



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE
CONSTRUCCIONES

**Diseño y modelación de una estructura para estacionamiento
vehicular de hormigón y acero, en el parqueadero de la Universidad
del Azuay**

Trabajo de grado previo a la obtención del título de:
INGENIERO CIVIL CON ÉNFASIS EN GERENCIA DE
CONSTRUCCIONES

Autores:
IVÁN FERNANDO ANDRADE LÓPEZ
KARLA BELÉN GARCÍA MOLINA

Director:
JUAN PABLO RIQUETTI MORALES

Cuenca – Ecuador

2015

**DISEÑO Y MODELACIÓN DE UNA ESTRUCTURA PARA
ESTACIONAMIENTO VEHICULAR DE HORMIGÓN Y ACERO, EN EL
PARQUEADERO DE LA UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

RESUMEN

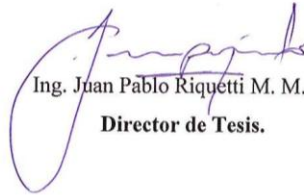
El problema de la falta de plazas de parqueo en la Universidad del Azuay es un agravante para la comunidad universitaria, que aumenta considerablemente con el crecimiento anual del parque automotor en la ciudad. Por tal motivo se ha visto conveniente profundizar en este tema para dar alternativas de solución a este problema; tomando en cuenta que sea un proyecto rentable y técnicamente viable, que brinde beneficios tanto al usuario como a los inversionistas.

En este proyecto se muestra el diseño del parqueadero con una capa asfáltica y muros de contención, mismos que optimizan al máximo el espacio, aumentando el número de plazas de estacionamientos, además, de dos propuestas de torres de parqueo, una en hormigón armado con el sistema de muros portantes y otra en estructura metálica.

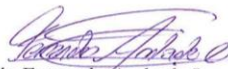
Palabras Clave: Diseño, modelación, parqueadero, muros portantes, estructura metálica, estructura de hormigón armado, rentabilidad.



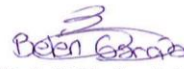
Ing. Paúl Cornelio Cordero D.
Director de Escuela.



Ing. Juan Pablo Riquetti M. M.Sc.
Director de Tesis.



Iván Fernando Andrade L.
Autor.



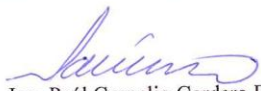
Karla Belén García M.
Autor.

**DESIGN AND MODELLING OF A CONCRETE AND STEEL STRUCTURE FOR
VEHICLE PARKING AT THE PARKING AREA OF UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

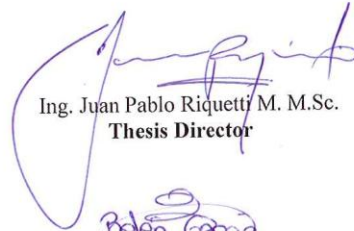
ABSTRACT

The problem of lack of parking spaces at *Universidad del Azuay* is an aggravating factor for the university community, which increases considerably with the annual growth of the fleet in the city. For this reason, we have seen the need to investigate this issue so as to give alternative solutions to this problem; keeping in mind that this must be a profitable and technically viable project that provides benefits to both users and investors. This project presents the design of the parking lot with an asphalt layer and retaining walls, which optimize the maximum space by increasing the number of parking spaces. Additionally, we propose the construction of two parking towers, one in reinforced concrete with load-bearing walls system and the other one on metal structure.

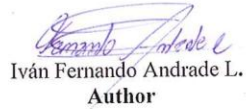
Keywords: Design, modeling, parking, load-bearing walls, metal structure, reinforced concrete structure, profitability.



Ing. Paúl Cornelio Cordero D.
School Director



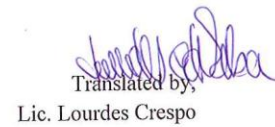
Ing. Juan Pablo Riquetti M. M.Sc.
Thesis Director



Iván Fernando Andrade L.
Author



Karla Belén García M
Author



Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	I
ABSTRACT.....	III
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
ÍNDICE DE ANEXOS.	IX
GENERALIDADES.....	1
Introducción.	1
Alcance.....	2
Antecedentes.	2
Justificación.....	2
OBJETIVOS.	3
Objetivo general.	3
Objetivos específicos.	3
CAPÍTULO I: ESTUDIOS PRELIMINARES Y ENSAYOS.....	4
1.1. Ubicación geográfica.	4
1.2. Descripción del estado actual del parqueadero.....	5
1.3. Demanda vehicular en la calle Hernán Malo.....	5
1.4. Levantamiento topográfico.....	6
1.5. Clasificación de suelos.	6
1.5.1. Procedimiento y resultados.	6
1.6. Ensayo de corte directo.....	9
1.6.1. Procedimientos y resultados.....	9
1.7. C.B.R. (California Bearing Ratio).	10
1.7.1. Procedimiento y resultados.	10
1.8. Ensayo de compactación (Próctor modificado).....	11
1.8.1. Procedimientos y resultados.....	11
1.9. Capacidad de carga del suelo.....	13

1.9.1. Carga última.....	13
1.9.2. Factor de seguridad.....	15
1.9.3. Carga admisible.....	15

CAPÍTULO II: CÁLCULOS Y DISEÑO..... 16

2.1. Análisis de propuestas.....	16
2.1.1. Normativas vigentes (acero y hormigón).....	16
2.1.1.1. Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC).....	16
2.1.1.2. American Concrete Institute (ACI).....	16
2.1.1.3. American Institute of Steel Construction (AISC).....	17
2.1.2. Software de diseño CYPECAD v2015.e.....	17
2.1.3. Estructura metálica.....	17
2.1.4. Muros portantes.....	19
2.1.5. Normas consideradas.....	21
2.2. Cálculos y diseño de cimentación.....	23
2.2.1. Zapatas aisladas.....	23
2.2.2. Zapatas corridas.....	25
2.3. Cálculo y diseño estructural.....	26
2.3.1. Diseño de estructura metálica.....	26
2.3.1.1. Diseño de columnas.....	26
2.3.1.2. Diseño de vigas.....	28
2.3.1.3. Diseño de la losa.....	29
2.3.1.4. Diseño de la rampa de acceso.....	29
2.3.2. Diseño de muros portantes.....	31
2.3.2.1. Diseño de muros.....	31
2.3.2.2. Diseño de vigas.....	32
2.3.2.3. Diseño de losa.....	33
2.3.2.4. Diseño de la rampa de acceso.....	34
2.4. Cálculos y diseño de pavimentos.....	35
2.4.1. TPDA.....	35
2.4.2. Diseño de pavimento flexible.....	35
2.5. Cálculos y diseño de muros de hormigón ciclópeo.....	37
2.5.1. Empuje activo.....	38

2.5.2. Empuje pasivo.....	38
2.5.3. Estabilidad.....	38
2.5.3.1. Volcamiento.....	38
2.5.3.2. Deslizamiento.	39
2.5.3.3. Presiones de contacto.....	40
Presupuesto y cronograma valorado.	40
CAPÍTULO III: PROYECTO Y RESULTADOS	43
3.1. Estudio de proyecto.	43
3.1.1. Estudio de mercado.....	43
3.1.2. Estudio técnico.....	45
3.1.3. Estudio económico.....	47
CONCLUSIONES.....	50
RECOMENDACIONES.....	51
BIBLIOGRAFÍA.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación geográfica del parqueadero actual de la Universidad del Azuay

Figura 2: Método de la cuchara de Casagrande.

Figura 3: Círculos de Mohr.

Figura 4: Gráfica del ensayo Próctor.

Figura 5: Distribución de la carga última del suelo.

Figura 6: Estructura metálica.

Figura 7: Parqueadero (Acero).

Figura 8: Muros portantes.

Figura 9: Parqueadero (Hormigón).

Figura 10: Proyección en planta de la obra

Figura 11: Zapatas aisladas.

Figura 12: Viga de atado.

Figura 13: Zapatas corridas.

Figura 14: Columna 500x800x12.

Figura 15: Viga 900x600x20x20.

Figura 16: Viga 500x250x12x15.

Figura 17: Deck metálico.

Figura 18: Columna para la rampa (estructura metálica).

Figura 19: Viga para la rampa (estructura metálica).

Figura 20: Viga tipo.

Figura 21: Losa casetonada.

Figura 22: Rampa de acceso.

Figura 23: Factores que intervienen en el diseño de un muro

Figura 24: Aceptación del proyecto.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resultados de la clasificación de suelos.

Tabla 2: Resultados de ensayo de corte directo.

Tabla 3: Resultados de ensayo de C.B.R.

Tabla 4: Resultado de ensayo Próctor modificado.

Tabla 5: Carga última y admisible del suelo.

Tabla 6: Cargas.

Tabla 7: Armado de cimientos (estructura metálica).

Tabla 8: Cantidades de obra de cimentación.

Tabla 9: Dimensiones de columnas.

Tabla 10: Muros y empujes.

Tabla 11: Losa casetonada.

Tabla 12: Datos geotécnicos.

Tabla 13: Resistencia al volcamiento.

Tabla 14: Resistencia al deslizamiento.

Tabla 15: Resistencia a las presiones de contacto.

Tabla 16: Presupuesto (acero).

Tabla 17: Presupuesto (hormigón).

Tabla 18: Estudio de mercado.

Tabla 19: Gastos operacionales.

Tabla 20: Ingresos anuales.

Tabla 21: Inversión inicial.

Tabla 22: Análisis económico (acero).

Tabla 23: Análisis económico (hormigón).

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1: Levantamiento topográfico.
- Anexo 2: Granulometría del suelo.
- Anexo 3: Ensayo de corte directo.
- Anexo 4: C.B.R.
- Anexo 5: Próctor modificado.
- Anexo 6: Zapatas aisladas.
- Anexo 7: Zapatas corridas.
- Anexo 8: Estructura metálica.
- Anexo 9: Muros portantes.
- Anexo 10: Coeficiente de capas y promedio de factores de carga equivalente.
- Anexo 11: Valores del coeficiente de presión activa de tierra de Coulomb (k_a).
- Anexo 12: Factores de capacidad de carga.
- Anexo 13: Precios unitarios.
- Anexo 14: Cronograma valorado.
- Anexo 15: Modelo de encuesta.
- Anexo 16: Resultados de encuesta.
- Anexo 17: Gastos operacionales.
- Anexo 18: Ingresos anuales.
- Anexo 19: flujo de cajas.
- Anexo 20: Planos.

Iván Fernando Andrade López.

Karla Belén García Molina.

Trabajo de Grado.

Ing. Juan Pablo Riquetti Morales.

Febrero 2015.

**DISEÑO Y MODELACIÓN DE UNA ESTRUCTURA PARA
ESTACIONAMIENTO VEHICULAR DE HORMIGÓN Y ACERO, EN EL
PARQUEADERO DE LA UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

GENERALIDADES

Introducción

El trabajo de grado que se presentará a continuación tiene como propósito recibir el título de Ingeniero (a) Civil con mención en Gerencia de Construcciones, otorgado por la Universidad del Azuay.

En Cuenca se registran 78300 vehículos livianos matriculados en el año 2012, además, se promedia un crecimiento del parque automotor en un 6% anual, según el INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2013); la facilidad que brindan muchas concesionarias para obtener un vehículo y también la posibilidad económica de las familias, han provocado que Cuenca esté saturada por automotores acorde al Diario La Tarde (La Tarde Diario vespertino de Cuenca, 2013), mismos que requieren de un lugar permitido para estacionarlos.

El análisis y el diseño, está orientado a desarrollar esfuerzos para buscar alternativas que ayuden a aumentar la calidad del suelo en el sector, el estudio topográfico del terreno, el diseño de muros de contención que delimiten de manera correcta las plateas de estacionamiento, el diseño de una plataforma elevada de parqueaderos

tanto en estructura metálica como con muros portantes y con esto satisfacer en gran parte la creciente demanda de plazas de parqueo.

Alcance

Con ayuda de estudios geotécnicos y topográficos, además de la modelación de una estructura de parqueo con dos diferentes métodos constructivos como muros portantes de hormigón armado y estructura metálica, se busca dar una alternativa de solución al problema de la falta de plazas de estacionamiento vehicular en el parqueadero de la Universidad del Azuay, logrando optimizar al máximo el terreno designado para esta ocupación.

Antecedentes

Debido al crecimiento del parque automotor en la ciudad de Cuenca, se ha visto la necesidad de aumentar el número de plazas de estacionamiento dentro del parqueadero de la Universidad de Azuay, ya que el existente no satisface la demanda y por este motivo los usuarios se ven obligados a estacionar sus vehículos en zonas aledañas no permitidas.

Además, es de conocimiento general, por parte de los usuarios del parqueadero de la Universidad del Azuay y estudiantes de la misma, que a medida que pasa el tiempo es más complicado encontrar plazas de parqueo disponibles; esto se debe principalmente a un diseño incorrecto del parqueadero, ya que carece de señalización, separación entre estacionamientos, iluminación, veredas, entre otros.

Justificación

Este trabajo tendrá como fin dar soluciones al principal problema que tienen los usuarios del parqueadero de la Universidad del Azuay, que es la falta de plazas de estacionamiento, además, de que con la modelación de una plataforma de parqueo y muros de contención, se podrá dar mayor cabida a los vehículos en el parqueadero, por último definirá cual es el correcto diseño en cuanto al número de plazas de parqueo que se puedan aumentar, teniendo en cuenta las normativas y señalización adecuada.

Para realizar el diseño de muros de contención, estructura de parqueo y el diseño del parqueadero de la Universidad del Azuay se ha considerado los siguientes aspectos:

- Necesidad del aumento plazas de parqueo.
- Descongestionamiento de las vías aledañas.
- Mejorar la señalización y calidad de las plazas de parqueo existentes.

El principal riesgo, si se llevará a cabo la ejecución de este proyecto, es que al aumentar el número de plazas vehiculares se estaría motivando a la población universitaria al uso del vehículo particular; sin embargo, la universidad esta llevando a cabo programas que concienticen el uso vehicular por parte de los estudiantes con el fin de reducir la demanda de plazas de estacionamiento vehicular.

Objetivos

Objetivo general

Diseñar el parqueadero de la Universidad del Azuay y aumentar el número de plazas de parqueo con ayuda de muros de contención y de una plataforma elevada con muros portantes o estructura metálica.

Objetivos específicos

- Realizar un estudio de clasificación del suelo, corte directo, CBR y Próctor modificado del terreno.
- Realizar el estudio topográfico del terreno.
- Analizar las normas vigentes.
- Diseñar muros de pantalla.
- Diseñar la plataforma elevada con muros portantes y estructura metálica.
- Diseñar pavimento flexible.
- Especificar medidas y señalización en las plazas de parqueo y en las áreas de circulación.

CAPÍTULO I

ESTUDIOS PRELIMINARES Y ENSAYOS

1.1. Ubicación geográfica

Figura 1: Ubicación geográfica del parqueadero actual de la Universidad del Azuay



Fuente: <https://www.google.com.ec/maps/@-2.9193933,-79.0010142,511m/data=!3m1!1e3>

El proyecto que será modelado, diseñado y analizado se encuentra al sureste de la ciudad de Cuenca y está limitado al norte con la Avenida 24 de Mayo, al sur con la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay, al este con la Calle Hernán Malo y al oeste con el CEIAP (Centro de Estimulación Integral y Apoyo Psicopedagógico).

1.2. Descripción del estado actual del parqueadero

El parqueadero tiene un área de 11.602,08 metros cuadrados, actualmente dividido en 3 terrazas, con 238 plazas de parqueo además 10 plazas reservadas para las autoridades del CEIAP, mismas que no cuentan con separaciones entre estacionamientos, iluminación, veredas ni la señalización respectiva.

La superficie del parqueadero es de lastre y la distribución actual no es la más adecuada ya que no se optimiza el espacio destinado a los estacionamientos.

Las plataformas están sostenidas por taludes naturales, mismos que no tienen ningún tipo de seguridad para que detengan los vehículos en caso de una gran proximidad a éstos.

Otro punto crítico son los accesos al parqueadero que generan congestionamiento vehicular al momento del ingreso, tanto por la Av. 24 de Mayo como por la Calle Hernán Malo; cabe recalcar que por la falta de plazas de estacionamiento los usuarios estacionan sus vehículos en las vías aledañas, reduciendo el nivel de servicio y dificultando la circulación vehicular, ingreso y salida de vehículos del parqueadero.

1.3. Demanda vehicular en la calle Hernán Malo

Debido al crecimiento del parque automotor en la ciudad de Cuenca se genera una carencia de plazas de estacionamientos en los parqueaderos públicos y lugares permitidos utilizados como parqueo temporal. Esto afecta a la ciudadanía en general y como caso particular a la Universidad del Azuay ocasionando que los conductores estacionen sus vehículos en la calle Hernán Malo, produciendo congestionamiento vial y reduciendo el nivel de servicio de la vía. La coestión vehicular se incrementa, pero los lugares de parqueo no van a la par y es un grave factor que impide que la gente no utilice los espacios públicos para parquearse. (La Tarde Diario vespertino de Cuenca, 2013).

Actualmente se ocupan 38 plazas de parqueo en la Calle Hernán Malo además de algunos lugares no permitidos, donde los usuarios, sin importar las consecuencias e

ignorando la señalización, estacionan sus vehículos en esta zona marcada con línea amarilla.

Otro factor que influye en la reducción del nivel de servicio de la Calle Hernán Malo es el estacionamiento momentáneo producido por los representantes de los alumnos de la Unidad Educativa Asunción, principalmente en las horas de entrada y salida de la institución, agregando a esto el transporte de buses y busetas escolares que dan como resultado el congestionamiento vehicular de esta calle.

1.4. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico fue realizado con ayuda de una estación total, con la cual se tomaron 297 puntos distribuidos en las 3 plataformas que conforman el parqueadero, incluyendo el perfil del mirador y los límites con la Avenida 24 de Mayo y Calle Hernán Malo.

El levantamiento topográfico es indispensable para la modelación de la estructura, pavimento y diseño del parqueadero en general. Con ayuda del software AutoCAD ® de la casa AUTODESK ® se proyectó la planimetría y taquimetría del parqueadero con sus respectivas terrazas ya descritas anteriormente (Anexo 1).

1.5. Clasificación de suelos

1.5.1. Procedimiento y resultados

En la antigüedad se realizaron varios estudios sobre el sistema de clasificación de suelos que satisfaga todos los campos de aplicación y el que más se destacó fue el del Dr. A. Casagrande que realizó su investigación en 1942 en la Universidad de Harvard.

Este sistema divide a los suelos en dos grupos:

1. Gruesa:

Partículas mayores a la malla No. 200 (0,074 mm) denominadas gravas.

Partículas menores a la malla No. 3" (7,62cm) denominadas arenas.

2. Fina:

Partículas que pasan la malla No. 200 (0,074 mm).

Se analiza las características de esfuerzo, deformación y resistencia, compresibilidad, permeabilidad y velocidad de variación volumétrica. (Badillo & Rodríguez, 1980)

Actualmente se emplean dos métodos para el análisis de suelos:

El sistema de la AASHTO (AASHTO M 145-82) fue originalmente desarrollado en 1929. Está basado en características de estabilidad de los suelos empleados en la construcción de caminos. Se fundamenta en distribución granulométrica, límite líquido y límite plástico. Los tamices estándar #10, #40 y #200

Además el suelo se clasifica en siete grupos mayores: A-1 al A-7.

Tamaño del grano

Grava: fracción que pasa la malla de 75 mm y es retenida en la malla No. 10 (2 mm) de Estados Unidos

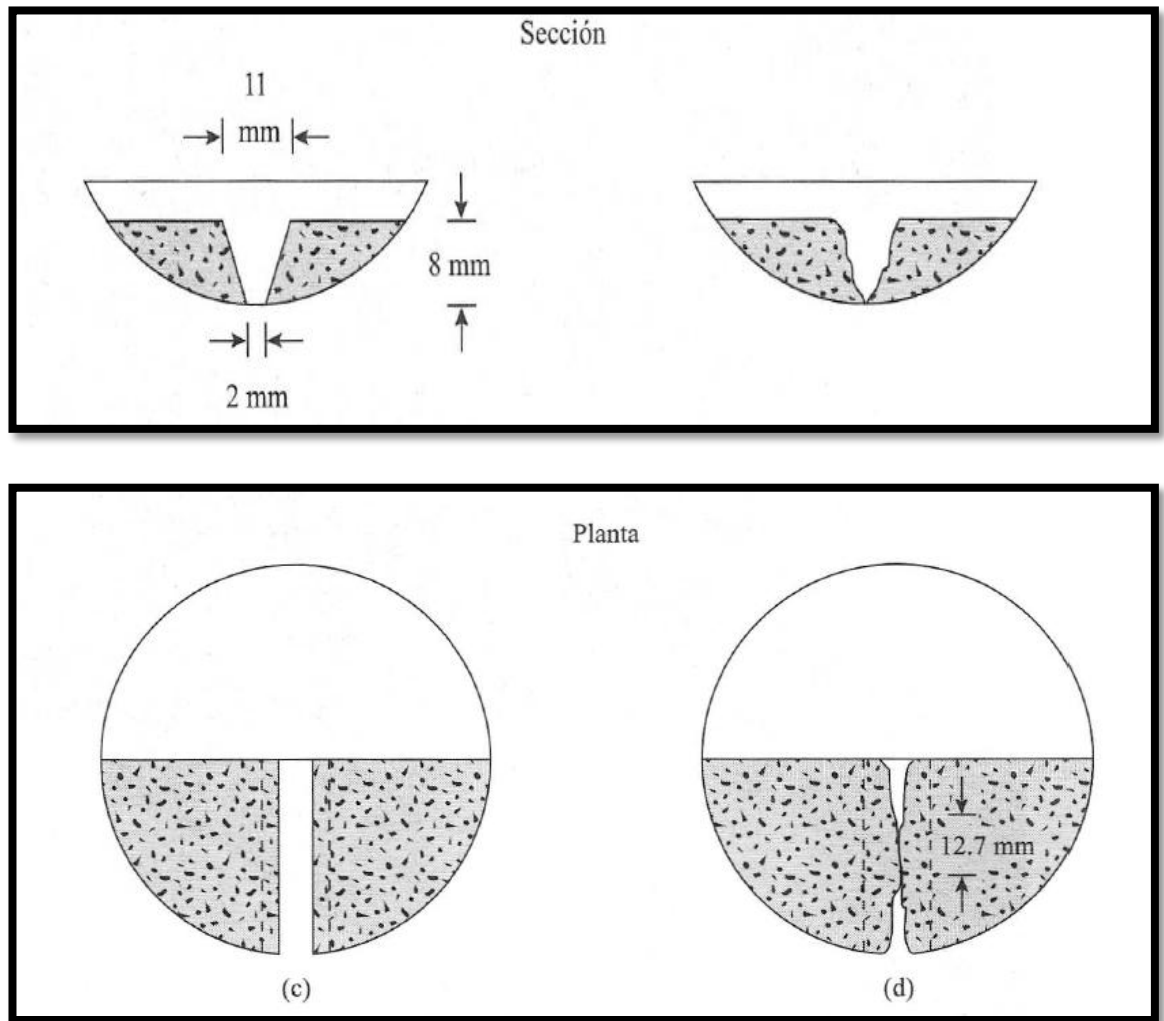
Arena: fracción que pasa la malla No. 10 (2 mm) US. y es retenida en la malla No. 200 (0.075 mm) US.

Limo y arcilla: fracción que pasa la malla No. 200 US.

Límite líquido (LL)

Para esta prueba se colocó una pasta de suelo en la cuchara de Casagrande, luego se corta una ranura en el centro y con la leva operada por la manivela, se levanta la copa y se deja caer desde una altura de 10 mm. Esto se realiza hasta que la ranura se cierre, el porcentaje requerido para cerrar una distancia de 12.7 mm a lo largo del fondo de la ranura.

Figura 2: Método de la cuchara de Casagrande



Fuente: (M. Das, Fundamentos de la Ingeniería Geotécnica, 2001; M. Das, Límite Plástico, 2001)

Límite plástico (PL)

El límite plástico se define como el contenido de agua, en porcentaje, con el cual el suelo, al formar rollitos de 3.2 mm de diámetro, se desmorona. El límite plástico es el límite inferior de la etapa plástica del suelo. La prueba es simple y se lleva a cabo enrollando repetidamente a mano sobre una placa de vidrio una masa de suelo de forma elipsoidal.

(M. Das, Límite Plástico, 2001)

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, SUCS (ASTM D 2487 y 2488) fue inicialmente propuesto por Arthur Casagrande en 1932, Está basado en el análisis granulométrico y en los límites de Atterberg (límites líquido y plástico), analiza el contenido de finos pasantes del tamiz #200. Si menos del 50% en peso del suelo pasa el tamiz #200, entonces el suelo es “grueso” y se subclasifica en arena o grava usando el tamiz #4. De otro modo, el suelo es “fino” y se subclasifica en limo o arcilla. (Narsilio).

Para el análisis granulométrico se empleó un cuarto de la muestra obtenida en campo previamente lavada para obtener el porcentaje de limos y arcillas. Posteriormente del secado de la muestra se utilizó el método del cribado que consiste en hacer pasar la muestra por varios tamices de diferente apertura.

Conjuntamente con el procedimiento anterior se desarrolló los ensayos de límites tanto líquido como plástico, por el método de la cuchara de Casagrande y el método de los cilindros de 3mm respectivamente. (Anexo 2).

Los resultados obtenidos de las muestras tomadas en el parqueadero y el mirador fueron los siguientes:

Tabla 1: Resultados de la clasificación de suelos

	SUCS.	AASTHO.
MIRADOR	MH (Limo alta plasticidad, arenoso con bloques MH).	A-7-5 (Suelo arcilloso).
PARQUEADERO	GC (Arena mal graduada con arcilla, con bloques SP SC).	A-2-7 (Grava y arena arcillosa o limosa).

Fuente: Autores.

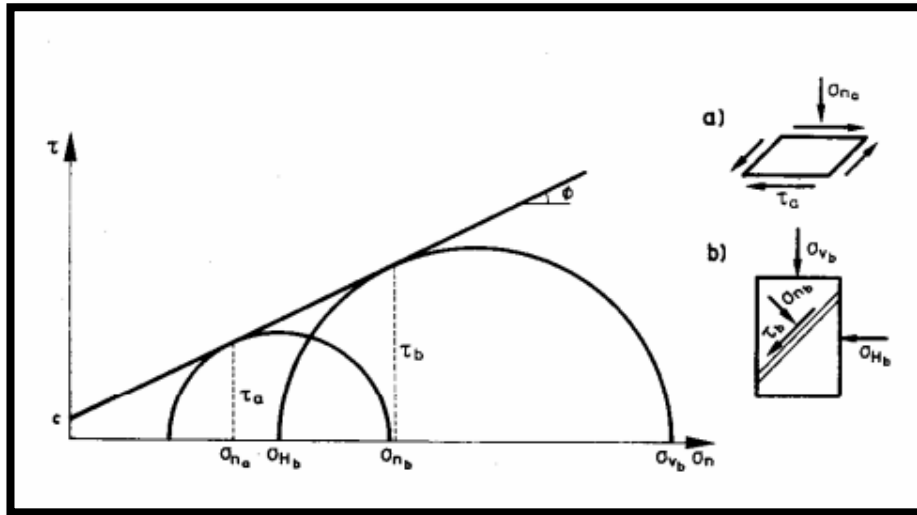
1.6. Ensayo de corte directo

1.6.1. Procedimientos y resultados

El ensayo de corte directo se basa en el criterio de falla de Mohr Coulomb; este ensayo presenta el comportamiento una muestra sometida a diferentes cargas axiales

y a una misma fuerza de corte, dando como resultado semicircunferencias conocidas como círculos de Mohr.

Figura 3: Círculos de Mohr



Fuente: (Corominas, 1989).

La proyección de las tangentes a los semicírculos nos dan como resultado la cohesión y el ángulo de fricción interna de la muestra.

Los resultados obtenidos de las muestras tomadas fueron los siguientes:

Tabla 2: Resultados de ensayo de corte directo

	COHESIÓN (Kg/cm ²).	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (Grados).
MIRADOR	0,30	2,43
PARQUEADERO	0,20	24,92

Fuente: Autores.

(Anexo 3).

1.7. C.B.R. (California Bearing Ratio)

1.7.1. Procedimiento y resultados

C.B.R. (California Bearing Ratio), se desarrolló en el Departamento de Transporte de California en 1920 y sigue la norma ASTM D 1883 y mide la resistencia al esfuerzo

cortante de un suelo y para poder evaluar la calidad del terreno para subrasante, sub base y base de pavimentos.

Se efectúa bajo condiciones controladas de humedad y densidad.

Este procedimiento mide la carga necesaria para penetrar un pistón de dimensiones determinadas a una velocidad previamente fijada en una muestra compactada de suelo después de haberla sumergido en agua durante cuatro días a la saturación más desfavorable y luego de haber medido su hinchamiento.

La muestra se sumerge para poder proveer la hipotética situación de acumulación de humedad en el suelo después de la construcción. Por ello, después de haber compactado el suelo y de haberlo sumergido, se lo penetra con un pistón el cual está conectado a un pequeño "plotter" que genera una gráfica donde se representa la carga respecto la profundidad a la que ha penetrado el pistón dentro de la muestra.

Debido al que el C.B.R. es un ensayo que se realiza con el fin de evaluar la calidad del terreno para pavimentos se ha visto conveniente realizarlo únicamente en la zona del parqueadero, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 3: Resultados de ensayo de C.B.R.

	VALOR DEL C.B.R. AL 100%
PARQUEADERO	11,0%

Fuente: Autores.

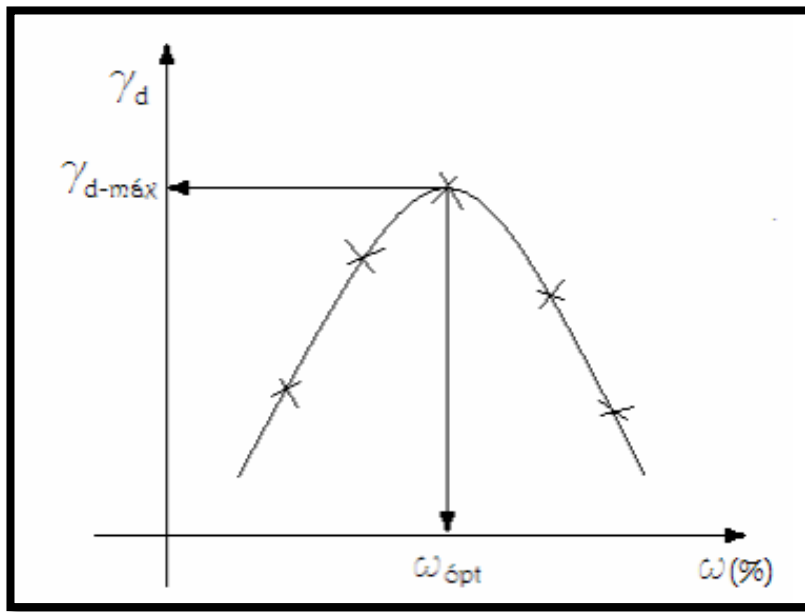
(Anexo 4).

1.8. Ensayo de compactación (Próctor modificado)

1.8.1. Procedimientos y resultados

Ralph R. Proctor, estableció un ensayo de compactación económico, aplicando energía dinámica, para su estudio.

Figura 4: Gráfica del ensayo Próctor



Fuente: (Dr. ing. Jorge Acevedo Catá., MSc. Ing. Rolando Armas Novoa. , & MSc. Ing. Pedro Morales Quevedo.)

El ensayo de Próctor se realiza tomando 5 muestras de la masa de suelo a analizar, variando en esta la humedad, y aplicando la misma energía de compactación, se observa que se obtiene un mayor peso específico a medida de que nos acercamos a la humedad óptima, al exceder la misma el peso específico disminuye (Ver figura 4).

La energía de compactación empleada obedece a varios factores tales como la altura y peso del martillo, volumen del molde, número de golpes y número de capas, teniendo como resultado una energía de compactación aproximada a $12375 \frac{lb-pie}{pie^3}$.

Posteriormente, debido a las exigencias en la construcción de aeropistas y prensas de tierra muy altas, se ideó una segunda prueba de compactación tipo Próctor denominada Próctor modificado basada en el mismo principio; pero, variando el peso y la altura de caída del martillo se obtuvo una mayor energía de compactación, aproximadamente $56250 \frac{lb-pie}{pie^3}$.

El objetivo principal de este ensayo de compactación es representar en un gráfico la curva de compactación donde se obtiene la humedad óptima y la masa específica con la que se tiene el peso específico seco máximo.

Para el ensayo de compactación Próctor modificado, considerando el tipo de material y las especificaciones de la ASTM, se utilizó el método “B” que genera la energía de compactación con las siguientes características:

Peso del martillo: 4536 gr.

Volumen del molde: 942 cm³.

Altura de caída: 45,72 cm.

En 5 capas con 25 golpes cada una.

Los resultados del ensayo de compactación Próctor modificado fueron los siguientes:

Tabla 4: Resultado de ensayo Próctor modificado

	DENSIDAD MÁXIMA (Kg/m ³).	HUMEDAD ÓPTIMA (%).
MIRADOR	1,617	22,17
PARQUEADERO	1,767	16,85

Fuente: Autores.

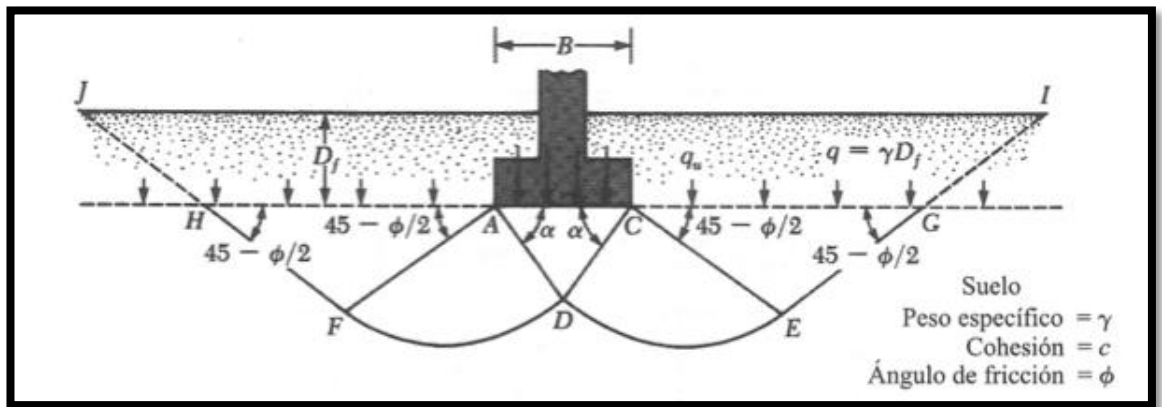
(Anexo 5).

1.9. Capacidad de carga del suelo

1.9.1. Carga última

Karl von Terzaghi desarrollo la teoría de la carga última de un suelo basando sus estudios en el análisis de equilibrio.

Figura 5: Distribución de la carga última del suelo



Fuente: (M. Das, Fundamentos de la Ingeniería Geotécnica, 2001)

Este análisis tiene como datos indispensables el nivel de desplante, la cohesión, peso específico del suelo, el ángulo de fricción interna del suelo y los valores que se derivan de este último; dando como resultado la siguiente ecuación:

$$q_u = c \cdot N_c + q \cdot N_q + \frac{1}{2} \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

En donde:

c = cohesión.

$q = \gamma \cdot D_f$

γ = Peso específico del suelo.

N_c, N_q, N_γ = factores de capacidad de carga adimensionales

que son únicamente funciones del ángulo de fricción del suelo (ϕ).

(M. Das, Fundamentos de la Ingeniería Geotécnica, 2001).

Tabla 5: Carga última y admisible del suelo

C	2000	KG/M2
Q	3,53	KG/M2
GAM	1,76	KG/M3
DF	2	M
NC	20,72	
NQ	10,66	

NGAM	10,88	
B	2	M
Q ULT	41496,89	KG/M2
Q ADM	13832,29	KG/M2

Fuente: Autores.

1.9.2. Factor de seguridad

Como su nombre lo indica es un coeficiente que busca minorar la carga última en un porcentaje determinado y mantener un grado de seguridad en el valor obtenido. Se debe considerar por lo menos un valor de 3 en todos los casos.

(M. Das, Fundamentos de la Ingeniería Geotécnica, 2001).

1.9.3. Carga admisible

Esta carga se obtiene al dividir la carga última para el factor de seguridad adecuado (Tabla 5).

CAPÍTULO II

CÁLCULOS Y DISEÑO

2.1. Análisis de propuestas

2.1.1. Normativas vigentes (acero y hormigón)

Las normativas son criterios que se deben empalmar al momento del diseño de elementos estructurales, los mismos que inicialmente fueron estudiados, experimentados y comprobados que cumplen con los requisitos solicitados. El diseño de este proyecto se rigió en ciertas normativas que nos sirvió como guías, tomando en cuenta el material que vamos a utilizar recurriremos a las siguientes:

- Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC)
- American Concrete Institute (ACI)
- American Institute of Steel Construction (AISC)

2.1.1.1. Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC)

La Norma Ecuatoriana de la Construcción “NEC”, tiene como finalidad regular procesos constructivos para cumplir con las exigencias básicas de seguridad al igual que de calidad en cualquier tipo de construcción. Además de la seguridad la NEC controla niveles de eficiencia energética, cumplimiento con los principios básicos de habitabilidad, fija responsabilidades, obligaciones y derechos de los autores involucrados.

Los requisitos establecidos en la NEC serán de obligatorio cumplimiento a nivel nacional; por lo tanto, todos los profesionales, empresas e instituciones públicas y privadas tienen la obligación de cumplir y hacer cumplir los requisitos establecidos para cada uno de los capítulos contemplados. (MIDUVI, 2014)

2.1.1.2. American Concrete Institute (ACI)

Este reglamento proporciona los requisitos mínimos para el diseño y la construcción de elementos de concreto estructural de cualquier estructura construida según los requisitos del reglamento general de construcción legalmente adoptado.

Esta normativa contiene temas relacionados con materiales y propiedades del concreto, prácticas constructivas y supervisión, pavimentos y losas, diseño estructural y análisis, especificaciones para estructuras, y productos y procesos especiales.

(American Institute Concrete, 2008)

2.1.1.3. American Institute of Steel Construction (AISC)

Este reglamento nos presenta las especificaciones, códigos, estándares de diseño y requisitos para el diseño de sistemas estructurales en acero o sistemas con acero estructural actuando en estructuras compuestas con concreto armado, también se debe tomar en cuenta el diseño de sistemas sismo resistentes de acero estructural o de acero estructural combinado con hormigón armado.

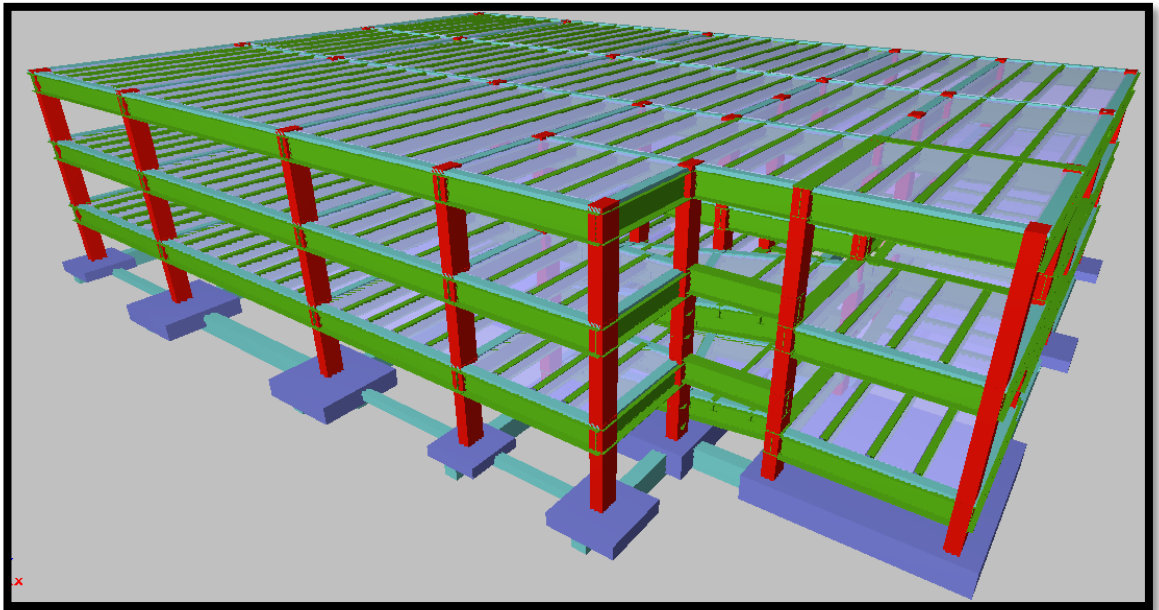
(Aguirre Ahumada, 2010).

2.1.2. Software de diseño CYPECAD v2015.e

CYPECAD v2015.e, fue el software empleado para el desarrollo del cálculo estructural tanto en hormigón como en acero; este software es desarrollado por CYPE Ingenieros y basa sus cálculos en elementos finitos de lámina gruesa, permitiendo al usuario seleccionar la normativa conveniente de acuerdo a su región y país. Este software lleva mas de 20 años en el mercado y cuenta con la certificación ISO 9001:2000.

2.1.3. Estructura metálica

Figura 6: Estructura metálica



Fuente: CYPECAD v2015.e.

El aumento en el empleo de estructuras metálicas en la región andina, así como en el resto de países del continente, resalta la importancia de que los profesionales en el campo de la construcción estén capacitados en el empleo de perfiles de acero tanto para la modelación, diseño y construcción de varios tipos de estructuras. Cabe recalcar que en la actualidad ya no se emplea únicamente los perfiles metálicos para la construcción de estructuras tradicionales como puentes o cubiertas, sino también otras que hasta ahora ha primado el hormigón armado, como son las edificaciones, viviendas y en este caso específico las torres de parqueo.

El empleo de este material en la construcción resulta grato para el contratista ya que presenta varias ventajas como la limpieza en el sitio de la construcción, la rapidez de montaje, las grandes luces que puede salvar, entre otras.

En el ámbito de cálculos el diseño con estructuras de acero nos permite abordar la respuesta del material a los diferentes tipos de solicitud, logrando así la optimización máxima del mismo. (Bermúdez Mejía, 2005).

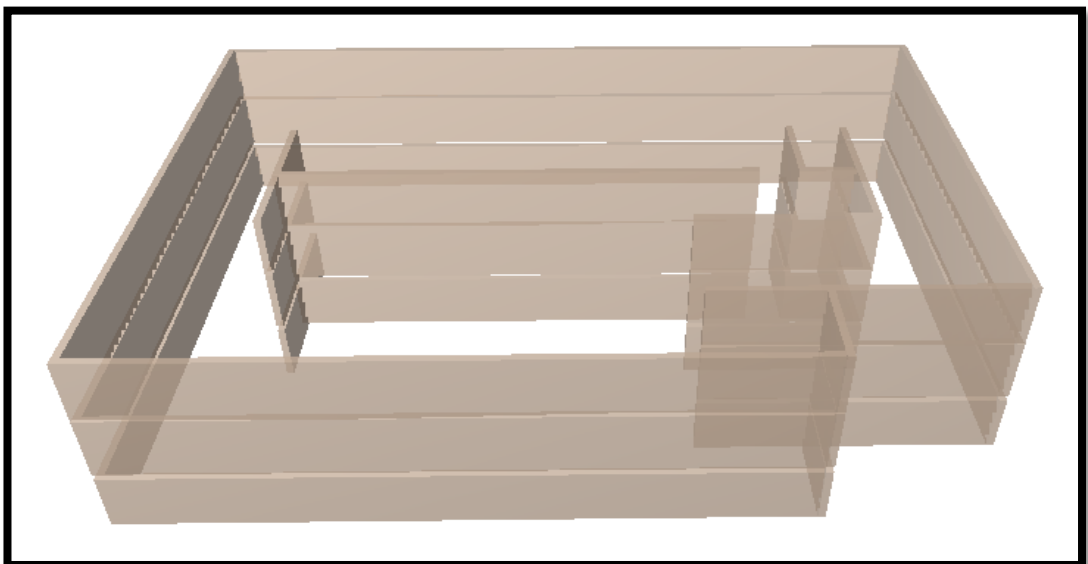
Figura 7: Parquadero (Acero)



Fuente: Autores.

2.1.4. Muros portantes.

Figura 8: Muros portantes



Fuente: CYPECAD v2015.e.

Los muros portantes son elementos estructurales de hormigón armado que se emplean principalmente para soportar cargas horizontales y verticales, las mismas que son perpendiculares a él, haciendo la función de columnas. Las cargas que en estos actúan generalmente están distribuidas en la longitud total del muro, sin embargo, cuando se aplica una carga concentrada esta es soportada únicamente por una porción del mismo. La principal ventaja de los muros portantes es que no tienen restricción en cuanto a sus dimensiones, otras de las ventajas es que tiene gran facilidad de proyecto y construcción, las cargas del techo y de las paredes se distribuyen de manera uniforme en todo lo largo de la fundación de los muros portantes y también se considera ahorro de tiempo, dinero, trabajo y materiales, ya que no es necesario el empleo de una estructura de apoyo para el. (Harmsen, 2005).

Figura 9: Parqueadero (hormigón)



Fuente: Autores.

2.1.5. Normas consideradas

Hormigón: ACI 318M-08

Aceros conformados: AISI S100-2007 (LRFD)

Aceros laminados y armados: ANSI/AISC 360-10 (LRFD)

Acciones consideradas.

Tabla 6: Cargas

Planta	S.C.U (t/m ²)	Cargas permanentes (t/m ²)
N 10+50	0.30	0.20
N 7+00	0.30	0.20
N 3+50	0.30	0.20
N 0+00	0.30	0.20

Fuente: CYPECAD v2015.e.

Caracterización del emplazamiento

Zona sísmica (NEC -11, 2.5.2.1): II

Región sísmica (NEC -11, 2.5.3): Sierra

Tipo de suelo (NEC -11, 2.5.4.5): D

Sistema estructural

R_X: Factor de reducción (X) (NEC -11, 2.7.2.3) **R_X** : 6.00

R_Y: Factor de reducción (Y) (NEC -11, 2.7.2.3) **R_Y** : 6.00

F_P: Coeficiente de regularidad en planta (NEC -11, 2.6.6) **F_P** : 0.90

F_E: Coeficiente de regularidad en elevación (NEC -11, 2.6.7) **F_E** : 0.90

Geometría en altura (NEC -11, 2.7.7.8): Regular

Estimación del periodo fundamental de la estructura: Según norma

Sistema estructural (X) (NEC -11, 2.7.2.2.1): I

Sistema estructural (Y) (NEC -11, 2.7.2.2.1): I

h: Altura del edificio

h : 10.50 m

Importancia de la obra (NEC -11, 2.6.4.2): Otras estructuras

Parámetros de cálculo

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis: Según norma

Fracción de sobrecarga de uso: 0.25

Factor multiplicador del espectro: 1.00

Factores reductores de la inercia (NEC -11, 2.7.1.2.1)

Vigas: 0.5

Losas: 0.5

Columnas: 0.8

Muros: 0.6

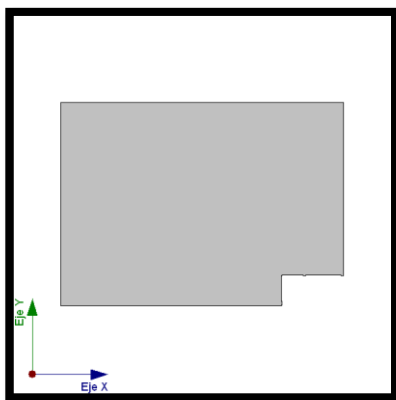
Muros de mampostería: 0.5

Direcciones de análisis

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

Figura 10: Proyección en planta de la obra



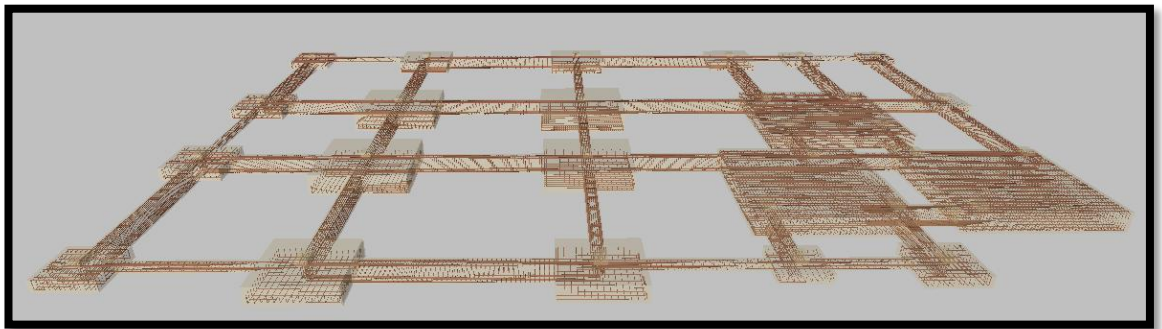
Fuente: CYPECAD v2015.e.

2.2. Cálculos y diseño de cimentación

2.2.1. Zapatas aisladas

Para la propuesta de la torre de parqueo con estructura metálica se ha considerado conveniente el empleo de zapatas aisladas principalmente centrales debido a la buena capacidad portante del suelo en el cual se va a cimentar.

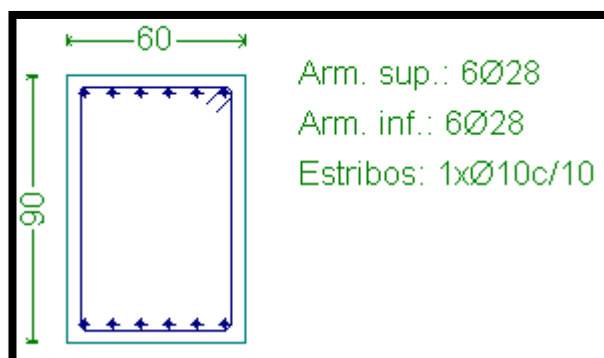
Figura 11: Zapatas aisladas



Fuente: CYPECAD v2015.e.

Las vigas de atado empleadas en el diseño de cimentación fueron de las dimensiones y armado que se aprecian en la figura 10 y con un hormigón de resistencia de 300 Kg/cm^2 .

Figura 12: Viga de atado



Fuente: CYPECAD v2015.e.

El armado de las zapatas y columnas de cimentación fue calculado en el programa CYPECAD presentando el resumen de cantidades de obra (Tabla 7) y los planos de armado de las zapatas y vigas de atado se muestran en el Anexo 6.

Tabla 7: Armado de cimientos (estructura metálica)

Elemento	Grado 60 (kg)					
	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø7/8"	Ø1"	Total
Referencias: A1 y F1		2x279.66				559.32
Referencia: A3				502.44		502.44
Referencia: A4				567.42		567.42
Referencia: A5			360.58			360.58
Referencia: B1				437.12		437.12
Referencia: B3					1054.81	1054.81
Referencia: B4					987.07	987.07
Referencia: B5				398.60		398.60
Referencia: C1				398.60		398.60
Referencia: C3					921.10	921.10
Referencia: C4			1205.18			1205.18
Referencia: C5		487.19				487.19
Referencia: D1	44.97	42.22				87.19
Referencia: E5			309.50			309.50
Referencia: G5			154.07			154.07
Referencia: H4		145.21				145.21
Referencia: H5		221.54				221.54
Referencia: (E3-F2-D2-D3)			2173.05	1255.74	1261.85	4690.64
Referencia: (E4-G4-A2-A7)		4296.60				4296.60

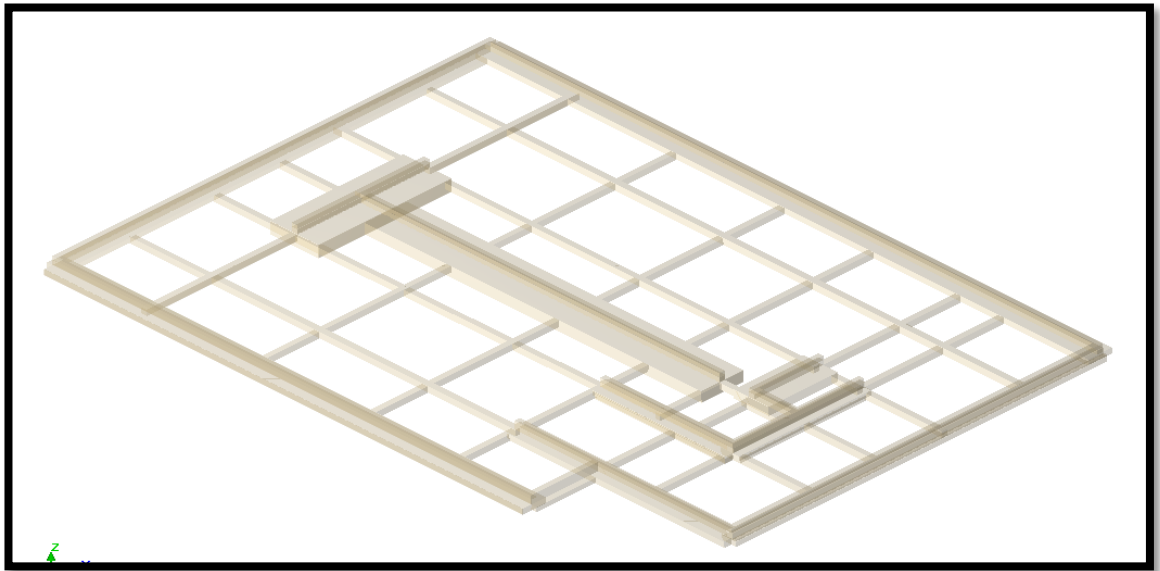
Referencia: (H3-H2-G3-G2)			4131.78			4131.78
Totales	44.97	5752.08	8334.16	3559.92	4224.83	21915.96

Fuente: CYPECAD v2015.e.

2.2.2. Zapatas corridas

Para la propuesta de la torre de parqueo en hormigón armado se emplearán zapatas corridas, esto se debe a que no se utilizará un sistema de pórticos, como en la propuesta de metal, sino la metodología empleada fue con muros portantes mismos que hacen la función de columnas y como su nombre lo indica de muros.

Figura 13: Zapatas corridas



Fuente: CYPECAD v2015.e.

Al igual que en la estructura metálica el empleo de vigas de atado se modeló y calculó con las vigas mostradas en la figura 10.

El armado de las zapatas de cimentación fue calculado en el programa CYPECAD presentando el resumen de cantidades de obra (Tabla 8) y los planos de armado de las zapatas y vigas de atado se muestran en el Anexo 7.

Tabla 8: Cantidades de obra de cimentación

Elemento	Grado 60 (kg)					
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø7/8"	Total
Referencia: M2	113.08	774.14				887.22
Referencia: M3	66.63	328.41				395.04
Referencia: M4	22.22	190.63				212.85
Referencia: M5		1624.26	519.64			2143.90
Referencia: M6	133.27	537.32				670.59
Referencia: M8	163.90	1053.45			998.85	2216.20
Referencia: M9	41.41	205.49				246.90
Referencia: M10	40.39	360.82				401.21
Referencia: M11	15.13	145.38				160.51
Referencia: M12	28.71		112.82	164.05		305.58
Referencia: M14	64.02				1046.39	1110.41
Referencia: M16		828.26		1011.90		1840.16
Totales	688.76	6048.16	632.46	1175.95	2045.24	10590.57

Fuente: CYPECAD v2015.e.

2.3. Cálculo y diseño estructural

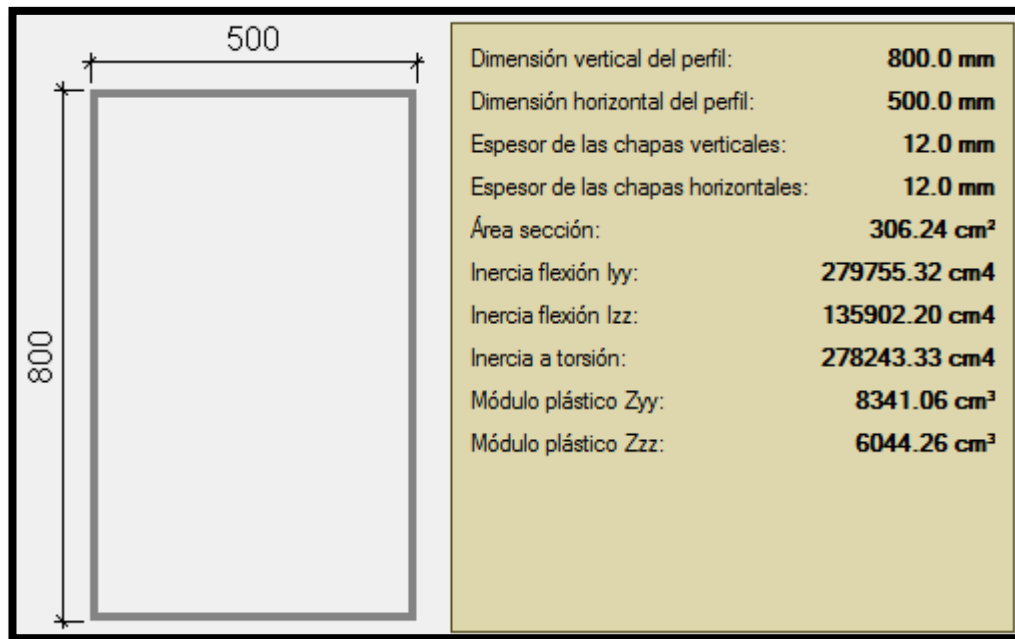
2.3.1. Diseño de estructura metálica

Los datos empleados para el diseño estructural se muestran a continuación; las tablas y planos obtenidos con estos datos se presentan en el Anexo 8.

2.3.1.1. Diseño de columnas

Las columnas empleadas en la propuesta de estructura metálica fueron columnas tipo cajón de 500x800x12 (figura 12).

Figura 14: Columna 500x800x12



Fuente: CYPECAD v2015.e.

Dependiendo del esfuerzo axial transmitido, la mayoría de la estructura está diseñada con estas columnas, siendo diferentes en la sección de la rampa (Tabla 9).

Tabla 9: Dimensiones de columnas

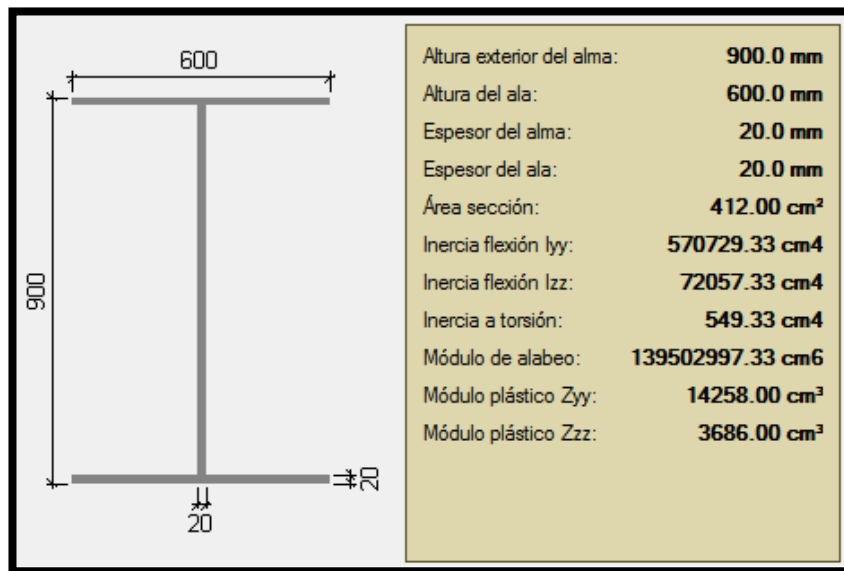
Columna	Planta	Dimensiones (cm)
A1, A3, A4, A5, B1, B5, C5, C1, D1, E5, G5, F1, H4, H5, H2, G4, D2, D3, A2, A7	3	80x50x1,2
	2	80x50x1,2
	1	80x50x1,2
B3, B4, C4, C3, E4, G3	3	80x50x1,2
	2	80x50x1,2
	1	80x50x1,5
E3, H3, F2, G2	3	80x50x1,2
	2	80x50x1,5
	1	80x50x1,5

Fuente: CYPECAD v2015.e.

2.3.1.2. Diseño de vigas

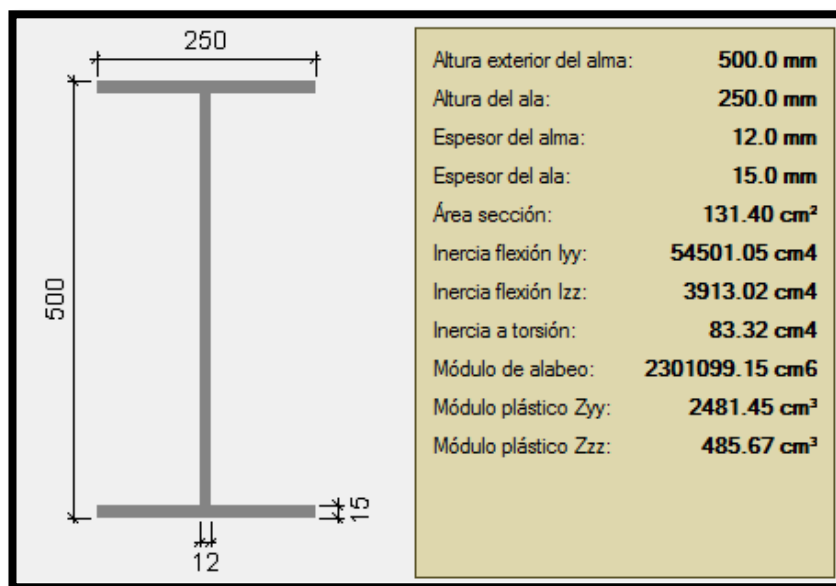
Las vigas y viguetas empleadas en el diseño estructural son de acero laminado y presentan las dimensiones establecidas en la figura 13, 14 respectivamente.

Figura 15: Viga 900x600x20x20



Fuente: CYPECAD v2015.e.

Figura 16: Viga 500x250x12x15

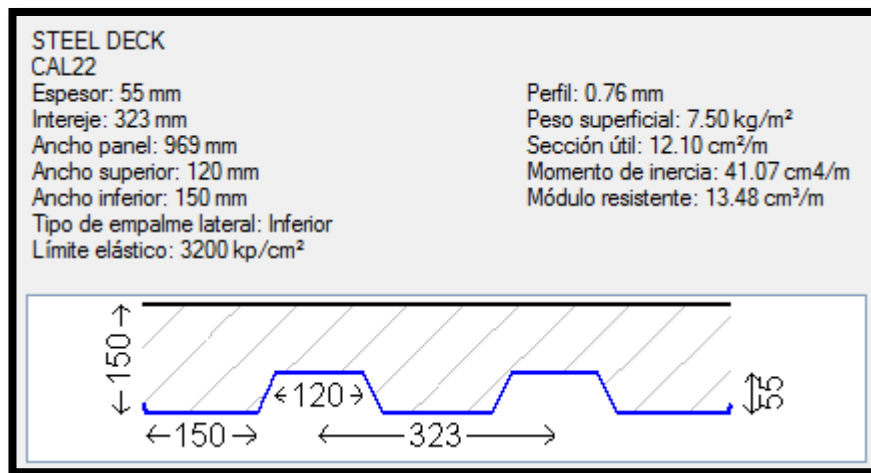


Fuente: CYPECAD v2015.e.

2.3.1.3. Diseño de la losa

Siendo una estructura metálica se vio conveniente diseñar la losa con ayuda de un deck metálico (figura 15) y un hormigón de 300 Kg/cm^2

Figura 17: Deck metálico

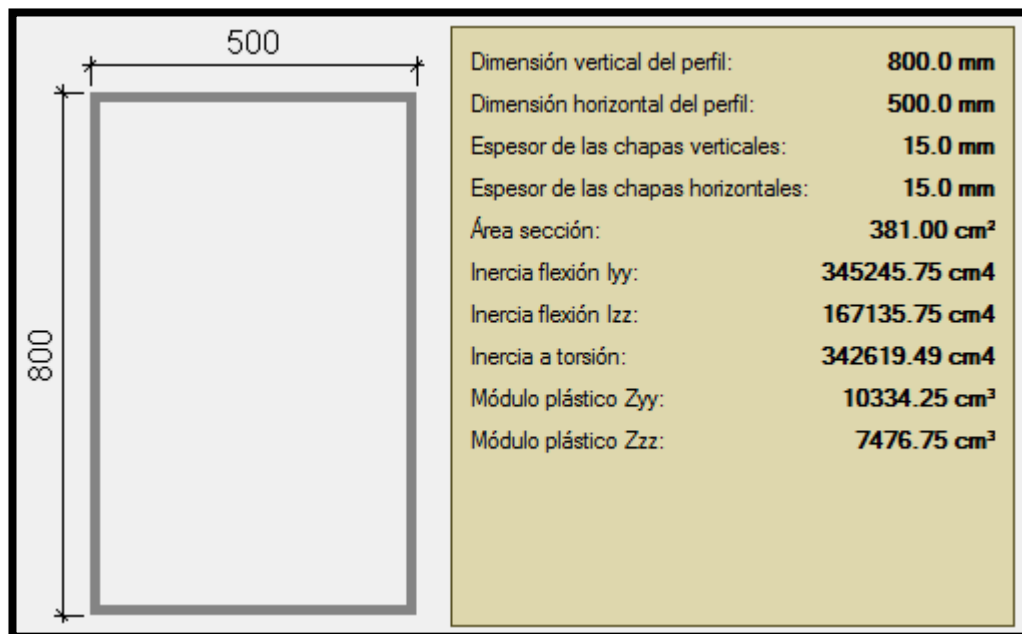


Fuente: CYPECAD v2015.e.

2.3.1.4. Diseño de la rampa de acceso

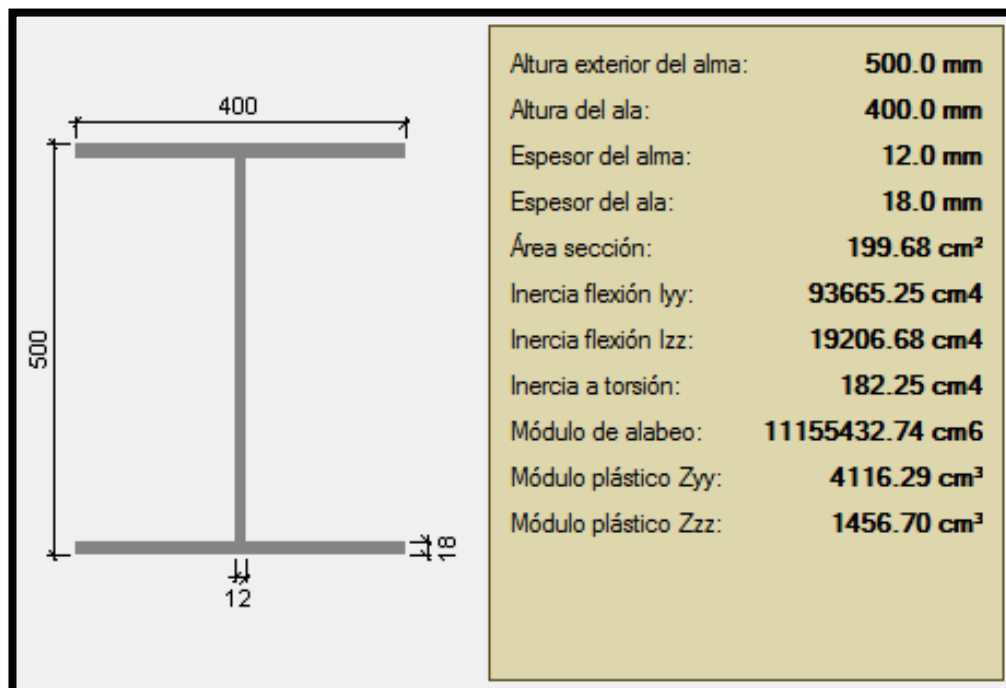
Debido a las solicitaciones que implica la modelación de una rampa se ha visto conveniente reforzar tanto columnas como viguetas manteniendo constante la resistencia del hormigón (300 Kg/cm^2). Las medidas de las columnas y viguetas empleadas se muestran en la figura 16 y 17 respectivamente.

Figura 18: Columna para la rampa (estructura metálica)



Fuente: CYPECAD v2015.e.

Figura 19: Viga para la rampa (estructura metálica)



Fuente: CYPECAD v2015.e.

2.3.2. Diseño de muros portantes

Los datos empleados para el diseño estructural se muestran a continuación; las tablas y planos obtenidos con estos datos se presentan en el Anexo 9.

2.3.2.1. Diseño de muros

Los muros empleados en esta propuesta son elaborados con hormigón de resistencia de 300 Kg/cm^2 y con barras de acero que varían entre 16 mm y 28mm de diámetro. Cada muro empieza en la planta 1 y termina en la planta 3 por lo cual su altura es 10,50m.

Para el diseño de los muros se consideró los empujes que actúan en todas sus direcciones.

A continuación mostraremos la tabla de resumen.

Tabla 10: Muros y empujes

Referencia	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total	Planta	Empujes
M2	0.2+0.2=0.4	1	Empuje izquierdo: Sin empujes
	0.2+0.2=0.4	2	Empuje derecho: Sin empujes
	0.2+0.2=0.4	3	Sin empujes
M3	0.2+0.2=0.4	1	Empuje izquierdo: Sin empujes
	0.2+0.2=0.4	2	Empuje derecho: Sin empujes
	0.2+0.2=0.4	3	Sin empujes
M4	0.2+0.2=0.4	1	Empuje izquierdo: Sin empujes
	0.2+0.2=0.4	2	Empuje derecho: Sin empujes
	0.2+0.2=0.4	3	Sin empujes
M5	0.2+0.2=0.4	1	Empuje izquierdo: Sin empujes
	0.2+0.2=0.4	2	Empuje derecho: Sin empujes
	0.2+0.2=0.4	3	Sin empujes
M6			Empuje izquierdo:

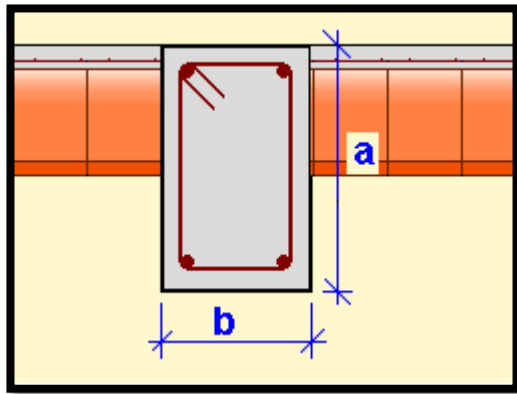
	0.2+0.2=0.4 0.2+0.2=0.4 0.2+0.2=0.4	1 2 3	Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes
M8	0.2+0.2=0.4 0.2+0.2=0.4 0.2+0.2=0.4	1 2 3	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes
M9	0.2+0.2=0.4 0.2+0.2=0.4 0.2+0.2=0.4	1 2 3	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes
M10	0.2+0.2=0.4 0.2+0.2=0.4 0.2+0.2=0.4	1 2 3	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes
M11	0.2+0.2=0.4 0.2+0.2=0.4 0.2+0.2=0.4	1 2 3	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes
M12	0.2+0.2=0.4 0.2+0.2=0.4 0.2+0.2=0.4	1 2 3	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes
M14	0.2+0.2=0.4 0.2+0.2=0.4 0.2+0.2=0.4	1 2 3	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes
M16	0.2+0.2=0.4 0.2+0.2=0.4 0.2+0.2=0.4	1 2 3	Empuje izquierdo: Empuje de Defecto Empuje derecho: Sin empujes

Fuente: CYPECAD v2015.e.

2.3.2.2. Diseño de vigas

Las vigas y viguetas empleadas en el diseño estructural son de tipo descolgadas rectangulares elaboradas con hormigón armado y presentan dimensiones que varían entre 40 cm y 70 cm dependiendo de la carga que deben soportar.

Figura 20: Viga tipo



Fuente: CYPECAD v2015.e.

2.3.2.3. Diseño de losa

Elegimos colocar losa tipo casetonada ya que es resistente y economiza material en grandes luces como es este el caso.

A continuación mostraremos un gráfico tipo de las losas casetonadas.

Figura 21: Losa casetonada

Datos geométricos: ☒ Iguales en X e Y ☐ Diferentes en X e Y

Canto total (h) cm

Capa de compresión (c) cm

Intereje (b) cm

Ancho del nervio (a) cm

Alturas (cm)		Anchos (cm)	
h - c	25.0	a4	12.0
h3	0.0	a3	12.0
h2	0.0	a2	12.0
h1	0.0	a1	12.0

☐ Volumen de hormigón m³/m²

☐ Peso propio t/m²

Diagrama de una losa casetonada. Se muestra una sección transversal de una losa con nervios. Las dimensiones se indican como 'a1', 'a2', 'a3', 'a4' para los anchos de los nervios, 'h1', 'h2', 'h3' para las alturas de los nervios, 'h' para la altura total, 'b' para el ancho total y 'c' para el ancho del nervio central. La losa está representada con un fondo amarillo y los nervios con un fondo gris.

Fuente: CYPECAD v2015.e

Tabla 11: Losa casetonada

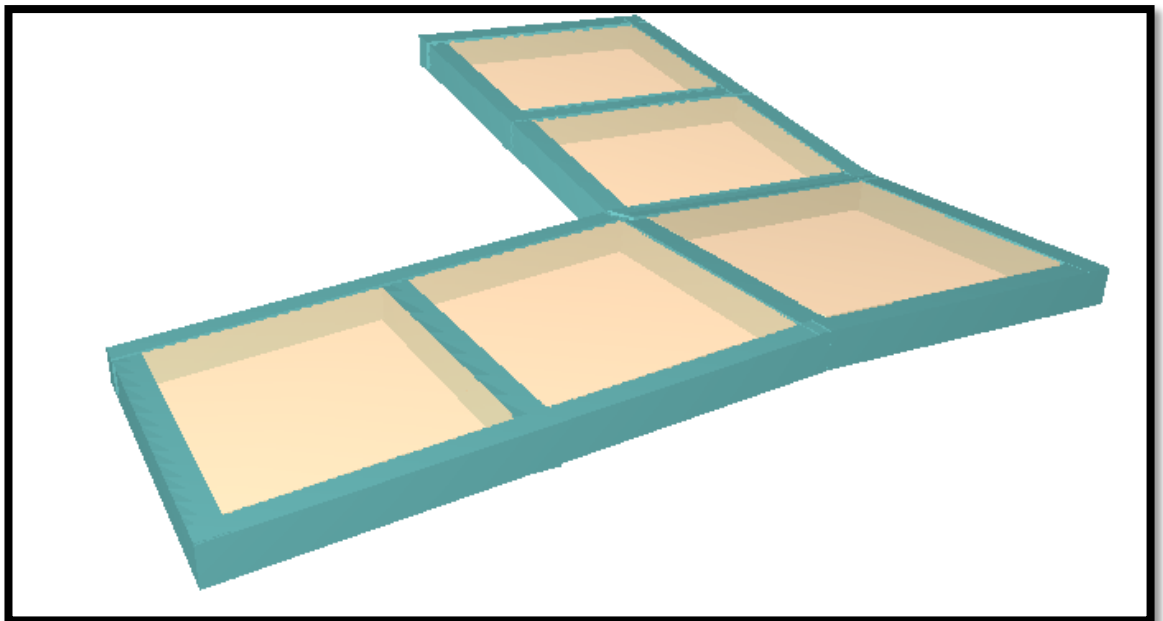
Nombre	Descripción
LOS32INT52NER12	LOS32INT52NER12 Casetón recuperable Peso propio: 0.43 t/m ² Altura: 32 cm Capa de compresión: 7 cm Intereje: 52 cm Anchura del nervio: 12 cm

Fuente: CYPECAD v2015.e

2.3.2.4. Diseño de la rampa de acceso

La rampa de acceso está diseñada de la misma manera que el resto del parqueadero, es decir, losas casetonada, ya que estéticamente luce bien y reduce el peso propio de la losa. Las mismas que se encuentran soportadas por muros en la parte de los extremos y en la parte del medio por vigas que varían de 40 cm a 70 cm.

Figura 22: Rampa de acceso



Fuente: CYPECAD v2015.e

2.4. Cálculos y diseño de pavimentos

2.4.1. TPDA

La unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual cuya abreviación es el TPDA.

Para determinar el TPDA, lo ideal sería disponer de los datos de una estación de conteo permanente que permita conocer las variaciones diarias, semanales y estacionales.

Además convendría disponer del registro de datos de un período de varios años que proporcione una base confiable para pronosticar el crecimiento de tráfico que se puede esperar en el futuro. (Moposita Centeno , 2011)

Debido a la diferencia de tráfico vehicular que existe entre un parqueadero y una calle o avenida cualquiera se ha visto conveniente, después de realizar un conteo vehicular de 12 horas dentro del parqueadero, tomar el número de vehículos que ingresan y salen del parqueadero como valor del TPDA.

2.4.2. Diseño de pavimento flexible

Los problemas en las estructuras de los terrenos afectan a las comunidades que habitan los sectores de Guzho, Turi, Universidad del Azuay, (...). Los deslizamientos del terreno se deben a la sobresaturación de los suelos por la falta de drenajes de las aguas superficiales, el taponamiento de los cauces naturales de agua, como quebradas y acequias, y las intensas lluvias que caen sobre la zona. (El Tiempo, 2009).

Por este motivo se ha visto conveniente diseñar un pavimento flexible ya que es impermeable, resistente al desgaste, auxiliar a la base en la eliminación de las irregularidades de su superficie. (Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones, 1984)

Para el diseño del pavimento flexible por el método de la AASHTO, se ha realizado varias consideraciones para obtener los valores adecuados para el diseño, tales como:

- Número estructural asumido: de acuerdo a los espesores mínimos de carpeta asfáltica y material de base se asume un valor de 2.
- Periodo de diseño: se ha visto conveniente un periodo de vida útil de 15 años.
- Tasa de crecimiento del parque automotor: según el INEC el índice es de un 2% anual para vehículos pesados.
- Factor regional: para una precipitación media anual de hasta 1000 mm corresponde a un valor de 1.
- Índice de servicio: 2 para vías de tráfico medio (vía de segundo orden)

Los valores de CBR tanto del material de base como el valor obtenido de la muestra de suelo fue de 80% y 11% respectivamente.

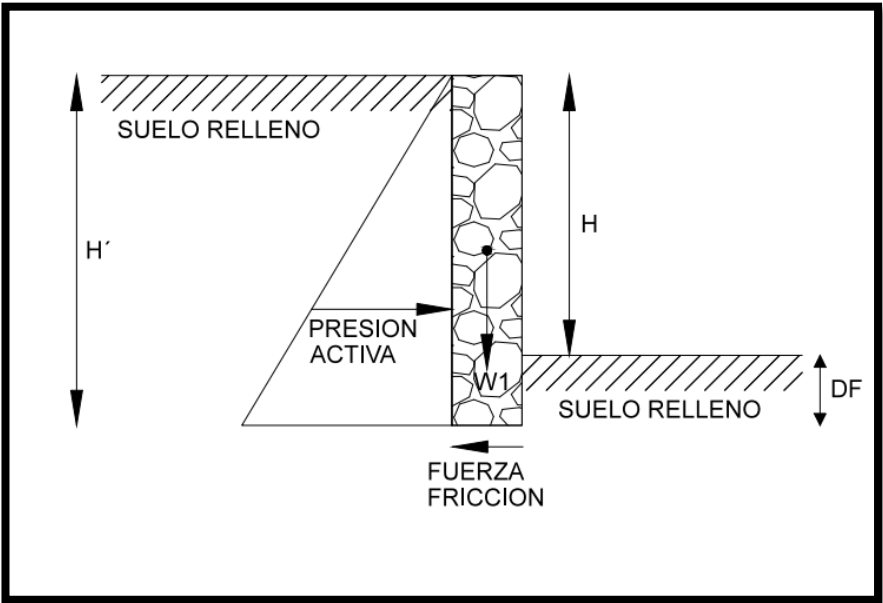
Los factores de equivalencia, y valor de coeficiente de capa fueron obtenidos de las tablas 9-2 y la tabla promedio de factores de carga equivalente (Anexo 10).

Generando como resultado un espesor de carpeta asfáltica de 3 pulgadas (7,62 cm) y de material de base de 13,8 pulgadas (35 cm).

(Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones, 1984).

2.5. Cálculos y diseño de muros de hormigón ciclópeo

Figura 23: Factores que intervienen en el diseño de un muro



Fuente: Autores.

Tabla 12: Datos geotécnicos

DATOS		
SUELO NATURAL		
COHESIÓN	0,2	Kg/cm2
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	24,92	°
PESO ESPECÍFICO	1767	Kg/m3
H	1,4	m
h	1	m
NIVEL DE DESPLANTE (Df)	0,4	m
SUELO DE RELLENO		
COHESIÓN	0	Kg/cm2
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	40	°
PESO ESPECÍFICO	1850	Kg/m3
DATOS MURO		
H	1,4	m
B	0,45	m
L	1	m
PESO ESPECÍFICO	2600	Kg/m3

Fuente: Autores.

2.5.1. Empuje activo

Para el cálculo del empuje activo del suelo, primeramente, se requiere el coeficiente de presión activa (K_a), obtenido por el método de Rankine, el mismo que está relacionado con el ángulo del talud y el ángulo de fricción interna del suelo; para una superficie horizontal se considera $\alpha = 0$, siendo α el ángulo formado entre la horizontal y la resultante del empuje activo.

$$K_a = 0,2174$$

Según la tabla 9-2 del libro de Braja M. Das. (Anexo 11).

Además se requiere el peso específico del terreno, mismo que obtuvimos analizando el material de mejoramiento de la mina de Trelles dando como resultado un valor de: $\gamma_2 = 2250 \text{ Kg/m}^3$. Otro factor que influencia en el cálculo del empuje activo es la altura total del muro, considerando el nivel de desplante.

Aplicando la fórmula de empuje activo del Rankine:

$$P_a = 1/2 * \gamma_2 * H^2 * K_a$$

Se obtuvo un valor de empuje activo $P_a = 393,421 \text{ Kg} - m$.

2.5.2. Empuje pasivo

Debido al espesor del nivel de desplante (Df), no se considera un empuje estabilizante, de esta manera se podrán realizar excavaciones futuras sin riesgo de disminuir la resistencia que brinde el muro de contención, además con esta consideración estaremos del lado de la seguridad.

2.5.3. Estabilidad

2.5.3.1. Volcamiento

Se consideran momentos estabilizantes y desestabilizantes a toda aquella fuerza que multiplicada por la distancia hacia el vértice inferior externo generen un posible giro.

El factor de seguridad al volcamiento (F_{sv}), es el cociente de los momentos estabilizantes para los momentos desestabilizantes, debiendo este ser mayor o igual a 2.

$$F_{sv} = \frac{\sum M_{ESTABILIZANTES}}{\sum M_{DESESTABILIZANTES}} \geq 2$$

El factor de seguridad al volcamiento obtenido es de 2,66, por lo tanto el muro cumple y es estable ante las fuerzas de volcamiento.

Tabla 13: Resistencia al volcamiento

CRITERIO DE RESISTENCIA AL VUELCO		
F_{sv}	2,007391573	OK

Fuente: Autores.

2.5.3.2. Deslizamiento

Para obtener estabilidad ante un posible deslizamiento se consideran las fuerzas resistentes y actuantes sobre el muro, siendo éstas, en nuestro caso, la fricción que se genera entre suelo-muro y el empuje activo.

La expresión para el valor de fricción suelo-muro es:

$$fr = 0,75 * C_1 * A + W_1 * \tan \frac{2 * \Phi}{3}$$

El factor de seguridad al deslizamiento se obtiene con la siguiente expresión, debiendo ésta ser mayor o igual a 1,5.

$$F_{sd} = \frac{\sum F_{RESISTENTES}}{\sum F_{ACTUANTES}} \geq 1,5.$$

Tabla 14: Resistencia al deslizamiento

CRITERIO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO		
F_{sd}	2,957961301	OK

Fuente: Autores.

2.5.3.3. Presiones de contacto

La estabilidad de un muro debe considerar la capacidad de carga admisible del suelo, y compararlo con la carga del muro. La capacidad de carga admisible es igual a la carga última dividida para un factor de seguridad, en este caso 3.

La capacidad de carga última del suelo está ligada directamente con el ángulo de fricción interna del suelo natural ($\Phi = 25^\circ$), con este valor obtenemos los factores de capacidad de carga, según la tabla 11,1 del libro de Braja M. Das (Anexo 12), y aplicamos la expresión de capacidad de carga última:

$$q_u = C_1 * N_c + q * N_q + \frac{1}{2} * \gamma_1 * B * N_\gamma$$

La carga actuante sobre el suelo será el peso del muro dividido entre el área de contacto; en este caso se diseña el muro para 1 metro de longitud.

La carga actuante sobre el muro debe ser siempre mayor a la capacidad de carga admisible del suelo.

Tabla 15: Resistencia a las presiones de contacto

CRITERIO DE RESISTENCIA A LAS PRESIONES DE CONTACTO		
Nc	20,72	Tabla Braja M. Das T.11.1
Nq	10,66	Tabla Braja M. Das T.11.1
NY	10,88	Tabla Braja M. Das T.11.1
CARGA ÚLTIMA	54555,852	Kg/m2
CARGA ADMISIBLE	1,8185284	Kg/cm2
CARGA ACTUANTE	0,364	Kg/cm2
Q ACT < Q ADM	OK	

Fuente: Autores.

Presupuesto y cronograma valorado

Con las cantidades de obra, para cada una de las propuestas, mostradas anteriormente se procede al análisis de precios unitarios Anexo 13.

El presupuesto general de cada una de las propuestas se muestra en las tablas 16 y 17.

Tabla 16: Presupuesto (acero)

PROYECTO: Diseño y modelación de una estructura para estacionamiento vehicular de acero, en el parqueadero de la Universidad del Azuay

Ubicación: UNIVERSIDAD DEL AZUAY
Plazo: 720

PRESUPUESTO						
Item	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1		OBRAS PRELIMINARES				8132,85
1,001	501003	Guardiania, bodega provisional de tabla y cubierta de Zinc	m2	16	30,3	484,8
1,002	502009	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	2283	2,58	5890,14
1,003	502014	Desalojo de materiales en volqueta hacia botadero con impuesto. Incluye esponjamiento	m3/km	2283	0,77	1757,91
2		PARQUEADERO				230723,81
2,001	502030	Base Granular Clase I 100% triturada, tendido conformación y compactación	m3	5964	22,29	132937,56
2,002	502024	Subrasante, conformación y compactación con equipo	m2	5964	0,84	5009,76
2,003	532015	Mezcla bituminosa discontinua	m2	2283	15,94	36391,02
2,004	513004	Muro de hormigón Ciclópeo (con encofrado)	m3	102,06	163,73	16710,28
2,005	524001	Bordillo de hormigón prefabricado	ml	323	13,52	4366,96
2,006	532017	Pasamanos	u	1137	4,76	5412,12
2,007	532016	luminaria	u	40	510,66	20426,4
2,008	523025	Plancha Traslúcida para Eurolit 1.80x1.10	uni	243	21,4	5200,2
2,009	526007	Adoquín de color, 6 cm, colocado sobre base cemento	m2	243	17,57	4269,51
3		ESTRUCTURA				2546821,23
3,001	510054	Encofrado recto general con tableros triplex	m2	419,89	9,99	4194,7
3,002	507003	Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm², en varillas de 18 a 32	kg	35893,6	1,38	49533,17
3,003	505005	H°S° f°c=300 kg/cm² (en concretera)	m3	725,35	105,62	76611,47
3,004	532019	Iluminación Interior	u	854	62,79	53622,66
3,005	532018	Ascensor para personas	u	1	18713,65	18713,65
3,006	509010	Sum. + Instal. Malla Electrosoldada R188 (6 mm cada 15	m2	2844	4,76	13537,44
3,007	516002	Acero A36 general en perfiles, flejes y planchas	kg	667261	3,42	2282032,62
3,008	516097	Sum. + Instal. deck metálico colaborante (novalosa) 0.65	m2	2844	17,08	48575,52
SUBTOTAL						2785677,89
IVA					12.00%	334281,35
TOTAL						3119959,24

Son: TRES MILLONES CIENTO DIECINUEVE MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y NUEVE CON 24/100 DÓLARES
Fuente: Autores.

Tabla 17: Presupuesto (hormigón)

PROYECTO: Diseño y modelación de una estructura para estacionamiento vehicular de hormigón armado, en el parqueadero de la Universidad del Azuay

Ubicación: UNIVERSIDAD DEL AZUAY
Plazo: 720

PRESUPUESTO						
Item	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1		OBRAS PRELIMINARES				8132,85
1,001	501003	Guardiania, bodega provisional de tabla y cubierta de Zinc	m2	16	30,3	484,8
1,002	502009	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	2283	2,58	5890,14
1,003	502014	Desalojo de materiales en volqueta hacia botadero con impuesto. Incluye esponjamiento	m3/km	2283	0,77	1757,91
2		PARQUEADERO				230723,81
2,001	502030	Base Granular Clase I 100% triturada, tendido conformación y compactación	m3	5964	22,29	132937,56
2,002	502024	Subrasante, conformación y compactación con equipo	m2	5964	0,84	5009,76
2,003	532015	Mezcla bituminosa discontinua	m2	2283	15,94	36391,02
2,004	513004	Muro de hormigón Ciclópeo (con encofrado)	m3	102,06	163,73	16710,28
2,005	524001	Bordillo de hormigón prefabricado	ml	323	13,52	4366,96
2,006	532017	Pasamanos	u	1137	4,76	5412,12
2,007	532016	luminaria	u	40	510,66	20426,4
2,008	523025	Plancha Traslúcida para Eurolit 1.80x1.10	uni	243	21,4	5200,2
2,009	526007	Adoquín de color, 6 cm, colocado sobre base cemento	m2	243	17,57	4269,51
3		ESTRUCTURA				666544,76
3,001	510054	Encofrado recto general con tableros triplex	m2	2423,69	9,99	24212,66
3,002	507003	Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm², en varillas de 18 a 32	kg	252369	1,38	348269,22
3,003	505005	H²S° f'c=300 kg/cm² (en concretera)	m3	1644,23	105,62	173663,57
3,004	532019	Iluminación Interior	u	854	62,79	53622,66
3,005	532018	Ascensor para personas	u	1	18713,65	18713,65
3,006	532013	Alivianamiento de losas de 30 cm con casetones 40x40x25	u	12990	3,7	48063
SUBTOTAL						905401,42
IVA					12.00%	108648,17
TOTAL						1014049,59

Son: UNO MILLONES CATORCE MIL CUARENTA Y NUEVE CON 59/100 DÓLARES

Fuente: Autores.

Con cada uno de estos rubros y basados en los rendimientos se realizaron los cronogramas valorados de cada una de las propuestas para un plazo de 720 días (2 años) Anexo 14.

CAPÍTULO III

PROYECTO Y RESULTADOS

3.1. Estudio de proyecto

3.1.1. Estudio de mercado

Encuesta:

Para conocer si el proyecto de “Diseño y modelación de una estructura para estacionamiento vehicular de hormigón y acero, en el parqueadero de la Universidad del Azuay” tiene mercado se ha visto la necesidad de realizar encuestas. El universo de dicha encuesta serían los estudiantes de la universidad que cuentan con vehículos propios o que emplean este medio de transporte para llegar a este destino. El modelo de encuesta esta basado en preguntas concretas acerca del servicio y factibilidad de parqueo que brinda la localización ya existente.

Muestreo:

Para este proyecto se ha visto conveniente realizar un muestreo estratificado y conveniencia de sitio, con esto lograremos tener a un tipo de población específica en nuestro caso a estudiantes que posean vehículo, y la encuesta se realizaría en los parqueaderos que posea la universidad.

Objetivos del estudio de mercado:

Conocer si el proyecto de “Diseño y modelación de una estructura para estacionamiento vehicular de hormigón y acero, en el parqueadero de la Universidad del Azuay” tiene mercado.

Estar al tanto del nivel de satisfacción actual que tienen los usuarios en el servicio de parqueadero para realizar las mejoras correspondientes.

Tener en cuenta el número de plazas de estacionamiento que se debe aumentar para poder brindar un óptimo servicio y resolver los problemas de tránsito que existe en la calle Hernán Malo.

Desarrollo:

Se realizaron encuestas a los estudiantes de la Universidad del Azuay en el sector del parqueadero, con el fin de asegurar que la muestra sea acorde con las necesidades del proyecto. El modelo de la encuesta se presenta en el Anexo 15.

La población consta de los estudiantes y demás personas que diariamente se transportan en vehículos privados a la universidad teniendo un estimado de 600 automotores diarios, se tomo una muestra representativa de un 5% equivalente a 30 estudiantes.

Los resultados obtenidos están presentes en el Anexo 16.

Conclusiones.

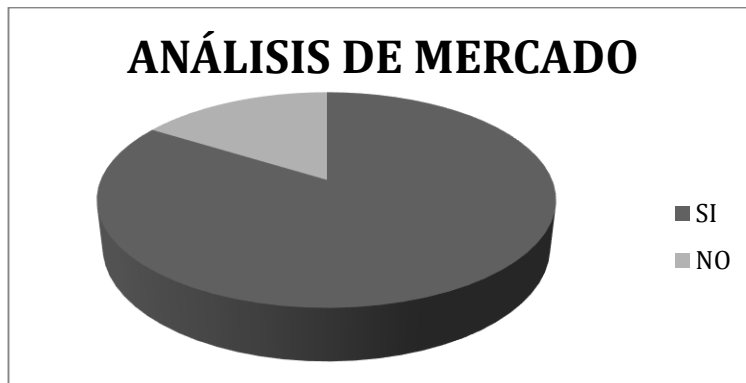
El estudio de mercado nos ha dado como respuesta que existe un 84% de aceptación al proyecto.

Tabla 18: Estudio de mercado

ANÁLISIS DE MERCADO		
SI	182	84%
NO	35	16%
TOTAL	217	100%

Fuente: Autores.

Figura 24: Aceptación del proyecto



Fuente: Autores.

En el desarrollo de las encuestas pudimos concluir que los encuestados no están de acuerdo con el incremento de la tarifa en el parqueo de vehículos, esto se debe principalmente al servicio que se brinda.

Se obtuvo como resultado que los estudiantes tienen gran dificultad al encontrar parqueo incluso estando dentro del mismo, esto podrá solucionarse con un contador automático de plazas disponibles.

La competencia existente no abastece la demanda de plazas de parqueo.

3.1.2. Estudio técnico

Objetivo general:

Conocer si el proyecto es técnicamente viable, desde el punto de vista constructivo y operativo.

Objetivos específicos:

- Analizar los inconvenientes a los problemas constructivos.
- Definir los límites para aprovechar al máximo el terreno e instalaciones ya existentes en el sitio de emplazamiento de nuestro proyecto.

Desarrollo:

El lugar donde se llevará a cabo el proyecto está ubicado en la intersección de la Av. 24 de Mayo y la Calle Hernán Malo. Es un terreno con un área de 9530 metros cuadrados, de los cuales solo se utilizan 7000 metros cuadrados ya que el terreno cuenta con taludes, el terreno está dividido en 3 plateas que actualmente brindan servicio de parqueo a 238 vehículos.

Con el fin de aprovechar al máximo la extensión de este terreno se ha visto conveniente modelar dos alternativas de plataformas de parqueo en hormigón y acero, para así aumentar el número de estacionamientos y brindar plazas de parqueo con las medidas correspondientes a la norma municipal para espacios de estacionamiento.

Para el diseño del parqueadero tomamos en cuenta la complejidad de realizar un nuevo ingreso al parqueadero sin que este afecte a la normal circulación de las vías que limitan el mismo, por tal motivo se mantendrán los ingresos.

Se tiene previsto nivelar las plateas 2 y 3 con el fin de facilitar el emplazamiento de la torre de parqueo.

Las dimensiones de los sitios de parqueo serán de 2,50 x 5,00 metros. Se revisaron además los radios de giro para una velocidad permitida dentro del parqueadero de 10 Km/h.

La superficie de rodadura del parqueadero será de pavimento flexible, las camineras estarán cubiertas por un techo de policarbonato y piso de adocreto, brindando seguridad al peatón, al usuario del parqueadero.

La iluminación, sitios de descanso, camineras, señalización, parqueadero para discapacitados, motocicletas entre otros factores se han tomado en cuenta el momento del diseño de este parqueadero para lograr que el usuario tenga un estacionamiento amplio, cómodo y seguro.

En cuanto al personal que laborará en el parqueadero serán personas que cumplan con el perfil profesional de acuerdo a su cargo. Para ello a continuación se muestran

los perfiles profesionales de los principales trabajadores que estarán a cargo del diario y correcto desempeño de este proyecto. Entre ellos tenemos:

- Jefe administrativo.
- Supervisor de seguridad.
- Guardia de seguridad.

Conclusiones:

El proyecto es viable técnicamente, ya que los materiales, mano de obra, profesionales calificados para la dirección de la construcción del proyecto se encuentran en el país.

El principal inconveniente del parqueadero son los ingresos. Lastimosamente después del análisis se ha visto la necesidad de emplear los ya existentes, puesto que si el actual ingreso por la calle Hernán Malo se empleara como salida existiría gran conflicto vehicular en el ingreso por la Av. 24 de Mayo, especialmente por parte de los vehículos que buscan acceder desde la parte norte de la ciudad.

La ventaja que presenta este parqueadero es la optimización de terreno con la posible construcción de una plataforma elevada aumentará el número de plazas de parqueo solucionando en parte el congestionamiento vehicular y demanda de estacionamientos.

3.1.3. Estudio económico

Para realizar el estudio económico se han tomado en cuenta varias consideraciones del proyecto con el fin de presentar una propuesta seria y funcional tanto para el inversionista como para los futuros usuarios y beneficiarios del proyecto. El plazo de construcción de la obra es de dos años sin embargo el estudio económico se lo proyectó a 5 años, dividiendo costos y ganancias esperadas en periodos anuales.

Los gastos a considerar son pagos de servicios básicos, personal y artículos de oficina detallados en el Anexo 17.

Tabla 19: Gastos operacionales

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
GASTOS OPERACIONALES	\$82.320,00	\$83.339,52	\$84.420,21	\$85.565,74	\$86.780,01

Fuente: Autores.

En cuanto a los ingresos se vio conveniente asumir el valor de 0,7 esto debido a que el dato obtenido fue de un día que representa una afluencia de vehículos significativa y comparable con los demás días del año.

Sabiendo que las plazas de parqueo serán de 323 estacionamientos en total y manteniendo el costo de venta a \$0,75 dólares por los dos primeros años y aumentando a \$1,00 dólar en los tres años restantes del proyecto (Anexo 18), se obtuvieron los siguientes ingresos:

Tabla 20: Ingresos anuales

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESOS	\$610.470,00	\$647.098,20	\$914.565,46	\$969.439,38	\$1.027.605,75

Fuente: Autores.

Se considera una inversión inicial igual a los costos de construcción y operación del primer año siendo estos los siguientes valores.

Tabla 21: Inversión inicial

	INVERSIÓN INICIAL
ESTRUCTURA METÁLICA	\$350.137,95
ESTRUCTURA DE HORMIGÓN	\$398.881,92

Fuente: Autores.

Para esta parte del proyecto se empleó la tasa interna de retorno (TIR) y el valor actual neto (VAN), mismos que proporcionan una idea al inversionista de la rentabilidad de la inversión dando como resultado los siguientes valores para cada una de las propuestas:

Tabla 22: Análisis económico (acero)

ESTRUCTURA METÁLICA	
TIR (TASA INTERNA DE RETORNO)	12%
VAN (VALOR ACTUAL NETO)	\$175.511,89

Fuente: Autores.

Tabla 23: Análisis económico (hormigón)

ESTRUCTURA DE HORMIGÓN	
TIR (TASA INTERNA DE RETORNO)	79%
VAN (VALOR ACTUAL NETO)	\$1.741.517,33

Fuente: Autores.

El flujo de caja necesario para realizar el análisis de TIR y VAN se muestra claramente en el Anexo 19.

Las consideraciones para el cálculo de estos factores son las siguientes:

- PREMIO AL RIESGO: 5% ya que la inversión, aunque sea representable, tiene una gran posibilidad de ser recuperable y producir un alto índice de ganancias.
- LA INFLACIÓN: 2,8% fuente: Banco Central del Ecuador.
- DEPRECIACIÓN: Al no tener maquinaria importante, esta cifra es despreciable para nuestro proyecto.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Debido a la falta de parqueo que existe en la Universidad del Azuay, los estudiantes se ven obligados a dejar sus automotores en zonas no permitidas, por lo que es necesario el correcto diseño del parqueadero, aspiración que como se pudo analizar en las encuestas corresponden a la mayoría de los usuarios.
- Se han diseñado dos propuestas de torre de parqueo, una en hormigón armado y otra en estructura metálica, apegadas a las normas establecidas por la NEC. (Norma Ecuatoriana de la Construcción), acogiendo algunos criterios técnicos del MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas.).
- El documento elaborado contiene la memoria técnica con todos los criterios utilizados, además, los planos completos (Anexo 20), presupuestos y análisis de rentabilidad de ambas propuestas, con el fin de presentar un proyecto atractivo para los inversionistas y beneficioso para los usuarios.

Recomendaciones

- Se recomienda que al momento de ejecutar el proyecto, se tome en consideración todos los criterios utilizados en el diseño, con el fin de evitar futuros inconvenientes durante la construcción del mismo.
- Al ser un proyecto de alto valor monetario, se recomienda construirlo en dos etapas, la primera la adecuación, pavimento y muros, la segunda la construcción de la torre de parqueo de la propuesta más conveniente.

BIBLIOGRAFÍA

- **Corominas**, J. Envolvente de rotura de Mohr-Coulomb. *Estabilidad de taludes y laderas naturales*. Sociedad Española de Geomorfología., Barcelona, España.
- **Acevedo** Catá, J., Armas Novoa, R. , & Morales Quevedo, P. . Curva de compactación Próctor. *Estabilización e Impermiabilización*. CUJAE, Habana, Cuba.
- **Badillo**, J., & Rodríguez, R. (1980). *Mecánica de suelos: Fundamentos de la MECÁNICA DE SUELOS* (Vol. 1). México: Limusa.
- **M. Das**, B. (2001). Fundamentos de la Ingeniería Geotécnica. *Límite Líquido*. California, Estados Unidos.
- **M. Das**, B. (2001). Límite Plástico. En *Fundamentos de la Ingeniería Geotécnica*. California, Estados Unidos: Cengage Learning.
- **Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones**. (1984). *Revestimientos asfálticos y estabilización de suelos* (2ª Edición ed., Vol. 2). Sociedad Argentina de Estudios.
- **American Institute Concrete**. (2008). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05) y Comentario (ACI 318SR-05)*. USA.
- **Aguirre** Ahumada, C. (2010). ESPECIFICACIÓN ANSI/AISC 360-10 para construcciones de Acero. En A. I. CONSTRUCTION, *AISC 2010*. Santiago de Chile: Asociación Latinoamericana del Acero.
- **Bermúdez** Mejía, C. A. (2005). *CURSO BÁSICO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS* (1ª edición ed.). Manizales, Colombia.
- **Harmsen**, T. E. (2005). *DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO* (4ª edición ed.). Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.

- **La Tarde Diario vespertino de Cuenca.** (17 de 09 de 2013). Recuperado el 10 de 04 de 2014, de <http://www.latarde.com.ec/2013/09/17/el-parque-automotor-en-cuenca-aumenta-y-los-parqueaderos-publicos-no/>
- **Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.** (2013). Recuperado el 10 de 4 de 2014, de INEC: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/transporte/>
- **Narsilio, J. C.** (s.f.). *Clasificación de suelos*. Recuperado el 18 de 07 de 2014, de Fundamento Físico, Prácticas actuales y recomendaciones: <http://pmrl.ce.gatech.edu/presentations/Paper%20-%20Venezuela%202008.pdf>
- **MIDUVI.** (22 de AGOSTO de 2014). *HABITAT Y VIVIENDA*. Recuperado el 12 de NOVIEMBRE de 2014, de <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>
- **Moposita Centeno , D. J.** (2011). “LA INFRAESTRUCTURA VIAL Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS MORADORES DE LAS COLONIAS NUEVA ESPERANZA Y LIBERTAD, PERTENECIENTES AL CANTÓN SANTA CLARA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA. Ambato, Tungurahua, Ecuador. Recuperado el 05 de 09 de 2014, de UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/1099/Tesis%20630%20-%20Moposita%20Centeno%20Dar%25C3%25ADo%20Javier.pdf?sequence=1>
- **El Tiempo.** (06 de 03 de 2009). *El Tiempo*. Recuperado el 05 de 09 de 2014, de El Tiempo: <http://www.eltiempo.com.ec/noticias-cuenca/11433-fallas-geologicas-siguen-ocasionando-problemas-en-azuay-y-canar/>