_D L_n^2}{16} \quad (3-25)$$

$$M_D^+ = \frac{q_D L_n^2}{16} \quad M_L^+ = \frac{q_D L_n^2}{16}$$

$$M_D^+ = \frac{2.93(4)^2}{16} \quad M_L^+ = \frac{0.93(4)^2}{16}$$

$$M_D^+ = 2.93 \text{ T.m} \quad M_L^+ = 0.93 \text{ T.m}$$

Viga C1-2 (voladizo)

$$M^- = \frac{q_D L_n^2}{2} \quad (3-26)$$

$$M_D^- = \frac{q_D L_n^2}{2} \quad M_L^- = \frac{q_D L_n^2}{2}$$

$$M_D^- = \frac{2.21(1.2)^2}{2} \quad M_L^- = \frac{0.7(1.2)^2}{2}$$

$$M_D^- = 1.6 T.m$$

$$M_L^- = 0.51 T.m$$

Con estos valores se realizó el cálculo del momento último, el momento por sismo fue obtenido del ETABS.

Combinaciones de carga

$$1.4D \quad (3-27)$$

$$1.2D + 1.6L \quad (3-28)$$

$$1.2D + L \quad (3-29)$$

$$1.2D \pm E + L \quad (3-30)$$

$$0.9D \pm E \quad (3-31)$$

Viga C3-6

$$M_D^- = 5.1 T.m$$

$$M_L^- = 1.61 T.m$$

$$M_E = 0.99 T.m$$

Con estos valores se calculó el caso de carga más desfavorable

$$1.4(5.1) = 7.14 T.m$$

$$1.2(5.1) + 1.6(1.61) = 8.7 T.m$$

$$1.2(5.1) + 1.61 = 7.73 T.m$$

$$1.2(5.1) + 0.99 + 1.61 = 8.72$$

$$0.9(5.1) + 0.99 = 5.58 T.m$$

Por lo tanto, el momento último utilizado en el diseño es

$$M_u = 8.72 \text{ T.m}$$

Para proponer dimensiones se utilizó la fórmula para calcular el momento nominal de una viga:

$$\phi M_n = \phi b d^2 f_y \rho \left(1 - \frac{\rho f_y}{1.7 f' c} \right) \quad (3-32)$$

Conociendo que la cuantía mecánica de una viga es

$$w = \left(\frac{\rho f_y}{f' c} \right) \quad (3-33)$$

Entonces:

$$\phi M_n = \phi b d^2 f' c w (1 - 0.59w)$$

El valor recomendado de w es 0.18, por lo tanto:

$$\phi M_n = 0.145 b d^2 f' c \quad (3-34)$$

Despejando en función del ancho y el peralte de la viga

$$b d^2 = \frac{M_u}{0.145 f' c} \quad (3-35)$$

Se asumió un ancho de viga de 30 cm, para que fuera compatible con una de las dimensiones de la columna, así se calculó el peralte necesario para la viga:

$$d = \sqrt{\frac{M_u}{0.145 f' c b w}}$$

$$d = \sqrt{\frac{872000}{0.145(280)(30)}}$$

$$d = 26.76 \text{ cm}$$

Contando con el recubrimiento y el estribo, el cual se asume que va a ser de 1 cm de diámetro, se aceptan las siguientes dimensiones para la viga:

Viga 30 x 35 [cm]

Viga 3C-E

$$M_D^- = 4.7 \text{ T.m}$$

$$M_L^- = 1.49 \text{ T.m}$$

$$M_E = 1.73 \text{ T.m}$$

Con estos valores se calculó el caso de carga más desfavorable

$$1.4(4.7) = 6.58 T.m$$

$$1.2(4.7) + 1.6(1.49) = 8.02 T.m$$

$$1.2(4.7) + 1.49 = 7.13 T.m$$

$$1.2(4.7) + 1.73 + 1.49 = 8.86 T.m$$

$$0.9(4.7) + 1.73 = 5.96 T.m$$

Por lo tanto, el momento último utilizado en el diseño es

$$M_u = 8.86 T.m$$

Se siguieron los mismos pasos asumidos para la viga C3-6

$$bd^2 = \frac{M_u}{0.145f^c}$$

$$d = \sqrt{\frac{M_u}{0.145f^c b w}}$$

Se asumió un ancho de viga de 30 cm de igual forma

$$d = \sqrt{\frac{886000}{0.145(280)(30)}}$$

$$d = 26.97 cm$$

Se tomó en cuenta el recubrimiento mínimo y el diámetro del estribo, por lo que la dimensión de la viga final fue:

Viga 30 x 35 [cm]

Viga C1-2 (voladizo)

$$M_D^- = 0.94 T.m$$

$$M_L^- = 0.29 T.m$$

$$M_E = 2.86 \times 10^{-11} T.m$$

Con estos valores se calculó el caso de carga más desfavorable

$$1.4(0.94) = 1.32 T.m$$

$$1.2(0.94) + 1.6(0.29) = 1.6 T.m$$

$$1.2(0.94) + 0.29 = 1.42 T.m$$

$$1.2(0.94) + 2.86 \times 10^{-11} + 0.29 = 1.42 T.m$$

$$0.9(0.94) + 2.86 \times 10^{-11} = 0.85 T.m$$

Por lo tanto, el momento último utilizado en el diseño es

$$M_u = 1.6 T.m$$

Se siguieron los mismos pasos asumidos para la viga C3-6

$$bd^2 = \frac{M_u}{0.145 f_c}$$

$$d = \sqrt{\frac{M_u}{0.145 f_c b w}}$$

Se asumió un ancho de viga de 20 cm

$$d = \sqrt{\frac{160000}{0.145(280)(20)}}$$

$$d = 14.5 \text{ cm}$$

Se tomó en cuenta el recubrimiento mínimo y el diámetro del estribo, por lo que la dimensión de la viga final fue:

Viga 20 x 20 [cm]

3.4.3. Vigas secundarias

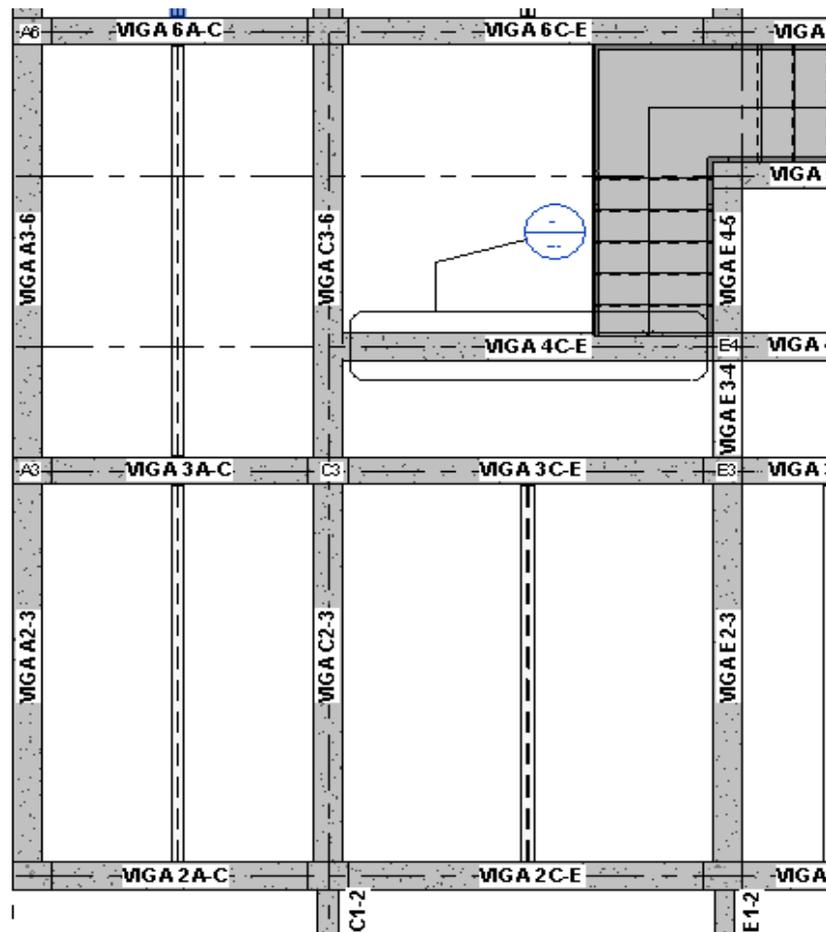


Figura 3.10 Viga secundaria de hormigón 4C-E

Viga de hormigón 4C-E

Se calculó su área de influencia

$$S = \left(\frac{3.42 + 1.38}{2} \right)$$

$$S = 2.4 \text{ m}$$

Se calcularon las cargas lineales actuantes sobre la viga

$$W_D = 630 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$W_L = 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$q_D = 630 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} (2.4 \text{ m})$$

$$q_L = 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} (2.4 \text{ m})$$

$$q_D = 1512 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$q_L = 480 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

A continuación, se calcularon los momentos últimos por cada estado de carga

$$M^- = \frac{q_D L_n^2}{10} \quad (3-36)$$

$$M_D^- = \frac{q_D L_n^2}{10} \quad M_L^- = \frac{q_D L_n^2}{10}$$

$$M_D^- = \frac{1.52(4)^2}{10} \quad M_L^- = \frac{0.5(4)^2}{10}$$

$$M_D^- = 2.43 \text{ T.m} \quad M_L^- = 0.8 \text{ T.m}$$

$$M^+ = \frac{q_D L_n^2}{16} \quad (3-37)$$

$$M_D^+ = \frac{q_D L_n^2}{16} \quad M_L^+ = \frac{q_D L_n^2}{16}$$

$$M_D^+ = \frac{1.52(4)^2}{16} \quad M_L^+ = \frac{0.5(4)^2}{16}$$

$$M_D^+ = 1.52 \text{ T.m} \quad M_L^+ = 0.5 \text{ T.m}$$

Los valores de momento usados para el diseño fueron:

$$M_D^- = 5.1 \text{ T.m}$$

$$M_L^- = 1.61 \text{ T.m}$$

$$M_E = 0.99 \text{ T.m}$$

Con estos valores se calculó el caso de carga más desfavorable

$$1.4(2.43) = 3.41 \text{ T.m}$$

$$1.2(2.43) + 1.6(0.8) = 4.2 \text{ T.m}$$

$$1.2(2.43) + 0.8 = 3.72 \text{ T.m}$$

$$1.2(2.43) + 2.24 + 0.8 = 5.96 T.m$$

$$0.9(2.43) + 2.24 = 4.43 T.m$$

Por lo tanto, el momento último utilizado en el diseño es

$$M_u = 5.96 T.m$$

Se siguieron los mismos pasos asumidos para la viga C3-6

$$bd^2 = \frac{M_u}{0.145f'c}$$

$$d = \sqrt{\frac{M_u}{0.145f'cbw}}$$

Se asumió un ancho de viga de 30 cm

$$d = \sqrt{\frac{596000}{0.145(280)(30)}}$$

$$d = 22.12 cm$$

Se tomó en cuenta el recubrimiento mínimo y el diámetro del estribo, por lo que la dimensión de la viga final fue:

Viga 30 x 30 [cm]

Viga de acero D2-3

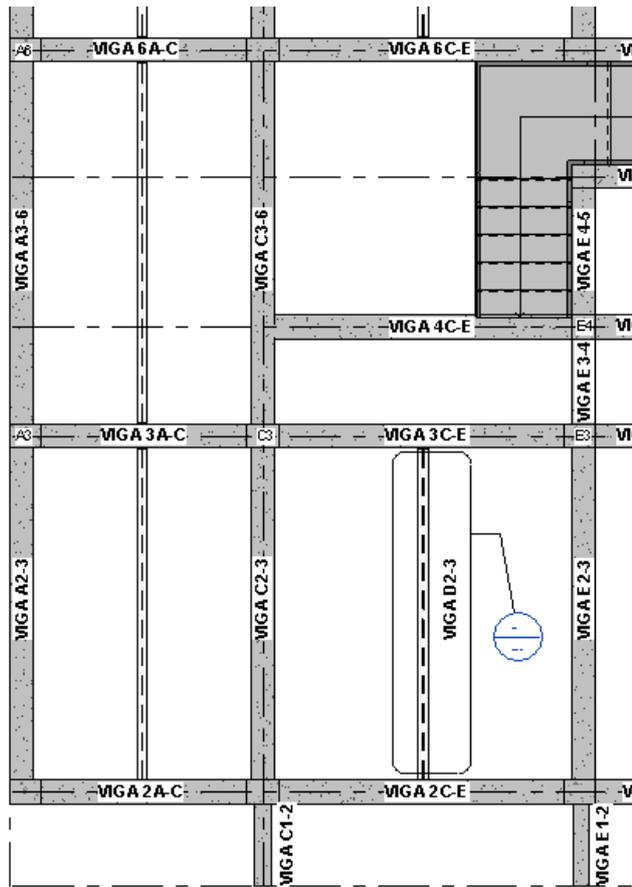


Figura 3.11 Viga secundaria de acero D2-3

Se calculó su área de influencia

$$S = \left(\frac{2 + 2}{2} \right)$$

$$S = 2 \text{ m}$$

Se calcularon las cargas lineales actuantes sobre la viga

$$W_D = 630 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$W_L = 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Para este caso se realizó el cálculo de la carga última que actúa sobre la viga:

$$1.4(0.63) = 1.32 \frac{T}{m^2}$$

$$1.2(0.63) + 1.6(0.2) = 1.45 \frac{T}{m^2}$$

$$1.2(0.63) + 0.2 = 1.33 \frac{T}{m^2}$$

$$0.9(0.63) = 0.87 \frac{T}{m^2}$$

La carga última utilizada fue:

$$q_u = 1.45 \frac{T}{m^2}$$

La carga lineal sobre la viga se calculó multiplicando la carga última calculada anteriormente por el área de influencia de la viga:

$$w = 1.45(2)$$

$$w = 2.9 \frac{T}{m}$$

Se calculó el momento último con los coeficientes dados en la norma ACI318SUS-14, que para este caso fue

$$M_u = \frac{1}{10} w l^2$$

$$M_u = \frac{1}{10} (2.9)(4.88)^2$$

$$M_u = 6.91 T \cdot m$$

Con este valor se calculó el momento plástico necesario para resistir el momento calculado:

$$Z_x = \frac{M_{max}}{0.9F_y} \quad (3-38)$$

Donde F_y es el esfuerzo de fluencia del acero empleado en las vigas, en este caso $F_y = 25363.71 \text{ T/m}^2$

$$Z_x = \frac{6.91}{0.9(25363.71)}$$

$$Z_x = 217.95 \text{ cm}^3$$

Se buscó un perfil IPE que tuviera un momento plástico aproximado en los catálogos de proveedores nacionales. El perfil seleccionado fue viga IPE 220, con un módulo plástico de 252 cm^3 .

Para comprobar que la sección es suficientemente resistente, se realizó el cálculo de la resistencia de la viga.

Datos

$$w_{viga} = 26.2 \frac{kg}{m}$$

$$w_L = 200 \frac{kg}{m^2}$$

$$w_D = 630 \frac{kg}{m^2}$$

Calculamos la carga última

$$q_L = 200(2)$$

$$q_L = 400 \frac{kg}{m}$$

$$q_D = 630(2)$$

$$q_D = 1260 \frac{kg}{m}$$

$$q_u = 1.2D + 1.6L$$

$$q_u = 1.2(1260 + 26.2) + 1.6(400)$$

$$q_u = 2183.44 \frac{kg}{m}$$

Se calculó el momento último

$$M_u = \frac{wL^2}{10}$$

$$M_u = \frac{2.2(4.88)^2}{10}$$

$$M_u = 5.24 T.m$$

Finalmente se calculó el momento nominal de la sección

$$M_n = F_y Z$$

$$M_n = 2531.05 \frac{kg}{cm^2} (252 cm^3)$$

$$\phi M_n = 0.9(6378.25 kg.m)$$

$$\phi M_n = 5.74 T.m$$

Por lo que el perfil seleccionado es IPE 240.

3.5. Diseño de Steel Deck

Debido a la existencia de vigas secundarias, las losas son unidireccionales. Se tomó el pórtico 5 para el cálculo de los momentos de la losa, se calcularon con los coeficientes para momentos en una viga continua. Esto se realizó para conocer la sección geométrica de la losa que necesitamos.

De acuerdo con la Norma ACI318S-14, el momento máximo en nuestro pórtico se calcula como una viga simplemente apoyada:

$$M_u = \frac{wl^2}{8}$$

Se calcularon los momentos por carga viva y por carga muerta:

$$M_{uD} = \frac{0.7(4)^2}{8}$$

$$M_{uD} = 1.4 T.m$$

$$M_{uL} = \frac{0.2(4)^2}{8}$$

$$M_{uL} = 0.4 T.m$$

Con esto se calculó el momento último

$$M_u = 1.2D + 1.6L$$

$$M_u = (1.2)(1.4) + (1.6)(0.4)$$

$$M_u = 2.32 T.m$$

Con este momento nos dirigimos al catálogo de Novacero para conocer qué tipo de losa puede resistir la sollicitación indicada.

De acuerdo con el catálogo una Novalosa 76, con espesor de 0,76 mm y una losa de 10 cm tiene un $\phi Mn = 2,71 T.m$, por lo cual es adecuada para resistir las cargas impuestas

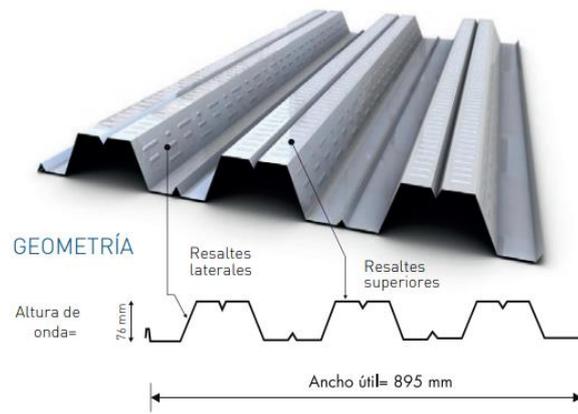


Figura 3.12 Sección de losa steel deck [Fuente: Catálogo Novacero]

3.6. Modelo numérico para el análisis estructural del edificio en ETABS

Se ingresaron todas las secciones de vigas, columnas y la sección de la losa Steel deck en ETABS y se diseñó el modelo en el software.

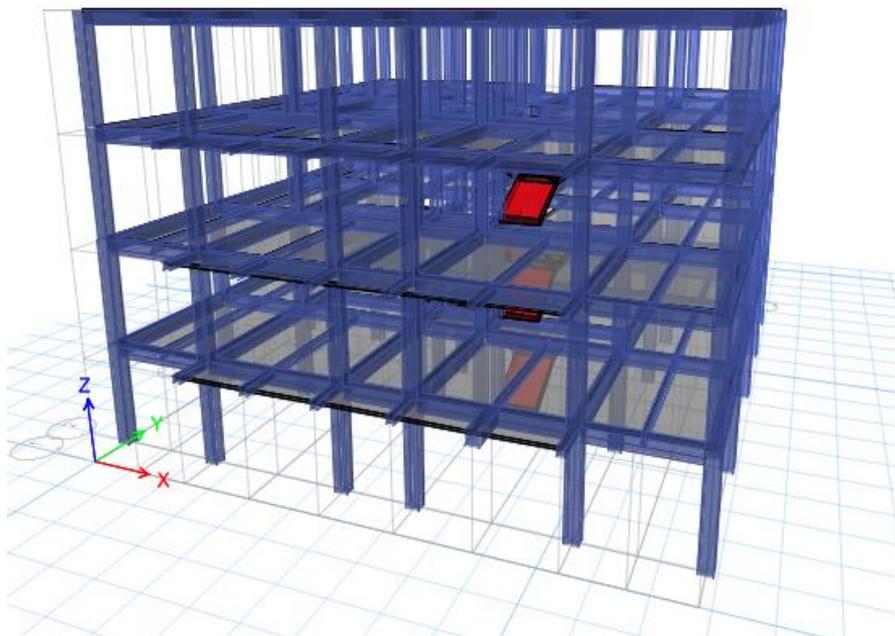


Figura 3.13 Modelo en 3D [Fuente: propia]

Se ingresaron las combinaciones de carga correspondientes, las cuales se detallan a continuación:

$$1.4D$$

$$1.2D + 1.6L$$

$$1.2D + L$$

$$1.2D \pm E + L$$

$$0.9D \pm E$$

Se colocaron las cargas muertas y vivas correspondientes y se realizó la prueba de la estructura con la envolvente correspondiente.

3.6.1. Análisis de periodos y derivas de piso

Periodos de la estructura

De acuerdo con el análisis realizado en el software ETABS, se obtuvieron los siguiente valores de periodos:

Primer periodo en dirección X $T=0.324$

Segundo periodo en dirección Y $T=0.321$

Tercer periodo respecto al eje Z $T=0.293$

Derivas de piso

El límite para las derivas de piso, expresada en porcentaje de la altura de piso es de 0.02.

A continuación, se muestra las fórmulas para calcular las derivas, tanto en la NEC, como en ASCE

$$\Delta M = 0.75R\Delta E \quad (3-39)$$

$$d_{xi} = \frac{C_d}{I_e} d_{xe} \quad (3-40)$$

Debido al sismo en X y de la deformación producida, se obtuvieron en el software los siguientes resultados, recordando que el valor de R supuesto en los predimensionamientos es de 6.

Piso	$d_{xe} = \Delta E$ (m)	$d_{xi} = \Delta M$	hsx (m)	θ_x	θ_a
4	0.00535	0.0241	3.0	0.00177	<0.02
3	0.00418	0.0188	3.0	0.0025	<0.02
2	0.00252	0.0113	3.0	0.0024	<0.02
1	0.00093	0.0042	3.0	0.0014	<0.02

Tabla 3.12 Derivas de piso en el sentido X [Fuente: propia]

Debido al sismo en Y estos fueron los desplazamientos obtenidos

Piso	$d_{xe} = \Delta E$ (m)	$d_{xi} = \Delta M$	hsx (m)	θ_x	θ_a
4	0.00554	0.0249	3.0	0.0024	<0.02
3	0.00394	0.0177	3.0	0.0024	<0.02
2	0.00233	0.0105	3.0	0.0022	<0.02
1	0.00086	0.0039	3.0	0.0013	<0.02

Tabla 3.13 Derivas de piso en el sentido Y [Fuente: propia]

Como observamos en la tabla, las derivas de piso son menores a las derivas máximas, por lo que el diseño cumple este requisito.

3.7. Diseño de elementos estructurales

3.7.1. Diseño de vigas

Comprobación de dimensiones de columnas y vigas de acuerdo con ACI 318-14 (18.6.1) y NEC-SE-HM (4.2.1)

$$P_u < \frac{A_g f^c}{10} \quad (3-41)$$

El valor de P_u lo obtenemos del programa:

$$P_u = 8.8 \text{ kg}$$

$$P_u < \frac{30(40)(280)}{10}$$

$$8.8 \text{ kg} < 33600 \text{ kg}$$

Segunda comprobación, de acuerdo con ACI 318-14 (18.6.2) y NEC-SE-HM (4.2.1)

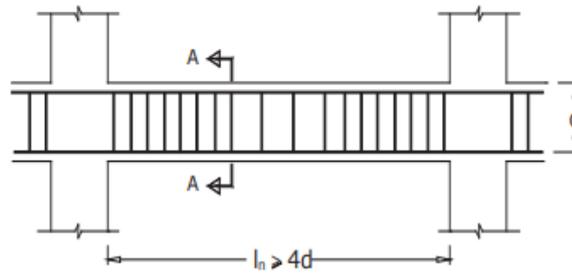


Figura 3.14 Verificación de requisito para vigas de pórticos especiales resistentes a momento

$$L_n = (L - 2) \frac{\text{dimCol}}{2} \quad (3-42)$$

Pórticos sentido Y

$$d_{\text{viga}} = 29.4 \text{ cm}$$

$$4d = 4(29.4) = 117.6 \text{ cm}$$

Comprobación

$$L_{n1} = 450 - 30 = 420$$

$$420 \text{ cm} < 117.6 \text{ cm}$$

$$L_{n2} = 480 - 30 = 450$$

$$450 \text{ cm} < 117.6 \text{ cm}$$

$$L_{n3} = 352 - 30 = 322$$

$$322 \text{ cm} < 117.6 \text{ cm}$$

$$L_{n4} = 332 - 30 = 322$$

$$322 \text{ cm} < 117.6 \text{ cm}$$

Pórticos sentido X

$$d_{\text{viga}} = 29.4 \text{ cm}$$

$$4d = 4(29.4) = 117.6 \text{ cm}$$

Comprobación

$$L_{n1} = 300 - 40 = 260$$

$$260 \text{ cm} < 117.6 \text{ cm}$$

$$L_{n2} = 400 - 40 = 360$$

$$360 \text{ cm} < 117.6 \text{ cm}$$

$$L_{n3} = 200 - 40 = 160$$

$$160 \text{ cm} < 117.6 \text{ cm}$$

Dado que las vigas cumplen las condiciones, se puede afirmar que son vigas de pórticos resistentes a momento, diseñadas para resistir flexión y cortante principalmente.

3.7.2. Diseño a flexión

Se obtiene los momentos positivos y negativos a través de la envolvente de cargas revisados anteriormente del pórtico C y del pórtico 3 del primer piso inferior:

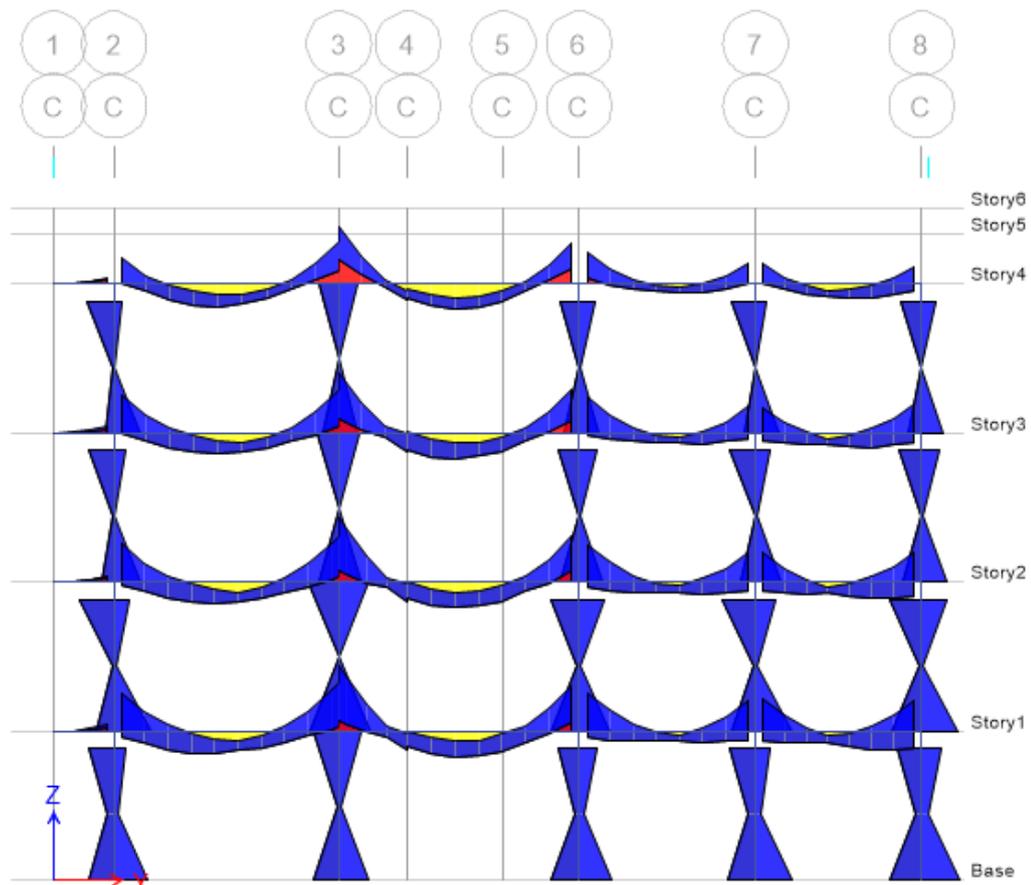


Figura 3.15 Envolvente de momentos pórtico C [Fuente: propia]



Figura 3.16 Ubicación de nodos para momentos en las vigas de planta baja del pórtico C [Fuente: propia]

Nodo	A	B	C	D	E	F	G	H	I
M(+) [T.m]	1,79	1,33	1	0,99	0,62	2,56	1,14(-)	2,26	0,59
M(-) [T.m]	3,11	0,47(+)	3,4	0,24(+)	4,71	0,95(+)	6,7	0,89(+)	3,96

Tabla 3.14 Momentos máximos y mínimos en los nodos de las vigas de planta baja del pórtico C [Fuente: propia]

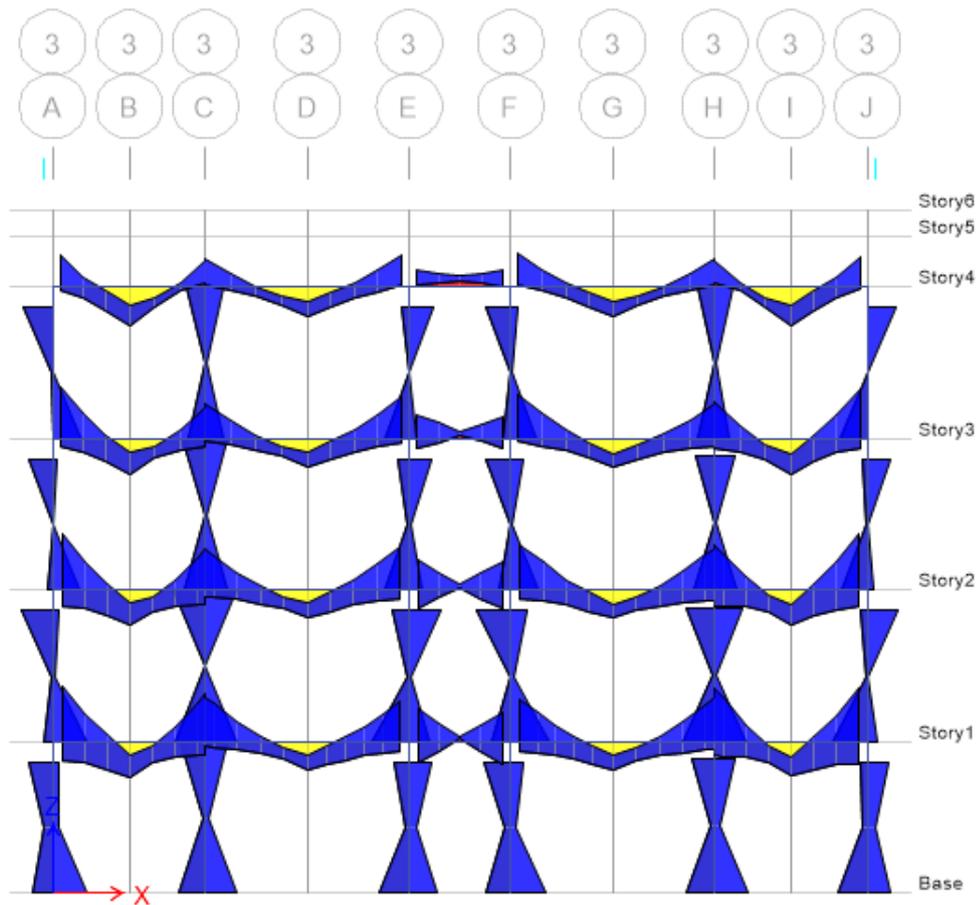


Figura 3.17 Envolvente Pórtico 3 [Fuente: propia]

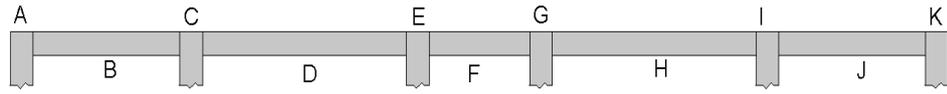


Figura 3.18 Ubicación de nodos para momentos de las vigas de planta baja del pórtico 3 [Fuente: propia]

Nodo	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
M(+) [T.m]	1,92	3,5	1,38	2,8	0,99	0,27(-)	0,89	2,79	0,76	3,46	2,2
M(-) [T.m]	5,63	1,33(+)	4,95	1,34	4,1	0,55	4,37	1,38(+)	5,5	1,43(+)	5,33

Tabla 3.15 Momentos máximos y mínimos en los nodos de las vigas de planta baja del pórtico 3 [Fuente: propia]

De acuerdo con el capítulo 18.6.3 de ACI-318S-14 y el 4.2.5 de la NEC-15-SE-HM, el refuerzo longitudinal en vigas de pórticos especiales resistentes a momento necesitan cumplir los siguientes requisitos:

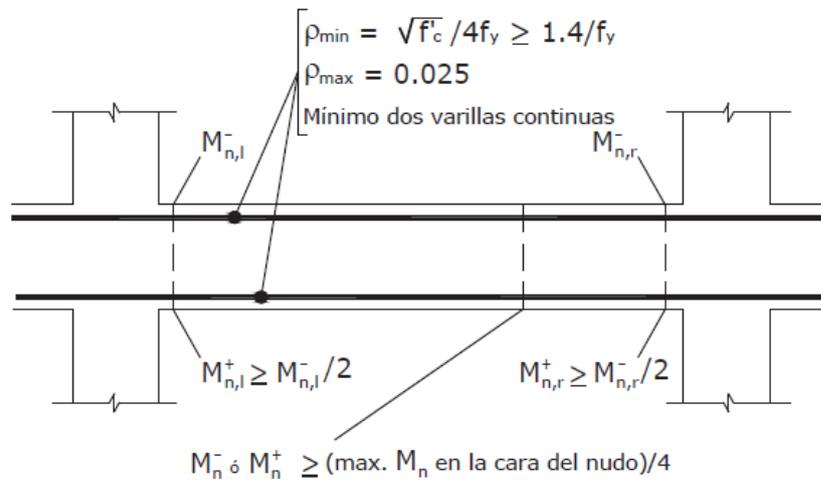


Figura 3.19 Requisitos para refuerzo a flexión en vigas

A continuación se detalla el cálculo para la viga 3C-E, del pórtico 3:

$$M_u = 8.86 \text{ T. m}$$

$$\phi M_n \geq M_u$$

Asumimos varillas $\phi 12$

$$M_u = \phi M_n = \phi b d^2 f_y \rho \left(1 - \frac{\rho f_y}{1.7 f' c} \right) \quad (3-43)$$

Despejando los términos en función de la cuantía nos quedará una expresión de segundo grado:

$$864868447\rho^2 - 98018424\rho + 298000 = 0$$

Resolviendo la ecuación

$$\rho = 0.0035$$

Calculamos la cuantía mínima y máxima, para saber que cumple los límites:

$$\rho_{min} = \frac{\sqrt{f' c}}{4 f_y} \geq \frac{1.4}{f_y} \quad (3-44)$$

$$\rho_{máx} = 0.025 \quad (3-45)$$

Calculamos la cuantía mínima

$$\rho_{min} = \frac{\sqrt{28}}{4(420)} \geq \frac{1.4}{420}$$

$$\rho_{min} = 0.00314 \geq 0.0033$$

La cuantía mínima entonces es de 0.00314, y dado que la cuantía para nuestra viga es de 0.0035 vemos que está dentro del límite.

Por lo tanto, la cuantía es válida, y procedemos a calcular el área de acero requerido:

$$A_s = \rho b d \quad (3-46)$$

$$A_s = (0.0035)(30)(29.4)$$

$$A_{srequ} = 5.84 \text{ cm}^2$$

Tomando el supuesto inicial de varillas $\phi 12$

$$\#varillas = \frac{5.84}{1.13} = 5.17$$

Área del acero Propuesto

$$5\phi 12 = 5(1.13) = 5.65 \text{ cm}^2$$

$$\rho = \frac{A_{sprop}}{bd}$$

$$\rho = \frac{5.65}{(30)(29.4)}$$

$$\rho = 0.0064$$

Revisamos el espaciamiento de las varillas

$$e = \frac{b_w - 2rec - 2\emptyset_{est} - n\emptyset_{var}}{n - 1}$$

$$e = \frac{30 - (2)(4) - (2)(1) - (5)(1.2)}{3 - 1}$$

$$e = 3.5 \text{ cm}$$

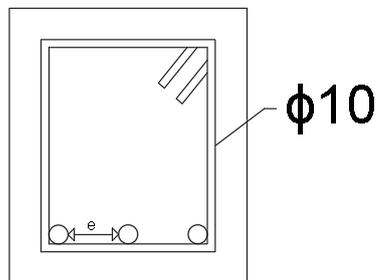


Figura 3.20 Espaciamiento de varillas en la viga [Fuente: propia]

Revisando el espaciamiento máximo y mínimo

emin	[cm]
2,54 cm	
db mayor	1,2
4/3dagg	2,54

Tabla 3.16 Espaciamiento mínimo de varillas en una viga

Por lo tanto, el espaciamiento mínimo es de 2.54cm

Para el espaciamiento máximo

emax	[cm]
$38(2800/fs) - 2,5Cc$	25,5
$30(2800/fs)$	30

Tabla 3.17 Espaciamiento máximo de varillas en una viga

Por lo tanto, el espaciamiento máximo es de 25 cm.

Nuestro espaciamiento cumple con el requerimiento

$$2.54 \text{ cm} < 3.5 \text{ cm} < 25.5 \text{ cm}$$

Realizamos la comprobación del momento:

$$M_u \leq \phi M_n = \phi b d^2 f_y \rho \left(1 - \frac{\rho f_y}{1.7 f_c} \right)$$

$$\phi M_n = (0.9)(30)(29.4)^2(4200)(0.0064) \left(1 - \frac{(0.0064)(4200)}{1.7(280)} \right)$$

$$M_u = 5.84 \text{ T.m} \leq \phi M_n = 5.91 \text{ T.m}$$

3.7.3. Diseño a cortante

Para obtener la fuerza cortante de diseño se asumieron algunos supuestos de acuerdo con la norma ACI 318SUS-14:

En las caras de los nudos actúan momentos que corresponden a la resistencia a flexión probable

$$M_{pr} = A_s (1.25 f_y) \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad (3-47)$$

La viga debe diseñarse para resistir suponiendo que $V_c=0$ donde ocurre simultáneamente lo siguiente:

- La fuerza cortante inducida por el sismo calculada representa la mitad o más de la resistencia máxima a cortante requerida en estas zonas.
- La fuerza axial de compresión mayorada $P_u \leq \frac{A_g f_c}{20}$, incluyendo los efectos del sismo.

Para el cálculo del cortante no se tomaron en cuenta los valores de cortante obtenidos en ETABS, ya que el programa no realiza los supuestos mencionados anteriormente. El cortante último se calculó de la siguiente forma:

$$V_u = V_e = V_{eq} + V_g \quad (3-48)$$

Donde V_{eq} es el cortante debido al sismo, y V_g es el cortante causado por la carga gravitacional.

A continuación, se detallan las fórmulas que se usaron para calcularlos:

$$V_{eq} = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{L_n} \quad (3-49)$$

$$V_g = \frac{W_u L_n}{2} \quad (3-50)$$

$$w_u = 1.2D + L \quad (3-51)$$

Para el cálculo se analizó la viga 3C-E. Se utilizaron los datos de la sección y mediante el bloque de Whitney se obtuvo el momento máximo probable en cada punto principal de la viga

$$M_{pr} = A_s (1.25 f_y) \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

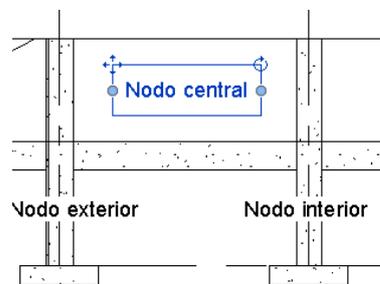


Figura 3.21 Descripción de los nodos de la viga [Fuente: propia]

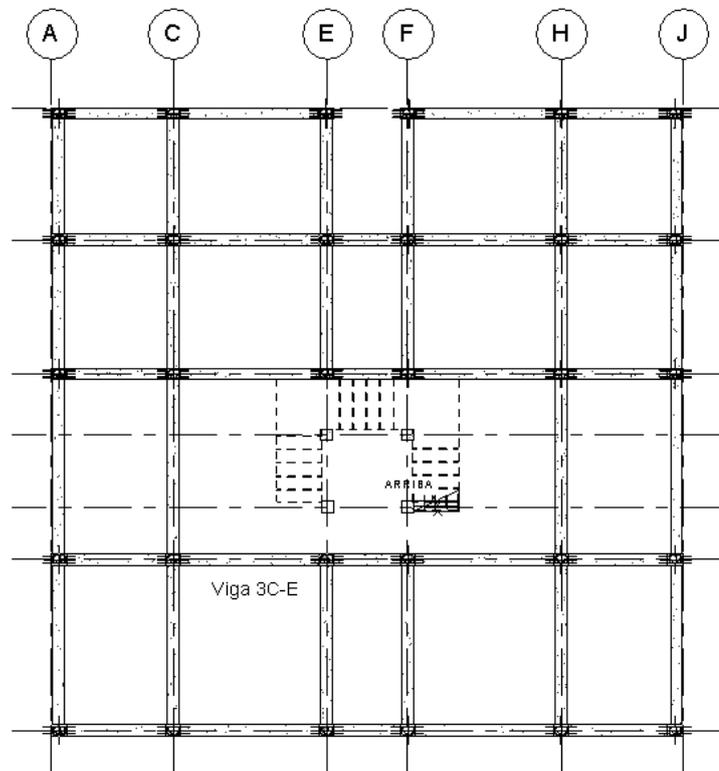


Figura 3.22 Ubicación de la viga analizada [Fuente: propia]

Para el nodo exterior:

$$a = \frac{As(1.25)f_y}{0.85f'c b} = \frac{4.5216(1.25)(4200)}{0.85(280)(30)}$$

$$a = 3.33 \text{ cm}$$

$$M_{pr} = 4.5216(1.25)(4200) \left(29.4 - \frac{3.33}{2} \right)$$

$$M_{pr} = 6.6 \text{ T.m}$$

Para el nodo interior:

$$a = \frac{As(1.25)f_y}{0.85f'c b} = \frac{5.65(1.25)(4200)}{0.85(280)(30)}$$

$$a = 4.15 \text{ cm}$$

$$M_{pr} = 5.65(1.25)(4200) \left(29.4 - \frac{4.15}{2} \right)$$

$$M_{pr} = 8.1 \text{ T.m}$$

Para el centro de la viga:

$$a = \frac{As(1.25)f_y}{0.85f'c b} = \frac{3.39(1.25)4200}{0.85(280)(30)}$$

$$a = 2.49 \text{ cm}$$

$$M_{pr} = 3.39(1.25)(4200) \left(29.4 - \frac{2.49}{2} \right)$$

$$M_{pr} = 5.02 \text{ T.m}$$

Se realizó el mismo análisis, pero con el sismo de derecho a izquierda debido a que el refuerzo es similar en cada extremo de la viga el resultado fue similar, pero con signo opuestos. De estos valores se tomó el mayor.

Sismo de izquierda a derecha tenemos:

$$V_{eq} = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{L_n}$$

$$V_{eq} = \frac{5.02 + 8.11}{2.65}$$

$$V_{eq} = 4.95 \text{ T}$$

Sismo de derecha a izquierda tenemos:

$$V_{eq} = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{L_n}$$

$$V_{eq} = \frac{5.02 + 6.6}{2.65}$$

$$V_{eq} = 4.38 T$$

Se calculó la carga gravitacional, para poder calcular el cortante último.

Esta carga gravitacional se obtuvo mediante la combinación de carga W_u

$$= 1.2D + 1.0L$$

$$W_d = 0.94 T/m$$

$$W_L = 0.2 T/m$$

$$w_u = 1.2(0.94) + 0.2$$

$$w_u = 1.328$$

$$L_n = 2.65m$$

$$V_g = \frac{W_u L_n}{2}$$

$$V_g = \frac{1.328(2.65)}{2}$$

$$V_g = 1.76 T$$

Carga gravitacional + Sismo de Izquierda a derecho

$$V_u = V_e = V_{eq} + V_g$$

$$V_u = V_e = 4.95 \pm 1.76$$

$$V_{u1} = 6.71 T$$

$$V_{u2} = 3.19 T$$

Se verificaron los supuestos asumidos al inicio del análisis:

$$\frac{V_u}{2} = \frac{6.71}{2} = 3.35 T > V_g = 1.38 T$$

$$3.45 T > 1.38 T$$

$$P_u = 8.8 T \leq \frac{A_g f'c}{20} = \frac{(30)(35)(280)}{20} = 14.7 T$$

$$8.8 T \leq 14.7 T$$

Se comprobó que podía considerarse $V_c = 0$

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

$$V_s = \frac{6.71}{0.75}$$

$$V_s = 8.95 T$$

Se verificó la resistencia a cortante máximo que los estribos pueden brindar a la viga

$$V_{s \max} = 2.2\sqrt{f'c} bd \quad (3-52)$$

$$V_{s \max} = 2.2\sqrt{280} \frac{(30)(29.4)}{1000}$$

$$V_{s \max} = 32.47 T$$

$$V_{s \max} = 1.1\sqrt{f'c} bd \quad (3-53)$$

$$V_{s \max} = 1.1\sqrt{280} \frac{(30)(29.4)}{1000}$$

$$V_{s \max} = 16.23 T$$

Se calculó el refuerzo transversal necesario, el diámetro de estribos y su separación. En la norma ACI 318-14 apartado 22.5.10.5.3 se indica cómo calcular la separación de estribos, para este proyecto se asumió que el diámetro de los estribos sería de Ø10mm, con lo que se calculó la separación.

$$s = \frac{A_v f_y d}{V_s} \quad (3-54)$$

$$s = \frac{2(0.785)(4200)(29.4)}{9200}$$

$$s = 21.1 \text{ cm}$$

En las zonas de rótulas plásticas se debe tener una separación de estribos máxima, se debe escoger el valor menor de los calculados a continuación:

Rótula plástica		
2h	70	cm
smax [cm]	d/4	7,35
	8db	7,2
	24φestr	24
	30 cm	30

Tabla 3.18 Separación máxima en zona de rótulas plásticas

Por lo tanto la separación máxima es:

$$S_{max} = 7.2 \text{ cm}$$

Se adopta 1EØ10 c/7cm en la zona de rótulas plásticas

En la zona central se debe verificar $S \leq \frac{d}{2}$, por lo tanto:

$$S \leq \frac{d}{2} = \frac{29.4}{2} = 14.7 \text{ cm}$$

Se adopta 1EØ10 c/10 cm en la zona Central de la cara de la viga.

Realizando la comprobación

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

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{S}$$

$$V_s = \frac{2(0.785)(4200)(29.4)}{10}$$

$$V_s = 19.4 \text{ T}$$

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

$$\frac{6.9}{0.75} = 9.2 \text{ T}$$

$$19.4 \geq 9.2 \text{ T}$$

3.7.4. Diseño a Torsión

Se revisó el último requerimiento que es la torsión. La revisión se hará en las vigas del pórtico 3, ya que fueron las que resultaron con mayores torsiones en el modelo numérico de ETABS.

El momento torsionante a resistir:

$$T_u = 1.6 \text{ T.m}$$

El Cortante último a resistir:

$$V_u = 5.46 \text{ T}$$

Para obtener el Momento Torsionante que la sección de hormigón es capaz de resistir debemos calcular:

$$A_{cp} = b_w h \quad (3-55)$$

$$A_{cp} = (30)(35)$$

$$A_{cp} = 1050 \text{ cm}^2$$

$$P_{cp} = 2(b_w + h) \quad (3-56)$$

$$P_{cp} = 2(30 + 35)$$

$$P_{cp} = 130 \text{ cm}$$

$$T_u \leq 0.27 \phi \sqrt{f'c} \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \text{ Kg.cm} \quad (3-57)$$

$$T_u \leq \phi T_{th}$$

$$T_u \leq 0.27(0.75)\sqrt{280} \left(\frac{1050^2}{130} \right)$$

$$T_u = 8480.77 \text{ Kg.cm}$$

$$T_u \leq 0.85 T.m$$

$$1.6 T.m \leq 0.54 T.m$$

Como no se cumple debemos tomar en cuenta el momento torsional

Se calcularon las propiedades de la sección

$$X_1 = b_w - 2 \left(rec + \frac{\phi_e}{2} \right)$$

$$X_1 = 30 - 2 \left(4 + \frac{1}{2} \right)$$

$$X_1 = 21.0 \text{ cm}$$

$$Y_1 = h - 2 \left(rec + \frac{\phi_e}{2} \right)$$

$$Y_1 = 35 - 2 \left(4 + \frac{1}{2} \right)$$

$$Y_1 = 26.0 \text{ cm}$$

$$P_h = 2(X_1 + Y_1) \quad (3-58)$$

$$P_h = 2(21 + 26)$$

$$P_h = 94 \text{ cm}$$

$$A_{oh} = X_1 Y_1 \quad (3-59)$$

$$A_{oh} = (21)(26)$$

$$A_{oh} = 546 \text{ cm}^2$$

$$A_o = 0.85 A_{oh} \quad (3-60)$$

$$A_o = 0.85(546)$$

$$A_o = 464.1 \text{ cm}^2$$

Se comprobó si la sección era suficiente para resistir la torsión

$$V_c = 0.53 b_w d \sqrt{f'c}$$

$$V_c = 0.53(30)(29.4)\sqrt{280} \frac{1}{1000}$$

$$V_c = 7.82 \text{ T}$$

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u P_h}{1.7 A_{oh}^2}\right)^2} \leq \phi \left[\left(\frac{V_c}{b_w d}\right) + 2\sqrt{f'c} \right] \quad (3-61)$$

$$\sqrt{\left(\frac{5460}{(30)(29.4)}\right)^2 + \left(\frac{(160000)(94)}{1.7(546)^2}\right)^2} \leq (0.75) \left[\left(\frac{7822}{(30)(29.4)}\right) + 2\sqrt{280} \right]$$

$$30.32 \text{ T} * m \leq 40.12 \text{ T} * m$$

Por lo que la sección es suficiente para soportar torsión. Por lo que se procedió a calcular el refuerzo longitudinal para torsión

$$T_n = \frac{T_u}{\phi} = \frac{1.6}{0.75}$$

$$T_n = 2.13 \text{ T} * m$$

Asumiendo $\theta=45^\circ$. Para 1 rama de estribo

$$\frac{A_t}{s} = \frac{T_n}{2A_o f_y \cot \theta} \quad (3-62)$$

$$\frac{A_t}{s} = \frac{213000}{2(464.1)(4200)(1)}$$

$$\frac{A_t}{s} = 0.055 \frac{cm^2}{cm}$$

Se calculó el refuerzo por cortante requerido

$$V_c = 0.53b_w d \sqrt{f'c}$$

$$V_c = 0.53(35)(29.4)\sqrt{280}$$

$$V_c = 9.13 T$$

Si $\frac{V_U}{\phi} < V_c$ no se requieren estribos

$$\frac{5.46}{0.75} < 9.13$$

$$7.28 T < 9.13 T$$

Por lo tanto, no se requiere estribos para resistir la fuerza por cortante

$$A_L = \frac{A_t}{s} P_h \frac{f_{yt}}{f_y} C_{ot} \theta^2 \quad (3-63)$$

$$A_L = (0.055)(94)(1)(1)^2$$

$$A_L = 5.17 cm^2$$

Se calculó el acero longitudinal mínimo

$$A_{l_{min}} = \frac{1.33 * A_{cp} * \sqrt{f'c}}{f_y} - \left(\frac{A_t}{s}\right) P_h \frac{f_{yt}}{f_y}$$

$$A_{l_{min}} = \frac{1.33(1050)\sqrt{280}}{4200} - (0.055)(94)$$

$$A_{l_{min}} = 2.27 cm^2$$

Debido a que cumple, debemos distribuir de manera uniforme por la parte superior, la parte media y la parte inferior de la viga el acero longitudinal.

Se colocan 2Ø14 en el centro

$$A_{s2\phi14} = 2(1.54)cm^2$$

$$A_{s2\phi14} = 3.08 cm^2$$

Hay que distribuir el resto en la parte superior e inferior

$$A_l = [5.17 - 3.08]cm^2$$

$$A_l = 2.09 cm^2$$

Distribuimos 1.045 cm² en la parte superior e inferior de la viga. A continuación, el pórtico 3 con el nuevo armado:

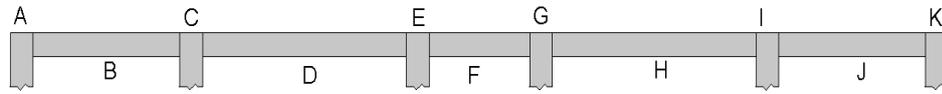


Figura 3.23 Secciones del pórtico 3 [Fuente: propia]

Punto	As [cm ²]	As torsión [cm ²]	As [cm ²]	ϕ [cm]	# varillas	Varillas propuestas
a	5,63	1,045	6,675	1,4	4,77	5
b	3,91	1,045	4,955	1,4	3,54	4
c	4,95	1,045	5,995	1,4	4,28	5
d	2,8	1,045	3,845	1,4	2,75	3
e	4,1	1,045	5,145	1,4	3,68	4
f	2,3	1,045	3,345	1,4	2,39	3
g	4,4	1,045	5,445	1,4	3,89	4
j	2,8	1,045	3,845	1,4	2,75	3
i	5,5	1,045	6,545	1,4	4,68	5
j	3,5	1,045	4,545	1,4	3,25	4
k	5,33	1,045	6,375	1,4	4,55	5

Tabla 3.19 Armado tomando en cuenta torsión de las vigas del pórtico 3 [Fuente: propia]

3.7.5. Diseño de vigas para el pórtico del ascensor

Datos generales:

Peso de la máquina	350 kg
Peso de la cabina	953 kg
Peso de contrapeso	1258 kg
Carga viva	200 kg/m ²

En general, se necesita diseñar la viga superior que va a resistir el peso de la máquina, ya que esta, en conjunto con los rieles y la losa son los que resisten el peso de la cabina y el contrapeso.

La recomendación del diseñador del ascensor es que la viga tenga una altura mínima de 70 cm, por esta razón se asumió una sección de 70 cm x 30 cm de espesor.

Las vigas de los pisos restantes se detallan en el anexo.

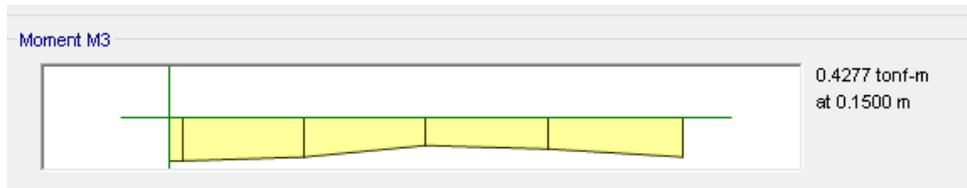


Figura 3.24 Momento último en viga de ascensor

Asumimos varillas $\phi 12$

$$M_u = \phi M_n = \phi b d^2 f_y \rho \left(1 - \frac{\rho f_y}{1.7 f_c} \right)$$

Despejando los términos en función de la cuantía nos quedará una expresión de segundo grado:

$$64412107.2\rho^2 - 7302960\rho + 42770 = 0$$

Resolviendo la ecuación

$$\rho_1 = 0.11$$

$$\rho_1 = 0.0062$$

Calculamos la cuantía mínima y máxima, para saber que cumple los límites:

$$\rho_{min} = \frac{\sqrt{f_c}}{4f_y} \geq \frac{1.4}{f_y} \quad (3-64)$$

$$\rho_{max} = 0.025 \quad (3-65)$$

Calculamos la cuantía mínima

$$\rho_{min} = \frac{\sqrt{28}}{4(420)} \geq \frac{1.4}{420}$$

$$\rho_{min} = 0.00314 \geq 0.0033$$

La cuantía mínima entonces es de 0.00314, y dado que la cuantía para nuestra viga es de 0.0062 vemos que está dentro del límite.

Por lo tanto, la cuantía es válida, y procedemos a calcular el área de acero requerido:

$$A_s = \rho b d \quad (3-66)$$

$$A_s = (0.0062)(30)(64.4)$$

$$A_{srequ} = 11.98 \text{ cm}^2$$

Tomando el supuesto inicial de varillas $\phi 12$

$$\#varillas = \frac{11.98}{1.13} = 10.6$$

Tomando el supuesto de varillas $\phi 14$

$$\#varillas = \frac{11.98}{1.54} = 7.78$$

Área del acero Propuesto

$$8\phi 14 = 8(1.54) = 12.32 \text{ cm}^2$$

$$\rho = \frac{A_{sprop}}{bd}$$

$$\rho = \frac{12.32}{(30)(64.4)}$$

$$\rho = 0.0064$$

Las colocamos en dos capas.

Revisamos el espaciamiento de las varillas

$$e = \frac{b_w - 2rec - 2\emptyset_{est} - n\emptyset_{var}}{n - 1}$$

$$e = \frac{30 - (2)(4) - (2)(1) - (4)(1.4)}{4 - 1}$$

$$e = 4.8 \text{ cm}$$

$$\emptyset M_n = \emptyset b d^2 f_y \rho \left(1 - \frac{\rho f_y}{1.7 f_c} \right)$$

$$\emptyset M_n = 0.9(30)(61.6)^2(4200)(0.0064) \left(1 - \frac{0.0064(4200)}{1.7(280)} \right)$$

$$\emptyset M_n = 25.9 \text{ T.m}$$

Diseño a cortante de la viga superior del ascensor

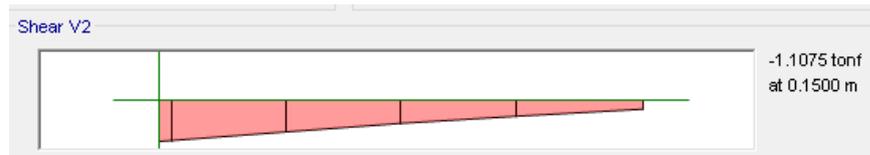


Figura 3.25 Cortante último en la viga del ascensor

$$V_c = 0.53b_w d \sqrt{f'c}$$
$$V_c = 0.53(30)(61.6)\sqrt{280}$$
$$V_c = 16.4 T$$

Como el cortante resistido por el concreto es mayor que la mitad del cortante último, no se requieren estribos, son embargo se colocan estribos mínimos para confinar el concreto. Asumiendo estribos de 12 mm.

$$A_{\phi 12} = 1.13$$
$$s_{min} = \frac{2(1.13)4200}{30(10)} = 31.64 \text{ cm}$$

Por lo que se colocan estribos cada 30 cm.

3.8. Columnas

Partiendo de los datos obtenidos en el pre-dimensionamiento, el área de aporte de la columna más cargada y el número de pisos para la columna inferior de la planta baja tenemos:

$$A = 16,27 \text{ m}^2$$

$$q_L = 0,2 \frac{T}{\text{m}^2}$$

$$q_D = 0,95 \frac{T}{\text{m}^2}$$

$$P_L = Nq_L A \quad (3-67)$$

$$P_L = 4(0,2)(16,27) = 13,02 T$$

$$P_D = Nq_D A \quad (3-68)$$

$$P_D = 4(0,95)(16,27) = 61,83 T$$

Se calculó la carga última resistida por la viga

$$P_u = 1.2(61,83) + 1,6(13,02)$$
$$P_u = 95,03 T$$

Obtenemos los momentos respecto al eje x y y de la columna en ETABS:

$$M_{Dx} = 0,15 T.m$$

$$M_{Dy} = 0,02 T.m$$

$$M_{Lx} = 0,031 T.m$$

$$M_{Ly} = 0,021 T.m$$

$$M_{Ex} = 3,5 T.m$$

$$M_{Ey} = 0,53 T.m$$

Se calcularon los momentos para los casos de carga más desfavorables:

$$M_{ux} = 1.2D + 1.6L$$

$$M_{ux} = 1.2(0,15) + 1.6(0,031) = 0,23 T.m$$

$$M_{ux} = 1.2D + E - 1L$$

$$M_{ux} = 1.2(0,15) + 3,5 - 0,031 = 3,71 T.m$$

Se calculó en la dirección Y de igual forma

$$M_{uy} = 1.2D + 1.6L$$

$$M_{uy} = 1.2(0,02) + 1.6(0,021) = 0,06 T.m$$

$$M_{uy} = 1.2D + E - 1L$$

$$M_{uy} = 1.2(0,02) + 0,53 - 0,021 = 0,54 T.m$$

Por lo que los momentos de diseño son:

$$M_{uy} = 0,54 T.m$$

$$M_{ux} = 3,71 T.m$$

Ahora se calculó la carga nominal que puede soportar la columna asumida, tomando un valor nominal de cuantía de 1,5%

$$P_u \leq \phi P_n \max$$

$$P_u \leq \phi P_o (0.80)$$

$$P_u \leq \phi (0.80) \left(0.85 f'c (A_g - A_s) + f_y (A_s) \right) \quad (3-69)$$

Donde $\phi=0.65$ para carga Axial

$$P_u \leq (0,65)(0,80) \left(0,85(280) \left((30)(40) - \rho(30)(40) \right) + 4200 \left((30)(40)\rho \right) \right)$$

$$P_u \leq 148512 + 2472288\rho$$

$$P_u \leq 148512 + 2472288(0,015)$$

$$P_u \leq 148512 + 37084,32$$

$$P_u \leq 185,6 T$$

$$95,03 T \leq 185,6 T$$

Calculamos el área de acero necesario:

$$A_s = \rho A_g$$

$$A_s = (0,015)(30)(40)$$

$$A_s = 18 \text{ cm}^2$$

Asumiendo varillas $\phi 16$ mm

$$A_{\phi 16} = 2,01 \text{ cm}^2$$

$$8\phi 16 = 16,08 \text{ cm}^2$$

$$\rho = \frac{A_s}{A_g} = \frac{16,08}{1200}$$

$$\rho = 0,0134$$

Se procedió a calcular el momento que resiste esa columna con esa cuantía

$$\phi P_n = \phi(0,80) \left(0,85f'_c (A_g - A_s) + f_y(A_s) \right)$$

$$\phi P_n \text{ max} = (0,65)(0,8) \left((0,85)(280)(1200 - 16,08) + 4200(16,08) \right)$$

$$\phi P_n \text{ max} = 181,6 T$$

Calculamos la separación de varillas en el sentido x de la columna

$$e = \frac{40 - 2rec - 2\phi_{est} - n\phi_{var}}{n - 1}$$

$$e = \frac{40 - (2)(4) - (2)(1) - (3)(1,6)}{3 - 1}$$

$$e = 12,6 \text{ cm}$$

Separación en el sentido y de la columna

$$e = \frac{b_w - 2rec - 2\phi_{est} - n\phi_{var}}{n - 1}$$

$$e = \frac{30 - (2)(4) - (2)(1) - (3)(1.6)}{3 - 1}$$

$$e = 7.6 \text{ cm}$$

De acuerdo con ACI 318-14 en su apartado 25.2.7.2 si la separación es mayor que 15.00cm se deben colocar estribos extras (rama de estribo). Calculamos el espaciamiento mínimo, el cual debe ser el mayor de los mostrados a continuación:

$$e_{min} = 3.81 \text{ cm}$$

$$e_{min} = 1,5 db = 2.4 \text{ cm}$$

$$e_{min} = \frac{4}{3} d_{agg} = 1.91 \text{ cm}$$

Por lo que la separación mínima aceptada es de 3.81 cm, y la separación cumple con la norma.

A continuación, se muestra el diagrama de interacción de la columna que se muestra:

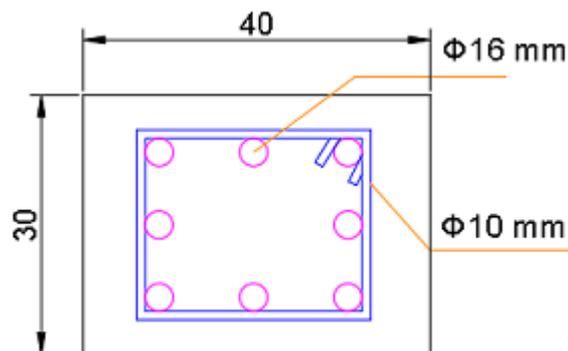


Figura 3.26 Armado típico de columna [Fuente: propia]

Para los dos últimos niveles se considerará una reducción de 10 cm en la dimensión más larga de la columna. A continuación, se detallan los diagramas de interacción de ambos casos, graficados los momentos y la carga axial que debe resistir.

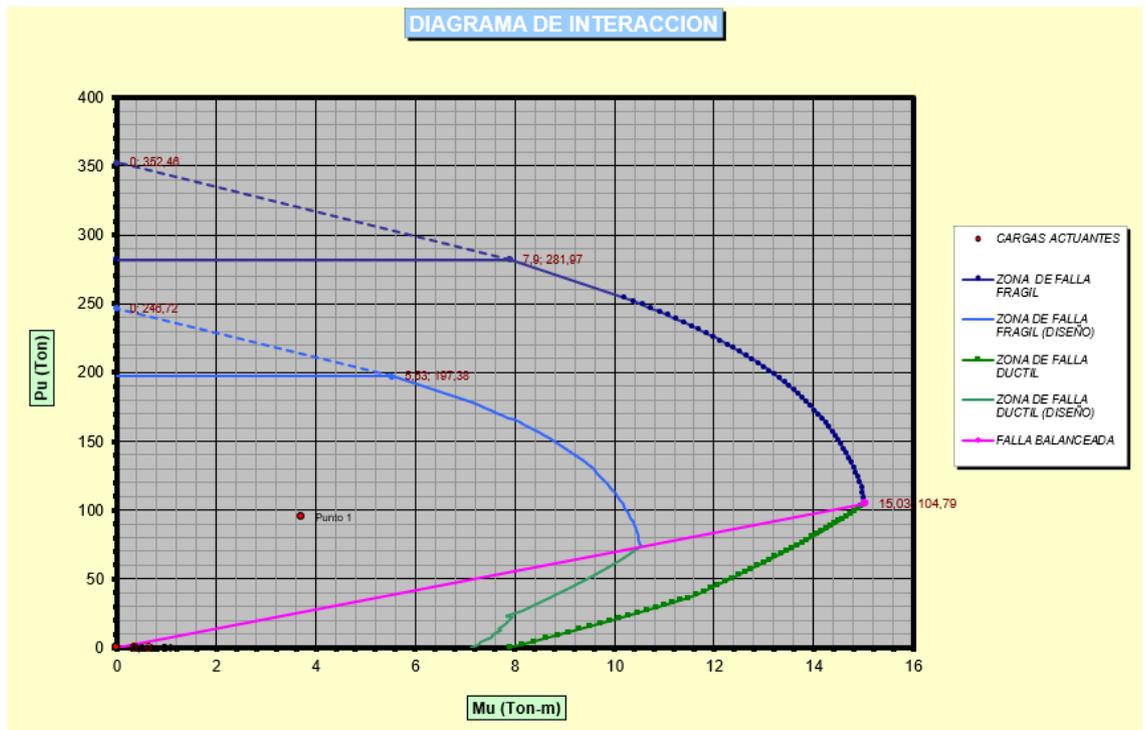


Figura 3.27 Diagrama de interacción de la columna seleccionada con M_u y P_n

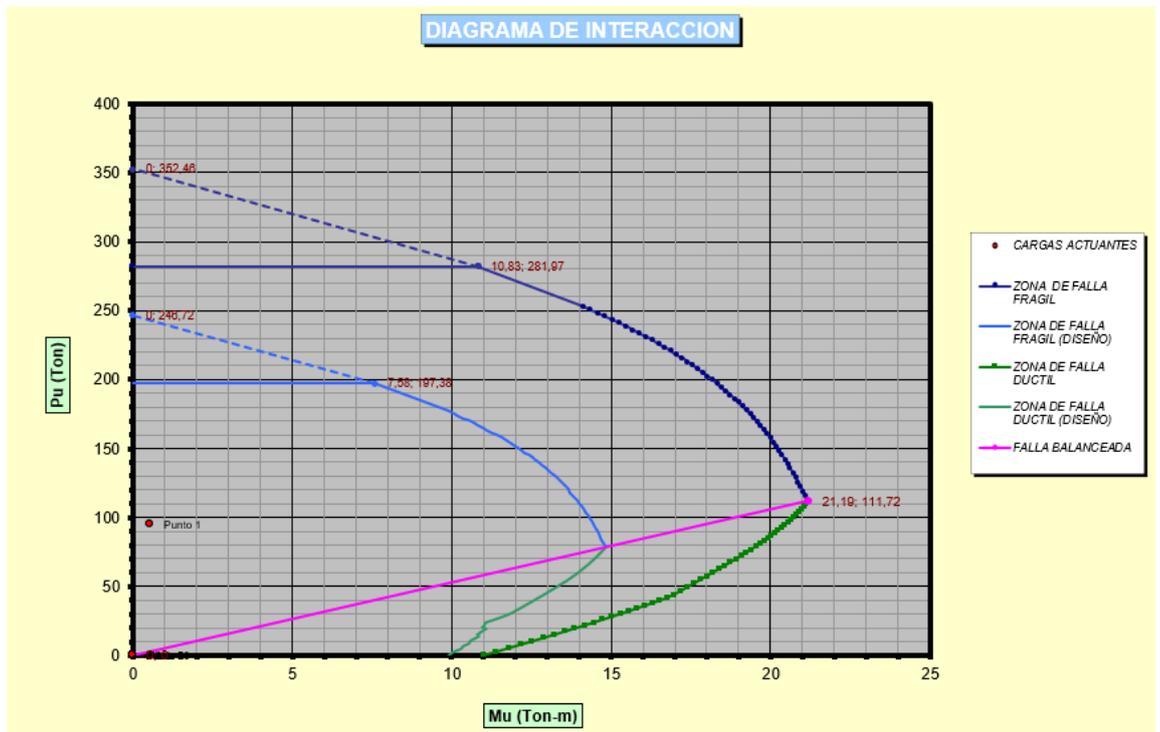


Figura 3.28 Diagrama de interacción de la columna seleccionada con M_u y P_n

Revisamos el requisito de dimensiones. De acuerdo con la norma la menor dimensión de la columna no debe ser menor que 20 veces el diámetro de la barra longitudinal de mayor diámetro de la viga que la atraviesa, en este caso la varilla es de 12 mm.

$$C \geq 20d_b \text{ (Long. mayor)} \quad (3-70)$$

$$C \geq 20(1.2) = 24 \text{ cm}$$

$$30 \text{ cm} \geq 24 \text{ cm}$$

Por lo que cumple la normativa vigente respecto a la dimensión.

Criterio columna fuerte-viga débil

Para este criterio se debe cumplir un segundo requisito respecto a las dimensiones de las columnas:

$$\frac{C_2 \text{ menor}}{C_1 \text{ mayor}} \geq 0.4 \quad (3-71)$$

Columnas Planta Baja

$$\frac{0.30 \text{ cm}}{0.40 \text{ cm}} = 0.75 \geq 0.4$$

Columnas Planta Alta

$$\frac{0.30 \text{ cm}}{0.30 \text{ cm}} = 1 \geq 0.4$$

Ahora podemos realizar la comprobación:

$$\Sigma M_{n_{col}} \geq \frac{6}{5} \Sigma M_{n_b} \quad (3-723-73)$$

$\Sigma M_{n_{col}}$ es la sumatoria de los momentos nominales de flexión de las columnas que llegan al nudo

ΣM_{n_b} es la sumatoria de los momentos resistentes, nominales a flexión de las vigas que lleguen al nudo

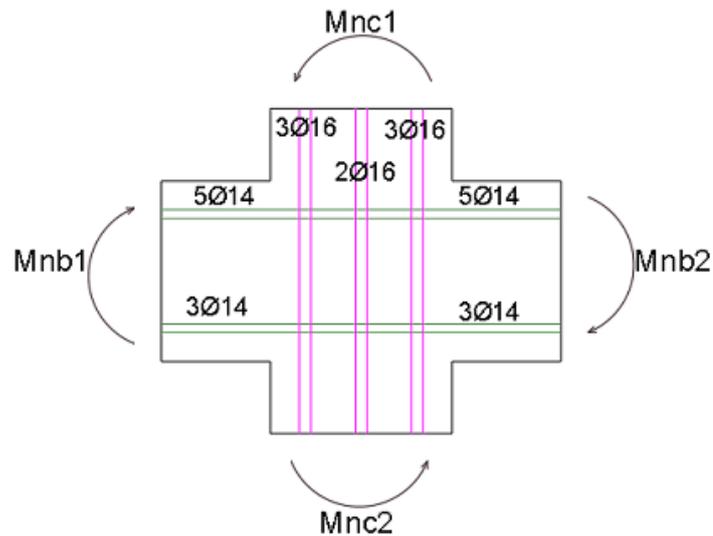


Figura 3.29 Distribución de momentos en la unión columna-viga [Fuente: propia]

Para los Mnb se utilizó la fórmula:

$$M_n = bd^2 f_y \rho \left(1 - \frac{\rho f_y}{1.7 f_c} \right) = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

5Ø14

$$\rho = \frac{5(1,54)}{(30)(35)}$$

$$\rho = 0,0073$$

$$M_n = \frac{(30)(29.4)^2(4200)(0.0073) \left(1 - \frac{(0.0073)(4200)}{1.7(280)} \right)}{100000}$$

$$M_n = 7,44 T * m$$

3Ø14

$$\rho = \frac{3(1,54)}{(30)(35)}$$

$$\rho = 0,0044$$

$$M_n = \frac{(30)(29.4)^2(4200)(0.0044) \left(1 - \frac{(0.0044)(4200)}{1.7(280)} \right)}{100000}$$

$$M_n = 4.61 T. m$$

$$\Sigma M_{n_b} = 7.44 + 4.61$$

$$\Sigma M_{n_b} = 12.05 T.m$$

Mientras que $M_{n_{col}}$ son los obtenidos del diagrama de interacción, el momento máximo cuando la falla es balanceada.

$$M_{nc1} = 15.03 T.m$$

$$M_{nc2} = 15.03 T.m$$

$$\Sigma M_{n_{col}} = 2(15.03)$$

$$\Sigma M_{n_{col}} = 30.06 T.m$$

Reemplazando los valores:

$$\Sigma M_{n_{col}} \geq \frac{6}{5} \Sigma M_{n_b}$$

$$30.06 T.m \geq 1.2(12.05)$$

$$30.06 T.m \geq 14.46 T.m$$

Como se cumple el criterio se mantiene la sección para la columna y sus varillas longitudinales

Diseño a cortante de la columna

Al igual que las vigas, las columnas necesitan ser diseñada por cortante, por lo que necesitamos hallar M_{pr} , el cual se obtiene del diagrama de interacción.

En este caso, $M_{pr} = M_u$ mayor obtenido en el diagrama de interacción.

Según el "ACI 318 (R18.6.5) cortante de diseño para vigas y columnas"

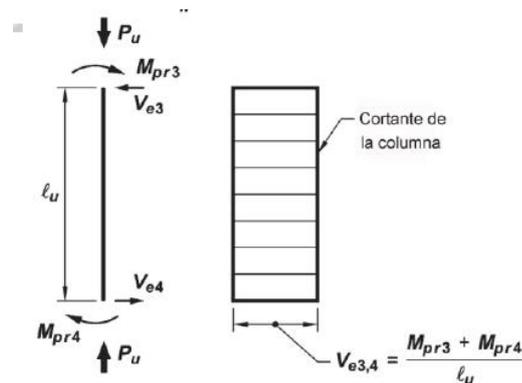


Figura 3.30 Cortante en la columna [Fuente: ACI, 2014]

Entonces tenemos:

$$M_{pr} = M_{u \text{ mayor}}$$

$$M_{pr} = 15.03 \text{ T.m}$$

Obteniendo la altura efectiva de la columna, la cual debe ser medida de centro a centro.

$$L_u = h_{entrepiso} - \left(\frac{h_{viga}}{2} \right) (2)$$

$$L_u = 3.00 - \left(\frac{0.40}{2} \right) (2) = 2.6 \text{ m}$$

$$L_u = 2.6 \text{ m}$$

Obteniendo el cortante ultimo $V_e = V_u$, tenemos:

$$V_e = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{L_u}$$

$$V_e = \frac{15.03 + 15.03}{2.60} = 11.57 \text{ T}$$

$$V_e = V_u = 10.6 \text{ T}$$

El cortante por el sismo que se obtuvo es:

$$V_{Eq1} = 3.93 \text{ T}$$

$$V_{Eq2} = 0.16 \text{ T}$$

Realizamos la comprobación de los supuestos asumidos al inicio

$$V_e = 10.6 \text{ T} \geq 0.5 V_{Eq}$$

$$V_{EQ} = (0.5)(3.93)$$

$$10.6 \text{ T} > 1.965 \text{ T}$$

El primer supuesto se cumple

$$P_u = 74.32 \text{ T} \leq \frac{A_g f'c}{20}$$

$$\frac{A_g f'c}{20} = \frac{280(30)(35)}{20} = 14.7 \text{ T}$$

$$74.32 \text{ T} \leq 14.7 \text{ T}$$

El segundo supuesto no se cumple por lo que se debe tomar en cuenta V_c .

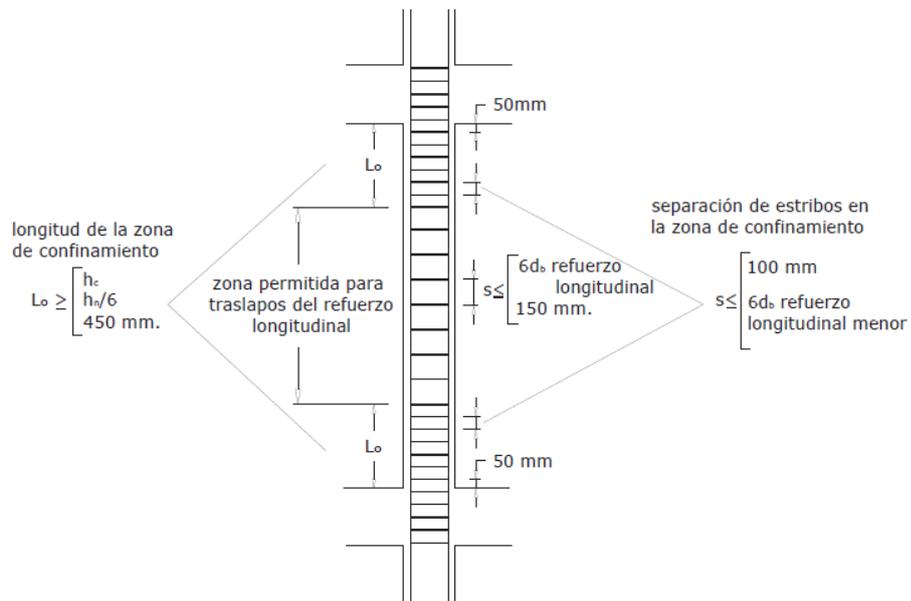


Figura 3.31 Revisiones que deben de hacerse para el diseño a cortante de la columna

El refuerzo transversal para confinamiento debe suministrarse en una longitud L_o , donde L_o es el mayor valor de los dados a continuación:

$$L_o = \text{peralte de la columna} \quad (3-74)$$

$$L_o = \frac{L_u}{6} \quad (3-75)$$

$$L_o = 45 \text{ cm} \quad (3-76)$$

$$L_o = 34 \text{ cm}$$

$$L_o = \frac{2.6}{6}$$

$$L_o = 45 \text{ cm}$$

Por lo tanto:

$$L_o = 45 \text{ cm}$$

Después se calculó el Espaciamiento máximo permitido de estribos rectangulares es el menor valor de los calculados a continuación:

$$S_{max} \quad (3-77)$$

$$= 0.25(\text{menor longitud de la columna})$$

$$S_{max} = 6 \text{ db menor longitud de columna} \quad (3-78)$$

$$S_{max} = 10 + \left(\frac{35-h_x}{3}\right); \quad 10.0 \text{ cm} \leq S_x \leq \quad (3-79)$$

$$15.0 \text{ cm}$$

$$h_x = \frac{(b - 2rec)}{2} \quad (3-80)$$

$$S_{max} = 0.25(30) = 7.5 \text{ cm}$$

$$S_{max} = 6(1.6) = 9.6 \text{ cm}$$

$$h_x = \frac{(40 - 2(4))}{2} = 16$$

$$S_{max} = 10 + \left(\frac{35 - 16}{3}\right) = 16.33 \text{ cm}$$

Por lo que la separación máxima en la longitud L_0 es

$$S_{maxL_0} = 7.5 \text{ cm}$$

Se calculó los ramales necesarios para los estribos de las columnas

$$A_{sh} = 0.3(s)(hc) \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1\right) \frac{f'_c}{f_y} \quad (3-81)$$

$$A_{sh} = 0.09(s)(hc) \left(\frac{f'_c}{f_y}\right) \quad (3-82)$$

$$h_c = b - 2rec \quad (3-83)$$

$$h_{c1} = 40 - 2(4) = 32 \text{ cm}$$

$$A_{ch1} = h_c^2 = (32)^2 = 1024 \text{ cm}^2$$

$$A_g = (b)(h) = (40)(30) = 1200 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh} = 0.3(10)(32) \left(\frac{1200}{1024} - 1\right) \frac{280}{4200}$$

$$A_{sh} = 1.1 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh} = 0.09(10)(32) \frac{280}{4200}$$

$$A_{sh} = 1.92 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto, $A_{sh} = 1.92$. Se asume $\emptyset 10$, 3 ramales

$$A_{sh} = 3(0.785)$$

$$A_{sh} = 2.35 \text{ cm}^2 > 1.92 \text{ cm}^2$$

Aceptamos $\emptyset 10$, 3 ramales en la parte transversal de la columna

Debido a que se debe considerar el valor de V_c , se calculó teniendo en cuenta la carga axial:

$$V_c = 0.53b_w d \sqrt{f'c} \left(1 + \frac{N_U}{140 A_g} \right) \quad (3-84)$$

$$V_c = \frac{0.53(40)(24)\sqrt{280} \left(1 + \frac{74320}{140 (1200)} \right)}{1000}$$

$$V_c = 12.28 T$$

$$\emptyset(V_c + V_s) \geq V_u$$

$$(0.75)(12.28 + 23.9) = 26.4 T \geq 10.6 T$$

$$26.4 T \geq 10.6 T$$

Por lo tanto, se usan varillas $\emptyset 10$ c/7cm, en una distancia $L_o = 45.0$ cm desde cada extremo de la columna y $\emptyset 10$ c/15cm en el resto de la columna

Finalmente se calculó la longitud de traslape de las varillas

$$l_d = \frac{3f_y \Psi_t \Psi_e}{40\lambda\sqrt{f'c}} d_b = 18.82 d_b \quad (3-85)$$

$$\geq 8d_b \text{ ó } 15 \text{ cm}$$

$$l_d = 18.82 (1.6) = 30.12 \text{ cm}$$

$$L_d = 1.3l_d$$

$$L_d = 1.3(30.12)$$

$$L_d = 39.15 \text{ cm} \cong 40 \text{ cm}$$

$$L_d = 40.00 \text{ cm}$$

3.9. Escaleras

Como recomendación la pendiente debe estar entre 20° y 50° , si existen pendientes menores lo recomendable es usar una rampa. Además, las huellas (Paso) deben de medir entre 25 y 30cm de longitud y mientras que las contrahuellas (Contrapaso o escalón) deben poseer una altura de 16 a 19 cm.

Del plano arquitectónico, obtenemos la escalera a diseñar, la cual es autoportante con 17 escalones en total, con dos descansos apoyados en dos vigas colocadas en cada entrepiso.

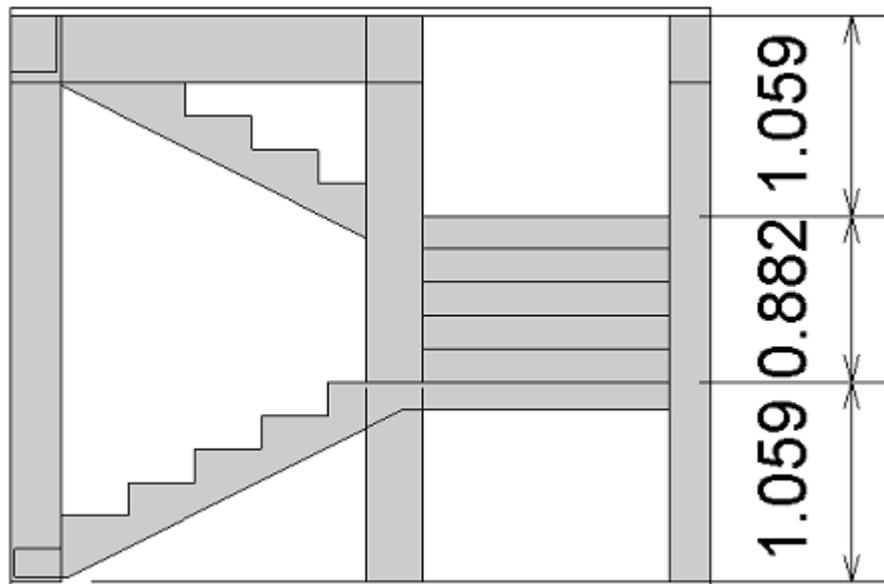


Figura 3.32 Sección transversal escalera

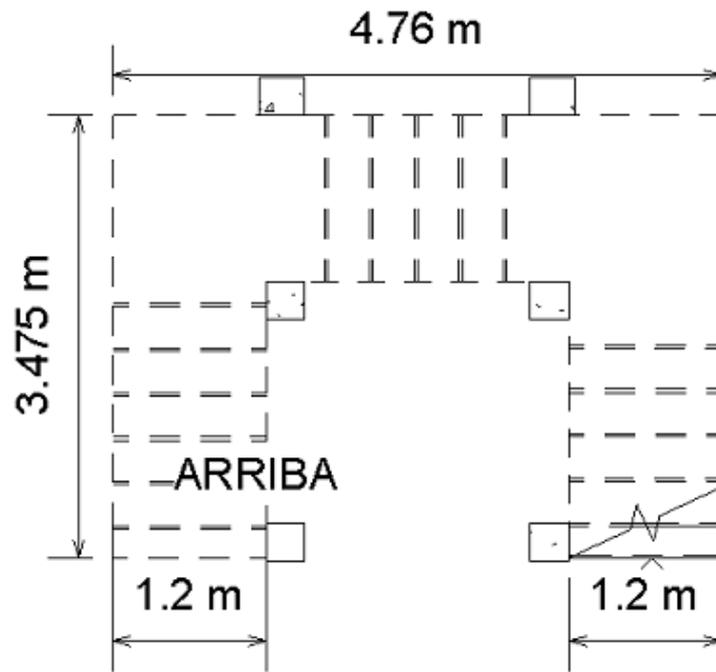


Figura 3.33 Vista en planta de la escalera

Datos de la Escalera

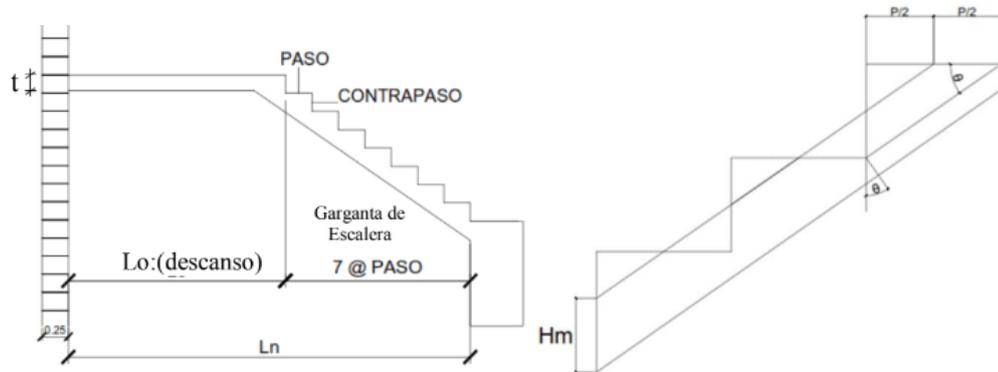


Figura 3.34 Datos necesarios para cálculos de la escalera

P [cm]	0,350
Cp [cm]	0,176
θ	26,76
cos θ	0,868

Tabla 3.20 Medidas de paso y contrapaso de la escalera [Fuente: propia]

Dimensiones para el espesor de la losa

$$t = \frac{L}{25} \quad (3-86)$$

$$t = \frac{L}{20} \quad (3-87)$$

$$t = \frac{L}{16} \quad (3-88)$$

$$t = \frac{2.00}{25} = 8.0 \text{ cm}$$

$$t = \frac{2.00}{20} = 10.0 \text{ cm}$$

$$t = \frac{2.00}{16} = 12.5 \text{ cm}$$

Por lo tanto, se diseñó una losa de $t=15.0 \text{ cm}$

Longitudes de cada tramo

Primer tramo	
L1 - Descanso[m]	1,300
L2 [m]	1,900
Ln [m]	3,200
t [cm]	15,000

Tabla 3.21 Longitudes de descanso y losa primer tramo [Fuente: propia]

Segundo tramo	
L1 -Descanso [m]	1,500
L2 [m]	1,760
Ln [m]	3,260
t [cm]	15,000

Tabla 3.22 Longitudes de descanso y losa del segundo tramo [Fuente: propia]

Tercer tramo	
L1 -Descanso [m]	1,300
L2 [m]	1,900
Ln [m]	3,200
t [cm]	15,000

Tabla 3.23 Longitudes de descanso y losa del tercer tramo [Fuente: propia]

Consideraciones de espesor de losa

Cálculo para tramo inclinado	
h [cm]	17,275
hm [cm]	26,075

Tabla 3.24 Espesor de losa medio

Cargas consideradas en la escalera

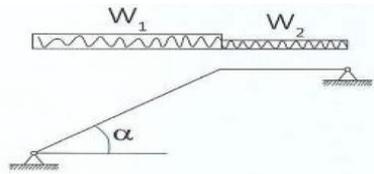


Figura 3.35 Detalle de cargas consideradas

Cargas muertas		Carga viva	
Elemento	N/m2	Elemento	N/m2
Inclinado	6258,10	Escalera	2000
Descanso	3600,00		
Acabados	200,00		
Total Inclinado	6458,10		
Total Descanso	3800,00	Total	2000

Tabla 3.25 Detalle de cargas vivas y muertas consideradas

Cargas lineales sobre cada tramo

Calculamos multiplicando las cargas por el ancho viable de cada tramo

$$W = q \left[\frac{T}{m^2} \right] \times b [m]$$

Cargas muertas			Cargas vivas		
Elemento	N/m	T/m	Elemento	N/m	T/m
Tramo 1	7749,72	0,775	Tramo 1	2400	0,240
Descanso 1	4560,00	0,456	Descanso 1	2400	0,240
Tramo 2	8395,54	0,840	Tramo 2	2600	0,260
Descanso 2	4560,00	0,456	Descanso 2	2400	0,240
Tramo 3	27058,56	2,706	Tramo 3	2400	0,240
Descanso 3	7749,72	0,775	Descanso 3	2400	0,240

Tabla 3.26 Cargas lineales en cada tramo de escalera

Carga última sobre cada tramo

Calculamos esta, de acuerdo con la combinación más crítica

$$W_u = 1.2D + 1.6L$$

Tramo	Wu [T/m]
Tramo 1	1,31
Descanso 1	0,93
Tramo 2	1,42
Descanso 2	0,93
Tramo 3	3,63
Descanso 3	1,31

Tabla 3.27 Carga última sobre cada tramo de escalera

Cálculo de momentos

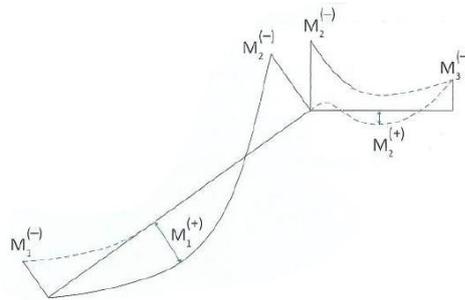


Figura 3.36 Momentos actuantes sobre los tramos de escalera

Calculamos el momento máximo con la fórmula

$$M_u = \frac{w_u L^2}{8}$$



Figura 3.37 Momento último en los tramos 1 y 3 [Fuente: propia]



Figura 3.38 Momento último en el tramo 2 [Fuente: propia]

Mmax [T.m]	
Tramo 1	1,88
Tramo 2	1,98
Tramo 3	1,88

Tabla 3.28 Momentos de diseño para cada tramo de escalera

Con el espesor de nuestra losa calculado, procedemos a calcular el peralte, asumiendo el diámetro de las varillas que usaremos, en nuestro caso varillas $\phi 10$.

Momento positivo		Momento positivo		Momento positivo	
Tramo 1		Tramo 2		Tramo 3	
d [cm]	10,5	d [cm]	10,5	d [cm]	10,5
a [cm]	5,25	a [cm]	5,25	a [cm]	5,25
As [cm ²]	6,69	As [cm ²]	7,04	As [cm ²]	6,69

Tabla 3.29 Datos para cálculo del acero necesario en cada tramo de escalera

Después de varias iteraciones se calculó la cantidad de acero necesaria, asumiendo varillas $\phi 10$:

Momento positivo		Momento positivo		Momento positivo	
Tramo 1		Tramo 2		Tramo 3	
a [cm]	0,77	a [cm]	0,74	a [cm]	0,77
As [cm ²]	5,21	As [cm ²]	5,48	As [cm ²]	5,21
As min	4,02	As min	4,02	As min	4,02
As min	4,20	As min	4,20	As min	4,20
ϕ varilla [cm]	1,00	ϕ varilla [cm]	1,00	ϕ varilla [cm]	1,00
A.var. [cm ²]	0,79	A.var. [cm ²]	0,79	A.var. [cm ²]	0,79
Cantidad varillas	7	Cantidad varillas	7	Cantidad varillas	7
S [cm]	14,17	S [cm]	30,76	S [cm]	28,34

Tabla 3.30 Acero para momento positivo requerido en cada tramo de la escalera

Para calcular el momento negativo se considera un tercio del momento positivo máximo calculado, asumiendo varillas $\phi 10$ tenemos lo siguiente:

Acero negativo Tramo 1		Acero negativo Tramo 2		Acero negativo Tramo 3	
As(+)/3	0,63	As(+)/3	0,66	As(+)/3	0,63
ϕ varilla [cm]	1,00	ϕ varilla [cm]	1,00	ϕ varilla [cm]	1,00
A.var. [cm ²]	0,79	A.var. [cm ²]	0,79	A.var. [cm ²]	0,79
Cantidad de varillas	1,3	Cantidad de varillas	1,2	Cantidad de varillas	1,3
s [cm]	57,37	s [cm]	47,57	s [cm]	98,37

Tabla 3.31 Acero requerido por momento negativo en cada tramo de escalera

Se calculó también el acero por temperatura

$$A_{s \min} = 0.0018b_w d$$

$$A_{s \min} = 0.0018(120)(10.5)$$

$$A_{s \min} = 2.52 \text{ cm}^2$$

Acero por temperatura	
As min [cm2/m]	2,52
φ varilla [cm]	1,00
A.var. [cm2]	0,79
Cantidad de varillas	0,312
s max [cm]	45,00
	75,00

Tabla 3.32 Requerimiento de acero por temperatura en cada tramo de la escalera

Se verificó el cortante

$$V_d = \frac{W_u L_1}{2} - W_u d \cos \alpha$$

$$V_d = \frac{1.14(2)}{2} - (1.14)(0.1) \cos(36^\circ)$$

$$V_d = 1.14 - 0.09$$

$$V_d = V_u = 1.05 T$$

$$\phi V_c = \phi 0.53 b_w d \sqrt{f'c}$$

$$\phi V_c = \frac{0.75(0.53)(120)(10)\sqrt{280}}{1000} = 7.981 T$$

$$\phi V_c = 7.981 T$$

$$\phi V_c > V_u$$

$$\phi V_c = 7.981 T > V_u = 1.05 T$$

El espesor es adecuado, no es necesario estribos, ni refuerzo por cortante.

3.10. Cimentación

Debido a que el terreno usado para este proyecto tiene un espacio lateral de 1.5 metros a cada lado, se diseñarán zapatas aisladas con columnas centradas, ya que no interfieren con los linderos del terreno aledaño.

A continuación, se presenta el pórtico más cargado axialmente.

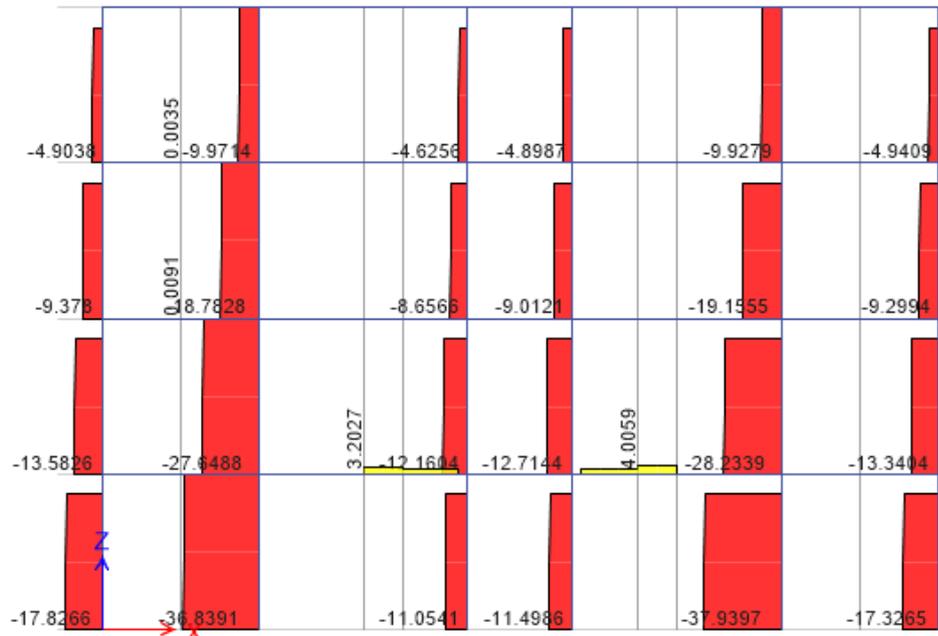


Figura 3.39 Carga última sobre las cimentaciones

A continuación, se presentan los datos del suelo:

Q suelo [kg/cm ²]	4
Densidad hormigón [kg/cm ³]	0,0024
Peso del suelo [kg/cm ³]	0,00137

Tabla 3.33 Datos de resistencia del suelo

Para realizar el diseño de la zapata se debe tener en cuenta que el recubrimiento mínimo para elementos en contacto con el suelo es de 7.5 cm, de acuerdo con la norma ACI 318SUS-14

Presión efectiva

$$q_e = q_{adm} - \gamma_{suelo} e_{suelo} - \gamma_{concreto} e_{concreto}$$

$$q_e = 4 - 0.00137(150) - 0.0024(30)$$

$$q_e = 3.72 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\text{Ancho de la zapata} = \frac{D + L}{q_e \text{Long}}$$

$$\text{Ancho de la zapata} = \frac{11000 + 43000}{(3.72)}$$

$$\text{Ancho de la zapata} = 14506.4 \text{ cm}^2$$

Dimensiones	
l1 [cm]	125
l2 [cm]	125
Área [cm ²]	15625

Tabla 3.34 Dimensiones de la zapata [Fuente: propia]

Cálculo de peraltes por cortante en una y en dos direcciones:

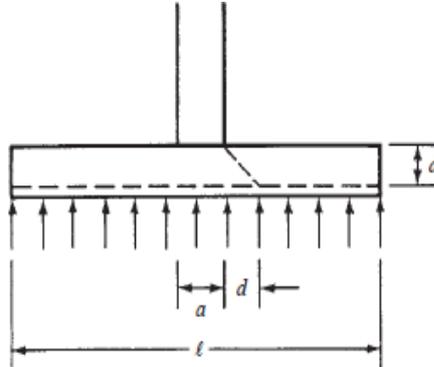


Figura 3.40 Factores para cálculo del cortante en la zapata

Cortante en una dirección	
b	17,5
Vu1 [T]	9,69
d [cm]	8,74

Tabla 3.35 Cortante en una dirección

Cortante en dos direcciones	
bo [cm]	240
Vu2 [T]	53,26
d [cm]	33,55
d [cm]	9,59

Tabla 3.36 Cortante en dos direcciones

Como los peraltes calculados son menores que el valor estimado de 30 cm, se acepta el espesor de la zapata. Calculamos el momento para el diseño a flexión, en el sentido de la menor dimensión de la columna:

$$M_v = q_e(b)(l1)\left(\frac{b}{2}\right)$$

$$M_v = 3.72(17.5)(125)\left(\frac{17.5}{2}\right)$$

$$M_v = 0.71 \text{ T.m}$$

$$M_u = \phi M_n = \phi b d^2 f_y \rho \left(1 - \frac{\rho f_y}{1.7 f_c}\right)$$

Despejando los términos en función de la cuantía, dará una expresión de segundo grado con valor:

$$1873018728\rho^2 - 212360400\rho + 523130 = 0$$

Resolviendo la ecuación

$$\rho_1 = 0.11$$

$$\rho_2 = 0.0025$$

La cuantía mínima es de 0.0033 por lo que ninguna está dentro del límite.

Dado que ninguna cuantía cumple, tomamos la mínima y trabajamos con una cuantía de 0.004

$$A_s = \rho bd$$

$$A_s = (0.004)(125)(21.2)$$

$$A_s = 10.6 \text{ cm}^2$$

Tomando varillas $\phi 12$:

$$\#varillas = \frac{10.6}{1.13}$$

$$\#varillas = 9.4$$

Entonces usamos 9 varillas en cada sentido:

$$9\phi 12 = 9(1.13\text{cm}^2) = 10.17 \text{ cm}^2$$

$$\rho = \frac{A_s \text{ prop}}{bd}$$

$$\rho = \frac{10.17}{(125)(21.2)}$$

$$\rho = 0.0038$$

$$\phi M_n = 7.8 \text{ T. m} > M_u = 0.71 \text{ T. m}$$

Calculando el espacio existente entre varillas se tiene:

$$e = \frac{b_w - 2rec - n\phi var}{n - 1}$$

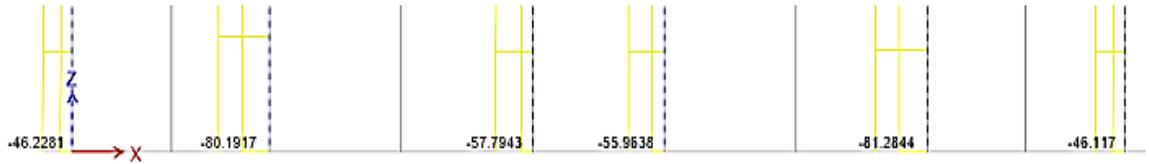
$$e = \frac{125 - 2(7) - 9(1.2)}{8}$$

$$e = 12.52 \text{ cm}$$

Por lo tanto, usamos $\phi 12$ c/12 cm

3.11. Vigas de cimentación.

Pórtico 3



Predimensionamos la viga

$$b = 30 \text{ cm}$$

Las vigas deben diseñarse para soportar por lo menos el 10% de P_u

$$A_s \cdot f_y \cdot \phi = 10\% P_u$$

$$A_s = \frac{0.1(80000)}{4200(0.9)}$$

$$A_s = 2,12 \text{ cm}^2$$

Calculamos el área de concreto necesaria

$$A_g = \frac{A_s}{0,008}$$

$$A_g = \frac{2,12}{0,008}$$

$$A_g = 264,55 \text{ cm}^2$$

Calculamos la altura de la viga

$$h = \frac{264,55}{30}$$

$$h = 8,82 \text{ cm}$$

Donde h debe ser la mayor de

$$\frac{A_g}{b} = 6,63$$

$$\frac{L}{25} + 5 = \frac{400}{25} + 5 = 21$$

$$B + 15 = 30 + 15 = 45$$

Por lo tanto, las dimensiones escogidas para la viga son

$$b = 30 \text{ cm}$$

$$h = 45 \text{ cm}$$

Recalculamos el valor de acero mínimo a compresión:

$$A_s = 0,008A_g$$

$$A_s = 0,008(30)(45)$$

$$A_s = 10,8 \text{ cm}^2$$

El momento en la base de la columna más cargada es:

$$M_u = 3,04 T. m$$

Calculamos el acero a flexión:

$$R = \frac{\frac{M_u}{0,9}}{f'cbd^2}$$
$$R = \frac{\frac{304000}{0,9}}{280(30)(36)^2}$$
$$R = 0,0031$$

$$q = 0,85 - \sqrt{0,7225 - 1,7R}$$
$$q = 0,85 - \sqrt{0,7225 - 1,7(0,0031)}$$
$$q = 0,01$$
$$A_s = \frac{q b d f' c}{f_y}$$
$$A_s = \frac{0,01(30)(36)(280)}{4200}$$
$$A_s = 0,72 \text{ cm}^2$$

Calculamos el acero mínimo a flexión

$$A_s = \frac{14}{f_y} b d$$
$$A_s = \frac{14}{4200} (30)(36)$$
$$A_s = 3,6 \text{ cm}^2$$

Del acero a compresión y flexión calculados, tomamos el mayor valor y lo distribuimos en la parte superior e inferior de la viga.

$$A_s = \frac{10,8}{2} \text{ cm}^2$$
$$A_s = 5,4 \text{ cm}^2$$

Asumimos varillas $\phi 14$ mm

$$A_{var} = 1,54$$
$$\#varillas = \frac{5,4}{1,54} = 3,5$$

Tomamos 4 varillas $\phi 14$ en la cara superior e inferior de la viga.

3.12. Presupuesto

PRESUPUESTO DE OBRA (COSTO DIRECTO + COSTOS INDIRECTOS)

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

UBICACIÓN: Km 12.5 Vía a la Costa, Guayaquil

FECHA: 9/9/2020

RUBRO No	CODIGO	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNIT	PRECIO TOTAL	PORCENTAJE %
	1	1. INSTALACIONES PROVISIONALES				10,770.98	5.15
1	201	1.1 Construcciones provisionales (Bodega, guardiania)	m2	30.00	\$ 46.52	\$ 1,395.60	
2	201-02.2.1	1.2 Instalación eléctrica provisional	Global	1.00	\$ 190.26	\$ 190.26	
3	201-02.2.2	1.3 Instalación AAPP provisional	Global	1.00	\$ 53.42	\$ 53.42	
4	102-3.07.	1.4 Batería Sanitaria portatil doble	mes	8.00	\$ 440.00	\$ 3,520.00	
5	828-1.01.	1.5 Cerramiento Provisional	m	170.00	\$ 33.01	\$ 5,611.70	
	2	2. MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD DE OBRA				10,413.34	4.98
6	103-4.15.	2.1 Limpieza general de la obra	Mes	8.00	\$ 185.10	\$ 1,480.80	
7	303-1 (4)	2.2 Desalojo de limpieza	Mes	8.00	\$ 78.38	\$ 627.04	
8	102-3.08.	2.3 Guardiania (2 guardias)	Mes	8.00	\$ 810.00	\$ 6,480.00	
9	A1	2.4 Protección de edificios vecinos	m2	50.00	\$ 9.49	\$ 474.50	
10	A2	2.5 Sellado de edificios vecinos	m2	50.00	\$ 27.02	\$ 1,351.00	
	3	3. PREPARACION DEL TERRENO				2,548.29	1.22
11	302-1.01	3.1 Limpieza del terreno (desbroce con desalojo de vegetacion y basura)	m2	519.00	\$ 3.58	\$ 1,858.02	
12	A3	3.2 Replanteo y nivelación con Equipo Topografico	m2	519.00	\$ 1.33	\$ 690.27	
	4	4. MOVIMIENTO DE TIERRAS				16,070.30	7.69
13	303-1 (1)	4.1 Excavación con máquina de cimientos	m3	595.44	\$ 6.88	\$ 4,096.63	
14	303-1 (2)	4.2 Desalojo de materiales con Volqueta (10 km)	m3	595.44	\$ 6.18	\$ 3,679.82	
15	303-1 (3)	4.3 Relleno compactado con material de mejoramiento	m3	566.52	\$ 14.64	\$ 8,293.85	
	5	5. CIMENTACIÓN				22,983.96	11.00
16	503 (12)	5.1 Replanteo de hormigón simple f'c= 180 kg/cm2 e= 5 cm	m2	46.88	\$ 8.21	\$ 384.84	
17	504	5.2 Acero de refuerzo para cimentacion fy=4200 kg/cm2	kg	5,377.50	\$ 1.79	\$ 9,625.73	
18	503(1)	5.3 Hormigón en plintos y dados de columnas f'c = 350kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	21.30	\$ 170.19	\$ 3,625.05	
19	503(2)	5.4 Hormigón en riostras f'c = 350kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	21.72	\$ 166.81	\$ 3,623.11	
20	503(11)	5.5 Muro de hormigón ciclopeo para riostras	m3	74.82	\$ 76.52	\$ 5,725.23	
	6	6. ESTRUCTURA EN HORMIGÓN				113,393.00	54.25
21	503(3)	6.1 Hormigón en columnas f'c = 350 kg/cm2 (Inc. Encofrado) hasta dos pisos	m3	21.60	\$ 267.97	\$ 5,788.15	
22	503(4)	6.2 Hormigón en vigas f'c = 350 kg/cm2 (Inc. Encofrado) hasta dos pisos	m3	37.30	\$ 261.63	\$ 9,758.85	
23	503(5)	6.3 Hormigón Losa Deck H=10cm e=0,76mm f'c= 350 kg/cm2 hasta dos pisos	m2	524.98	\$ 68.36	\$ 35,887.63	
24	503(6)	6.4 Hormigón en muros para ascensor f'c = 350 kg/ cm2 (Inc. Encofrado)	m3	20.09	\$ 241.34	\$ 4,848.52	
25	503(7)	6.5 Contrapiso H.S 210 kg/cm2, e=10cm.	m2	258.89	\$ 7.17	\$ 1,856.22	
26	503(8)	6.6 Hormigón en columnas f'c = 350 kg/cm2 (Inc. Encofrado) tercer y cuarto piso	m3	16.20	\$ 383.08	\$ 6,205.90	
27	503(9)	6.7 Hormigón en vigas f'c = 350 kg/cm2 (Inc. Encofrado) tercer y cuarto piso	m3	37.30	\$ 272.74	\$ 10,173.26	
28	503(10)	6.8 Hormigón Losa Deck H=10cm e=0,76mm f'c= 350 kg/cm2 tercer y cuarto piso	m2	532.60	\$ 72.99	\$ 38,874.47	
	7	7. ACERO DE REFUERZO				29,644.73	14.18
29	504	7.1 Acero de refuerzo fy= 4200 kg/cm2 Columna, vigas, losa y muro	kg	16,561.30	\$ 1.79	\$ 29,644.73	
		8. VARIOS				3,184.00	1.52
30	503 (13)	8.1 Bordillo hormigón f'c=210	m	40.00	\$ 28.44	\$ 1,137.60	
31	503 (14)	8.2 Acera de hormigón f'c=180	m2	80.00	\$ 25.58	\$ 2,046.40	
COSTO DIRECTO DE OBRA:						209,008.60	100.00
COSTOS INDIRECTOS						36.00%	\$ 75,243.10
PRECIO TOTAL DE LA OBRA(SIN IVA):						\$ 284,251.70	

PRESUPUESTO TOTAL DE OBRA

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

UBICACIÓN: Km 12.5 Vía a la Costa, Guayaquil

FECHA: 9/9/2020

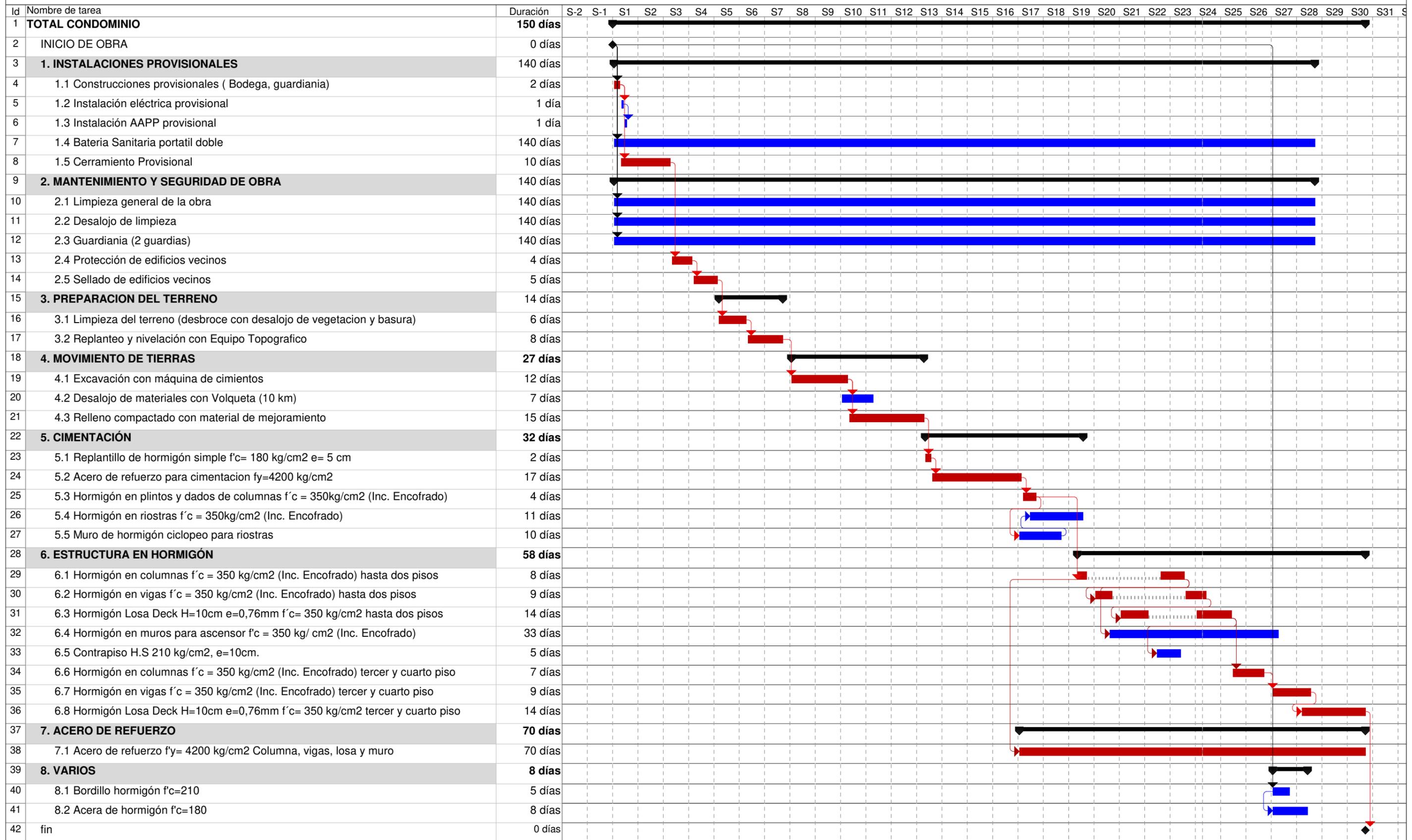
RUBRO No	CODIGO	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNIT	PRECIO TOTAL	PORCENTAJE %
	1	1. INSTALACIONES PROVISIONALES				14,648.00	5.15
1	201	1.1 Construcciones provisionales (Bodega, guardiania)	m2	30.00	\$ 63.27	1,898.10	
2	201-02.2.1	1.2 Instalación eléctrica provisional	Global	1.00	\$ 258.75	258.75	
3	201-02.2.2	1.3 Instalación AAPP provisional	Global	1.00	\$ 72.65	72.65	
4	102-3.07.	1.4 Bateria Sanitaria portatil doble	mes	8.00	\$ 598.40	4,787.20	
5	828-1.01.	1.5 Cerramiento Provisional	m	170.00	\$ 44.89	7,631.30	
	2	2. MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD DE OBRA				14,162.52	4.98
6	103-4.15.	2.1 Limpieza general de la obra	Mes	8.00	\$ 251.74	2,013.92	
7	303-1 (4)	2.2 Desalojo de limpieza	Mes	8.00	\$ 106.60	852.80	
8	102-3.08.	2.3 Guardiania (2 guardias)	Mes	8.00	\$ 1,101.60	8,812.80	
9	A1	2.4 Protección de edificios vecinos	m2	50.00	\$ 12.91	645.50	
10	A2	2.5 Sellado de edificios vecinos	m2	50.00	\$ 36.75	1,837.50	
	3	3. PREPARACION DEL TERRENO				3,466.92	1.22
11	302-1.01	3.1 Limpieza del terreno (desbroce con desalojo de vegetacion y basura)	m2	519.00	\$ 4.87	2,527.53	
12	A3	3.2 Replanteo y nivelación con Equipo Topografico	m2	519.00	\$ 1.81	939.39	
	4	4. MOVIMIENTO DE TIERRAS				21,854.43	7.69
13	303-1 (1)	4.1 Excavación con máquina de cimientos	m3	595.44	\$ 9.36	5,573.32	
14	303-1 (2)	4.2 Desalojo de materiales con Volqueta (10 km)	m3	595.44	\$ 8.40	5,001.70	
15	303-1 (3)	4.3 Relleno compactado con material de mejoramiento	m3	566.52	\$ 19.91	11,279.41	
	5	5. CIMENTACIÓN				31,234.93	10.99
16	503 (12)	5.1 Replantillo de hormigón simple f'c= 180 kg/cm2 e= 5 cm	m2	46.88	\$ 11.17	523.59	
17	504	5.2 Acero de refuerzo para cimentacion fy=4200 kg/cm2	kg	5,377.50	\$ 2.43	13,067.33	
18	503(1)	5.3 Hormigón en plintos y dados de columnas f'c = 350kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	21.30	\$ 231.46	4,930.10	
19	503(2)	5.4 Hormigón en riostras f'c = 350kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	21.72	\$ 226.86	4,927.40	
20	503(11)	5.5 Muro de hormigón ciclopeo para riostras	m3	74.82	\$ 104.07	7,786.52	
	6	6. ESTRUCTURA EN HORMIGÓN				154,216.54	54.25
21	503(3)	6.1 Hormigón en columnas f'c = 350 kg/cm2 (Inc. Encofrado) hasta dos pisos	m3	21.60	\$ 364.44	7,871.90	
22	503(4)	6.2 Hormigón en vigas f'c = 350 kg/cm2 (Inc. Encofrado) hasta dos pisos	m3	37.30	\$ 355.82	13,272.16	
23	503(5)	6.3 Hormigón Losa Deck H=15cm e=0,65mm f'c= 350 kg/cm2 hasta dos pisos	m2	524.98	\$ 92.97	48,807.39	
24	503(6)	6.4 Hormigón en muros para ascensor f'c = 350 kg/ cm2 (Inc. Encofrado)	m3	20.09	\$ 328.22	6,593.94	
25	503(7)	6.5 Contrapiso H.S 210 kg/cm2, e=10cm.	m2	258.89	\$ 9.75	2,524.15	
26	503(8)	6.6 Hormigón en columnas f'c = 350 kg/cm2 (Inc. Encofrado) tercer y cuarto piso	m3	16.20	\$ 520.99	8,440.04	
27	503(9)	6.7 Hormigón en vigas f'c = 350 kg/cm2 (Inc. Encofrado) tercer y cuarto piso	m3	37.30	\$ 370.93	13,835.76	
28	503(10)	6.8 Hormigón Losa Deck H=15cm e=0,65mm f'c= 350 kg/cm2 tercer y cuarto piso	m3	532.60	\$ 99.27	52,871.20	
	7	7. ACERO DE REFUERZO				40,243.96	14.16
29	504	7.1 Acero de refuerzo fy= 4200 kg/cm2 Columna, vigas, losa y muro	kg	16,561.30	\$ 2.43	40,243.96	
		8. VARIOS				4,330.40	1.52
30	503 (13)	8.1 Bordillo hormigón f'c=210	m	40.00	\$ 38.68	1,547.20	
31	503 (14)	8.2 Acera de hormigón f'c=180	m2	80.00	\$ 34.79	2,783.20	
PRECIO TOTAL DE LA OBRA(SIN IVA):						284,251.70	100.00

CRONOGRAMA VALORADO

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE
UBICACIÓN: Km 12.5 Vía a la Costa, Guayaquil
FECHA: 9/9/2020

RUBRO No	CODIGO	DETALLE	PRECIO TOTAL	PORCENTAJE %	PROMEDIO URBINA	PROMEDIO USGA	TOTAL OBRAS LABORADOR	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28																			
1								1.1. INSTALACIONES PROVISIONALES																																														
1.4.648.00								5.15																																														
1	201	1.1 Construcciones provisionales (Bodega, guardiana)	1,898.10	1.88	15	2.00																																																
2	201-02.2.1	1.2 Instalación eléctrica provisional	268.75	0.13	1	1.00																																																
3	201-02.2.2	1.3 Instalación APP provisional	72.65	3.13	25	1.00																																																
4	102-3.07	1.4 Bodega Sinterita portátil doble	4,787.20	3.13	25	1.00																																																
5	828-1.01	1.5 Ceramiento Provisional	7,631.30	2.25	18	10.00																																																
2								2.0. MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD DE OBRA																																														
14,182.52								4.98																																														
6	103-1.15	2.1 Limpieza general de la obra	2,013.82																																																			
7	303-1 (4)	2.2 Desajuste de tejas	852.80	0.88	7	2.00																																																
8	102-3.08	2.3 Guardiana (2 guardias)	8,812.80	0.01	0.08	100.00																																																
9	At	2.4 Protección de edificios vecinos	845.50	2.00	16	4.00																																																
10	A2	2.5 Sellado de edificios vecinos	1,837.50	1.43	11.4	5.00																																																
3								3. PREPARACION DEL TERRENO																																														
3,466.92								1.23																																														
11	302-1.01	3.1 Limpieza del terreno (desboste con desajuste de vegetación y basura)	2,527.53	11.00	88	6.00																																																
12	A3	3.2 Repillaje y nivelación con Equipo Topográfico	939.39	8.53	68.6	8.00																																																
4								4. MOVIMIENTO DE TIERRAS																																														
21,854.43								7.69																																														
13	303-1 (1)	4.1 Excavación con máquina de cimientos	5,573.32	6.25	50	12.00																																																
14	303-1 (2)	4.2 Desajuste de materiales con Volqueta (10 km)	5,001.70	11.25	90	7.00																																																
15	303-1 (3)	4.3 Relleno compactado con material de mejoramiento	11,279.41	5.00	40	15.00																																																
5								5. CIMENTACION																																														
31,234.93								10.90																																														
16	503 (12)	5.1 Repillaje de hormigón simple F'c= 180 kg/m2 e= 5 cm	523.59	3.75	30.0	2.00																																																
17	504	5.2 Acero de refuerzo para cimentación fy=4200 kg/m2	13,067.33	41.25	330.0	17.00																																																
18	503(1)	5.3 Hormigón en pilotes y dados de columna F'c = 350kg/m2 (Inc. Encofrado)	4,930.10	0.88	7.00	4.00																																																
19	503(2)	5.4 Hormigón en roscas F'c = 350kg/m2 (Inc. Encofrado)	4,927.40	0.25	2.00	11.00																																																
20	503(11)	5.5 Muro de hormigón ciclopeo para roscas	7,788.52	0.94	7.50	10.00																																																
6								6. ESTRUCTURA EN HORMIGÓN																																														
154,216.54								54.25																																														
21	503(3)	6.1 Hormigón ROCAFASIT en columna F'c = 350 kg/m2 (Inc. Encofrado) hasta dos pisos	7,871.90	0.50	4.00	6.00																																																
22	503(4)	6.2 Hormigón en vigas F'c = 350 kg/m2 (Inc. Encofrado) hasta dos pisos	13,272.16	0.53	4.20	9.00																																																
23	503(5)	6.3 Hormigón Losa Deck H=15cm-e=0.65mm F'c=350 kg/m2 hasta dos pisos	48,807.39	5.00	40.00	14.00																																																
24	503(6)	6.4 Hormigón en muros para ascensor F'c = 350 kg/m2 (Inc. Encofrado)	6,593.94	0.63	5.00	33.00																																																
25	503(7)	6.5 Contrapiso H= 210 kg/m2, e=5cm.	2,524.15	6.88	55.00	5.00																																																
26	503(8)	6.6 Hormigón ROCAFASIT en columna F'c = 350 kg/m2 (Inc. Encofrado) tercer y cuarto piso	8,440.04	0.31	2.50	7.00																																																
27	503(9)	6.7 Hormigón en vigas F'c = 350 kg/m2 (Inc. Encofrado) tercer y cuarto piso	13,855.76	0.56	4.50	9.00																																																
28	503(10)	6.8 Hormigón Losa Deck H=15cm-e=0.65mm F'c=350 kg/m2 tercer y cuarto piso	52,871.20	5.00	40.00	14.00																																																
7								7. ACERO DE REFUERZO																																														
40,243.98								14.16																																														
29	504	7.1 Acero de refuerzo fy= 4200 kg/m2 Columna, vigas, losa y muro	40,243.98	48.13	385.0	44.00																																																
8								8. VARIOS																																														
4,330.40								1.52																																														
30	503 (13)	8.1 Bordo hormigón Fc=210	1,547.20	1.00	8.00	5.00																																																
31	503 (14)	8.2 Acera de hormigón Fc=180	2,783.20	1.25	10.00	8.00																																																
PRECIO TOTAL DE LA OBRA (S/N IVA)			284,251.70	100.00																																																		
INVERSIÓN SEMANAL								S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9	S 10	S 11	S 12	S 13	S 14	S 15	S 16	S 17	S 18	S 19	S 20	S 21	S 22	S 23	S 24	S 25	S 26	S 27	S 28																			
% INVERSIÓN SEMANAL								1.80%	1.55%	0.91%	0.78%	0.93%	0.63%	1.17%	2.2	2.910	3.1	13.371	5.6	8.714	6.3	6.721	5.6	7.807	6.9	9.707	8.7	14.646	25	22.092	14	14.002	17	14.885	17	23.591	17	13.132	8.4	12.020	5.4	14.666	7.5	20.070	12	4.205	2.0	8.274	6.3	18.080	6.5	12.961	3.4	
INVERSIÓN ACUMULADA								S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9	S 10	S 11	S 12	S 13	S 14	S 15	S 16	S 17	S 18	S 19	S 20	S 21	S 22	S 23	S 24	S 25	S 26	S 27	S 28																			
% ACUMULADO								1.80%	3.35%	4.26%	5.04%	5.97%	6.60%	7.77%	8.09%	10.74%	16.70%	19.7%	22.892	27	47.472	56	56.187	64	84.900	63	71.521	72	103.683	53	126.078	101	140.888	22	155.793	79	179.345	36	192.478	20	204.868	74	219.665	52	239.755	42	243.940	88	252.215	51	271.196	34	284.251	70

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES
"DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN LA URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE"



CAPÍTULO 4

4. Evaluación del Impacto Ambiental

4.1. Objetivos de la Evaluación ambiental

4.1.1. Objetivo General

Realizar una evaluación preliminar de impacto ambiental del proyecto, así como una correcta planificación para poder prevenir, disminuir o mitigar los mismos.

4.1.2. Objetivos Específicos

- Identificación de las actividades del proyecto
- Identificación de las áreas sensibles, a nivel biótico, físico y social, a las cuales va a afectar el presente proyecto.
- Evaluación de la magnitud real de los impactos
- Elaboración de un plan de mitigación para compensar los efectos adversos causados por el proyecto.

4.2. Descripción del proyecto

El presente proyecto abarca la construcción de un condominio nuevo en la Ciudadela Porto Alegre en el km 12.5 de la Vía a La Costa, buscando promover las construcciones verticales para mejorar la densificación urbana, evitando la expansión horizontal innecesaria de la ciudad. El condominio contará con cuatro plantas, planta baja y tres pisos superiores, sin terraza, en el primer piso se diseñarán dos departamentos, en la primera planta y la segunda planta alta se diseñará un total de cinco departamentos, siendo uno compartido entre ambas plantas, y en la última planta existirán dos departamentos, pudiendo ofrecer vivienda a nueve familias.

La estructura se construirá en hormigón armado, por lo tanto, se requerirá el uso de materiales cementantes (cemento), agregados (arena, piedra triturada), acero estructural (varillas de refuerzo, novalosa), mampostería (bloques de hormigón) y encofrados (madera). Para los demás sistemas requerirá material PVC y cobre (sistema hidrosanitario, sistema eléctrico),

además de selladores para uniones de tuberías. En general debido al diseño arquitectónico se usará madera para las puertas, vidrios para ventanas y selladores de juntas para las mismas, cerámica para pisos, pintura para toda la estructura, cubierta de cerámica (tejas), luminarias LED.

El proyecto no usará materiales reciclables, por lo que el consumo de recursos no renovables como el agua, necesaria para las mezclas de hormigón y el curado de vigas, columnas y losas será considerable. Además de todo esto, la construcción como tal generará bastante material particulado, debido a los agregados y el cemento como tal, lo cual afecta a la flora y fauna de los alrededores, y la salud del personal y de las personas que viven en el sector.

La zona de construcción es urbana, y a pesar de que está rodeada de muchas industrias y canteras, todo el sector está ubicado cerca de zonas protegidas del Bosque Seco Tropical, como el Bosque Protector Cerro Blanco, por lo que el ruido generado por el transporte pesado además de los ruidos generados en la construcción pueden generar impacto en la fauna local, ya que las aves y animales nativos se alejan del sonido y comienzan a buscar nuevas zonas para habitar, disminuyendo su hábitat natural.

Podemos observar en la figura 1 la cercanía del proyecto con las canteras y con las áreas protegidas de Vía a La Costa, por lo que es de vital importancia reconocer qué actividades pueden afectar el entorno, para poder evitar o mitigar los efectos y así no producir un impacto severo en el lugar.

4.3. Ubicación geográfica

La ubicación del proyecto es en Vía a La Costa, el km 12.5.



Figura 4.1 Ubicación de la ciudadela donde se ubica el proyecto

4.4. Descripción de las actividades del proyecto

El presente proyecto considera varias etapas, las cuales serán descritas a continuación:

1. Construcción

- Levantamiento Topográfico
- Nivelación del terreno
- Excavación para cimentaciones
- Fraguado de elementos de hormigón (vigas, columnas, escaleras, losa)
- Curado y desencofrado de elementos
- Colocación de mampostería
- Colocación de instalaciones y acabados

2. Operación

- Uso diario de las instalaciones del condominio
- Mantenimiento
- Mantenimiento de fachadas
- Reparación y limpieza de aires acondicionados
- Renovación de pintura
- Cambio de tuberías
- Renovación de cableado eléctrico
- Cambio de baldosas o acabados

3. Abandono

- Desmantelación de la obra

- Retiro de escombros
- Reciclaje de material

4.5. Línea base ambiental

Vía a La Costa es un sector que no siempre ha sido tan denso urbanísticamente hablando. Su desarrollo se inició en la década de los 70 aproximadamente, sin embargo, existe información de asentamientos desde muchos años antes.

En 1926 se inició la construcción del primer tramo de la carretera que conocemos el día de hoy, a la par de la construcción del ferrocarril que unía Guayaquil con Santa Elena. Pero los primeros asentamientos urbanísticos conocidos datan de algunos años después: Cooperativa Puertas del Sol, en 1986; Puerto Hondo, en 1979; Comunidad Chongón, en 1970 (aunque existen datos de aborígenes que vivían en la zona desde 1530, que de igual forma fueron colonizados) y la Urbanización Puerto Azul, que fue la primera urbanización cerrada de la zona, fundada en 1982.

En la actualidad existen más de 21 ciudadelas cerradas, además de centros educativos, centros comerciales y zonas de comercio de alta plusvalía. A más de esto, dentro de las planificaciones del municipio de Guayaquil, se prevé la construcción del nuevo Aeropuerto en el sector.

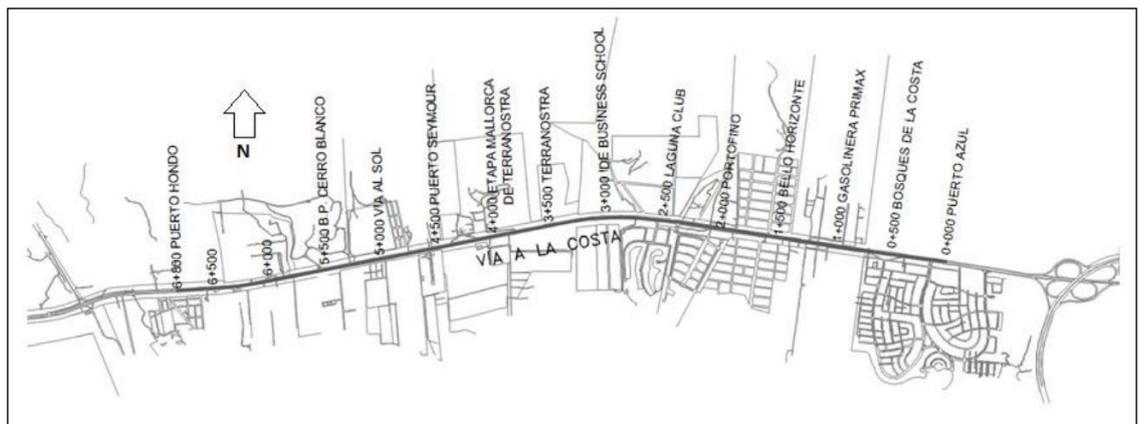


Figura 4.2 Urbanizaciones en Vía a La Costa

Antes de que el sector se convirtiera en zona altamente residencial, debido a su ubicación al pie de la Cordillera chongón-Colonche, en la Formación San Eduardo, se ubicaron muchas canteras con el fin de extraer material para la industria del cemento. Es así que en la actualidad

se encuentran 29 canteras laborando en el lugar, de las cuales solo cuatro actualmente pueden laborar debido a las nuevas ordenanzas del municipio que les impide seguir laborando hasta no contar con los requisitos ambientales actuales.

Áreas protegidas

Como sabemos, Guayaquil está rodeado por varias zonas protegidas, de las cuales aquellas cercanas al sector de estudio son el Bosque Protector Cerro Blanco, declarada zona ecológica en 1992 y los Manglares del Salado, declarados zona protegida en 2002. El primero es parte del Bosque Seco Tropical característico de varios países sudamericanos y el segundo parte del ecosistema de Manglares característicos de Guayaquil.



Figura 4.3 Bosques y áreas protegidas cercanas a Guayaquil

La cercanía de las canteras y de las urbanizaciones con estas áreas protegidas han sido una continua preocupación para los ambientalistas, ya que indican que la fauna y la flora del lugar, a pesar de estar en zonas protegidas, se ven afectadas en cierto grado por todas estas actividades.

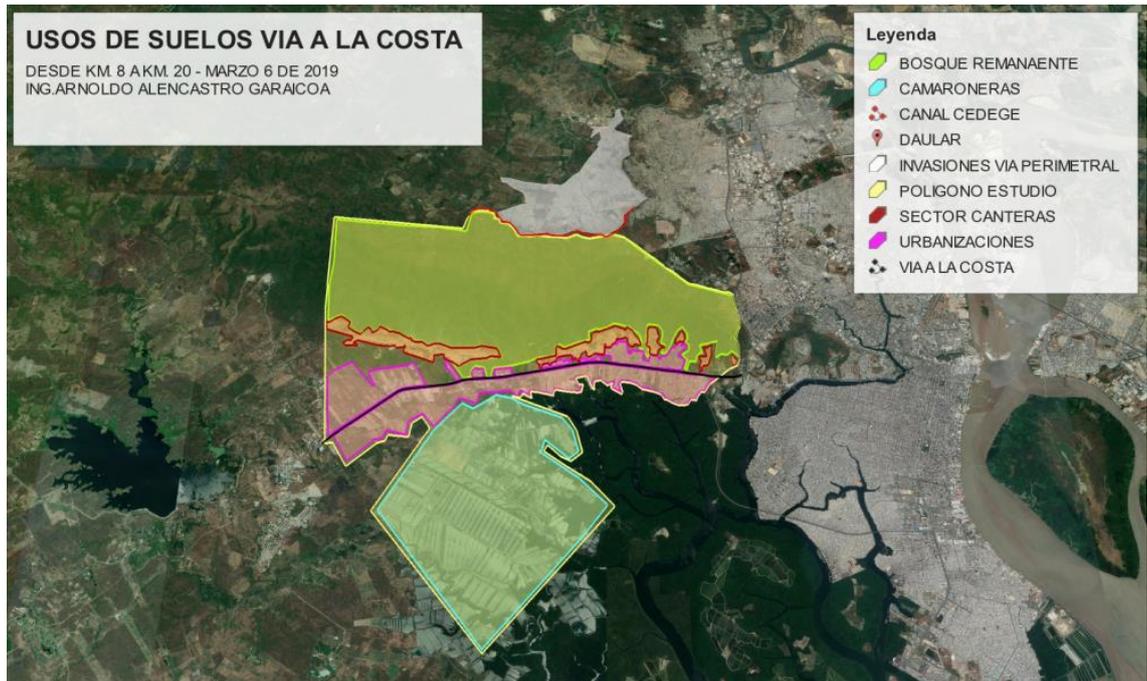


Figura 4.4 Uso de suelo en Vía a La Costa

Perfil estratigráfico

La cordillera Chongón Colonhe básicamente está conformada por pizarras arcillosas y tobáceas de color verde a gris verdusco, areniscas bastas, arenosas, tobáceas hasta conglomeraticas de color pardo a negro y brechas finas (Bristow & Hoffstetter, 1977), además muestra la presencia de turbiditas masivas cíclicas intercaladas con flujos de lava de composición basáltica (Reyes & Michaud, 2012). La litología representativa la podemos ver en Cerro Blanco, donde se pueden observar calizas de color crema a blanco. Este tipo de calizas es de buena resistencia mecánica, dura y de baja permeabilidad, por lo cual es ideal para su aprovechamiento en la industria del cemento

Clima

Respecto a la temperatura, esta es la representativa de la ciudad de Guayaquil en general. Esta tiene dos estaciones muy marcadas, verano e invierno, épocas en las que se registran variaciones de temperatura. En la época lluviosa se registra una temperatura media de 26° mientras en verano la temperatura promedio es de 23°.

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
Temperatura máxima media (°C)	31	30	32	32	30	29	28	28	30	29	30	31	30
Temperatura máxima media (°F)	88	87	89	89	87	85	84	84	86	85	86	88	86
Temperatura mínima media (°C)	21	20	18	22	20	15	17	15	16	17	18	20	15
Temperatura mínima media (°F)	74	75	76	75	74	72	70	69	70	71	72	73	72
Precipitaciones (mm)	22,35	27,94	28,70	18,03	5,33	1,77	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	3,00	108.45

Figura 4.5 Temperaturas ambientales Guayaquil [Fuente: INAHMI]

Si hablamos de las precipitaciones, estas también están definidas por las estaciones detalladas anteriormente, con precipitaciones de 283 mm en los meses de febrero y marzo, según datos de la INAHMI.

La humedad relativa anual es de 76%, sin embargo esta también varía y pueden sacarse diferentes promedios de acuerdo a la época, siendo la mínima de 72%, la cual se registra en noviembre, mientras que la máxima registrada es de 81%, y se registra entre febrero y marzo.

La evaporación registrada en Guayaquil es de 1245 mm, mucho mayor que el volumen de precipitaciones registradas.

En cuanto a los vientos se ha registrado que predominan los vientos provenientes del sur, siendo el mes con menos intensidad de vientos el mes de abril.

Conocer el clima de la zona es vital, saber la dirección y velocidad de los vientos ayuda a controlar el esparcimiento del material particulado de la obra, conocer la precipitación y la temperatura permite controlar el almacenamiento de los agregados, además de permitir una correcta planificación del fraguado de los elementos de hormigón, evitando pérdidas innecesarias de material.

Hidrología

Básicamente la zona es tributaria del Estero Puerto Hondo, el cual desemboca directamente en el Estero Salado. Sin embargo sólo tiene presencia de agua en época invernal. A pesar de esto, debido a la características de las rocas del lugar se presentan extensos acuíferos.

Es importante conocer la hidrología debido a que el proyecto va a generar aguas residuales, y aunque la mayoría va a ser tratada adecuadamente, existe algún porcentaje producido en obra que puede infiltrarse a los acuíferos del lugar, así que debe tomarse en cuenta para saber qué afectación tendrá la calidad del agua en nuestro proyecto.

Calidad del aire

Debido a la presencia de las canteras en toda la longitud de la vía es importante conocer los niveles de material particulado existente, para evitar una producción por encima de la norma que pueda afectar la fauna, la flora, y la salud de las personas que habitan el sector. De acuerdo a un monitoreo hecho por la Concesionaria Minera Evadriana en el año 2015, en un sector ubicado aproximadamente a 2 km de la ubicación de nuestro proyecto, se presentan los siguientes resultados:

	Resultado de las mediciones ug/m3		
	Promedio	Máximo	Mínimo
PM10	16,0	27,2	9,1
PM 2.5	5,9	10,2	3,1

Tabla 4.1 Mediciones [Fuente: Concesionaria Minera Evadriana, 2015]

Flora

La flora originaria del sector consta de ceibos, moyuyo, bleado, manzanilla de perro, mango, ciruelo amarillo, ciruela roja, laurel, pitahaya, campanillas, niguito, commelina, bototillo, hihuerilla, chapra, chalú, membrillo de montaña, mimosas, paja saboya, paja elefante, guasmo, pechiche, algarrobo, cascol, caucho negro, guayacán, guachapelí. Todas estas especies tienen importancia debido a que muchas sirven como cobertura vegetal del suelo, para protegerlo de la erosión, mientras que otros sirven como alimento y hábitat natural para la fauna del sector.

Fauna

Debido a la gran presencia humana en el sector, no se avistan mucha de la fauna endémica, la cual está bastante limitada a las áreas protegidas, sin embargo, pueden observarse iguanas, palomita tierrera, lechuza campanario, negro matorralero, perros, gatos, murciélagos, paloma rapiblanca, garrapatero estriado, espiguero, golondrina común, periquito del pacífico, colibrí, pájaro brujo, tirano goliniveo. Conocer estos datos es de vital importancia ya que las zonas circundantes conforman el hábitat natural de aquellas especies, y aspectos como el ruido, el material particulado, gases contaminantes afectan su entorno facilitando la reducción de su ecosistema y la búsqueda de nuevos lugares donde establecerse.

4.6. Identificación de factores, aspectos e impactos ambientales

El proyecto que se está planteando causa determinadas afectaciones al entorno que lo circunda, si bien algunas afectaciones serán controlables, existen algunas que deben ser analizadas detenidamente para poder prevenir un impacto mayor al ecosistema.

Dentro de estos factores o medios que pueden llegar a sufrir afectaciones tenemos el aire, que debido a ciertas obras constructivas puede ser alterado debido a la cantidad de partículas y gases que son expulsados en ciertos procesos, el agua, que también se ve afectada debido a las aguas residuales producidas en obra, el suelo, que recibe los líquidos, mezclas y químicos que sean usados, lo que puede provocar cambios de pH, entre otros, la flora y la fauna, ya que se pierde vegetación, además de árboles nativos que pueden encontrarse en el terreno donde debe construirse, lo que disminuye el hábitat natural de las especies nativas, el medio social también se ve afectado, en este caso de dos formas, tanto positiva, como negativamente, ya que por una parte se genera trabajo, lo que puede ayudar a muchas personas económicamente, y por otro lado los trabajos manuales, y en alturas generan ciertos tipos de riesgos para los trabajadores, los cuales deben ser controlados.

A continuación, se detallan los factores ambientales afectados en cada proceso de la obra, así como los aspectos que producen la afectación y los posibles impactos que estos generan.

SUBPROCESOS	FACTORES	ASPECTOS AMBIENTALES	Impactos ambientales
Construcción	Agua	Generación de aguas residuales domésticas, generado por el personal de trabajo.	Afectación de la calidad de las fuentes de agua en donde se descargan estas.
	Fauna, social	Generación de vibraciones debido al uso de transporte pesado y maquinarias.	Disminución de la fauna nativa ya que buscan nuevos refugios y hábitats lejos de vibraciones Incremento de molestias auditivas en los habitantes cercanos a la zona.
	Aire, Fauna	Consumo de combustible	Incremento de gases nocivos para la capa de ozono (CO ₂ , CH ₄) Incremento de partículas que aportan a la lluvia ácida.
	Fauna, social	Generación de ruido debido al transporte pesado y a la maquinaria usada para fundir cemento.	Aumento de enfermedades auditivas debido al ruido generado Disminución de la fauna nativa ya que buscan nuevos refugios y hábitats lejos de ruidos.
	Aire, Fauna, Social	Generación de material particulado debido al uso de cemento y agregados para la construcción	Incremento de enfermedades respiratorias (irritación de las vías respiratorias, asma, tos) por la inhalación de material particulado. Disminución de flora nativa debido a las partículas de cemento que caen sobre ellas. Disminución de fauna nativa debido a desplazamientos por evitar inhalación de partículas
	Social	Demanda de mano de obra especializada y no especializada para manejo de maquinaria y obras en el	Incremento de plazas de trabajo. Incremento de afectaciones musculares (espalda, cintura, piernas) debido al trabajo manual.
	Suelo	Generación de residuos no reciclables, debido al encofrado a utilizarse	Disminución de la capacidad del suelo para regenerarse en las zonas donde se acumulan los desechos temporalmente
	Agua	Generación de aguas residuales con material cementante, debido a la limpieza de maquinarias e instalaciones donde se realizaron las mezclas de hormigón.	Afectación de la calidad de las aguas subterráneas y cuencas cercanas a la zona, debido a que la ubicación es cercana a un cerro.
Operación	Agua	Generación de aguas residuales domésticas.	Afectación de la calidad de las fuentes de agua en donde se descargan estas.
	Suelo, Flora	Acumulación de desechos, producidos por los habitantes.	Disminución de la capacidad del suelo para regenerarse en las zonas donde se acumulan los desechos temporalmente Disminución de flora en las zonas destinadas a acumular los residuos hasta su traslado a su lugar de destino final.
Mantenimiento	Agua	Demanda de agua para limpieza del edificio.	Disminución de recursos naturales no renovables.
	Agua	Generación de aguas residuales por el personal que da mantenimiento	Afectación de la calidad de las fuentes de agua en donde se descargan estas.
	Social	Uso de mano de obra especializada y no especializada para mantenimiento de las diferentes instalaciones	Incremento de plazas de trabajo. Incremento de afectaciones musculares (espalda, cintura, piernas) debido al trabajo manual.
	Suelo	Generación de desechos sólidos debido a envases y material (cables, tubos PVC, ETC) que se cambian en el mantenimiento de la edificación.	Disminución de la capacidad del suelo para regenerarse en las zonas donde se acumulan los desechos temporalmente
Abandono	Suelo	Generación de desechos sólidos debido a cerramientos y material usado para mantener aislada la edificación.	Disminución de fauna en las zonas destinadas a acumular los residuos hasta su traslado a su lugar de destino final.

4.7. Valoración de los impactos ambientales

La evaluación de impactos ambientales realizada con la matriz de Conesa-Fernández nos muestra, en la tabla 1, que las actividades que ocasionan una mayor alteración negativa en el ambiente son:

La generación de aguas residuales que se da en todas las etapas del proyecto.

La demanda de mano de obra, necesaria en las etapas constructivas y de mantenimiento.

La demanda de agua, que también es necesaria en todas las etapas del proyecto.

La generación de ruido y vibraciones en la etapa constructiva.

El consumo de combustible sobretodo en la etapa constructiva del proyecto.

Estas actividades resultan significativas ya que en algunos casos se generan sustancias químicas que alteran la calidad del aire y del agua, como la generación de aguas residuales y el consumo de combustible, otras afectan a la fauna, como el ruido o las vibraciones, que provocan que las especies se alejen de estos entornos, alterando el ecosistema. Algunas actividades generan no solo impactos al medio ambiente, sino que pueden provocar afectaciones a la salud humana, como la demanda de mano de obra, ya que estos trabajos pesados y manuales generan molestias a largo plazo.

Las actividades enumeradas anteriormente tuvieron una valoración entre 18 y 24, lo cual nos indica que son actividades que deben ser analizadas para poder tomar medidas preventivas adecuadas para minimizar los daños o impactos generados.

			IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA ESTE ESTUDIO												VALORACION														
ACTIVIDADES	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO	Severidad (S)			Probabilidad de Ocurrencia (P)			(T)	Extensión (E)			Intensidad (I)			Duración (Du)			Desarrollo (De)			Recuperación (R)			Interacción (Ia)			(Mg)	(Imp)
			1	2	3	1	2	3	Relevancia del Impacto T=SxP	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	Magnitud del Impacto Mg = E + I + Du + De + R + Ia	Importancia del Impacto Imp = Mg x T
Construcción	Generación de aguas residuales domésticas, generado por el personal de trabajo.	Afectación de la calidad de las fuentes de agua en donde se descargan estas.		2			3	6	0			0			2	0				1			1			4	24		
	Generación de vibraciones debido al uso de transporte pesado y maquinarias.	Disminución de la fauna nativa ya que buscan nuevos refugios y hábitats lejos de vibraciones		2			2	4	0			0			2	1				1			0			4	16		
		Incremento de molestias auditivas en los habitantes cercanos a la zona.			2		1	2	0			0		0				2	0				1			3	6		

	Consumo de combustible	Incremento de gases nocivos para la capa de ozono (CO2, CH4)	2		3	6	0		0		0		2	1		1	4	24	
		Incremento de partículas que aportan a la lluvia ácida.	2		2	4	0		0		0		2	1		1	4	16	
	Generación de ruido debido al transporte pesado y a la maquinaria usada para fundir cemento.	Aumento de enfermedades auditivas debido al ruido generado	2	1		2	0		0		0		2	1		0		3	6
		Disminución de la fauna nativa ya que buscan nuevos refugios y hábitats lejos de ruidos.	2		2	4	0		0		0		1	1		0		2	8
	Generación de material particulado debido al uso de cemento y agregados para la construcción	Incremento de enfermedades respiratorias (irritación de las vías respiratorias, asma, tos) por la inhalación de material particulado.	2		2	4	0		0		0		1	1		1		3	12

	Disminución de flora nativa debido a las partículas de cemento que caen sobre ellas.	2	2	4	0	0	0	1	1	1	3	12
	Disminución de fauna nativa debido a desplazamientos por evitar inhalación de partículas	2	2	4	0	0	0	1	1	1	3	12
Uso de mano de obra especializada y no especializada en la construcción	Incremento de afectaciones musculares (espalda, cintura, piernas) debido al trabajo manual.	2	3	6	0	1	0	3	2	1	4	24
Generación de residuos no reciclables, debido al encofrado a utilizarse	Disminución de la capacidad del suelo para regenerarse en las zonas donde se acumulan los desechos temporalmente	2	2	4	0	0	0	1	1	1	3	12

	Generación de aguas residuales con material cementante, debido a la limpieza de maquinarias e instalaciones donde se realizaron las mezclas de hormigón.	Afectación de la calidad de las aguas subterráneas y cuencas cercanas a la zona, debido a que la ubicación es cercana a un cerro.				3		2		6	0			0		0			2		1		0			3	18
Operación	Generación de aguas residuales domésticas.	Afectación de la calidad de las fuentes de agua en donde se descargan estas.				2		1		2	0			1		1			1		1		0			4	8
	Acumulación de desechos, producidos por los habitantes.	Disminución de la capacidad del suelo para regenerarse en las zonas donde se acumulan los desechos temporalmente				2		2		4	0			0		1			1		1		0			3	12
		Disminución de flora en las zonas destinadas a acumular los residuos hasta su traslado a su					2		2		4	0			0		1			1		1		0			3	12

		lugar de destino final.																				
Mantenimiento	Demanda de agua para limpieza del edificio.	Disminución de recursos naturales no renovables.	2		2		4	0		1		1		1		1		1		5	20	
	Generación de aguas residuales por el personal que da mantenimiento	Afectación de la calidad de las fuentes de agua en donde se descargan estas.	2		2		4	0		0		0		1		1		0		2	8	
	Uso de mano de obra especializada y no especializada para mantenimiento de las diferentes instalaciones	Incremento de plazas de trabajo.	1				3	3	0		0		1			2	0			0	3	9
		Incremento de afectaciones musculares (espalda, cintura, piernas) debido al trabajo manual.					2				2				0		1			1	4	24

	<p>Generación de desechos sólidos debido a envases y material (cables, tubos PVC, ETC) que se cambian en el mantenimiento de la edificación.</p>	<p>Disminución de la capacidad del suelo para regenerarse en las zonas donde se acumulan los desechos temporalmente</p>	2	1	2	0	0	0	1	1	0	2	4
Abandono	<p>Generación de desechos sólidos debido a cerramientos y material usado para mantener aislada la edificación.</p>	<p>Disminución de fauna en las zonas destinadas a acumular los residuos hasta su traslado a su lugar de destino final.</p>	2	1	2	0	0	0	1	1	0	2	4

4.8. Medidas de prevención

Como medidas de prevención principales tenemos:

Separar las aguas residuales

Deben tratarse de distinta forma las aguas residuales que se generan en el proceso de construcción y las aguas residuales de los sanitarios, por esta razón deben instalarse sistemas que capten de manera separada ambos tipos de aguas residuales, ya que las primeras no deben enviarse al sistema de alcantarillado sin un tratamiento previo, debido al contenido de cemento y químicos (aditivos) comúnmente usados en la construcción.

Tratamiento previo de las aguas residuales de construcción

Debe instalarse un sistema de tratamiento previo, ya que como se vio anteriormente, las aguas residuales producidas en las etapas constructivas poseen partículas cementicias y químicos que no deben ser descargados al alcantarillado común.

Proteger la vegetación circundante

Este es un tema importante, que se emplea en muchas obras en la actualidad, debido a la importancia del cuidado ambiental. Se debe tener una correcta planificación para poder reubicar árboles que se encuentren cerca de la obra, colocándolos en sitios seguros donde puedan seguir su ciclo, se debe retirar la capa de vegetación de aquellas zonas que vayan a ser usadas como zonas de almacenamiento de agregados o de acumulación de restos, esta capa vegetal debe ser almacenada en sitios adecuados y al final de la obra, cuando estas áreas se desocupen, esta vegetación debe ser restaurada.

Reforestación de áreas circundantes

Existirá un área constructiva donde no podrá restaurarse la vegetación perdida, por esta razón deben reforestarse zonas aledañas que se hayan visto afectadas por la obra, para que la capa vegetal nativa, así como la fauna que depende de esta no se pierda

Uso adecuado de equipos de protección personal

Debe proveerse al personal todos los equipos necesarios para prevenir accidentes: botas adecuadas, gafas, protectores faciales, cascos, guantes, camisas y pantalones con tela reflectiva, si se trabaja en altura

deben instalarse de forma correcta las líneas de vida. Debe además capacitarse continuamente al personal de obra en el uso correcto de estos EPP, y la importancia de usarlos en todo momento, además de mantener una supervisión constante para verificar que se estén usando adecuadamente.

Presencia de equipo médico

Debe existir la presencia de un equipo médico en la etapa de construcción, para evitar problemas de salud de los trabajadores. En obra pueden ocurrir variedad de accidentes, además de afectaciones a la salud debido al tipo de trabajo. Este personal debe hacer seguimientos continuos al estado de salud de los trabajadores y debe de contar con un equipo médico básico y un botiquín bien abastecido para emergencias.

Plan de compensación

Se debe planificar, socializar y proponer un plan de compensación para los vecinos debido a los ruidos, vibraciones y molestias en el tráfico que la obra puede causar. En muchos casos se proponen construcciones de canchas, de áreas verdes, de lugares de recreación, que puedan servir para la población que circunda el proyecto.

SUBPROCESOS	ASPECTOS AMBIENTALES	Impactos ambientales	Prevención
Construcción	Generación de aguas residuales domésticas, generado por el personal de trabajo.	Afectación de la calidad de las fuentes de agua en donde se descargan estas.	Descargar las aguas en la red de alcantarillado de la urbanización
	Generación de ruido debido al transporte pesado y a la maquinaria usada para fundir cemento.	Incremento de molestias auditivas en los habitantes cercanos a la zona.	Plan de compensación por daños y molestias
		Aumento de enfermedades auditivas debido al ruido generado	Uso de equipos de protección personal especial para el sistema auditivo por parte de los trabajadores.
		Disminución de la fauna nativa ya que buscan nuevos refugios y hábitats lejos de ruidos.	Reubicar madrigueras o nidos de animales cercanos, para que estén lejos de la fuente de contaminación.
	Generación de material particulado debido al uso de cemento y agregados para la construcción	Incremento de enfermedades respiratorias (irritación de las vías respiratorias, asma, tos) por la inhalación de material particulado.	Uso de equipos de protección personal.
		Disminución de flora nativa debido a las partículas de cemento que caen sobre ellas.	Retirar y almacenar la capa vegetal de la superficie donde se van a realizar las actividades, una vez finalizadas reforestar con el mismo material y reforestar zonas aledañas. Reubicar árboles nativos y proteger los que no puedan ser reubicados.
		Disminución de fauna nativa debido a desplazamientos por evitar inhalación de partículas	Reubicar madrigueras o nidos de animales cercanos, para que estén lejos de la fuente de contaminación.
	Uso de mano de obra especializada y no especializada en la construcción	Incremento de afectaciones musculares (espalda, cintura, piernas) debido al trabajo manual.	Uso de equipos de protección especializados para evitar afecciones en espalda o músculos. Presencia de botiquín en el edificio. Existencia de un equipo médico que pueda atender afecciones de los trabajadores.
Generación de residuos no reciclables, debido al encofrado a utilizarse	Disminución de la capacidad del suelo para regenerarse en las zonas donde se acumulan los desechos temporalmente	Retirar y almacenar la capa vegetal de la superficie donde se van almacenar los materiales, una vez finalizadas reforestar con el mismo material y reforestar zonas aledañas.	
Generación de aguas residuales con material cementante, debido a la limpieza de maquinarias e instalaciones donde se realizaron las mezclas de hormigón.	Afectación de la calidad de las aguas subterráneas y cuencas cercanas a la zona, debido a que la ubicación es cercana a un cerro.	Recolectar el agua de forma separada al resto de aguas residuales para separar los sedimentos antes de ser descargada al sistema de alcantarillado.	

Operación	Generación de aguas residuales domésticas.	Afectación de la calidad de las fuentes de agua en donde se descargan estas.	Descargar las aguas en la red de alcantarillado de la urbanización
	Acumulación de desechos, producidos por los habitantes.	Disminución de la capacidad del suelo para regenerarse en las zonas donde se acumulan los desechos temporalmente Disminución de flora en las zonas destinadas a acumular los residuos hasta su traslado a su lugar de destino final.	Retirar y almacenar la capa vegetal de la superficie donde se van almacenar los materiales, una vez finalizadas reforestar con el mismo material y reforestar zonas aledañas.
Mantenimiento	Demanda de agua para limpieza del edificio.	Disminución de recursos naturales no renovables.	Planificar correctamente las actividades de limpieza y si es posible recircular aguas grises.
	Generación de aguas residuales por el personal que da mantenimiento	Afectación de la calidad de las fuentes de agua en donde se descargan estas.	Descargar las aguas en la red de alcantarillado de la urbanización
	Generación de desechos sólidos debido a envases y material (cables, tubos PVC, ETC) que se cambian en el mantenimiento de la edificación.	Disminución de la capacidad del suelo para regenerarse en las zonas donde se acumulan los desechos temporalmente	Retirar y almacenar la capa vegetal de la superficie donde se van almacenar los materiales, una vez finalizadas reforestar con el mismo material y reforestar zonas aledañas.
Abandono	Generación de desechos sólidos debido a cerramientos y material usado para mantener aislada la edificación.	Disminución de fauna en las zonas destinadas a acumular los residuos hasta su traslado a su lugar de destino final.	Separar los residuos, reciclar los que puedan ser reciclados y no acumular residuos de construcción. Destinar una bodega de almacenaje, lejos de zonas verdes para esta función, hasta poder trasladarlos a su destino.

4.9. Conclusiones

Para ejecutar la obra planteada se requieren permisos ambientales emitidos por el órgano regulador, que en este caso es el Ministerio del Ambiente. Los permisos se encuentran categorizados en relación con el impacto que generan, requiriendo aquellos que tienen un impacto no significativo un certificado ambiental, hasta aquellos que requieren licencias ambientales, debido a que son proyectos con grandes afectaciones. Se identificó que para el proyecto planteado se necesita un certificado ambiental, esto se debe a que, de acuerdo con la clasificación del MAE, el proyecto tiene un impacto no significativo, ya que es una obra de construcción de infraestructura civil con un área bruta entre 1 y 5000 m². Por esta razón se debe seguir la Guía de Buenas Prácticas Ambientales para el sector de la construcción

Se identificaron las principales actividades del proyecto que pueden causar una afectación negativa al medio ambiente. La principal, debido a la duración, es la generación de aguas residuales, tanto aguas residuales domésticas que se producen en todas las etapas del proyecto, como aguas residuales provenientes de los procesos constructivos, las cuales se generan sólo en la etapa de construcción. Esta actividad puede generar alteración en los cauces de agua hacia donde se descarguen estos efluentes. Por esta razón se recomienda separar las aguas residuales, y a aquellas con restos de cemento o aditivos darles un tratamiento previo para que puedan ser descargadas dentro de los límites permitidos por la norma ambiental. Se identificó también la demanda de agua como una de las actividades significativas, ya que el agua se considera un recurso no renovable y su uso en exceso, y su desperdicio genera impactos a largo plazo, como la disminución de las fuentes naturales de esta.

La demanda de mano de obra también es considerada significativa en este proyecto debido al tipo de trabajo que realizan los obreros, estos corren ciertos riesgos y afectaciones al trabajar en obra, por esta razón se requiere de equipos de protección personal, de un supervisor de seguridad y salud ocupacional para que capacite y revise continuamente

el correcto uso de los equipos y la adecuada aplicación de los procesos de seguridad para prevenir y disminuir las afectaciones a la salud del personal.

Se concluye que, si se aplican bien las medidas de prevención, y los lineamientos planteados por el MAE para todo proyecto u obra a realizarse en el país, este proyecto es sostenible ambientalmente

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se elaboró un presupuesto de la estructura del condominio (obra gris) con sus respectivos análisis de precios unitarios para cada rubro, con el fin de obtener el presupuesto referencial de la construcción, dando el siguiente precio, de 284,251.70 USD sin incluir IVA.
- Al inicio del análisis del proyecto se estudiaron varias posibles alternativas estructurales. Se concluyó que la construcción del edificio de hormigón armado es la más factible, ya que posee la estructura más económica y no es necesaria la utilización de mano de obra certificada permitiendo un ahorro en la construcción.
- El diseño de todos los elementos estructurales se calculó de acuerdo con las disposiciones y requisitos de resistencia sísmica que exige la norma NEC 2011 este diseño garantiza un desempeño óptimo para solicitaciones tanto gravitacionales como sísmicas.
- De acuerdo con el análisis realizado se detectaron afectaciones ambientales mínimas ya que se contempla incluir áreas verdes dentro del proyecto.
- En la elaboración del plan de manejo ambiental, se deberá establecer la metodología de seguimientos y evaluación de las medidas ambientales sobre todo para mitigar los impactos durante el proceso de construcción del proyecto.

5.2. Recomendaciones.

- Se recomienda realizar un estudio de suelos en el sitio donde se desarrollará el proyecto para validar el diseño realizado.
- Se recomienda impulsar la construcción del proyecto, ya que en la zona donde se encuentra es una zona de gran desarrollo que se va a beneficiar con el proyecto de construcción del nuevo aeropuerto y la operación del nuevo puerto de Aguas Profundas de Posorja.
- Se deberá elaborar un plan de manejo ambiental sobre todo para mitigar los impactos durante el proceso de construcción del proyecto, en donde se establezcan las metodologías de seguimientos y evaluación.
- La programación y control de obra son indispensables para la buena ejecución de un proyecto ya que si no se mantienen los controles sobre la programación se pueden presentar atrasos o una mala calidad del producto final.

BIBLIOGRAFÍA

6. Bibliografía

- Gavito, M. (2017). Ecología, tecnología e innovación para la sustentabilidad: retos y perspectivas en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 150-160.
- Heinrichs, D., Nuisl, H., & Rodríguez, C. (2009). Dispersión urbana y nuevos desafíos para la gobernanza (metropolitana) en América Latina: el caso de Santiago de Chile. *EURE*, 35(104), 29-46. doi:10.4067/S0250-7161200900010000
- Newman, P., & Kenworthy, J. (1999). *Sustainability and cities: overcoming automobile dependence*. Washington D.C.: Island Press.
- Sánchez, J. O. (1996). Ecología y cultura. *Política y Sociedad*, 51-64.
- Weber, M. (1970). *Indagaciones sobre la estructura urbana*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Wong Chauvet, D. (2005). Del caos al orden. Guayaquil y su desarrollo urbano actual. *Ciudades*(9), 179-191.

APÉNDICES

Apéndice A

Análisis de Precios Unitarios

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO 201.00 hoja 1
DETALLE 1.1 Construcciones provisionales (Bodega, guardiania) **UNIDAD:** m2

M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta menor 5% M/O	1.00	0.73	0.73		0.73	
Compactador de plancha	1.00	1.75	1.75	0.53	0.93	
SUBTOTAL (M)					1.66	
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1		0.50	4.04	2.02	0.533	1.08
Albañil D2		1.00	3.65	3.65	0.533	1.95
Carpintero D2		3.00	3.65	10.95	0.533	5.84
Peón E2		3.00	3.60	10.80	0.533	5.76
SUBTOTAL (N)					14.62	
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Cuartón de encofrado	u	2.00	3.00	6.00		
Tira de encofrado 1" x 4 m.	u	1.50	1.20	1.80		
Plywood (cat. C) 12mm	u	0.40	26.66	10.66		
Clavos 2-1/2"	kg	0.15	1.93	0.29		
Cemento Portland tipo IP (inc. transporte)	saco	0.50	8.00	4.00		
Arena gruesa	m3	0.04	8.78	0.35		
Piedra triturada	m3	0.10	8.98	0.90		
Zinc 12'	u	0.50	12.23	6.12		
Bisagras	u	0.01	3.60	0.04		
Aldaba	u	0.01	1.52	0.02		
SUBTOTAL O					30.17	
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
Transporte de materiales	Global	1.00	0.07	0.07		
SUBTOTAL (P)					0.07	
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):					46.52	
INDIRECTOS Y UTILIDADES					36.00% 16.75	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					63.27	
VALOR OFERTADO (\$)					63.27	

Nota: estos precios no incluyen IVA
 Guayaquil, septiembre del 2020

 FIRMA DEL OFERENTE

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO 201-02.2.1

hoja 2

DETALLE 1.2 Instalación eléctrica provisional

UNIDAD: Global

M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta menor 5% M/O	1.00	7.42	7.42		7.42	
SUBTOTAL (M)					7.42	
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1		1.00	4.04	4.04	8.000	32.32
Electricista D2		1.00	3.65	3.65	8.000	29.20
Ayudante D2		1.00	3.65	3.65	8.000	29.20
Peón E2		2.00	3.60	7.20	8.000	57.60
SUBTOTAL (N)					148.32	
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Breaker 1 polo 16-40 amperios	u	1.00	8.25	8.25		
Plywood (cat. C) 12mm	u	0.10	26.66	2.67		
Disyuntor 1p-20A	u	1.00	8.47	8.47		
Cable #8	m	2.00	1.34	2.68		
Cable # 12	m	2.00	0.50	1.00		
Piezas (Interruptores, tomas, boquillas)	u	3.00	2.00	6.00		
Accesorios (grapasp)	u	5.00	0.25	1.25		
Luminaria (focos)	u	6.00	0.70	4.20		
SUBTOTAL O					34.52	
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
				0.00		
SUBTOTAL (P)					0.00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):					190.26	
INDIRECTOS Y UTILIDADES					36.00% 68.49	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					258.75	
VALOR OFERTADO (\$)					258.75	

Nota: estos precios no incluyen IVA
Guayaquil, septiembre del 2020

FIRMA DEL OFERENTE

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO 201-02.2.2

hoja 3

DETALLE 1.3 Instalación AAPP provisional

UNIDAD: Global

M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta menor 5% M/O	1.00	0.38	0.38		0.38	
SUBTOTAL (M)					0.38	
N. - MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1		0.50	4.04	2.02	0.320	0.65
Albañil D2		1.00	3.65	3.65	0.320	1.17
Gasfitero/Plomero		1.00	3.65	3.65	0.320	1.17
Peón E2		4.00	3.60	14.40	0.320	4.61
SUBTOTAL (N)					7.59	
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Tubería flex 1/2"	m	5.00	8.79	43.95		
Accesorios (adaptadores- abrazaderas)	u	3.00	0.50	1.50		
SUBTOTAL O					45.45	
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)					0.00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):					53.42	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 36.00%					19.23	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					72.65	
VALOR OFERTADO (\$)					72.65	

Nota: estos precios no incluyen IVA
Guayaquil, septiembre del 2020

FIRMA DEL OFERENTE

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO 102-3.07.

hoja 4

DETALLE 1.4 Bateria Sanitaria portatil doble

UNIDAD: mes

M. - EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL (M)					0.00

N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL (N)					0.00	

O.- MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Bateria saniraria portatil, incluye 1 limpieza semanal	u	2.00	220.00	440.00
SUBTOTAL O				440.00

P.- TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)				0.00

Nota: estos precios no incluyen IVA
Guayaquil, septiembre del 2020

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):	440.00
INDIRECTOS Y UTILIDADES 36.00%	158.40
COSTO TOTAL DEL RUBRO	598.40
VALOR OFERTADO (\$)	598.40

FIRMA DEL OFERENTE

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO 828-1.01.

hoja 5

DETALLE 1.5 Cerramiento Provisional

UNIDAD: m

M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta menor 5% M/O	1.00	0.61	0.61		0.61	
SUBTOTAL (M)					0.61	
N. - MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1		0.50	4.04	2.02	0.444	0.90
Carpintero D2		4.00	3.65	14.60	0.444	6.49
Peón E2		3.00	3.60	10.80	0.444	4.80
SUBTOTAL (N)					12.19	
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Cuartones semiduros	u	1.50	4.20	6.30		
Tiras semiduras	u	2.00	1.10	2.20		
Plancha ondulada de zinc (8')	u	0.40	8.50	3.40		
Clavos 2-1/2"	kg	4.00	1.93	7.72		
Bisagras	u	0.01	3.60	0.04		
Aldaba	u	0.01	1.52	0.02		
Picaportes	u	0.03	3.50	0.11		
Candados	u	0.03	11.00	0.33		
SUBTOTAL O					20.11	
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
Transporte de materiales	Global	1.00	0.10	0.10		
SUBTOTAL (P)					0.10	
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):					33.01	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 36.00%					11.88	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					44.89	
VALOR OFERTADO (\$)					44.89	

Nota: estos precios no incluyen IVA
Guayaquil, septiembre del 2020

FIRMA DEL OFERENTE

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO 103-4.15.

hoja 6

DETALLE 2.1 Limpieza general de la obra

UNIDAD: Mes

M. - EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	1.00	1.52	1.521		1.52
Retroexcavadora	1.00	35.00	35.00	4.00	140.00
SUBTOTAL (M)					141.52

N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/ HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1		0.10	4.04	0.40	4.000	1.62
Peón E2		2.00	3.60	7.20	4.000	28.80
SUBTOTAL (N)						30.42

O.- MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Diluyente	gln	1.06	7.33	7.77
Limpiador de hormigón	Kg	0.50	8.62	4.31
Agua	m³	1.00	1.08	1.08
SUBTOTAL O				13.16

P.- TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)				0.00

Nota: estos precios no incluyen IVA
Guayaquil, septiembre del 2020

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):	185.10
INDIRECTOS Y UTILIDADES 36.00%	66.64
COSTO TOTAL DEL RUBRO	251.74
VALOR OFERTADO (\$)	251.74

FIRMA DEL OFERENTE

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO 303-1 (4)

hoja 7

DETALLE 2.2 Desalojo de limpieza

UNIDAD: Mes

M. - EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Retroexcavadora	1.00	35.00	35.000	1.14	40.00
Volqueta 9m3	1.00	20.00	20.00	1.14	22.86
Herramienta menor 5% M/O	1.00	0.74	0.74		0.74
SUBTOTAL (M)					63.60

N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORIA	CANTIDAD A	JORNAL/ HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador C1 (Grupo I)		1.00	4.04	4.04	1.14	4.62
Chofer C1		1.00	5.29	5.29	1.14	6.05
Peón E2		1.00	3.60	3.60	1.14	4.11
SUBTOTAL (N)						14.78

O.- MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O					0.00

P.- TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
				0.00	
				0.00	
SUBTOTAL (P)					0.00

Nota: estos precios no incluyen IVA
Guayaquil, septiembre del 2020

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):	78.38
INDIRECTOS Y UTILIDADES 36.00%	28.22
COSTO TOTAL DEL RUBRO	106.60
VALOR OFERTADO (\$)	106.60

FIRMA DEL OFERENTE

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO 102-3.08.

hoja 8

DETALLE 2.3 Guardiania (2 guardias)

UNIDAD: Mes

M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
SUBTOTAL (M)					0.00	
N. - MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/ HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Guardián D2		2.00	3.65	7.30	100.000	730.00
SUBTOTAL (N)					730.00	
O. - MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Linterna	u	2.00	40.00	80.00		
SUBTOTAL O					80.00	
P. - TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)					0.00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):					810.00	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 36.00%					291.60	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,101.60	
VALOR OFERTADO (\$)					1,101.60	

Nota: estos precios no incluyen IVA
Guayaquil, septiembre del 2020

FIRMA DEL OFERENTE

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO A1

hoja 9

DETALLE 2.4 Protección de edificios vecinos

UNIDAD: m2

M. - EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	1.00	0.19	0.190		0.19
SUBTOTAL (M)					0.19

N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/ HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1		0.10	4.04	0.40	0.500	0.20
Peón E2		2.00	3.60	7.20	0.500	3.60
SUBTOTAL (N)						3.80

O.- MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Puntales de eucalipto 2.50 x 0.30	u	1.00	1.00	1.00
Tablas encofrado 1"x20cmx4m	u	1.00	4.50	4.50
SUBTOTAL O				5.50

P.- TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)				0.00

Nota: estos precios no incluyen IVA
Guayaquil, septiembre del 2020

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):	9.49
INDIRECTOS Y UTILIDADES 36.00%	3.42
COSTO TOTAL DEL RUBRO	12.91
VALOR OFERTADO (\$)	12.91

FIRMA DEL OFERENTE

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO A2

hoja 10

DETALLE 2.5 Sellado de edificios vecinos

UNIDAD: m2

M. - EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	1.00	0.52	0.520		0.52
SUBTOTAL (M)					0.52

N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/ HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1		0.10	4.04	0.40	0.702	0.28
Peón E2		4.00	3.60	14.40	0.702	10.11
SUBTOTAL (N)						10.39

O.- MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Malla rompevientos 2.10 mx 100 m	m2	1.00	16.11	16.11
SUBTOTAL O				16.11

P.- TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)				0.00

Nota: estos precios no incluyen IVA
Guayaquil, septiembre del 2020

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):	27.02
INDIRECTOS Y UTILIDADES 36.00%	9.73
COSTO TOTAL DEL RUBRO	36.75
VALOR OFERTADO (\$)	36.75

FIRMA DEL OFERENTE

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO 302-1.01

hoja 11

DETALLE 3.1 Limpieza del terreno (desbroce con desalojo de vegetacion y basura)

UNIDAD: m2

M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Retroexcavadora	1.00	35.00	35.00	0.091	3.182	
SUBTOTAL (M)					3.18	
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador C1 (Grupo I)		1.00	4.04	4.04	0.091	0.37
Ayudante D2		0.10	3.65	0.37	0.091	0.03
SUBTOTAL (N)					0.40	
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL O					0.00	
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)					0.00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):					3.58	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 36.00%					1.29	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4.87	
VALOR OFERTADO (\$)					4.87	

Nota: estos precios no incluyen IVA
Guayaquil, septiembre del 2020

FIRMA DEL OFERENTE

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO A3

hoja 12

DETALLE 3.2 Replanteo y nivelación con Equipo Topografico

UNIDAD: m2

M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Equipo de Topografía	1.00	2.82	2.82	0.120	0.34	
SUBTOTAL (M)					0.34	
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Topógrafo C1		1.00	4.04	4.04	0.120	0.49
Cadenero D2		1.00	3.65	3.65	0.120	0.44
SUBTOTAL (N)					0.92	
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Clavos 2-1/2"	kg	0.005	1.93	0.01		
Piola	mazo	0.01	2.25	0.01		
Tira de encofrado 1" x 4 m.	u	0.03	1.20	0.04		
Pintura esmalte int. (glidden)	gln	0.001	10.00	0.01		
SUBTOTAL O					0.07	
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)					0.00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):					1.33	
INDIRECTOS Y UTILIDADES					36.00%	0.48
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.81	
VALOR OFERTADO (\$)					1.81	

Nota: estos precios no incluyen IVA
Guayaquil, septiembre del 2020

FIRMA DEL OFERENTE

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO 303-1 (1)

hoja 13

DETALLE 4.1 Excavación con máquina de cimientos

UNIDAD: m3

M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Retroexcavadora	1.00	35.00	35.00	0.160	5.600	
Herramienta menor 5% M/O	1.00	0.06	0.06		0.06	
SUBTOTAL (M)					5.66	
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador C1 (Grupo I)		1.00	4.04	4.04	0.160	0.65
Peón E2		1.00	3.60	3.60	0.160	0.58
SUBTOTAL (N)					1.22	
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL O					0.00	
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)					0.00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):					6.88	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 36.00%					2.48	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					9.36	
VALOR OFERTADO (\$)					9.36	

Nota: estos precios no incluyen IVA
Guayaquil, septiembre del 2020

FIRMA DEL OFERENTE

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO 303-1 (2)

hoja 14

DETALLE 4.2 Desalojo de materiales con Volqueta (10 km)

UNIDAD: m3

M. - EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Retroexcavadora	1.00	35.00	35.00	0.089	3.11
Volqueta 9m3	1.00	20.00	20.00	0.089	1.78
Herramienta menor 5% M/O	1.00	0.06	0.06		0.06
SUBTOTAL (M)					4.95

N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1		0.20	4.04	0.81	0.089	0.07
Chofer C1		1.00	5.29	5.29	0.089	0.47
Operador C1 (Grupo I)		1.00	4.04	4.04	0.089	0.36
Ayudante D2		1.00	3.65	3.65	0.089	0.32
SUBTOTAL (N)						1.23

O.- MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O					0.00

P.- TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL (P)					0.00

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				6.18
INDIRECTOS Y UTILIDADES 36.00%				2.22
COSTO TOTAL DEL RUBRO				8.40
VALOR OFERTADO (\$)				8.40

Nota: estos precios no incluyen IVA
Guayaquil, septiembre del 2020

FIRMA DEL OFERENTE

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO 303-1 (3)

hoja 15

DETALLE 4.3 Relleno compactado con material de mejoramiento

UNIDAD: m3

M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Compactador de plancha	1.00	1.75	1.75	0.200	0.35	
Herramienta menor 5% M/O	1.00	0.11	0.11		0.11	
SUBTOTAL (M)					0.46	
N. - MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C/R
Peón E2		2.00	3.60	7.20	0.200	1.44
Maestro de obra C1		0.10	4.04	0.40	0.200	0.08
Ayudante D2		1.00	3.65	3.65	0.200	0.73
SUBTOTAL (N)					2.25	
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Material de mejoramiento importado	m3	1.25	9.50	11.88		
Agua	m3	0.05	1.08	0.05		
SUBTOTAL O					11.93	
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)					0.00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):					14.64	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 36.00%					5.27	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					19.91	
VALOR OFERTADO (\$)					19.91	

Nota: estos precios no incluyen IVA
Guayaquil, septiembre del 2020

FIRMA DEL OFERENTE

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO 503 (12)

hoja 16

DETALLE 5.1 Replanteo de hormigón simple f'c= 180 kg/cm2 e= 5 cm

UNIDAD: m2

M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Concreteira	1.00	3.13	3.130	0.27	0.83	
Herramienta menor 5% M/O	1.00	0.17	0.17		0.17	
SUBTOTAL (M)					1.01	
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1		0.50	4.04	2.02	0.267	0.54
Carpintero D2		1.00	3.65	3.65	0.267	0.97
Peón E2		2.00	3.60	7.20	0.267	1.92
SUBTOTAL (N)					3.43	
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Cemento Portland tipo IP (inc. transporte)	saco	0.30	8.00	2.40		
Arena Homogenizada	m3	0.02	10.13	0.23		
Piedra 3/4	m3	0.04	12.60	0.48		
Agua	m3	0.01	1.08	0.01		
Cuartón de encofrado	u	0.15	3.00	0.45		
Tira de encofrado 1" x 4 m.	u	0.15	1.20	0.18		
Clavos 2-1/2"	kg	0.01	1.93	0.02		
SUBTOTAL O					3.77	
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):					8.21	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 36.00%					2.96	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					11.17	
VALOR OFERTADO (\$)					11.17	

Nota: estos precios no incluyen IVA
Guayaquil, septiembre del 2020

FIRMA DEL OFERENTE

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO 504.0

hoja 17

DETALLE 5.2 Acero de refuerzo para cimentacion fy=4200 kg/cm2

UNIDAD: kg

M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Dobladora/Cortadora	1.00	1.61	1.610	0.073	0.12	
Herramienta menor 5% M/O	1.00	0.03	0.03		0.03	
SUBTOTAL (M)					0.14	
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Fierrero D2		1.00	3.65	3.65	0.073	0.27
Peón E2		1.00	3.60	3.60	0.073	0.26
SUBTOTAL (N)					0.53	
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	1.05	1.00	1.05		
Alambre Galvanizado	kg	0.03	2.54	0.07		
SUBTOTAL O					1.12	
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):					1.79	
INDIRECTOS Y UTILIDADES					36.00%	0.64
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2.43	
VALOR OFERTADO (\$)					2.43	

Nota: estos precios no incluyen IVA
Guayaquil, septiembre del 2020

FIRMA DEL OFERENTE

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO 503(1)

hoja 18

DETALLE 5.3 Hormigón en plintos y dados de columnas f'c = 350kg/cm2 (Inc. Encofrado)

UNIDAD: m3

M. - EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	1.00	1.01	1.014		1.01
Vibrador de Manguera	2.00	2.50	5.00	1.14	5.71
SUBTOTAL (M)					6.73

N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1		0.80	4.04	3.23	1.143	3.69
Peón E2		2.00	3.60	7.20	1.143	8.23
Albañil D2		1.00	3.65	3.65	1.143	4.17
Carpintero D2		1.00	3.65	3.65	1.143	4.17
SUBTOTAL (N)						20.27

O.- MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Hormigon f'c= 350 kg/cm2	m3	1.10	110.00	121.00
Tablas encofrado 1"x20cmx4m	u	2.50	4.50	11.25
Cuartón de encofrado	u	3.00	3.00	9.00
Clavos 2-1/2"	kg	0.60	1.93	1.16
Tira de encofrado 1" x 4 m.	u	0.65	1.20	0.78
SUBTOTAL O				143.19

P.- TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)				

Nota: estos precios no incluyen IVA
Guayaquil, septiembre del 2020

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):		170.19
INDIRECTOS Y UTILIDADES	36.00%	61.27
COSTO TOTAL DEL RUBRO		231.46
VALOR OFERTADO (\$)		231.46

FIRMA DEL OFERENTE

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO 503(2)

hoja 19

DETALLE 5.4 Hormigón en riostras f'c = 350kg/cm2 (Inc. Encofrado)

UNIDAD: m3

M. - EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	1.00	0.89	0.887		0.89
Vibrador de Manguera	2.00	2.50	5.00	1.00	5.00
SUBTOTAL (M)					5.89

N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1		0.80	4.04	3.23	1.000	3.23
Peón E2		2.00	3.60	7.20	1.000	7.20
Albañil D2		1.00	3.65	3.65	1.000	3.65
Carpintero D2		1.00	3.65	3.65	1.000	3.65
SUBTOTAL (N)						17.73

O.- MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Hormigon f'c= 350 kg/cm2	m3	1.10	110.00	121.00
Tablas encofrado 1"x20cmx4m	u	2.50	4.50	11.25
Cuartón de encofrado	u	3.00	3.00	9.00
Clavos 2-1/2"	kg	0.60	1.93	1.16
Tira de encofrado 1" x 4 m.	u	0.65	1.20	0.78
SUBTOTAL O				143.19

P.- TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)				

Nota: estos precios no incluyen IVA
Guayaquil, septiembre del 2020

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):	166.81
INDIRECTOS Y UTILIDADES 36.00%	60.05
COSTO TOTAL DEL RUBRO	226.86
VALOR OFERTADO (\$)	226.86

FIRMA DEL OFERENTE

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO 503(11)

hoja 20

DETALLE 5.5 Muro de hormigón ciclopeo para riostras

UNIDAD: m3

M. - EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Concreteira	1.00	3.13	3.130	1.07	3.34
Herramienta menor 5% M/O	1.00	0.88	0.88		0.88
SUBTOTAL (M)					4.22

N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1		0.50	4.04	2.02	1.067	2.15
Peón E2		2.00	3.60	7.20	1.067	7.68
Albañil D2		1.00	3.65	3.65	1.067	3.89
Carpintero D2		1.00	3.65	3.65	1.067	3.89
SUBTOTAL (N)						17.62

O.- MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Cemento Portland tipo IP (inc. transporte)	saco	4.33	8.00	34.64
Arena Homogenizada	m3	0.39	10.13	3.95
Piedra 3/4	m3	0.40	12.60	5.04
Ripio	m3	0.57	18.00	10.26
Agua	m3	0.13	1.08	0.14
Cuartón de encofrado	u	0.15	3.00	0.45
Tira de encofrado 1" x 4 m.	u	0.15	1.20	0.18
Clavos 2-1/2"	kg	0.01	1.93	0.02
SUBTOTAL O				54.68

P.- TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)				

Nota: estos precios no incluyen IVA
Guayaquil, septiembre del 2020

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):		76.52
INDIRECTOS Y UTILIDADES	36.00%	27.55
COSTO TOTAL DEL RUBRO		104.07
VALOR OFERTADO (\$)		104.07

FIRMA DEL OFERENTE

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO 503(3)

hoja 21

DETALLE 6.1 Hormigón en columnas f'c = 350 kg/cm2 (Inc. Encofrado) hasta dos pisos

UNIDAD: m3

M. - EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	1.00	6.10	6.10		6.10
Vibrador de Manguera	1.00	2.50	2.50	2.00	5.00
SUBTOTAL (M)					11.10

N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1		0.75	4.04	3.03	2.000	6.06
Peón E2		8.00	3.60	28.80	2.000	57.60
Albañil D2		4.00	3.65	14.60	2.000	29.20
Carpintero D2		4.00	3.65	14.60	2.000	29.20
SUBTOTAL (N)						122.06

O.- MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Hormigon f 'c= 350 kg/cm2	m3	1.05	110.00	115.50
Tablas encofrado 1"x20cmx4m	u	2.50	4.50	11.25
Cuartón de encofrado	u	1.50	3.00	4.50
Clavos 2-1/2"	kg	0.60	1.93	1.16
Tira de encofrado 1" x 4 m.	u	2.00	1.20	2.40
SUBTOTAL O				134.81

P.- TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)				

Nota: estos precios no incluyen IVA
Guayaquil, septiembre del 2020

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):	267.97
INDIRECTOS Y UTILIDADES 36.00%	96.47
COSTO TOTAL DEL RUBRO	364.44
VALOR OFERTADO (\$)	364.44

FIRMA DEL OFERENTE

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO 503(4)

hoja 22

DETALLE 6.2 Hormigón en vigas f'c = 350 kg/cm2 (Inc. Encofrado) hasta dos pisos

UNIDAD: m3

M. - EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	1.00	5.81	5.81		5.81
Vibrador de Manguera	1.00	2.50	2.50	1.90	4.76
SUBTOTAL (M)					10.57

N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1		0.75	4.04	3.03	1.905	5.77
Peón E2		8.00	3.60	28.80	1.905	54.86
Albañil D2		4.00	3.65	14.60	1.905	27.81
Carpintero D2		4.00	3.65	14.60	1.905	27.81
SUBTOTAL (N)						116.25

O.- MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Hormigon f 'c= 350 kg/cm2	m3	1.05	110.00	115.50	
Tablas encofrado 1"x20cmx4m	u	2.50	4.50	11.25	
Cuartón de encofrado	u	1.50	3.00	4.50	
Clavos 2-1/2"	kg	0.60	1.93	1.16	
Tira de encofrado 1" x 4 m.	u	2.00	1.20	2.40	
SUBTOTAL O					134.81

P.- TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)				

Nota: estos precios no incluyen IVA
Guayaquil, septiembre del 2020

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):	261.63
INDIRECTOS Y UTILIDADES 36.00%	94.19
COSTO TOTAL DEL RUBRO	355.82
VALOR OFERTADO (\$)	355.82

FIRMA DEL OFERENTE

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO 503(5)

hoja 23

DETALLE 6.3 Hormigón Losa Deck H=10cm e=0,76mm f'c= 350 kg/cm2 hasta dos pisos

UNIDAD: m2

M. - EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	1.00	0.21	0.21		0.21
Vibrador de Manguera	1.00	2.50	2.50	0.20	0.50
Soldadora	1.00	30.00	30.00	0.20	6.00
SUBTOTAL (M)					6.71

N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1		0.75	4.04	3.03	0.200	0.61
Peón E2		4.00	3.60	14.40	0.200	2.88
Soldador		1.00	3.85	3.85	0.200	0.77
SUBTOTAL (N)						4.26

O.- MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Hormigon f 'c= 350 kg/cm2	m3	0.13	110.00	14.44	
Separador tipo torre 25mm - Ideal Albrec	u	4.00	0.20	0.80	
Tornillos para estructura	u	0.06	0.02	0.00	
Perfiles estructurales	u	4.50	5.45	24.53	
Soldadura 70xx	kg	1.50	3.00	4.50	
Novalosa 0.76 mm	m2	1.05	12.50	13.13	
SUBTOTAL O					57.39

P.- TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)				

Nota: estos precios no incluyen IVA
Guayaquil, septiembre del 2020

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):	68.36
INDIRECTOS Y UTILIDADES 36.00%	24.61
COSTO TOTAL DEL RUBRO	92.97
VALOR OFERTADO (\$)	92.97

FIRMA DEL OFERENTE

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO 503(6)

hoja 24

DETALLE 6.4 Hormigón en muros para ascensor f'c = 350 kg/ cm2 (Inc. Encofrado)

UNIDAD: m3

M. - EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	1.00	4.88	4.88		4.88
Vibrador de Manguera	1.00	2.50	2.50	1.60	4.00
SUBTOTAL (M)					8.88

N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1		0.75	4.04	3.03	1.600	4.85
Peón E2		8.00	3.60	28.80	1.600	46.08
Albañil D2		4.00	3.65	14.60	1.600	23.36
Carpintero D2		4.00	3.65	14.60	1.600	23.36
SUBTOTAL (N)						97.65

O.- MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Hormigon f 'c= 350 kg/cm2	m3	1.05	110.00	115.50	
Tablas encofrado 1"x20cmx4m	u	2.50	4.50	11.25	
Cuartón de encofrado	u	1.50	3.00	4.50	
Clavos 2-1/2"	kg	0.60	1.93	1.16	
Tira de encofrado 1" x 4 m.	u	2.00	1.20	2.40	
SUBTOTAL O					134.81

P.- TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)				

Nota: estos precios no incluyen IVA
Guayaquil, septiembre del 2020

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):	241.34
INDIRECTOS Y UTILIDADES 36.00%	86.88
COSTO TOTAL DEL RUBRO	328.22
VALOR OFERTADO (\$)	328.22

FIRMA DEL OFERENTE

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO 503(7)

hoja 25

DETALLE 6.5 Contrapiso H.S 210 kg/cm2, e=10cm.

UNIDAD: m2

M. - EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Concreteira	1.00	3.13	3.130	0.15	0.46
Herramienta menor 5% M/O	1.00	0.09	0.09		0.09
SUBTOTAL (M)					0.55

N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1		0.50	4.04	2.02	0.145	0.29
Carpintero D2		1.00	3.65	3.65	0.145	0.53
Peón E2		2.00	3.60	7.20	0.145	1.05
SUBTOTAL (N)						1.87

O.- MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Cemento Portland tipo IP (inc. transporte)	saco	0.40	8.00	3.20	
Arena Homogenizada	m3	0.03	10.13	0.25	
Piedra 3/4	m3	0.05	12.60	0.63	
Agua	m3	0.02	1.08	0.02	
Cuartón de encofrado	u	0.15	3.00	0.45	
Tira de encofrado 1" x 4 m.	u	0.15	1.20	0.18	
Clavos 2-1/2"	kg	0.01	1.93	0.02	
SUBTOTAL O					4.75

P.- TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)				

Nota: estos precios no incluyen IVA
Guayaquil, septiembre del 2020

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):		7.17
INDIRECTOS Y UTILIDADES	36.00%	2.58
COSTO TOTAL DEL RUBRO		9.75
VALOR OFERTADO (\$)		9.75

FIRMA DEL OFERENTE

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO 503(8)

hoja 26

DETALLE 6.6 Hormigón en columnas f'c = 350 kg/cm2 (Inc. Encofrado) tercer y cuarto piso

UNIDAD: m3

M. - EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	1.00	9.77	9.77		9.77
Vibrador de Manguera	1.00	2.50	2.50	3.20	8.00
Bomba de hormigón	1.00	11.00	11.00	3.20	35.20
SUBTOTAL (M)					52.97

N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1		0.75	4.04	3.03	3.200	9.70
Peón E2		8.00	3.60	28.80	3.200	92.16
Albañil D2		4.00	3.65	14.60	3.200	46.72
Carpintero D2		4.00	3.65	14.60	3.200	46.72
SUBTOTAL (N)						195.30

O.- MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Hormigon f 'c= 350 kg/cm2	m3	1.05	110.00	115.50	
Tablas encofrado 1"x20cmx4m	u	2.50	4.50	11.25	
Cuartón de encofrado	u	1.50	3.00	4.50	
Clavos 2-1/2"	kg	0.60	1.93	1.16	
Tira de encofrado 1" x 4 m.	u	2.00	1.20	2.40	
SUBTOTAL O					134.81

P.- TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)				

Nota: estos precios no incluyen IVA
Guayaquil, septiembre del 2020

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):	383.08
INDIRECTOS Y UTILIDADES 36.00%	137.91
COSTO TOTAL DEL RUBRO	520.99
VALOR OFERTADO (\$)	520.99

FIRMA DEL OFERENTE

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO 503(9)

hoja 27

DETALLE 6.7 Hormigón en vigas f'c = 350 kg/cm2 (Inc. Encofrado) tercer y cuarto piso

UNIDAD: m3

M. - EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	1.00	5.43	5.43		5.43
Vibrador de Manguera	1.00	2.50	2.50	1.78	4.44
Bomba de hormigón	1.00	11.00	11.00	1.78	19.56
SUBTOTAL (M)					29.43

N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1		0.75	4.04	3.03	1.778	5.39
Peón E2		8.00	3.60	28.80	1.778	51.20
Albañil D2		4.00	3.65	14.60	1.778	25.96
Carpintero D2		4.00	3.65	14.60	1.778	25.96
SUBTOTAL (N)						108.50

O.- MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Hormigon f 'c= 350 kg/cm2	m3	1.05	110.00	115.50	
Tablas encofrado 1"x20cmx4m	u	2.50	4.50	11.25	
Cuartón de encofrado	u	1.50	3.00	4.50	
Clavos 2-1/2"	kg	0.60	1.93	1.16	
Tira de encofrado 1" x 4 m.	u	2.00	1.20	2.40	
SUBTOTAL O					134.81

P.- TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)				

Nota: estos precios no incluyen IVA
Guayaquil, septiembre del 2020

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):	272.74
INDIRECTOS Y UTILIDADES 36.00%	98.19
COSTO TOTAL DEL RUBRO	370.93
VALOR OFERTADO (\$)	370.93

FIRMA DEL OFERENTE

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO 503(10)

hoja 28

DETALLE 6.8 Hormigón Losa Deck H=10cm e=0,76mm f'c= 350 kg/cm2 tercer y cuarto pis

UNIDAD: m2

M. - EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	1.00	0.33	0.33		0.33
Vibrador de Manguera	1.00	2.50	2.50	0.20	0.50
Soldadora	1.00	30.00	30.00	0.20	6.00
Bomba de hormigón	1.00	11.00	11.00	0.20	2.20
SUBTOTAL (M)					9.03

N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1		0.75	4.04	3.03	0.200	0.61
Peón E2		4.00	3.60	14.40	0.200	2.88
Soldador		4.00	3.85	15.40	0.200	3.08
SUBTOTAL (N)						6.57

O.- MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Hormigon f 'c= 350 kg/cm2	m3	0.13	110.00	14.44	
Separador tipo torre 25mm - Ideal Almbrec	u	4.00	0.20	0.80	
Tornillos para estructura	u	0.06	0.02	0.00	
Perfiles estructurales	u	4.50	5.45	24.53	
Soldadura 70xx	kg	1.50	3.00	4.50	
Novalosa 0.76 mm	m2	1.05	12.50	13.13	
SUBTOTAL O					57.39

P.- TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)				

Nota: estos precios no incluyen IVA
Guayaquil, septiembre del 2020

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):	72.99
INDIRECTOS Y UTILIDADES 36.00%	26.28
COSTO TOTAL DEL RUBRO	99.27
VALOR OFERTADO (\$)	99.27

FIRMA DEL OFERENTE

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO 504.0

hoja 29

DETALLE 7.1 Acero de refuerzo f'y= 4200 kg/cm2 Columna, vigas, losa y muro

UNIDAD: kg

M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Dobladora/Cortadora	1.00	1.61	1.610	0.073	0.12	
Herramienta menor 5% M/O	1.00	0.03	0.03		0.03	
SUBTOTAL (M)					0.14	
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Fierrero D2		1.00	3.65	3.65	0.073	0.27
Peón E2		1.00	3.60	3.60	0.073	0.26
SUBTOTAL (N)					0.53	
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	1.05	1.00	1.05		
Alambre Galvanizado	kg	0.03	2.54	0.07		
SUBTOTAL O					1.12	
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)						
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):					1.79	
INDIRECTOS Y UTILIDADES				36.00%	0.64	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2.43	
VALOR OFERTADO (\$)					2.43	

Nota: estos precios no incluyen IVA
Guayaquil, septiembre del 2020

FIRMA DEL OFERENTE

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO 503 (13)

hoja 30

DETALLE 8.1 Bordillo hormigón f'c=210

UNIDAD: m

M. - EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Concreteira	1.00	3.13	3.130	1.00	3.13
Herramienta menor 5% M/O	1.00	0.65	0.65		0.65
SUBTOTAL (M)					3.78

N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1		0.50	4.04	2.02	1.000	2.02
Carpintero D2		2.00	3.65	7.30	1.000	7.30
Peón E2		1.00	3.60	3.60	1.000	3.60
SUBTOTAL (N)						12.92

O.- MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Cemento Portland tipo IP (inc. transporte)	saco	0.67	8.00	5.36
Arena Homogenizada	m3	0.07	10.13	0.71
Piedra 3/4	m3	0.10	12.60	1.26
Agua	m3	0.03	1.08	0.03
Cuartón de encofrado	u	0.55	3.00	1.65
Tablas encofrado 1"x20cmx4m	u	0.55	4.50	2.48
Clavos 2-1/2"	kg	0.13	1.93	0.25
SUBTOTAL O				11.74

P.- TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)				

Nota: estos precios no incluyen IVA
Guayaquil, septiembre del 2020

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):		28.44
INDIRECTOS Y UTILIDADES	36.00%	10.24
COSTO TOTAL DEL RUBRO		38.68
VALOR OFERTADO (\$)		38.68

FIRMA DEL OFERENTE

OBRA: DISEÑO DE UN CONDOMINIO EN URBANIZACIÓN PORTO ALEGRE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CODIGO 503 (14)

hoja 31

DETALLE 8.2 Acera de hormigón f'c=180

UNIDAD: m2

M. - EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Concreteira	1.00	3.13	3.130	0.80	2.50
Herramienta menor 5% M/O	1.00	0.52	0.52		0.52
SUBTOTAL (M)					3.02

N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1		0.50	4.04	2.02	0.800	1.62
Carpintero D2		1.00	3.65	3.65	0.800	2.92
Peón E2		2.00	3.60	7.20	0.800	5.76
SUBTOTAL (N)						10.30

O.- MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Cemento Portland tipo IP (inc. transporte)	saco	0.87	8.00	6.96
Arena Homogenizada	m3	0.02	10.13	0.23
Piedra 3/4	m3	0.06	12.60	0.76
Agua	m3	0.02	1.08	0.02
Cuartón de encofrado	u	0.99	3.00	2.97
Tira de encofrado 1" x 4 m.	u	0.99	1.20	1.19
Clavos 2-1/2"	kg	0.07	1.93	0.14
SUBTOTAL O				12.26

P.- TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)				

Nota: estos precios no incluyen IVA
Guayaquil, septiembre del 2020

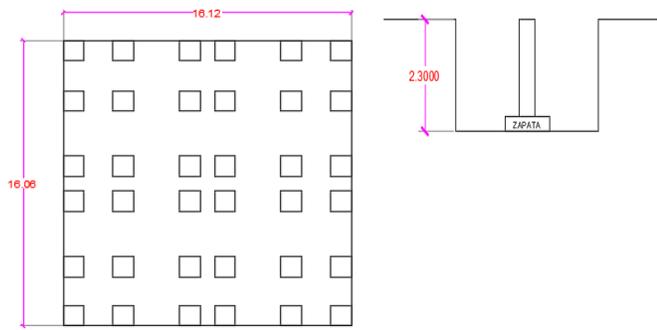
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):		25.58
INDIRECTOS Y UTILIDADES	36.00%	9.21
COSTO TOTAL DEL RUBRO		34.79
VALOR OFERTADO (\$)		34.79

FIRMA DEL OFERENTE

EXCAVACIÓN

Ancho	Largo	Profundidad
16.12	16.06	2.3

Volumen	595.44 m3
---------	-----------



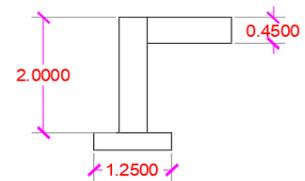
RELLENO

Ancho	Largo	Profundidad
16.12	16.06	2.3

Volumen	595.44 m3	Restamos volumen de dados y riostras
---------	-----------	--------------------------------------

Dados	21.72
Riostras	7.2

Volumen total	566.52 m3
---------------	-----------



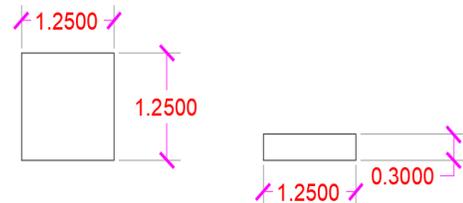
ZAPATAS

Ancho	Largo	Altura
1.25	1.25	0.3

Volumen	0.47
---------	------

Cantidad	30
----------	----

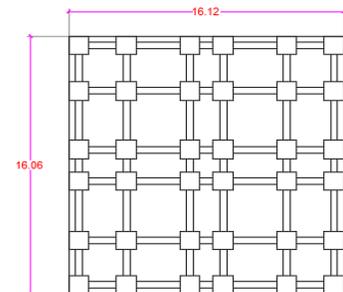
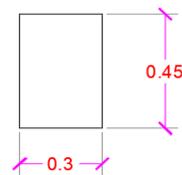
Volumen total	14.06 m3
---------------	----------



RIOSTRAS

Ancho	Largo	Longitud
0.3	0.45	160.9

Volumen	21.72 m3
---------	----------



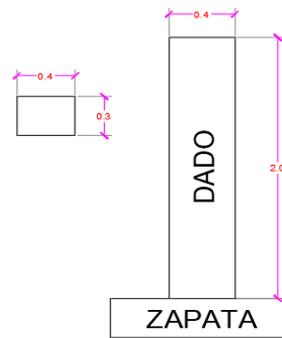
DADOS DE CIMENTACIÓN

Ancho	Largo	Altura
0.4	0.3	2

Volumen	0.24
---------	------

Cantidad	30
----------	----

Volumen total	7.20 m3
---------------	---------



COLUMNAS

PISOS 1-2

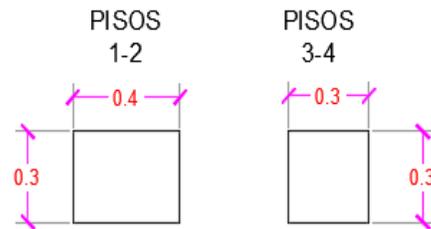
Ancho	Largo	Longitud
0.4	0.3	3
Cantidad	60	

Volumen	0.36 m3
Volumen total	21.60 m3

PISOS 3-4

Ancho	Largo	Longitud
0.3	0.3	3
Cantidad	60	

Volumen	0.27 m3
Volumen total	16.20 m3

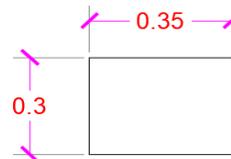


VIGAS

EJE X

Ancho	Largo	Longitud
0.3	0.35	16.06
Cantidad pisos	4	
Cantidad porticos	5	

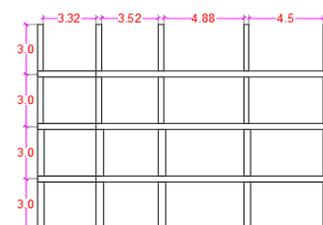
Volumen	1.69 m3
Volumen total	33.73 m3



PORTICO EJE X



PORTICO EJE Y

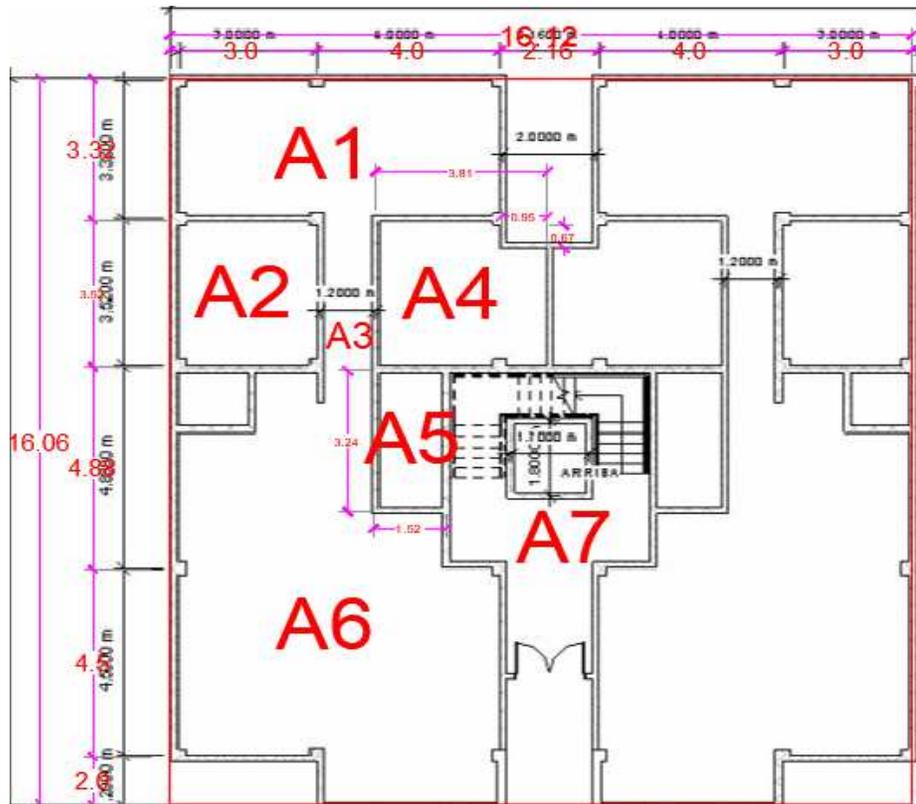


EJE Y

Ancho	Largo	Longitud
0.3	0.35	16.22
Cantidad pisos	4	
Cantidad porticos	6	

Volumen	1.70 m3
Volumen total	40.87 m3

LOSAS



A1	23.24
A2	10.56
A3	4.224
A4	12.70
A5	4.92
A6	66.19
A7	18.82

A TOTAL	$2 \times (A1+A2+A3+A4+A5+A6) + A7$
---------	-------------------------------------

A TOTAL	262.49
---------	--------

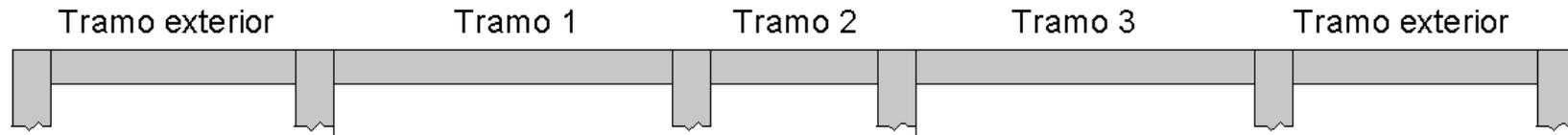
POR 3 LOSAS	787.464
-------------	---------

Losa de cubierta	270.11
------------------	--------

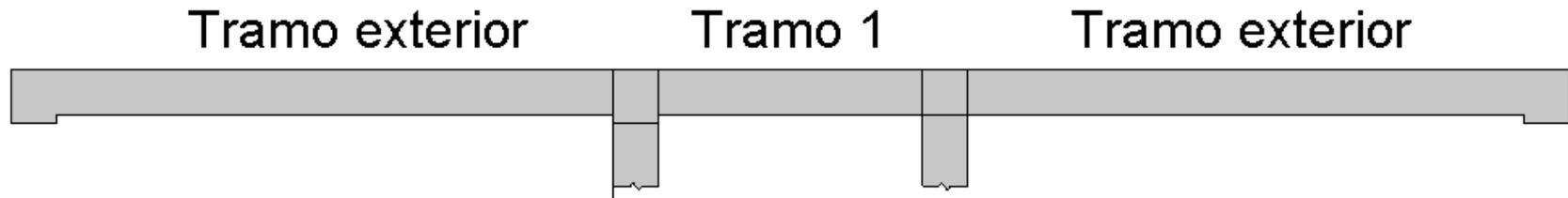
Apéndice B

Diseño a flexión de vigas

Pórtico 2-3-6-7-8



Pórtico 4



Pórtico 5

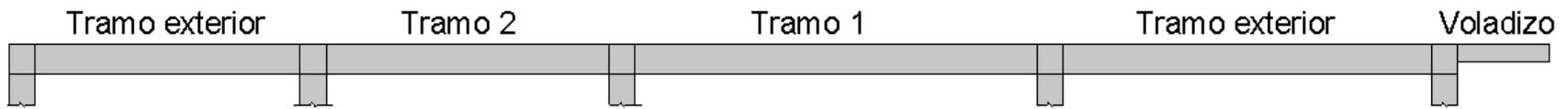
Tramo exterior



Pórtico A-J



Pórtico C-E-F-H



Pórtico A															Cara del nudo	Cualquier sección		
		Mu [T.m]	As requerido [cm2]	ϕ [cm]	Área var	#varillas	#Varillas propuestas	As propuesto [cm2]	a [cm]	Mn [T.m]	ϕ Mn [T.m]	Cumple	Asmin [cm2]	Asmax [cm2]	$M_n^+ \geq \frac{1}{2} M_n^-$	$M_n^+ o M_n^- \geq \frac{1}{4} M_{nmax}$	Espaciamiento ref. longitudinal	
Tramo exterior	Apoyo exterior negativo	2,94	2,51	1,2	1,1304	2,22	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	8,20
	Apoyo exterior positivo	1,40	1,20	1,2	1,1304	1,06	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Positivo	1,62	1,39	1,2	1,1304	1,23	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Apoyo interior positivo	0,75	0,64	1,2	1,1304	0,57	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Apoyo interior negativo	3,33	2,85	1,2	1,1304	2,52	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	8,20
Tramo 1	Apoyo exterior negativo	3,21	2,74	1,2	1,1304	2,43	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	8,20
	Apoyo exterior positivo	0,37	0,32	1,2	1,1304	0,28	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Positivo	1,24	1,06	1,2	1,1304	0,94	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Apoyo interior positivo	0,57	0,49	1,2	1,1304	0,43	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Apoyo interior negativo	2,87	2,45	1,2	1,1304	2,17	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	8,20
Tramo 2	Apoyo exterior negativo	2,96	2,53	1,2	1,1304	2,24	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	8,20
	Apoyo exterior positivo	1,13	0,97	1,2	1,1304	0,85	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Positivo	0,61	0,52	1,2	1,1304	0,46	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Apoyo interior positivo	1,26	1,08	1,2	1,1304	0,95	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Apoyo interior negativo	2,45	2,09	1,2	1,1304	1,85	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	8,20
Tramo exterior	Apoyo exterior negativo	2,8	2,39	1,2	1,1304	2,12	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	8,20
	Apoyo exterior positivo	1,46	1,25	1,2	1,1304	1,10	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Positivo	1,6	1,37	1,2	1,1304	1,21	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Apoyo interior positivo	2,1	1,80	1,2	1,1304	1,59	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Apoyo interior negativo	2,7	2,31	1,2	1,1304	2,04	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	8,20

Pórtico C															Cara del nudo	Cualquier sección		
		Mu [T.m]	As requerido [cm2]	ϕ [cm]	Área var	#varillas	#Varillas propuestas	As propuesto [cm2]	a [cm]	Mn [T.m]	ϕ Mn [T.m]	Cumple	Asmin [cm2]	Asmax [cm2]	$M_n^+ \geq \frac{1}{2} M_n^-$	$M_n^+ + o M_n^- \geq \frac{1}{4} M_{nmax}$	Espaciamiento ref.longitudinal	
Voladizo	Centro (Ref. Inferior)	0,3	0,61	1,2	1,13	0,54	2	2,2608	1,99	1,27	1,15	Ok	0,29	0,10	7,20	Ok	Ok	7,60
	Apoyo negativo	0,65	1,33	1,2	1,13	1,17	2	2,2608	1,99	1,27	1,15	Ok	0,29	0,10	7,20		Ok	7,60
Tramo exterior	Apoyo exterior negativo	3,91	3,34	1,2	1,13	2,96	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	5,07
	Apoyo exterior positivo	0,60	0,51	1,2	1,13	0,45	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	8,20
	Positivo	2,30	1,97	1,2	1,13	1,74	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	8,20
	Apoyo interior positivo	0,6	0,51	1,2	1,13	0,45	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	8,20
	Apoyo interior negativo	5,02	4,29	1,2	1,13	3,80	6	6,7824	3,99	7,81	7,03	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	2,56
Tramo 1	Apoyo exterior negativo	6,65	5,69	1,2	1,13	5,03	6	6,7824	3,99	7,81	7,03	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	2,56
	Apoyo exterior positivo	0,41	0,35	1,2	1,13	0,31	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	8,20
	Positivo	2,6	2,22	1,2	1,13	1,97	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	8,20
	Apoyo interior positivo	0,98	0,84	1,2	1,13	0,74	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	8,20
	Apoyo interior negativo	4,71	4,03	1,2	1,13	3,56	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	5,07
Tramo 2	Apoyo exterior negativo	3,97	3,39	1,2	1,13	3,00	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	5,07
	Apoyo exterior positivo	0,6	0,51	1,2	1,13	0,45	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Positivo	1	0,85	1,2	1,13	0,76	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	17,60
	Apoyo interior positivo	0,84	0,72	1,2	1,13	0,64	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Apoyo interior negativo	3,1	2,65	1,2	1,13	2,34	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	5,07
Tramo exterior	Apoyo exterior negativo	3,4	2,91	1,2	1,13	2,57	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	5,07
	Apoyo exterior positivo	0,98	0,84	1,2	1,13	0,74	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Positivo	1,6	1,37	1,2	1,13	1,21	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	17,60
	Apoyo interior positivo	1,75	1,50	1,2	1,13	1,32	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Apoyo interior negativo	3,1	2,65	1,2	1,13	2,34	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	8,20

Pórtico E															Cara del nudo	Cualquier sección		
		Mu [T.m]	As requerido [cm2]	φ [cm]	Área var	#varillas	#Varillas propuestas	As propuesto [cm2]	a [cm]	Mn [T.m]	φMn [T.m]	Cumple	Asmin [cm2]	Asmax [cm2]	$M_n^+ \geq \frac{1}{2} M_n^-$	$M_n^+ o M_n^- \geq \frac{1}{4} M_{nmax}$	Espaciamento ref. longitudinal	
Voladizo	Centro (Ref. Inferior)	0,56	0,68	1,2	1,13	0,60	2	2,2608	1,99	2,22	2,00	Ok	0,49	0,16	12,20	Ok	Ok	22,00
	Apoyo negativo	1,24	1,49	1,2	1,13	1,32	2	2,2608	1,99	2,22	2,00	Ok	0,49	0,16	12,20		Ok	22,00
Tramo exterior	Apoyo exterior negativo	4,65	3,98	1,2	1,13	3,52	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	5,07
	Apoyo exterior positivo	0,31	0,27	1,2	1,13	0,23	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	8,20
	Positivo	2,51	2,15	1,2	1,13	1,90	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	8,20
	Apoyo interior positivo	0,02	0,02	1,2	1,13	0,02	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	8,20
	Apoyo interior negativo	4,14	3,54	1,2	1,13	3,13	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	5,07
Tramo 1	Apoyo exterior negativo	3,43	2,93	1,2	1,13	2,59	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	5,07
	Apoyo exterior positivo	1,55	1,33	1,2	1,13	1,17	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Positivo	0,6	0,51	1,2	1,13	0,45	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	17,60
	Apoyo interior positivo	2,1	1,80	1,2	1,13	1,59	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Apoyo interior negativo	2,25	1,92	1,2	1,13	1,70	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	5,07
Tramo 2	Apoyo exterior negativo	0,93	0,80	1,2	1,13	0,70	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	5,07
	Apoyo exterior positivo	0,55	0,47	1,2	1,13	0,42	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Positivo	0,85	0,73	1,2	1,13	0,64	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	17,60
	Apoyo interior positivo	1,7	1,45	1,2	1,13	1,29	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Apoyo interior negativo	1,45	1,24	1,2	1,13	1,10	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	5,07
Tramo 3	Apoyo exterior negativo	4,6	3,93	1,2	1,13	3,48	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	5,07
	Apoyo exterior positivo	1,97	1,68	1,2	1,13	1,49	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Positivo	1,9	1,62	1,2	1,13	1,44	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	17,60
	Apoyo interior positivo	1,35	1,15	1,2	1,13	1,02	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Apoyo interior negativo	3,9	3,33	1,2	1,13	2,95	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	5,07
Tramo exterior	Apoyo exterior negativo	2,95	2,52	1,2	1,13	2,23	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	5,07
	Apoyo exterior positivo	1,1	0,94	1,2	1,13	0,83	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Positivo	1,3	1,11	1,2	1,13	0,98	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	17,60
	Apoyo interior positivo	1,96	1,68	1,2	1,13	1,48	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Apoyo interior negativo	2,76	2,36	1,2	1,13	2,09	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	8,20

Pórtico F															Cara del nudo	Cualquier sección		
		Mu [T.m]	As requerido [cm2]	ϕ [cm]	Área var	#varillas	#Varillas propuestas	As propuesto [cm2]	a [cm]	Mn [T.m]	ϕ Mn [T.m]	Cumple	Asmin [cm2]	Asmax [cm2]	$M_n^+ \geq \frac{1}{2} M_n^-$	$M_n^+ o M_n^- \geq \frac{1}{4} M_{nmax}$	Espaciamiento ref. longitudinal	
Voladizo	Centro (Ref. Inferior)	0,56	0,68	1,2	1,13	0,60	2	2,2608	1,99	2,22	2,00	Ok	0,49	0,16	12,20	Ok	Ok	22,00
	Apoyo negativo	1,24	1,49	1,2	1,13	1,32	2	2,2608	1,99	2,22	2,00	Ok	0,49	0,16	12,20		Ok	22,00
Tramo exterior	Apoyo exterior negativo	4,65	3,98	1,2	1,13	3,52	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	5,07
	Apoyo exterior positivo	0,30	0,26	1,2	1,13	0,23	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	8,20
	Positivo	2,51	2,15	1,2	1,13	1,90	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	8,20
	Apoyo interior positivo	0,02	0,02	1,2	1,13	0,02	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	8,20
	Apoyo interior negativo	4,14	3,54	1,2	1,13	3,13	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	5,07
Tramo 1	Apoyo exterior negativo	3,18	2,72	1,2	1,13	2,41	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	5,07
	Apoyo exterior positivo	1,38	1,18	1,2	1,13	1,04	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Positivo	0,49	0,42	1,2	1,13	0,37	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	17,60
	Apoyo interior positivo	1,74	1,49	1,2	1,13	1,32	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Apoyo interior negativo	2,1	1,80	1,2	1,13	1,59	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	5,07
Tramo 2	Apoyo exterior negativo	0,9	0,77	1,2	1,13	0,68	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	5,07
	Apoyo exterior positivo	0,8	0,68	1,2	1,13	0,61	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Positivo	0,85	0,73	1,2	1,13	0,64	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	17,60
	Apoyo interior positivo	1,68	1,44	1,2	1,13	1,27	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Apoyo interior negativo	1,6	1,37	1,2	1,13	1,21	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	5,07
Tramo 3	Apoyo exterior negativo	4,35	3,72	1,2	1,13	3,29	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	5,07
	Apoyo exterior positivo	1,99	1,70	1,2	1,13	1,51	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Positivo	1,97	1,68	1,2	1,13	1,49	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	17,60
	Apoyo interior positivo	1,25	1,07	1,2	1,13	0,95	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Apoyo interior negativo	3,9	3,33	1,2	1,13	2,95	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	5,07
Tramo exterior	Apoyo exterior negativo	2,98	2,55	1,2	1,13	2,25	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	5,07
	Apoyo exterior positivo	1,1	0,94	1,2	1,13	0,83	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Positivo	1,5	1,28	1,2	1,13	1,13	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	17,60
	Apoyo interior positivo	1,96	1,68	1,2	1,13	1,48	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Apoyo interior negativo	2,75	2,35	1,2	1,13	2,08	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	8,20

Pórtico H															Cara del nudo	Cualquier sección		
		Mu [T.m]	As requerido [cm2]	ϕ [cm]	Área var	#varillas	#Varillas propuestas	As propuesto [cm2]	a [cm]	Mn [T.m]	ϕ Mn [T.m]	Cumple	Asmin [cm2]	Asmax [cm2]	$M_n^+ \geq \frac{1}{2} M_n^-$	$M_n^+ o M_n^- \geq \frac{1}{4} M_{nmax}$	Espaciamiento ref. longitudinal	
Voladizo	Centro (Ref. Inferior)	0,3	0,36	1,2	1,13	0,32	2	2,2608	1,99	2,22	2,00	Ok	0,49	0,16	12,20	Ok	Ok	22,00
	Apoyo negativo	0,65	0,78	1,2	1,13	0,69	2	2,2608	1,99	2,22	2,00	Ok	0,49	0,16	12,20		Ok	22,00
Tramo exterior	Apoyo exterior negativo	3,86	3,30	1,2	1,13	2,92	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	5,07
	Apoyo exterior positivo	0,65	0,56	1,2	1,13	0,49	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	8,20
	Positivo	2,22	1,90	1,2	1,13	1,68	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	8,20
	Apoyo interior positivo	0,02	0,02	1,2	1,13	0,02	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	8,20
	Apoyo interior negativo	4,6	3,93	1,2	1,13	3,48	6	6,7824	3,99	7,81	7,03	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	2,56
Tramo 1	Apoyo exterior negativo	6,11	5,22	1,2	1,13	4,62	6	6,7824	3,99	7,81	7,03	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	2,56
	Apoyo exterior positivo	0,7	0,60	1,2	1,13	0,53	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	8,20
	Positivo	2,6	2,22	1,2	1,13	1,97	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	8,20
	Apoyo interior positivo	0,9	0,77	1,2	1,13	0,68	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	8,20
	Apoyo interior negativo	4,66	3,98	1,2	1,13	3,52	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	5,07
Tramo 2	Apoyo exterior negativo	4,35	3,72	1,2	1,13	3,29	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	5,07
	Apoyo exterior positivo	1,93	1,65	1,2	1,13	1,46	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Positivo	1,97	1,68	1,2	1,13	1,49	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	17,60
	Apoyo interior positivo	1,23	1,05	1,2	1,13	0,93	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Apoyo interior negativo	3,87	3,31	1,2	1,13	2,93	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	5,07
Tramo exterior	Apoyo exterior negativo	3,35	2,86	1,2	1,13	2,53	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	5,07
	Apoyo exterior positivo	0,96	0,82	1,2	1,13	0,73	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Positivo	1,81	1,55	1,2	1,13	1,37	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	17,60
	Apoyo interior positivo	1,72	1,47	1,2	1,13	1,30	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	Ok	17,60
	Apoyo interior negativo	3,1	2,65	1,2	1,13	2,34	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05		Ok	8,20

Pórtico J															Cara del nudo	Cualquier sección	
		Mu [T.m]	As requerido [cm2]	ϕ [cm]	Área var	#varillas	#Varillas propuestas	As propuesto [cm2]	a [cm]	Mn [T.m]	ϕ Mn [T.m]	Cumple	Asmin [cm2]	Asmax [cm2]	$M_n^+ \geq \frac{1}{2} M_n^-$	$M_n^+ o M_n^- \geq \frac{1}{4} M_{nmax}$	Espaciamiento ref. longitudinal
Tramo exterior	Apoyo exterior negativo	2,90	2,48	1,2	1,13	2,19	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20
	Apoyo exterior positivo	1,34	1,15	1,2	1,13	1,01	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	17,60
	Positivo	1,55	1,33	1,2	1,13	1,17	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	17,60
	Apoyo interior positivo	0,7	0,60	1,2	1,13	0,53	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	17,60
	Apoyo interior negativo	3,3	2,82	1,2	1,13	2,50	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20
Tramo 1	Apoyo exterior negativo	3,2	2,74	1,2	1,13	2,42	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20
	Apoyo exterior positivo	0,34	0,29	1,2	1,13	0,26	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	17,60
	Positivo	1,2	1,03	1,2	1,13	0,91	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	17,60
	Apoyo interior positivo	0,53	0,45	1,2	1,13	0,40	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	17,60
	Apoyo interior negativo	2,9	2,48	1,2	1,13	2,19	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20
Tramo 2	Apoyo exterior negativo	2,9	2,48	1,2	1,13	2,19	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20
	Apoyo exterior positivo	1,1	0,94	1,2	1,13	0,83	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	17,60
	Positivo	0,8	0,68	1,2	1,13	0,61	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	17,60
	Apoyo interior positivo	1,2	1,03	1,2	1,13	0,91	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	17,60
	Apoyo interior negativo	2,4	2,05	1,2	1,13	1,82	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20
Tramo exterior	Apoyo exterior negativo	2,7	2,31	1,2	1,13	2,04	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20
	Apoyo exterior positivo	1,41	1,21	1,2	1,13	1,07	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	17,60
	Positivo	1,3	1,11	1,2	1,13	0,98	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	17,60
	Apoyo interior positivo	2,1	1,80	1,2	1,13	1,59	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	17,60
	Apoyo interior negativo	2,65	2,27	1,2	1,13	2,00	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20

Pórtico 2															Cara del nudo		Cualquier sección	
		Mu [T.m]	As [cm2]	ϕ [cm]	Área var	#varillas	#Varillas propuesto	As propuesto [cm2]	a [cm]	Mn [T.m]	ϕ Mn [T.m]	Cumple	Asmin [cm2]	Asmax [cm2]	$M_n^+ \geq \frac{1}{2} M_n^-$	$M_n^+ o M_n^- \geq \frac{1}{4} M_{nmax}$	Espaciamiento ref. longitudinal	
Tramo exterior	Apoyo exterior negativo	3,92	3,92	1,2	1,13	3,47	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	
	Apoyo exterior positivo	2,15	2,15	1,2	1,13	1,90	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Positivo	1,50	1,50	1,2	1,13	1,33	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Apoyo interior positivo	1,74	1,74	1,2	1,13	1,54	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Apoyo interior negativo	3,8	3,80	1,2	1,13	3,36	5	5,652	3,32	6,58	5,93	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	3,50	
Tramo 1	Apoyo exterior negativo	5,04	5,04	1,2	1,13	4,46	5	5,652	3,32	6,58	5,93	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	3,50	
	Apoyo exterior positivo	0,1	0,10	1,2	1,13	0,09	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	
	Positivo	4,2	4,20	1,2	1,13	3,72	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	
	Apoyo interior positivo	0,13	0,13	1,2	1,13	0,12	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	
	Apoyo interior negativo	4,52	4,52	1,2	1,13	4,00	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	
Tramo 2	Apoyo exterior negativo	3,64	3,64	1,2	1,13	3,22	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	
	Apoyo exterior positivo	2,12	2,12	1,2	1,13	1,88	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	17,60	
	Positivo	0,42	0,42	1,2	1,13	0,37	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	17,60	
	Apoyo interior positivo	2,24	2,24	1,2	1,13	1,98	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	17,60	
	Apoyo interior negativo	3,42	3,42	1,2	1,13	3,03	5	5,652	3,32	6,58	5,93	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	3,50	
Tramo 3	Apoyo exterior negativo	4,82	4,82	1,2	1,13	4,27	5	5,652	3,32	6,58	5,93	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	3,50	
	Apoyo exterior positivo	0,06	0,06	1,2	1,13	0,05	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	
	Positivo	4,35	4,35	1,2	1,13	3,85	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	
	Apoyo interior positivo	0,08	0,08	1,2	1,13	0,07	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	
	Apoyo interior negativo	4,96	4,96	1,2	1,13	4,39	5	5,652	3,32	6,58	5,93	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	3,50	
Tramo exterior	Apoyo exterior negativo	4,1	4,10	1,2	1,13	3,63	5	5,652	3,32	6,58	5,93	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	3,50	
	Apoyo exterior positivo	1,56	1,56	1,2	1,13	1,38	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Positivo	1,7	1,70	1,2	1,13	1,50	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Apoyo interior positivo	2,34	2,34	1,2	1,13	2,07	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Apoyo interior negativo	3,62	3,62	1,2	1,13	3,20	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	

Pórtico 3															Cara del nudo	Cualquier sección	
		Mu [T.m]	As [cm2]	ϕ [cm]	Área var	#varillas	#Varillas propuesto	As propuesto [cm2]	a [cm]	Mn [T.m]	ϕ Mn [T.m]	Cumple	Asmin [cm2]	Asmax [cm2]	$M_n^+ \geq \frac{1}{2} M_n^-$	$M_n^+ o M_n^- \geq \frac{1}{4} M_{nmax}$	Espaciamiento ref. longitudinal
Tramo exterior	Apoyo exterior negativo	4,95	4,95	1,2	1,13	4,38	5	5,652	3,32	6,58	5,93	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	3,50
	Apoyo exterior positivo	1,21	1,21	1,2	1,13	1,07	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20
	Positivo	3,27	3,27	1,2	1,13	2,89	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20
	Apoyo interior positivo	0,29	0,29	1,2	1,13	0,26	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20
	Apoyo interior negativo	4,6	4,60	1,2	1,13	4,07	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07
Tramo 1	Apoyo exterior negativo	4,1	4,10	1,2	1,13	3,63	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07
	Apoyo exterior positivo	0,05	0,05	1,2	1,13	0,04	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20
	Positivo	2,67	2,67	1,2	1,13	2,36	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20
	Apoyo interior positivo	0,42	0,42	1,2	1,13	0,37	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20
	Apoyo interior negativo	3,6	3,60	1,2	1,13	3,19	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07
Tramo 2	Apoyo exterior negativo	3,46	3,46	1,2	1,13	3,06	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07
	Apoyo exterior positivo	2,26	2,26	1,2	1,13	2,00	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	17,60
	Positivo	0,3	0,30	1,2	1,13	0,27	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	17,60
	Apoyo interior positivo	2,41	2,41	1,2	1,13	2,13	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	17,60
	Apoyo interior negativo	3,2	3,20	1,2	1,13	2,83	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07
Tramo 3	Apoyo exterior negativo	3,8	3,80	1,2	1,13	3,36	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07
	Apoyo exterior positivo	0,35	0,35	1,2	1,13	0,31	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20
	Positivo	2,66	2,66	1,2	1,13	2,35	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20
	Apoyo interior positivo	0,33	0,33	1,2	1,13	0,29	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20
	Apoyo interior negativo	4,02	4,02	1,2	1,13	3,56	5	5,652	3,32	6,58	5,93	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	3,50
Tramo exterior	Apoyo exterior negativo	5,1	5,10	1,2	1,13	4,51	5	5,652	3,32	6,58	5,93	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	3,50
	Apoyo exterior positivo	0,88	0,88	1,2	1,13	0,78	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20
	Positivo	3,29	3,29	1,2	1,13	2,91	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20
	Apoyo interior positivo	1,43	1,43	1,2	1,13	1,27	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20
	Apoyo interior negativo	4,72	4,72	1,2	1,13	4,18	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07

SECUNDARIAS PÓRTICO 4															Cara del nudo	Cualquier sección
		Mu [T.m]	As [cm2]	ϕ [cm]	Área var	#varillas	#Varillas propuestas	As propuesto [cm2]	a [cm]	Mn [T.m]	ϕMn [T.m]	Cumple	Asmin [cm2]	Asmax [cm2]	$M_n^+ \geq \frac{1}{2} M_n^-$	$M_n^+ o M_n^- \geq \frac{1}{4} M_{nmax}$
Tramo exterior	Apoyo exterior negativo	1,10	0,94	1,2	1,13	0,83	3	3,3912	2,39	3,30	2,97	Ok	0,61	0,20	15,25	Ok
	Apoyo exterior positivo	1,60	1,37	1,2	1,13	1,21	3	3,3912	2,39	3,30	2,97	Ok	0,61	0,20	15,25	Ok
	Positivo	2,35	2,01	1,2	1,13	1,78	3	3,3912	2,39	3,30	2,97	Ok	0,61	0,20	15,25	Ok
	Apoyo interior positivo	2,5	2,14	1,2	1,13	1,89	3	3,3912	2,39	3,30	2,97	Ok	0,61	0,20	15,25	Ok
	Apoyo interior negativo	3,54	3,03	1,2	1,13	2,68	4	4,5216	3,19	4,33	3,90	Ok	0,61	0,20	15,25	Ok
Tramo 1	Apoyo exterior negativo	3,1	2,65	1,2	1,13	2,34	4	4,5216	3,19	4,33	3,90	Ok	0,61	0,20	15,25	Ok
	Apoyo exterior positivo	2,46	2,10	1,2	1,13	1,86	3	3,3912	2,39	3,30	2,97	Ok	0,61	0,20	15,25	Ok
	Positivo	0,5	0,43	1,2	1,13	0,38	2	2,2608	1,60	2,24	2,02	Ok	0,61	0,20	15,25	Ok
	Apoyo interior positivo	2,35	2,01	1,2	1,13	1,78	3	3,3912	2,39	3,30	2,97	Ok	0,61	0,20	15,25	Ok
	Apoyo interior negativo	3,2	2,74	1,2	1,13	2,42	4	4,5216	3,19	4,33	3,90	Ok	0,61	0,20	15,25	Ok
Tramo exterior	Apoyo exterior negativo	3,1	2,65	1,2	1,13	2,34	4	4,5216	3,19	4,33	3,90	Ok	0,61	0,20	15,25	Ok
	Apoyo exterior positivo	2,5	2,14	1,2	1,13	1,89	3	3,3912	2,39	3,30	2,97	Ok	0,61	0,20	15,25	Ok
	Positivo	2	1,71	1,2	1,13	1,51	3	3,3912	2,39	3,30	2,97	Ok	0,61	0,20	15,25	Ok
	Apoyo interior positivo	1,5	1,28	1,2	1,13	1,13	3	3,3912	2,39	3,30	2,97	Ok	0,61	0,20	15,25	Ok
	Apoyo interior negativo	1,1	0,94	1,2	1,13	0,83	2	2,2608	1,60	2,24	2,02	Ok	0,61	0,20	15,25	Ok

VIGAS ASCENSOR PÓRTICO 5																Cara del nudo	Cualquier sección	
		Mu [T.m]	As requerido [cm2]	ϕ [cm]	Área var	#varillas	#Varillas propuestas	As propuesto [cm2]	a [cm]	Mn [T.m]	ϕ Mn [T.m]	Cumple	Asmin [cm2]		Asmax [cm2]	$M_n^+ \geq \frac{1}{2} M_n^-$	$M_n^+ o M_n^- \geq \frac{1}{4} M_{nmax}$	Espaciamiento ref. longitudinal
Tramo exterior	Apoyo exterior negativo	1,95	1,67	1,2	1,13	1,47	3	3,3912	2,39	3,30	2,97	Ok	0,61	0,20	15,25		Ok	5,70
	Apoyo exterior positivo	2,23	1,91	1,2	1,13	1,69	3	3,3912	2,39	3,30	2,97	Ok	0,61	0,20	15,25	Ok	Ok	5,70
	Positivo	0,20	0,17	1,2	1,13	0,15	3	3,3912	2,39	3,30	2,97	Ok	0,61	0,20	15,25		Ok	5,70
	Apoyo interior positivo	2,1	1,80	1,2	1,13	1,59	3	3,3912	2,39	3,30	2,97	Ok	0,61	0,20	15,25	Ok	Ok	5,70
	Apoyo interior negativo	2,35	2,01	1,2	1,13	1,78	3	3,3912	2,39	3,30	2,97	Ok	0,61	0,20	15,25		Ok	5,70

Pórtico 6																Cara del nudo	Cualquier sección	
		Mu [T.m]	As [cm2]	φ [cm]	Área var	#varillas	#Varillas propuesto	As propuesto [cm2]	a [cm]	Mn [T.m]	φMn [T.m]	Cumple	Asmin [cm2]	Asmax [cm2]	$M_n^+ \geq \frac{1}{2} M_n^-$	$M_n^+ o M_n^- \geq \frac{1}{4} M_{nmax}$	Espaciamiento ref. longitudinal	
Tramo exterior	Apoyo exterior negativo	4,83	4,83	1,2	1,13	4,27	5	5,652	3,32	6,58	5,93	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	3,50	
	Apoyo exterior positivo	1,68	1,68	1,2	1,13	1,49	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Positivo	2,75	2,75	1,2	1,13	2,43	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Apoyo interior positivo	1,35	1,35	1,2	1,13	1,19	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Apoyo interior negativo	4,12	4,12	1,2	1,13	3,65	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	
Tramo 1	Apoyo exterior negativo	4,54	4,54	1,2	1,13	4,02	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	
	Apoyo exterior positivo	1	1,00	1,2	1,13	0,88	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Positivo	2,7	2,70	1,2	1,13	2,39	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Apoyo interior positivo	1,33	1,33	1,2	1,13	1,18	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Apoyo interior negativo	5,5	5,50	1,2	1,13	4,87	5	5,652	3,32	6,58	5,93	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	3,50	
Tramo 2	Apoyo exterior negativo	4,35	4,35	1,2	1,13	3,85	5	5,652	3,32	6,58	5,93	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	3,50	
	Apoyo exterior positivo	3,52	3,52	1,2	1,13	3,12	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	
	Positivo	0,12	0,12	1,2	1,13	0,11	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	
	Apoyo interior positivo	2,98	2,98	1,2	1,13	2,64	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	
	Apoyo interior negativo	4,11	4,11	1,2	1,13	3,64	5	5,652	3,32	6,58	5,93	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	3,50	
Tramo 3	Apoyo exterior negativo	5,1	5,10	1,2	1,13	4,51	5	5,652	3,32	6,58	5,93	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	3,50	
	Apoyo exterior positivo	0,96	0,96	1,2	1,13	0,85	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Positivo	2,53	2,53	1,2	1,13	2,24	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Apoyo interior positivo	0,9	0,90	1,2	1,13	0,80	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Apoyo interior negativo	4,3	4,30	1,2	1,13	3,81	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	
Tramo exterior	Apoyo exterior negativo	4,45	4,45	1,2	1,13	3,94	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	
	Apoyo exterior positivo	1,2	1,20	1,2	1,13	1,06	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Positivo	2,76	2,76	1,2	1,13	2,44	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Apoyo interior positivo	1,9	1,90	1,2	1,13	1,68	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Apoyo interior negativo	4,52	4,52	1,2	1,13	4,00	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	

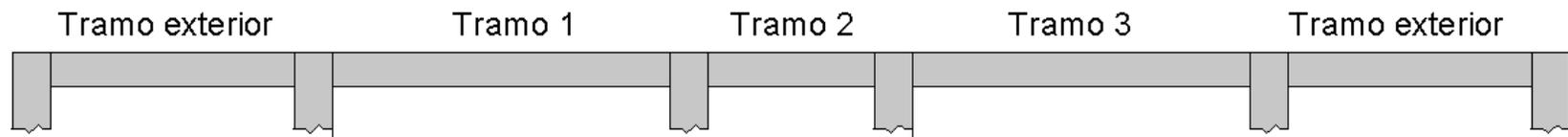
Pórtico 7																Cara del nudo	Cualquier sección	
		Mu [T.m]	As [cm2]	φ [cm]	Área var	#varillas	#Varillas propuesto	As propuesto [cm2]	a [cm]	Mn [T.m]	φMn [T.m]	Cumple	Asmin [cm2]	Asmax [cm2]	$M_n^+ \geq \frac{1}{2} M_n^-$	$M_n^+ o M_n^- \geq \frac{1}{4} M_{nmax}$	Espaciamiento ref. longitudinal	
Tramo exterior	Apoyo exterior negativo	4,75	4,75	1,2	1,13	4,20	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	
	Apoyo exterior positivo	2,20	2,20	1,2	1,13	1,95	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Positivo	2,15	2,15	1,2	1,13	1,90	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Apoyo interior positivo	1,72	1,72	1,2	1,13	1,52	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Apoyo interior negativo	4,6	4,60	1,2	1,13	4,07	5	5,652	3,32	6,58	5,93	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	3,50	
Tramo 1	Apoyo exterior negativo	5,4	5,40	1,2	1,13	4,78	5	5,652	3,32	6,58	5,93	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	3,50	
	Apoyo exterior positivo	0,13	0,13	1,2	1,13	0,12	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	
	Positivo	4,26	4,26	1,2	1,13	3,77	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	
	Apoyo interior positivo	0,3	0,30	1,2	1,13	0,27	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	
	Apoyo interior negativo	4,9	4,90	1,2	1,13	4,34	5	5,652	3,32	6,58	5,93	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	3,50	
Tramo 2	Apoyo exterior negativo	4,1	4,10	1,2	1,13	3,63	5	5,652	3,32	6,58	5,93	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	3,50	
	Apoyo exterior positivo	2,51	2,51	1,2	1,13	2,22	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Positivo	0,4	0,40	1,2	1,13	0,35	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Apoyo interior positivo	2,66	2,66	1,2	1,13	2,35	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Apoyo interior negativo	3,8	3,80	1,2	1,13	3,36	5	5,652	3,32	6,58	5,93	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	3,50	
Tramo 3	Apoyo exterior negativo	5,1	5,10	1,2	1,13	4,51	5	5,652	3,32	6,58	5,93	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	3,50	
	Apoyo exterior positivo	0,18	0,18	1,2	1,13	0,16	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	
	Positivo	4,3	4,30	1,2	1,13	3,81	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	
	Apoyo interior positivo	0,21	0,21	1,2	1,13	0,19	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	
	Apoyo interior negativo	5,2	5,20	1,2	1,13	4,60	5	5,652	3,32	6,58	5,93	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	3,50	
Tramo exterior	Apoyo exterior negativo	4,83	4,83	1,2	1,13	4,27	5	5,652	3,32	6,58	5,93	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	3,50	
	Apoyo exterior positivo	1,6	1,60	1,2	1,13	1,42	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Positivo	2,14	2,14	1,2	1,13	1,89	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Apoyo interior positivo	2,4	2,40	1,2	1,13	2,12	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Apoyo interior negativo	4,45	4,45	1,2	1,13	3,94	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	

Pórtico 8																Cara del nudo	Cualquier sección	
		Mu [T.m]	As [cm ²]	φ [cm]	Área var	#Varillas	#Varillas propuesto	As propuesto [cm ²]	a [cm]	Mn [T.m]	φMn [T.m]	Cumple	Asmin [cm ²]	Asmax [cm ²]	$M_n^+ \geq \frac{1}{2} M_n^-$	$M_n^+ o M_n^- \geq \frac{1}{4} M_{nmax}$	Espaciamiento ref. longitudinal	
Tramo exterior	Apoyo exterior negativo	4,40	4,40	1,2	1,13	3,89	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	
	Apoyo exterior positivo	2,97	2,97	1,2	1,13	2,63	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Positivo	1,65	1,65	1,2	1,13	1,46	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Apoyo interior positivo	2,6	2,60	1,2	1,13	2,30	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Apoyo interior negativo	3,92	3,92	1,2	1,13	3,47	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	
Tramo 1	Apoyo exterior negativo	4,12	4,12	1,2	1,13	3,65	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	
	Apoyo exterior positivo	1,5	1,50	1,2	1,13	1,33	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	17,60	
	Positivo	1,98	1,98	1,2	1,13	1,75	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	17,60	
	Apoyo interior positivo	2,2	2,20	1,2	1,13	1,95	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	17,60	
	Apoyo interior negativo	4,2	4,20	1,2	1,13	3,72	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	
Tramo 2	Apoyo exterior negativo	4,42	4,42	1,2	1,13	3,91	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	
	Apoyo exterior positivo	2,04	2,04	1,2	1,13	1,81	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	17,60	
	Positivo	1,94	1,94	1,2	1,13	1,72	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	17,60	
	Apoyo interior positivo	1,64	1,64	1,2	1,13	1,45	2	2,2608	1,33	2,73	2,46	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	17,60	
	Apoyo interior negativo	3,94	3,94	1,2	1,13	3,49	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	
Tramo exterior	Apoyo exterior negativo	4,15	4,15	1,2	1,13	3,67	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	
	Apoyo exterior positivo	2,4	2,40	1,2	1,13	2,12	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Positivo	1,4	1,40	1,2	1,13	1,24	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Apoyo interior positivo	3,15	3,15	1,2	1,13	2,79	3	3,3912	1,99	4,05	3,64	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	8,20	
	Apoyo interior negativo	4,1	4,10	1,2	1,13	3,63	4	4,5216	2,66	5,33	4,80	Ok	0,88	0,29	22,05	Ok	5,07	

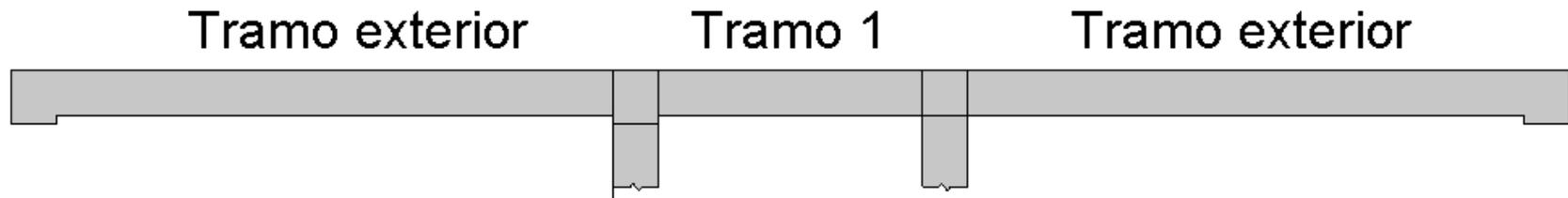
Apéndice C

Diseño a cortante de vigas

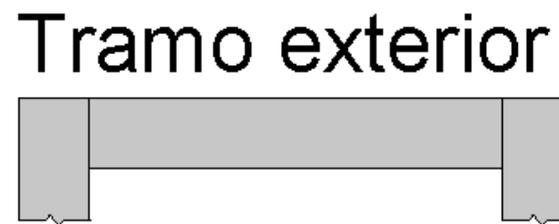
Pórtico 2-3-6-7-8



Pórtico 4



Pórtico 5



Pórtico A-J



Pórtico C-E-F-H



A continuación, se detallan los resultados para cada pórtico:

Pórtico A															
		a [cm]	Mpr [T.m]	Vp [T]	wd	Vg [T]	Vu [T]	Vc [T]	Vs [T]	Vsmax [T]	ϕ [cm]	Av/s	Área var	s [cm]	Ln [m]
Tramo exterior	a	2,49	5,01	2,00	1,34	2,81	4,81	7,82	0,00	32,47	1	0,000	0,7854	0,00	4,2
	b	1,66	3,39				-0,81								
	c	2,49	5,01	2,00	1,34	2,81	4,81	7,82	0,00	32,47	1	0,000	0,7854	0,00	
								-0,81							
Tramo 1	a	2,49	5,01	1,87	1,34	3,02	4,88	7,82	0,00	32,47	1	0,000	0,7854	0,00	4,5
	b	1,66	3,39				-1,15								
	c	2,49	5,01	1,87	1,34	3,02	4,88	7,82	0,00	32,47	1	0,000	0,7854	0,00	
								-1,15							
Tramo 2	a	2,49	5,01	2,61	1,34	2,16	4,77	0,00	6,36	32,47	1	0,051	0,7854	30,52	3,22
	b	1,66	3,39				0,45								
	c	2,49	5,01	2,61	1,34	2,16	4,77	0,00	6,36	32,47	1	0,051	0,7854	30,52	
								0,45							
Tramo exterior	a	2,49	5,01	2,61	1,34	2,16	4,77	0,00	6,36	32,47	1	0,051	0,7854	30,52	3,22
	b	1,66	3,39				0,45								
	c	2,49	5,01	2,61	1,34	2,16	4,77	0,00	6,36	32,47	1	0,051	0,7854	30,52	
								0,45							

∴ Se adopta 1EØ10 c/7cm en la zona de rótulas plásticas

∴ Se adopta 1EØ10 c/10 cm en la zona Central de la cara de la viga

Pórtico C															
		a	Mpr [T.m]	Vp [T]	wd	Vg [T]	Vu [T]	Vc [T]	Vs [T]	Vsmax [T]	ϕ [cm]	Av/s	Área var	s [cm]	Ln
Voladizo	a	1,66	3,39	6,46	1,34	0,70	7,16	0,00	9,55	32,47	1	0,077	0,7854	20,31	1,05
	b	1,66	3,39				5,76								
Tramo exterior	a	3,32	6,58	2,76	1,34	2,81	6,29	7,82	0,56	32,47	1	0,005	0,7854	344,74	4,2
	b	2,49	5,01				0,66								
	c	4,99	9,58	3,47	1,34	2,81	6,29	0,00	8,38	32,47	1	0,068	0,7854	23,13	
							0,66								
Tramo 1	a	4,99	9,58	3,24	1,34	3,02	6,26	0,00	8,34	32,47	1	0,068	0,7854	23,25	4,5
	b	2,49	5,01				0,23								
	c	3,32	6,58	2,58	1,34	3,02	6,26	7,82	0,52	32,47	1	0,004	0,7854	371,73	
							-0,44								
Tramo 2	a	3,32	6,58	3,10	1,34	2,16	5,26	0,00	7,01	32,47	1	0,057	0,7854	27,68	3,22
	b	1,66	3,39				0,94								
	c	3,32	6,58	3,10	1,34	2,16	5,26	0,00	7,01	32,47	1	0,057	0,7854	27,68	
							0,94								
Tramo exterior	a	3,32	6,58	3,10	1,34	2,16	5,26	0,00	7,01	32,47	1	0,057	0,7854	27,68	3,22
	b	1,66	3,39				0,94								
	c	2,49	5,01	2,61	1,34	2,16	5,26	7,82	0,00	32,47	1	0,000	0,7854	0,00	
							0,45								

::Se adopta 1EØ10 c/7cm en la zona de rótulas plásticas

::Se adopta 1EØ10 c/10 cm en la zona Central de la cara de la viga

Pórtico E															
		a	Mpr [T.m]	Vp [T]	wd	Vg [T]	Vu [T]	Vc [T]	Vs [T]	Vsmax [T]	ϕ [cm]	Av/s	Área var	s [cm]	Ln
Voladizo	a	1,66	3,39	6,46	1,34	0,70	7,16	0,00	9,55	32,47	1	0,077	0,7854	20,31	1,05
	b	1,66	3,39				5,76								
Tramo exterior	a	3,32	6,58	2,76	1,34	2,81	5,58	7,82	0,00	32,47	1	0,000	0,7854	0,00	4,2
	b	2,49	5,01				-0,05								
	c	3,32	6,58	2,76	1,34	2,81	5,58	7,82	0,00	32,47	1	0,000	0,7854	0,00	
								-0,05							
Tramo 1	a	3,32	6,58	2,22	1,34	3,02	5,23	7,82	0,00	32,47	1	0,000	0,7854	0,00	4,5
	b	1,66	3,39				-0,80								
	c	3,32	6,58	2,22	1,34	3,02	5,23	7,82	0,00	32,47	1	0,000	0,7854	0,00	
								-0,80							
Tramo 2	a	3,32	6,58	3,10	1,34	2,16	5,26	0,00	7,01	32,47	1	0,057	0,7854	27,68	3,22
	b	1,66	3,39				0,94								
	c	3,32	6,58	3,10	1,34	2,16	5,26	0,00	7,01	32,47	1	0,057	0,7854	27,68	
								0,94							
Tramo exterior	a	3,32	6,58	3,30	1,34	2,02	5,33	0,00	7,10	32,47	1	0,058	0,7854	27,31	3,02
	b	1,66	3,39				1,28								
	c	2,49	5,01	2,78	1,34	2,02	4,81	0,00	6,41	32,47	1	0,052	0,7854	30,27	
								0,76							

∴Se adopta 1EØ10 c/7cm en la zona de rótulas plásticas

∴Se adopta 1EØ10 c/10 cm en la zona Central de la cara de la viga

Pórtico F															
		a	Mpr [T.m]	Vp [T]	wd	Vg [T]	Vu [T]	Vc [T]	Vs [T]	Vsmax [T]	φ [cm]	Av/s	Área var	s [cm]	Ln
Voladizo	a	1,66	3,39	6,46	1,34	0,70	7,16	0,00	9,55	32,47	1	0,077	0,7854	20,31	1,05
	b	1,66	3,39				5,76								
Tramo exterior	a	3,32	6,58	2,76	1,34	2,81	5,58	7,82	0,00	32,47	1	0,000	0,7854	0,00	4,2
	b	2,49	5,01				-0,05								
	c	3,32	6,58	2,76	1,34	2,81	5,58	7,82	0,00	32,47	1	0,000	0,7854	0,00	
								-0,05							
Tramo 1	a	3,32	6,58	2,22	1,34	3,02	5,23	7,82	0,00	32,47	1	0,000	0,7854	0,00	4,5
	b	1,66	3,39				-0,80								
	c	3,32	6,58	2,22	1,34	3,02	5,23	7,82	0,00	32,47	1	0,000	0,7854	0,00	
								-0,80							
Tramo 2	a	3,32	6,58	3,10	1,34	2,16	5,26	0,00	7,01	32,47	1	0,057	0,7854	27,68	3,22
	b	1,66	3,39				0,94								
	c	3,32	6,58	3,10	1,34	2,16	5,26	0,00	7,01	32,47	1	0,057	0,7854	27,68	
								0,94							
Tramo exterior	a	3,32	6,58	3,30	1,34	2,02	5,33	0,00	7,10	32,47	1	0,058	0,7854	27,31	3,02
	b	1,66	3,39				1,28								
	c	2,49	5,01	2,78	1,34	2,02	4,81	0,00	6,41	32,47	1	0,052	0,7854	30,27	
								0,76							

∴Se adopta 1EØ10 c/7cm en la zona de rótulas plásticas

∴Se adopta 1EØ10 c/10 cm en la zona Central de la cara de la viga

Pórtico H															
		a	Mpr [T.m]	Vp [T]	wd	Vg [T]	Vu [T]	Vc [T]	Vs [T]	Vsmax [T]	ϕ [cm]	Av/s	Área var	s [cm]	Ln
Voladizo	a	2,49	5,01	4,77	1,34	0,70	5,48	0,00	7,30	32,47	1	0,059	0,7854	26,56	1,05
	b	0,00	0,00				4,07								
Tramo exterior	a	3,32	6,58	2,76	1,34	2,81	6,29	7,82	0,56	32,47	1	0,005	0,7854	344,74	4,2
	b	2,49	5,01				0,66								
	c	4,99	9,58	3,47	1,34	2,81	6,29	0,00	8,38	32,47	1	0,068	0,7854	23,13	
							0,66								
Tramo 1	a	4,99	9,58	3,24	1,34	3,02	6,26	0,00	8,34	32,47	1	0,068	0,7854	23,25	4,5
	b	2,49	5,01				0,23								
	c	3,32	6,58	2,58	1,34	3,02	5,59	7,82	0,00	32,47	1	0,000	0,7854	0,00	
							-0,44								
Tramo 2	a	3,32	6,58	3,10	1,34	2,16	5,26	0,00	7,01	32,47	1	0,057	0,7854	27,68	3,22
	b	1,66	3,39				0,94								
	c	3,32	6,58	3,10	1,34	2,16	5,26	0,00	7,01	32,47	1	0,057	0,7854	27,68	
							0,94								
Tramo exterior	a	3,32	6,58	3,30	1,34	2,02	5,33	0,00	7,10	32,47	1	0,058	0,7854	27,31	3,02
	b	1,66	3,39				1,28								
	c	2,49	5,01	2,78	1,34	2,02	4,81	0,00	6,41	32,47	1	0,052	0,7854	30,27	
							0,76								

∴Se adopta 1EØ10 c/7cm en la zona de rótulas plásticas

∴Se adopta 1EØ10 c/10 cm en la zona Central de la cara de la viga

Pórtico J															
		a	Mpr [T.m]	Vp [T]	wd	Vg [T]	Vu [T]	Vc [T]	Vs [T]	Vsmax [T]	ϕ [cm]	Av/s	Área var	s [cm]	Ln
Tramo exterior	a	2,49	5,01	2,00	1,34	2,81	4,81	7,82	0,00	32,47	1	0,000	0,7854	0,00	4,2
	b	1,66	3,39				-0,81								
	c	2,49	5,01	2,00	1,34	2,81	4,81	7,82	0,00	32,47	1	0,000	0,7854	0,00	
								-0,81							
Tramo 1	a	2,49	5,01	1,87	1,34	3,02	4,88	7,82	0,00	32,47	1	0,000	0,7854	0,00	4,5
	b	1,66	3,39				-1,15								
	c	2,49	5,01	1,87	1,34	3,02	4,88	7,82	0,00	32,47	1	0,000	0,7854	0,00	
								-1,15							
Tramo 2	a	2,49	5,01	2,61	1,34	2,16	4,77	0,00	6,36	32,47	1	0,051	0,7854	30,52	3,22
	b	1,66	3,39				0,45								
	c	2,49	5,01	2,61	1,34	2,16	4,77	0,00	6,36	32,47	1	0,051	0,7854	30,52	
								0,45							
Tramo exterior	a	2,49	5,01	2,78	1,34	2,02	4,81	0,00	6,41	32,47	1	0,052	0,7854	30,27	3,02
	b	1,66	3,39				0,76								
	c	2,49	5,01	2,78	1,34	2,02	4,81	0,00	6,41	32,47	1	0,052	0,7854	30,27	
								0,76							

::Se adopta 1EØ10 c/7cm en la zona de rótulas plásticas

::Se adopta 1EØ10 c/10 cm en la zona Central de la cara de la viga

Pórtico 2															
		a [cm]	Mpr [T.m]	Vp [T]	wd	Vg [T]	Vu [T]	Vc [T]	Vs [T]	Vsmax [T]	ϕ [cm]	Av/s	Área var	s [cm]	Ln
Tramo exterior	a	3,32	6,58	4,38	1,34	1,78	6,73	0,00	8,97	32,47	1	0,073	0,7854	21,63	2,65
	b	2,49	5,01				3,18								
	c	4,16	8,11	4,95	1,34	1,78	6,73	0,00	8,97	32,47	1	0,073	0,7854	21,63	
							3,18								
Tramo interior 1	a	4,16	8,11	4,03	1,34	2,45	6,47	0,00	8,63	32,47	1	0,070	0,7854	22,48	3,65
	b	3,32	6,58				1,58								
	c	3,32	6,58	3,61	1,34	2,45	6,05	0,00	8,07	32,47	1	0,065	0,7854	24,03	
							1,16								
Tramo interior 2	a	3,32	6,58	6,05	1,34	1,11	7,15	0,00	9,53	32,47	1	0,077	0,7854	20,34	1,65
	b	1,66	3,39				4,94								
	c	4,16	8,11	6,97	1,34	1,11	8,07	0,00	10,77	32,47	1	0,087	0,7854	18,02	
							5,86								
Tramo interior 3	a	4,16	8,11	4,03	1,34	2,45	6,47	0,00	8,63	32,47	1	0,070	0,7854	22,48	3,65
	b	3,32	6,58				1,58								
	c	4,16	8,11	4,03	1,34	2,45	6,47	0,00	8,63	32,47	1	0,070	0,7854	22,48	
							1,58								
Tramo exterior	a	4,16	8,11	4,95	1,34	1,78	6,73	0,00	8,97	32,47	1	0,073	0,7854	21,63	2,65
	b	2,49	5,01				3,18								
	c	3,32	6,58	4,38	1,34	1,78	6,15	0,00	8,20	32,47	1	0,066	0,7854	23,65	
							2,60								

∴ Se adopta 1EØ10 c/7cm en la zona de rótulas plásticas

∴ Se adopta 1EØ10 c/10 cm en la zona Central de la cara de la viga

Pórtico 2															
		a [cm]	Mpr [T.m]	Vp [T]	wd	Vg [T]	Vu [T]	Vc [T]	Vs [T]	Vsmax [T]	ϕ [cm]	Av/s	Área var	s [cm]	Ln
Tramo exterior	a	3,32	6,58	4,46	1,34	1,74	6,79	0,00	9,05	32,47	1	0,073	0,7854	21,43	2,6
	b	2,49	5,01				3,30								
	c	4,16	8,11	5,05	1,34	1,74	6,79	0,00	9,05	32,47	1	0,073	0,7854	21,43	
							3,30								
Tramo interior 1	a	4,16	8,11	4,08	1,34	2,41	6,49	0,00	8,66	32,47	1	0,070	0,7854	22,40	3,6
	b	3,32	6,58				1,67								
	c	3,32	6,58	3,66	1,34	2,41	6,07	0,00	8,09	32,47	1	0,066	0,7854	23,97	
							1,25								
Tramo interior 2	a	3,32	6,58	6,23	1,34	1,07	7,31	0,00	9,74	32,47	1	0,079	0,7854	19,91	1,6
	b	1,66	3,39				5,16								
	c	4,16	8,11	7,19	1,34	1,07	8,26	0,00	11,01	32,47	1	0,089	0,7854	17,62	
							6,11								
Tramo interior 3	a	4,16	8,11	4,08	1,34	2,41	6,49	0,00	8,66	32,47	1	0,070	0,7854	22,40	3,6
	b	3,32	6,58				1,67								
	c	4,16	8,11	4,08	1,34	2,41	6,49	0,00	8,66	32,47	1	0,070	0,7854	22,40	
							1,67								
Tramo exterior	a	4,16	8,11	5,05	1,34	1,74	6,79	0,00	9,05	32,47	1	0,073	0,7854	21,43	2,6
	b	2,49	5,01				3,30								
	c	3,32	6,58	4,46	1,34	1,74	6,20	0,00	8,27	32,47	1	0,067	0,7854	23,45	
							2,72								

∴Se adopta 1EØ10 c/7cm en la zona de rótulas plásticas

∴Se adopta 1EØ10 c/10 cm en la zona Central de la cara de la viga

Pórtico 3															
		a	Mpr [T.m]	Vp [T]	wd	Vg [T]	Vu [T]	Vc [T]	Vs [T]	Vsmax [T]	ϕ [cm]	Av/s	Área var	s [cm]	Ln
Tramo exterior	a	5,66	12,75	8,90	1,34	1,74	10,64	0,00	14,19	37,99	1	0,098	0,7854	16,00	2,6
	b	4,53	10,38				7,16								
	c	5,66	12,75	8,90	1,34	1,74	10,64	0,00	14,19	37,99	1	0,098	0,7854	16,00	
							7,16								
Tramo interior 1	a	5,66	12,75	5,74	1,34	2,41	8,16	0,00	10,87	37,99	1	0,075	0,7854	20,87	3,6
	b	3,39	7,92				3,33								
	c	4,53	10,38	5,09	1,34	2,41	8,16	0,00	10,87	37,99	1	0,075	0,7854	20,87	
							2,67								
Tramo interior 2	a	4,53	10,38	11,44	1,34	1,07	12,51	0,00	16,69	37,99	1	0,115	0,7854	13,60	1,6
	b	3,39	7,92				10,37								
	c	4,53	10,38	11,44	1,34	1,07	12,51	0,00	16,69	37,99	1	0,115	0,7854	13,60	
							10,37								
Tramo interior 3	a	4,53	10,38	5,09	1,34	2,41	8,16	0,00	10,87	37,99	1	0,075	0,7854	20,87	3,6
	b	3,39	7,92				2,67								
	c	5,66	12,75	5,74	1,34	2,41	8,16	0,00	10,87	37,99	1	0,075	0,7854	20,87	
							3,33								
Tramo exterior	a	5,66	12,75	8,90	1,34	1,74	10,64	0,00	14,19	37,99	1	0,098	0,7854	16,00	2,6
	b	4,53	10,38				7,16								
	c	4,53	10,38	7,99	1,34	1,74	9,73	0,00	12,97	37,99	1	0,090	0,7854	17,49	
							6,25								

::Se adopta 1EØ10 c/7cm en la zona de rótulas plásticas

::Se adopta 1EØ10 c/10 cm en la zona Central de la cara de la viga

		a	Mpr [T.m]	Vp [T]	wd	Vg [T]	Vu [T]	Vc [T]	Vs [T]	Vsmax [T]	ϕ [cm]	Av/s	Área var	s [cm]	Ln
Tramo exterior	a	2,99	4,08	3,14	1,34	1,74	5,36	0,00	7,14	22,46	1	0,070	0,7854	22,54	2,60
	b	2,99	4,08				1,87								
	c	3,99	5,32	3,61	1,34	1,74	5,36	0,00	7,14	22,46	1	0,070	0,7854	22,54	
							1,87								
Tramo 1	a	3,99	5,32	5,06	1,34	1,07	6,13	0,00	8,18	22,46	1	0,080	0,7854	19,69	1,60
	b	1,99	2,78				3,99								
	c	3,99	5,32	5,06	1,34	1,07	6,13	0,00	8,18	22,46	1	0,080	0,7854	19,69	
							3,99								
Tramo exterior	a	3,99	5,32	3,61	1,34	1,74	5,36	0,00	7,14	22,46	1	0,070	0,7854	22,54	2,6
	b	2,99	4,08				1,87								
	c	1,99	2,78	2,64	1,34	1,74	4,38	0,00	5,84	22,46	1	0,057	0,7854	27,57	
							0,89								

∴Se adopta 1EØ10 c/7cm en la zona de rótulas plásticas

∴Se adopta 1EØ10 c/10 cm en la zona Central de la cara de la viga

Pórtico 5 Vigas Ascensor															
		a	Mpr [T.m]	Vp [T]	wd	Vg [T]	Vu [T]	Vc [T]	Vs [T]	Vsmax [T]	ϕ [cm]	Av/s	Área var	s [cm]	Ln
Tramo exterior	a	2,99	4,08	5,10	1,34	1,07	6,17	0,00	8,23	22,46	1	0,080	0,7854	19,57	1,60
	b	2,99	4,08				4,03								
	c	2,99	4,08	5,10	1,34	1,07	6,17	0,00	8,23	22,46	1	0,080	0,7854	19,57	
							4,03								

∴Se adopta 1EØ10 c/7cm en la zona de rótulas plásticas

∴Se adopta 1EØ10 c/10 cm en la zona Central de la cara de la viga

Pórtico 6															
		a	Mpr [T.m]	Vp [T]	wd	Vg [T]	Vu [T]	Vc [T]	Vs [T]	Vsmax [T]	ϕ [cm]	Av/s	Área var	s [cm]	Ln
Tramo exterior	a	4,16	8,11	5,05	1,04	1,35	5,81	0,00	7,75	32,47	1	0,063	0,7854	25,03	2,6
	b	2,49	5,01				3,11								
	c	3,32	6,58	4,46	1,04	1,35	5,81	0,00	7,75	32,47	1	0,063	0,7854	25,03	
							3,11								
Tramo interior 1	a	3,32	6,58	3,22	1,04	1,87	5,52	0,00	7,36	32,47	1	0,060	0,7854	26,37	3,6
	b	2,49	5,01				1,35								
	c	4,16	8,11	3,64	1,04	1,87	5,52	0,00	7,36	32,47	1	0,060	0,7854	26,37	
							1,77								
Tramo interior 2	a	4,16	8,11	9,18	1,04	0,83	10,01	0,00	13,35	32,47	1	0,108	0,7854	14,53	1,6
	b	3,32	6,58				8,35								
	c	4,16	8,11	9,18	1,04	0,83	10,01	0,00	13,35	32,47	1	0,108	0,7854	14,53	
							8,35								
Tramo interior 3	a	4,16	8,11	3,64	1,04	1,87	5,52	0,00	7,36	32,47	1	0,060	0,7854	26,37	3,6
	b	2,49	5,01				1,77								
	c	3,32	6,58	3,22	1,04	1,87	5,52	0,00	7,36	32,47	1	0,060	0,7854	26,37	
							1,35								
Tramo exterior	a	3,32	6,58	4,46	1,04	1,35	5,81	0,00	7,75	32,47	1	0,063	0,7854	25,03	2,6
	b	2,49	5,01				3,11								
	c	3,32	6,58	4,46	1,04	1,35	5,81	0,00	7,75	32,47	1	0,063	0,7854	25,03	
							3,11								

∴Se adopta 1EØ10 c/7cm en la zona de rótulas plásticas

∴Se adopta 1EØ10 c/10 cm en la zona Central de la cara de la viga

Pórtico 7															
		a	Mpr [T.m]	Vp [T]	wd	Vg [T]	Vu [T]	Vc [T]	Vs [T]	Vsmax [T]	ϕ [cm]	Av/s	Área var	s [cm]	Ln
Tramo exterior	a	3,32	6,58	4,46	1,34	1,74	6,79	0,00	9,05	32,47	1	0,073	0,7854	21,43	2,6
	b	2,49	5,01				3,30								
	c	4,16	8,11	5,05	1,34	1,74	6,79	0,00	9,05	32,47	1	0,073	0,7854	21,43	
							3,30								
Tramo interior 1	a	4,16	8,11	4,08	1,34	2,41	6,49	0,00	8,66	32,47	1	0,070	0,7854	22,40	3,6
	b	3,32	6,58				1,67								
	c	4,16	8,11	4,08	1,34	2,41	6,49	0,00	8,66	32,47	1	0,070	0,7854	22,40	
							1,67								
Tramo interior 2	a	4,16	8,11	8,20	1,34	1,07	9,27	0,00	12,36	32,47	1	0,100	0,7854	15,69	1,6
	b	2,49	5,01				7,13								
	c	4,16	8,11	8,20	1,34	1,07	9,27	0,00	12,36	32,47	1	0,100	0,7854	15,69	
							7,13								
Tramo interior 3	a	4,16	8,11	4,08	1,34	2,41	6,49	0,00	8,66	32,47	1	0,070	0,7854	22,40	3,6
	b	3,32	6,58				1,67								
	c	4,16	8,11	4,08	1,34	2,41	6,49	0,00	8,66	32,47	1	0,070	0,7854	22,40	
							1,67								
Tramo exterior	a	4,16	8,11	5,05	1,34	1,74	6,79	0,00	9,05	32,47	1	0,073	0,7854	21,43	2,6
	b	2,49	5,01				3,30								
	c	3,32	6,58	4,46	1,34	1,74	6,20	0,00	8,27	32,47	1	0,067	0,7854	23,45	
							2,72								

::Se adopta 1EØ10 c/7cm en la zona de rótulas plásticas

::Se adopta 1EØ10 c/10 cm en la zona Central de la cara de la viga

Pórtico 8															
		a	Mpr [T.m]	Vp [T]	wd	Vg [T]	Vu [T]	Vc [T]	Vs [T]	Vsmax [T]	ϕ [cm]	Av/s	Área var	s [cm]	Ln
Tramo exterior	a	3,32	6,58	4,46	1,34	1,74	6,20	0,00	8,27	32,47	1	0,067	0,7854	23,45	2,6
	b	2,49	5,01				2,72								
	c	3,32	6,58	4,46	1,34	1,74	6,20	0,00	8,27	32,47	1	0,067	0,7854	23,45	
							2,72								
Tramo interior 1	a	3,32	6,58	2,77	1,34	2,41	5,18	0,00	6,91	32,47	1	0,056	0,7854	28,07	3,6
	b	1,66	3,39				0,36								
	c	3,32	6,58	2,77	1,34	2,41	5,18	0,00	6,91	32,47	1	0,056	0,7854	28,07	
							0,36								
Tramo interior 2	a	3,32	6,58	3,84	1,34	1,74	5,58	0,00	7,44	32,47	1	0,060	0,7854	26,08	2,6
	b	1,66	3,39				2,09								
	c	3,32	6,58	3,84	1,34	1,74	5,58	0,00	7,44	32,47	1	0,060	0,7854	26,08	
							2,09								
Tramo exterior	a	3,32	6,58	3,22	1,34	2,41	5,63	0,00	7,51	32,47	1	0,061	0,7854	25,82	3,6
	b	2,49	5,01				0,81								
	c	3,32	6,58	3,22	1,34	2,41	5,63	0,00	7,51	32,47	1	0,061	0,7854	25,82	
							0,81								

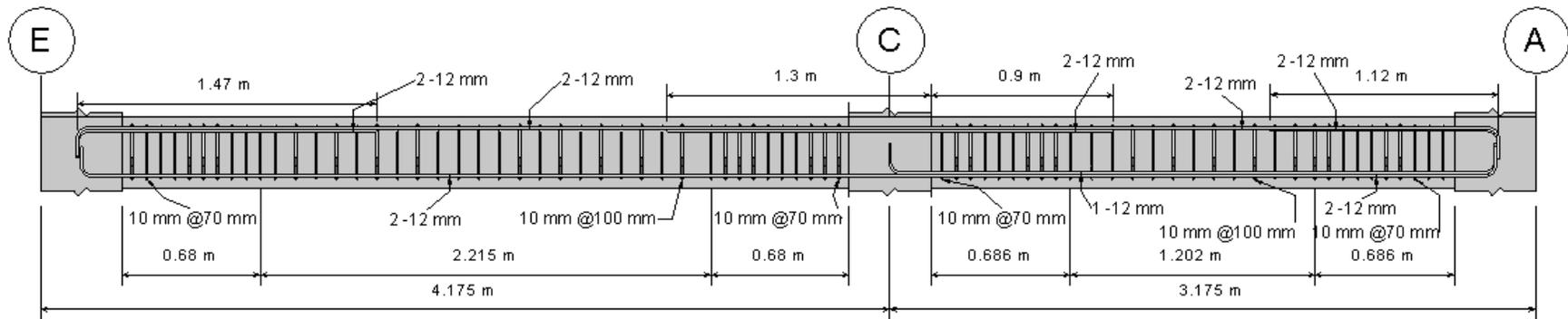
::Se adopta 1EØ10 c/7cm en la zona de rótulas plásticas

::Se adopta 1EØ10 c/10 cm en la zona Central de la cara de la viga

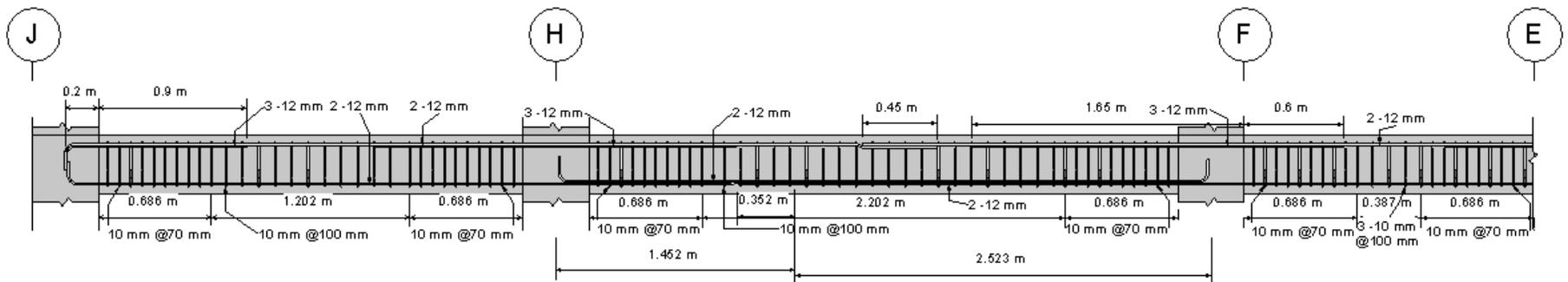
Apéndice D

Armado de vigas

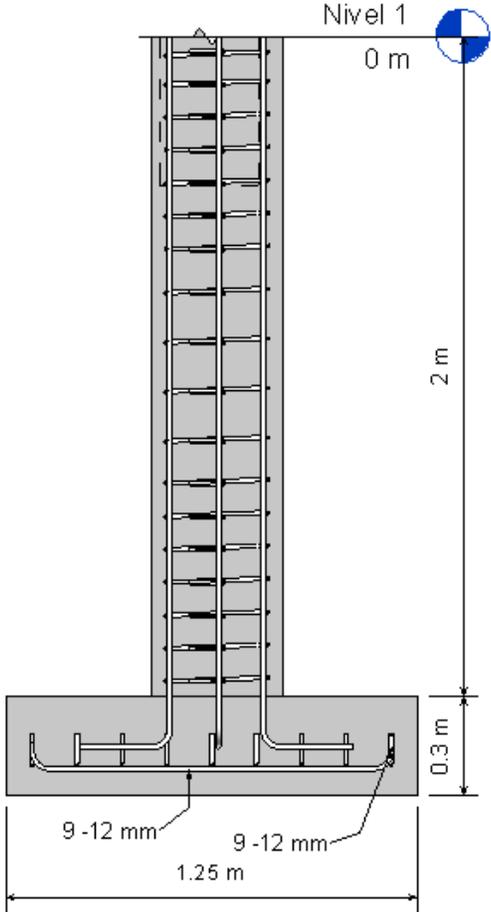
Viga Pórtico 8



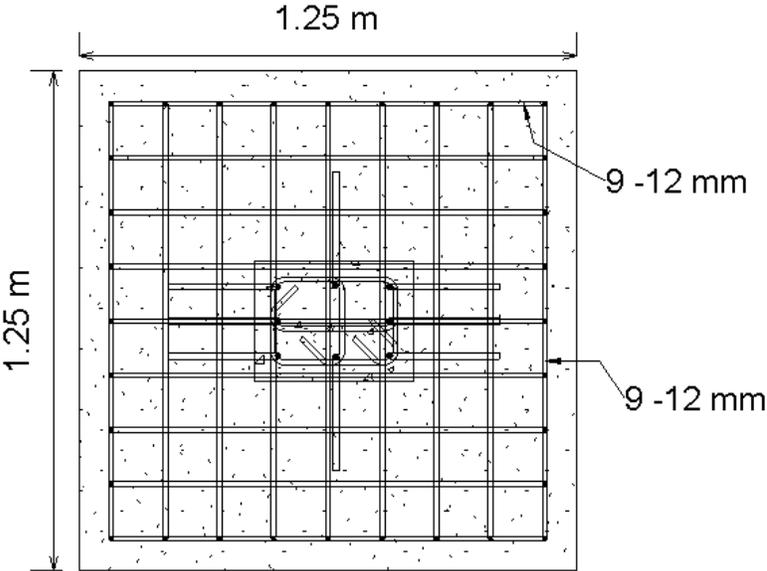
Viga Pórtico 7



Armado de cimentaciones



Vista en alzado



Vista en planta