

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL  
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

**“SOLUCIONES DE INGENIERÍA PARA EL  
APROVECHAMIENTO URBANÍSTICO DE UN TERRENO DE 60  
M DE ANCHO POR 2000 M DE LONGITUD, UBICADO AL PIE  
DE LOS CERROS CHONGÓN”**

**PROYECTO DE GRADO**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO CIVIL**

**Presentado por:**

Gabriel Eduardo Gómez Rugel

Gabriela del Carmen Mena Cajo

GUAYAQUIL – ECUADOR

2015

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar agradezco a Dios por haberme regalado vida, salud y cuidar cada uno de mis pasos, a mis amados padres por su amor, apoyo, palabras de aliento, sin ellos y gracias a ellos soy la mujer que soy hoy, al Ing. Miguel Chávez por guiarnos en el proceso.

Gabriela

## **DEDICATORIA**

A Dios y a mis padres que me aman tal y como soy, por a mi lado en todo momento, sobre todo en los más difíciles, dándome aliento y fuerzas para levantarme y seguir adelante con la cabeza en alto. A mis hermanos Kristina por ser la luz de mi vida, la que me hace reír, me escucha y consuela y Andrés por cuidarme, aconsejarme, sé que nunca me dejarás sola. A Gabriel por su amor, su paciencia y su apoyo, hemos atravesado este camino juntos, me siento muy feliz que haya sido a tu lado.

Gabriela

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por haberme dado la vida y ser el pilar fundamental en mi diario vivir. A mis padres que desde mi nacimiento me regalaron todo su amor y sabiduría para llegar a ser el hombre que soy hoy en día. Al Ing. Miguel Chávez por ser nuestro guía.

Gabriel

## DEDICATORIA

A Dios todo logro que alcance en mi vida, mis padres que sin su sacrificio no hubiera sido posible llegar hasta aquí. A mis dos hermanos, Ricardo por estar a mi lado en las buenas y las malas y a mi pequeña hermana Estephanie que su llegada fue una luz en nuestras vidas, sepan que siempre podrán contar conmigo. A Gabriela, por haber caminado a mi lado durante estos años brindándome su amor y fuerzas, agradeciendo día a día a Dios por haberla puesto en mi camino. A mis dos abuelitas, María y Vilma, sus consejos siempre fueron los mejores. Y a mis amigos con quienes empezamos esta carrera universitaria y la terminamos juntos.

Gabriel

## **TRIBUNAL DE EVALUACIÓN**

---

Phd. Miguel Ángel Chávez

---

M. Sc Alby del Pilar Aguilar

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

"La responsabilidad del contenido de esta Proyecto de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL".

---

Gabriel Eduardo Gómez Rugel

---

Gabriela del Carmen Mena Cajo

## RESUMEN

El presente informe detalla las soluciones ingenieriles para el aprovechamiento urbanístico de un predio privado ubicado en el km 20 vía a la Costa, sector hacia el cual la ciudad de Guayaquil se está expandiendo actualmente.

Por sus características, el predio atraviesa terrenos muy irregulares, con elevaciones y declives que dificultan el diseño de la misma. Partiendo del estudio de las características físicas, topográficas, hidrográficas, geológicas y geotécnicas se diseñara soluciones para: distribución de áreas aprovechables, amanzanamiento, lotización, vías de acceso y drenaje pluvial.

Los diseños han sido realizados siguiendo los lineamientos de normativas tanto nacionales como internacionales con el fin de garantizar un correcto funcionamiento, durabilidad y seguridad.

El informe se complementa con las especificaciones técnicas, el análisis de impacto ambiental así como también el análisis económico donde se presenta el presupuesto de las soluciones y su respectivo análisis de precio unitario



# ÍNDICE GENERAL

## Contenido

RESUMEN.....	VIII
ÍNDICE GENERAL.....	IX
ABREVIATURAS .....	XV
SIMBOLOGÍA .....	XVI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XX
ÍNDICE DE MAPAS .....	XXII
CAPITULO I.....	1
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Introducción .....	1
1.2. Antecedentes.....	3
1.3. Justificación .....	5
1.4. Objetivos.....	6
1.4.1. Objetivo General.....	6
1.4.2. Objetivos Específicos .....	6
CAPITULO II.....	7

2. ESTUDIO DEL TERRENO .....	7
2.1. Topografía .....	7
2.2. Geología .....	11
2.2.1. Generalidades .....	11
2.2.2. Grupo Ancón .....	14
2.2.3. Grupo Azúcar .....	16
2.3. Hidrología .....	18
2.4. Estudios Geotécnicos .....	21
2.4.1. Visita de campo.....	21
2.4.2. Geotecnia del perfil estratigráfico y discusión de los resultados	
22	
CAPITULO III .....	33
3. BASE DE DISEÑOS.....	33
3.1. Base de diseño vial.....	33
3.1.1. Normas de Diseño.....	34
3.1.2. Elementos para el diseño vial .....	35
3.1.3. Estudio del tráfico vehicular .....	38
3.1.4. Subrasante .....	43
3.1.5. Base .....	45

3.1.6. Pavimento Rígido .....	47
3.2. Base de diseño de Talud .....	48
3.2.1. Tipo de suelo.....	49
3.2.2. Pendiente de talud .....	49
3.3. Base de diseño alcantarillado pluvial .....	50
3.3.1. Normas de Diseño.....	50
3.3.2. Periodo de diseño .....	51
3.3.3. Área de drenaje.....	52
3.3.4. Caudal de diseño .....	53
3.3.5. Coeficiente de escurrimiento .....	54
3.3.6. Intensidad de precipitación.....	55
3.3.7. Tiempo de retorno .....	57
3.3.8. Tiempo de concentración .....	58
CAPITULO IV.....	60
4. CALCULO Y DISEÑO .....	60
4.1. Diseño vial .....	60
4.1.1. TPDA.....	60
4.1.2. Ejes Equivalentes (EE).....	61
4.1.3. Velocidad de diseño .....	62

4.1.4.	Subrasante .....	63
4.1.5.	Base .....	64
4.1.6.	Pavimento Rígido .....	65
4.1.7.	Sección típica de pavimento .....	66
4.2.	Hidráulica del sistema de alcantarillado pluvial.....	67
4.2.1.	Consideraciones de diseño .....	67
4.2.2.	Tuberías .....	68
4.3.	Componentes del sistema .....	73
CAPITULO V.....		76
5.	IMPACTO AMBIENTAL.....	76
5.1.	Ubicación y extensión .....	76
5.2.	Características del predio de implantación del proyecto.....	77
5.3.	Principales componentes del proyecto urbanístico (concepción del diseño).....	78
5.3.1.	Amanzanamiento .....	79
5.3.2.	Lotes .....	79
5.3.3.	Acceso a la urbanización .....	79
5.3.4.	Áreas verdes y recreacionales .....	80
5.3.5.	Proceso de construcción .....	80

5.4.	Análisis de alternativas del proyecto.....	82
5.5.	Identificación y evaluación de impactos ambientales .....	84
5.6.	Identificación, descripción y evaluación de impactos ambientales 85	
5.7.	Plan de manejo ambiental .....	91
5.7.1.	Programa de Prevención y mitigación en la etapa de construcción 92	
5.7.2.	Programa de Seguimiento/control - etapa de construcción.....	96
5.7.3.	Programa de Educación Ambiental y para la Seguridad en el trabajo 97	
5.7.4.	Plan de contingencia - etapa de construcción.....	98
CAPITULO VI.....		104
6.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....	104
6.1.	Especificaciones Técnicas para construcción de vías de acceso..	104
6.1.1.	Replanteo y Nivelación.....	104
6.1.2.	Limpieza y desbroce .....	105
6.1.3.	Excavación para explanación.....	107
6.1.4.	Terraplenes .....	110
6.1.5.	Base Granular .....	116

6.1.6. Pavimento Rígido .....	120
6.2. Especificaciones técnicas para construcción de sistema de aguas lluvia. 132	
6.2.1. Replanteo y nivelación .....	132
6.2.2. Limpieza y Desbroce.....	133
6.2.3. Excavaciones .....	135
6.2.4. Relleno y Compactación. ....	139
6.2.5. Acarreo y Transporte de Materiales .....	144
6.2.6. Encofrado y Desencofrado.....	146
6.2.7. Construcción de Pozos de Revisión.....	149
6.2.8. Suministro e Instalación Tuberías H.S. - PVC.....	152
6.2.9. Sumideros de Calzada .....	158
CAPITULO VII.....	162
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	162
7.1. Conclusiones .....	162
7.2. Recomendaciones .....	164
APENDICES	
BIBLIOGRAFÍA	

## ABREVIATURAS

AALL	Alcantarillado de aguas lluvias.
AAPP	Alcantarillado de agua potable
AASS	Alcantarillado de aguas servidas
AASTHO	American Association of State Highway and Transportation Officials.
CBR	California Bearing Ratio.
EMMAAP-Q	Empresa pública metropolitana de agua potable y saneamiento
HS	Hormigón Simple.
HA	Hormigón Armado.
IEOS	Instituto ecuatoriano de obras sanitarias.
INAMHI	Instituto nacional de meteorología e hidrología.
INEC	Instituto nacional de estadísticas y censo.
IGM	Instituto geográfico militar.
MTOP	Ministerio de transporte y obras publicas
PVC	Policloruro de vinilo
SUCS	Sistema unificado de clasificación de suelos
TPDA	Tráfico promedia diario anual

## SIMBOLOGÍA

B	Ancho
A	Área
Qd	Caudal de diseño
QPLL	Caudal a tubo parcialmente lleno
QLL	Caudal a tubo lleno
C	Coeficiente de escurrimiento
n	Coeficiente de rugosidad
D, $\phi$	Diámetro
EE	Eje equivalente
Ha	Hectáreas
I	Intensidad de lluvia
km	Kilómetros
Kph	Kilómetros por hora
L/s	Litros por segundo
L	Longitud
Mpa	Mega Pascales
m	Metros
m <sup>3</sup> /s	Metros cúbicos por segundo
m <sup>2</sup> /s	Metros cuadrados por segundo



mm	Milímetros
mm/h	Milímetros por hora
No.	Número
%	Porcentaje
Pm	Perímetro mojado
"	Pulgadas
Rh	Radio hidráulico
V	Velocidad

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zona hacia donde puede crecer Guayaquil y que fue declarado como área urbana.....	3
Figura 2 Ubicación Predio.....	4
Figura 3. Topografía general de la zona Vía a la Costa.....	8
Figura 4 Topografía específica del terreno .....	9
Figura 5. Topografías general y específica unidas. ....	10
Figura 6 Litoestratigrafía, bioestratigrafía y paleoambientes de las formaciones Ancón y Azucar .....	17
Figura 7. Visita de campo. Reconocimiento del terreno.....	21
Figura 8. Ubicación de las calicatas.....	22
Figura 9 Fotografías calicata # 1.....	24
Figura 10 Fotografía calicata #2 .....	25
Figura 11. Fotografías calicata # 3.....	27
Figura 12. Fotografías calicata # 4.....	29
Figura 13. Fotografías calicata # 5.....	31
Figura 14. Fotografía calicata # 6 .....	32
Figura 15. Relaciones aproximadas entre soporte de suelos y su clasificación .....	44
Figura 16. Estructuras para pavimento rígido .....	46

Figura 17. Espesor de hormigón con junta convencional en las condiciones que se indican tránsito solicitante, expresado en Ejes Equivalentes (EE)...	47
Figura 18. Zonificación de intensidades de precipitación.....	56
Figura 20. Estructura de pavimento rígido .....	65
Figura 21. Espesor de hormigón con junta convencional en las condiciones que se indican tránsito solicitante, expresado en Ejes Equivalentes (EE)...	65
Figura 22. Sección típica de pavimento rígido .....	66
Figura 23. Ubicación proyecto urbanístico san Alfonso .....	77

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I Columna estratigráfica de calicata # 1 .....	23
Tabla II Columna estratigráfica de calicata #2 .....	25
Tabla III Columna estratigráfica de calicata # 3 .....	26
Tabla IV Columna estratigráfica de columna # 4 .....	28
Tabla V Columna estratigráfica de calicata # 5.....	30
Tabla VI Columna estratigráfica calicata # 6.....	32
Tabla VII Clasificación de Carreteras según el MTOP .....	40
Tabla VIII Velocidades de Diseño según la Clasificación de la vía .....	42
Tabla IX Granulometría para las diferentes clases de base .....	45
Tabla X Pendiente aceptable de acuerdo al tipo de suelo .....	49
Tabla XI Coeficiente de Escorrentía .....	54
Tabla XII Coeficientes de Escorrentía urbana .....	54
Tabla XIII Ecuación Representativa de las Zonas de Intensidades .....	57
Tabla XIV Períodos de retorno para diferentes ocupaciones del área.....	58
Tabla XV Información pluviométrica .....	58
Tabla XVI Valores del coeficiente de rugosidad n de Manning para diferentes materiales .....	69
Tabla XVII Máximas velocidades admisibles por cada tipo de material de la tubería.....	71

Tabla XVIII Aprovechamiento urbanístico .....	79
Tabla XIX Matriz análisis de alternativas con y sin proyecto .....	83
Tabla XX Acciones del proyecto y recursos potencialmente afectados en la etapa de construcción .....	84
Tabla XXI Acciones del proyecto y recursos potencialmente afectados en la etapa de uso y mantenimiento. ....	85
Tabla XXII Matriz para la tipificación de los impactos ambientales.....	86
Tabla XXIII Tipificación y valoración de potenciales impactos ambientales etapa de construcción.....	87
Tabla XXIV Tipificación y valoración de potenciales impactos ambientales etapa de construcción.....	88
Tabla XXV Tipificación y valoración de potenciales impactos ambientales etapa de operación/mantenimiento.....	90

## ÍNDICE DE MAPAS

Mapa I Mapa Geológico de Chongón, se muestra el área de estudio .....	12
Mapa II Acercamiento de la ubicación del área de estudio perteneciente al Grupo Ancón y Azúcar .....	13
Mapa III Ríos y esteros cercanos al terreno en estudio .....	20

# **CAPITULO I**

## **1. GENERALIDADES**

### **1.1. Introducción**

El crecimiento de las ciudades en desarrollo ha aumentado la necesidad de construir nuevas viviendas hacia nuevos centros poblados, lo cual genera la urgencia de dar nuevos usos a los suelos que en su época no tenían destino habitacional.

Miles de hectáreas han sido redestinadas al uso habitacional, sin embargo este proceso de poblar una nueva zona no se trata tan solo de determinar donde se desea vivir, tras esto hay un sin número de parámetros que deben ser analizados para su correcto diseño y

posteriormente dotar de los servicios mínimos para así generar un ambiente cómodo y asegurar el buen vivir de las personas.

Hace medio siglo, el crecimiento poblacional anual de Guayaquil era de un 7 %; de esa cifra el 4 % correspondía a la migración campo-ciudad y el resto a factores vegetativos (habitantes que nacen y mueren). En la actualidad, la migración campo-ciudad y de ciudades intermedias es de un 3 %. (Zeas, 2015)

La expansión de la ciudad inició con fuerza a mediados de la década de los sesenta. Su límite natural al este, es el manso río Guayas, al sur el puerto marítimo, y al oeste fue frenada por el estero salado en la década de los setenta. (Ortiz, 2014)

Los límites naturales obligan a Guayaquil, la ciudad más poblada del Ecuador con cuatro millones de habitantes, a crecer hacia el noroeste en dos frentes: en el populoso sector de la vía Perimetral (Monte Sinaí) y hacia la vía a la Costa con el aparecimiento de decenas de ciudadelas. (Ortiz, 2014)





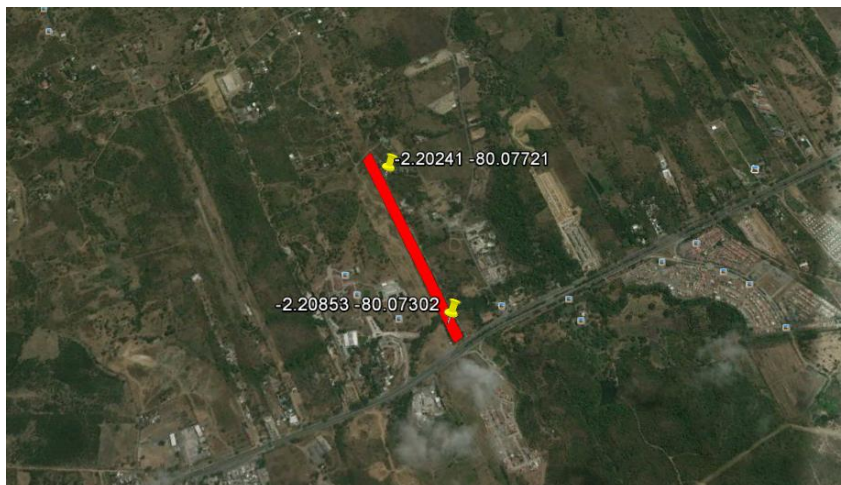
Figura 1. Zona hacia donde puede crecer Guayaquil y que fue declarado como área urbana  
Fuente: (Ortiz, 2014)

## 1.2. Antecedentes

En los últimos 10 años el crecimiento poblacional y comercial del sector llamado Vía a la costa, se ha desarrollado con gran rapidez debido a la futura construcción del nuevo aeropuerto de Guayaquil, en el sector de Daular, motivo por el cual la demanda de viviendas y terrenos en las cercanías a este lugar ha aumentado.

Se dispone de una propiedad privada ubicada al pie de los cerros de Chongón en el Km 20 vía a la costa. Dicha propiedad cuenta con un

área de 120000 m<sup>2</sup> la cual es de forma alargada, teniendo una longitud 2000 m y con un ancho apenas de 60 m.



*Figura 2 Ubicación Predio*  
*Fuente: Tomado de Google Earth*

Por sus características, el predio atraviesa terrenos muy irregulares, con elevaciones y declives que dificulta y permiten muy pocas opciones para su aprovechamiento.

Partiendo del estudio de las características topográficas, hidrográficas, geológicas, geotécnicas, etc., se pretende diseñar soluciones de ingeniería para la implementación de una urbanización cuyo nombre será “San Alfonso”.

### **1.3. Justificación**

Junto con el desarrollo y la expansión de las ciudades crecen las necesidades de sus pobladores, donde la vivienda es una necesidad de carácter urgente que debe ser atendida.

El sector de Vía a la Costa actualmente se encuentra en desarrollo debido a los antecedentes ya mencionados, por lo cual se ha decidido escoger esta área para el desarrollo del proyecto.

En este proyecto de fin de carrera para la obtención de título de Ingeniero Civil, se planteará soluciones ingenieriles aplicando todos los conocimientos obtenidos a lo largo de nuestra formación, con el fin de obtener el máximo aprovechamiento del terreno ya mencionado para la creación de una urbanización, teniendo en cuenta las características topográficas, hidrográficas, geológicas, geotécnicas y cuidando de producir el menor impacto ambiental posible.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Plantear soluciones ingenieriles para el diseño de una urbanización ubicada en Vía la Costa.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Estudiar las características físicas, topográficas, hidrológicas y geográficas del terreno.
- Analizar la topografía detallada del proyecto y sus entornos.
- Realizar la distribución de las áreas aprovechables.
- Diseñar las vías de acceso.
- Diseñar manzanas y solares.
- Diseñar el sistema de drenaje pluvial
- Establecer lineamientos para el desarrollo del proyecto
- Evaluar los impactos ambientales que el desarrollo del proyecto ocasionara.

# **CAPITULO II**

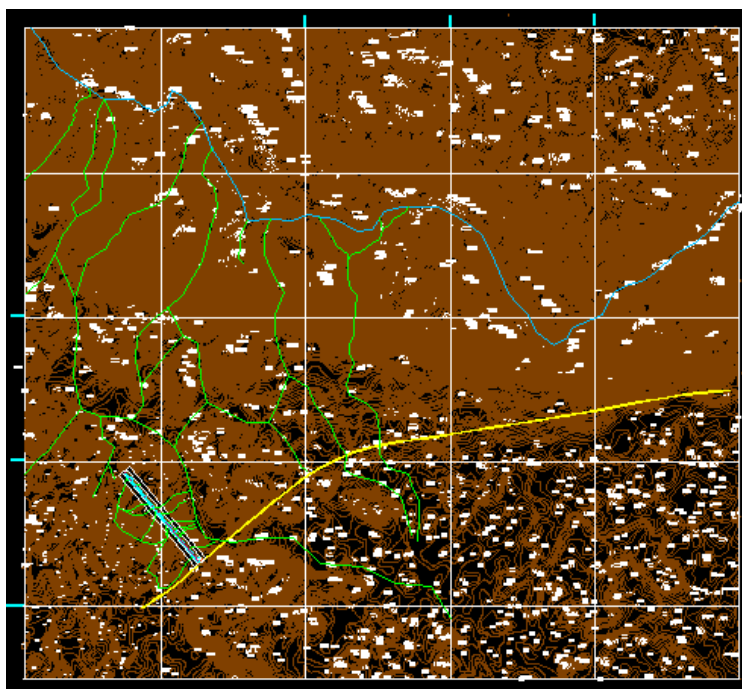
## **2. ESTUDIO DEL TERRENO**

### **2.1. Topografía**

El estudio topográfico es esencial para el correcto diseño y desarrollo del proyecto, pues en este se pueden observar las características planimétricas y altimétricas del terreno. Para el desarrollo del proyecto se necesitó de dos tipos de topografías.

Una de ellas fue la topografía general de la zona que está alrededor del predio, la cual se obtuvo a partir de ortofotos pertenecientes a los cerros de Chongón colindantes al predio. En ella se pudo apreciar la línea divisoria de aguas, quebradas, cuencas y sub cuencas que atraviesan el terreno, con el fin de identificar la trayectoria del flujo del

agua y poder realizar un correcto diseño de drenaje de AALL dentro de la futura urbanización, evitando así posteriores problemas de inundaciones.



*Figura 3. Topografía general de la zona Vía a la Costa  
Fuente: Elaborado por los autores*

Las curvas de nivel de la topografía que se muestra en la figura 3 están cada 1 metro, lo que nos ayuda a identificar con mayor facilidad las cuencas, sub cuencas y quebradas que atraviesan el terreno de estudio, las cuales se encuentran representadas por las líneas verdes. La línea celeste representa el divisorium aquarum.

Cabe recalcar que a pesar que la topografía obtenida fue de gran ayuda para poder identificar lo antes ya mencionado, ésta no es muy precisa; pues para obtener dichas ortofotos se realiza rectificaciones, eliminando así las distorsiones planimetrías causadas por la inclinación de la cámara aérea y al desplazamiento debido al relieve.

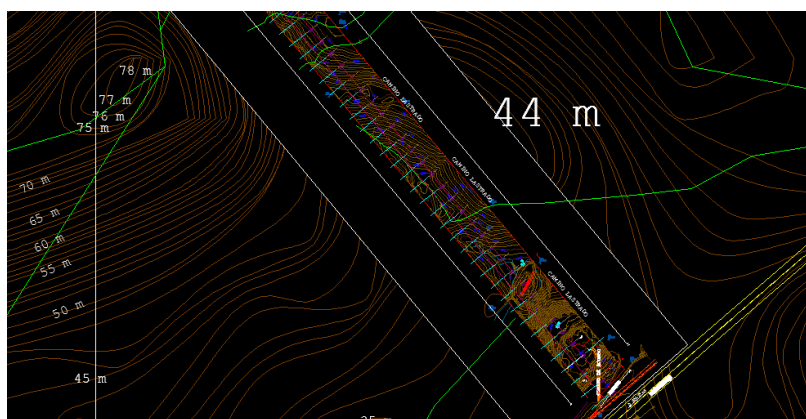
Por este motivo es fundamental tener una topografía más detallada y precisa del terreno para el diseño del alcantarillado en general, las vías de acceso y lotización de manzanas y solares.



*Figura 4 Topografía específica del terreno  
Fuente: Elaborada por los autores*

En la figura 4, se observa la topografía del terreno, la cual había sido previamente realizada por el Ing. Samuel Franco a solicitud de los dueños de la propiedad. Dicha topografía es más detallada y precisa

puesto que este levantamiento fue realizado a menor escala en comparación con la obtenida con ortofotos, además de haber sido realizado con una estación total, la cual es de mayor precisión.



*Figura 5. Topografías general y específica unidas.  
Fuente: Elaborada por los autores*

En la figura 5, se unieron ambas topografías en un solo plano esperando que estas se acoplaran, sin embargo se pudo apreciar que las curvas de nivel de la topografía general con la topografía del terreno, no coincidían debido a que tienen diferencias en sus elevaciones. A pesar de esto, se notó que ambas seguían un mismo patrón.

Las curvas de nivel de la topografía general que corresponden al predio iban decreciendo, lo que indica que existen quebradas que atraviesan el mismo, este patrón de decrecimiento coincide con las



curvas de nivel de la topografía específica del terreno, es decir, a pesar de la discordancia que existe entre las curvas de nivel de ambas topografías, las quebradas atraviesan el mismo lugar debido a la similitud en el patrón de ambas.

Las topografías a pesar de que las curvas de nivel difieren en sus elevaciones en el sector del terreno, se complementan debido a que ambas ayudan a la realización de un correcto diseño de los sistemas hídricos así como también la construcción de la obra civil.

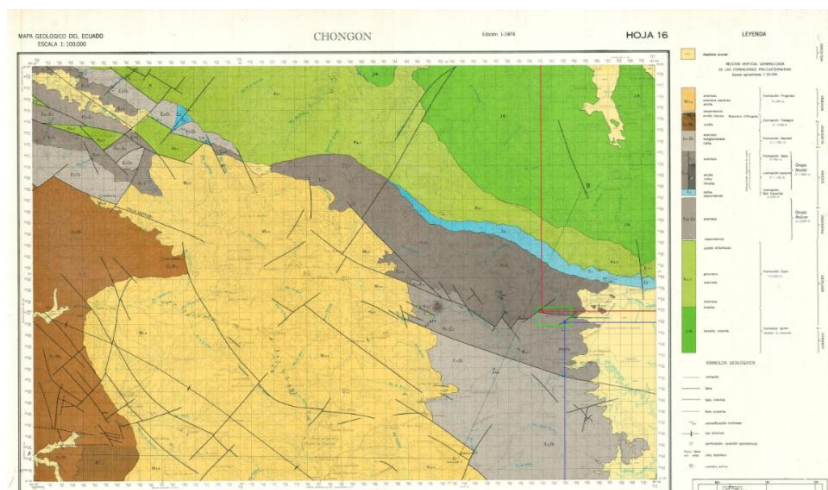
## **2.2. Geología**

### **2.2.1. Generalidades**

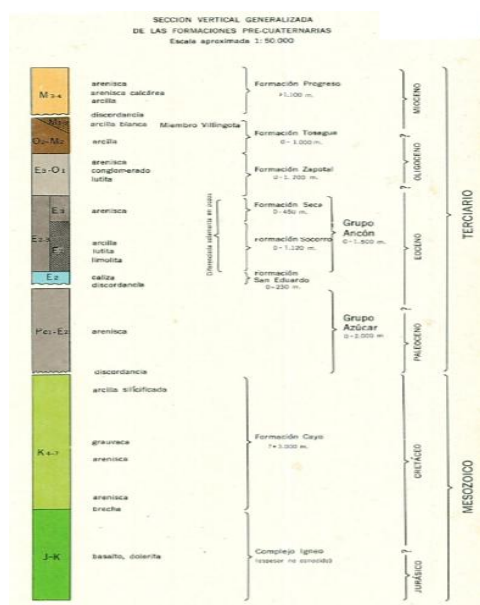
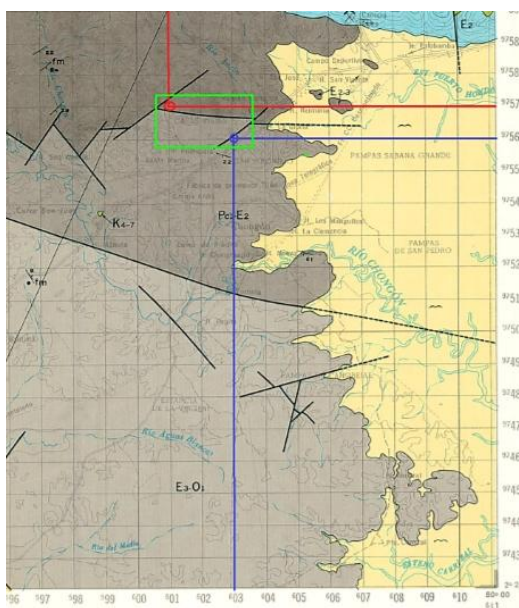
La Costa ecuatoriana se ubica al Oeste de la Cordillera de los Andes, compuesta por una base de roca basáltica en el cual se encuentran depósitos de materiales detríticos como consecuencia directa de la sedimentación de las partículas físicas arrastradas por las aguas o viento, lo que constituyen formaciones geológicas de origen marino del litoral ecuatoriano y posteriormente formaciones de origen sublitorales-continental

de la cuenca del Río Guayas. (Reinoso, Michalón, & Avilés, 2005).

Dentro de los cerros de la cordillera de Chongón- Colonche se encuentran las formaciones Ancón, Las Masas, San Eduardo, Guayaquil, Cayo y Piñón, como se puede apreciar en el mapa I.



*Mapa I Mapa Geológico de Chongón, se muestra el área de estudio  
Fuente: (Instituto Geografico Militar, 1968)*



Mapa II Acercamiento de la ubicación del área de estudio perteneciente al Grupo Ancón y Azúcar  
Fuente: (Instituto Geográfico Militar, 1968)

Afloramientos del terciario aparecen al oeste de la ciudad, sector donde se encuentra el predio de estudio.

En el mapa II, se encuentra ubicada la zona de interés en el mapa geológico correspondiente a Chongón, donde se puede ver que el terreno en estudio pertenece a las formaciones del Grupo Ancón y Azúcar.

Los afloramientos pertenecientes a las formaciones del Grupo Ancón (Eoceno medio - superior) están conformados por brechas sedimentarias, la cual se encuentra suprayacente a la formación San Eduardo y subyacente a esta formación tenemos las formaciones del Grupo Azúcar (Paleoceno) conformadas por delgada capas de lutitas.

### **2.2.2. Grupo Ancón**

El grupo Ancón está conformado por varias formaciones, las mismas que de acuerdo a su ubicación geográfica tienen diferencias litológicas, conforman este Grupo: Clay Pebble Beds, Socorro, Seca y Punta Ancón

- Formación Clay Pebble Beds

Se presenta litológicamente como una masa desorganizada de lutitas verdes grisáceas y areniscas en bancos rotos, con bloques de areniscas, lutitas, cherts y calizas. Su espesor varía de 0 a 750 m, según (Bristow & Hoffstetter, 1977) la edad designada es de Eoceno Temprano-Eoceno Medio

- Formación Socorro

Constituidas por grauvacas de color gris a verde las mismas que se encuentran endurecidas y cementadas de calcita y material arcilloso.

- Formación Seca

Consiste principalmente en lutitas de color gris oscuro a verdoso, las mismas que alternan con delgadas capas de areniscas con bordes de 6 a 10 cm

- Formación Punta Ancón

La formación Punta Ancón representa la unidad superior del Grupo Ancón, descansa en contacto abrupto sobre la formación Seca.

Conjunto que incluye areniscas masivas de color verde oscuro, con laminaciones horizontales, y calizas a veces conglomeráticas. La edad asignada es de Eoceno Medio medio–Eoceno Medio tardío. (Naranjo Freire, 2011).

### 2.2.3. Grupo Azúcar

Su nombre proviene del pueblo y de los cerros Azúcar (80 km al occidente de Guayaquil).y está constituida por 3 formaciones:

- Formación Estancia

Su nombre se deriva de los cerros de Estancia ubicados entre cerro Alto y la loma de las Animas. El espesor de Estancia es de aproximadamente 2000 metros. (Bristow & Hoffstetter, 1977)

Consiste de una secuencia de areniscas micáceas de grano fino y color verde a verde grisáceo interestratificada con lutitas negras con frecuentes concreciones calcáreas y delgadas capas de conglomerados. (Naranjo Freire, 2011)

- Formación Chanduy

Su nombre se debe al Cerro Chanduy, situado a 7 Km al SO de Zapotal y en el cual existen extensos afloramientos de esta unidad.

El Cerro Chanduy está constituido por areniscas síliceas micáceas masivas, micro-conglomerática, con capas de conglomerado cuarcítico en la base y algunas capas de lutitas grises. (Olsson, 1939)

- Formación Engabao

Calificativo derivado seguramente del Estero Engabao, el cual atraviesa sedimentos de Azúcar en la falda norte del Cerro de Acumbe. (Naranjo Freire, 2011). (Marchant, 1961) describe a Engabao como areniscas más suaves que Estancia, de color amarillo a café, masivas y con concreciones, que afloran hacia el norte del Cerro Chanduy, hasta el pueblo de Azúcar.

A continuación, en la figura 6, se muestra la litoestratigrafía, bioestratigrafía y paleoambientes de las formaciones Ancón y Azúcar.

FORMACIONES	LITOESTRATIGRAFÍA	EDADES RELATIVAS Y ZONAS BIOESTRATIGRÁFICAS	PALEOAMBIENTES
<b>Grupo Ancón</b>	Punta Ancón	Eoceno Medio medio - Eoceno Medio tardío. Zonas: P13 - P14; N P16; <i>Podocyrus mira</i>	Marino de salinidad normal, plataforma externa, mezcla de aguas cálidas y frías.
	Seca	Eoceno Medio medio. Zonas: P12; N P15 - N P16; <i>Podocyrus ampla</i>	
	Socorro	Eoceno Medio temprano - Eoceno Medio medio. Zonas: P11 - P12; N P14 - N P15; <i>Thyrsocyrtis triacantha</i>	
	Clay Pebble Beds	Eoceno Temprano - Eoceno Medio. Pisos: Ypresiano - Lutefiano. Zonas: P8 - P10; N P12 - N P13; <i>Dicyporora mongolfieri</i>	
<b>Grupo Azúcar</b>		Paleoceno. Pisos: Daniano superior - Thanetiano superior.	Marino profundo, abisal de 2000 a 3000 m de profundidad
Santa Elena		Maastrichtiano - Paleoceno	Marino profundo

Figura 6 Litoestratigrafía, bioestratigrafía y paleoambientes de las formaciones Ancón y Azúcar

Fuente: (Naranjo Freire, 2011)

### 2.3. Hidrología

Los cursos de agua están estrechamente ligados al contexto geográfico: relieve, naturaleza y grado de alteración de las rocas, clima, cobertura vegetal, todo se combina para constituir los rasgos distintivos de su hidrología. (Pourrut & Gómez, 1995).

Guayaquil se encuentra situado en la cuenca del Río Guayas, una extensa área de la Costa ecuatoriana bañada por el río del mismo nombre y toda su red de afluentes.

Chongón posee un clima con características de sabana tropical, humedad relativa del aire elevada, alta nubosidad, baja incidencia solar directa y lluvias intensas solo en cuatro meses del año. Según la descripción antes nombrada, generalmente se la asigna al sector un clima “Tropical Húmedo – Seco”. (Cerezo, Medina, & Viteri, 2007).

Entre los principales ríos, podemos encontrar: La cuenca del Río Chongón (Área de 588 Km<sup>2</sup>, representando el 16.1% de la cordillera Chongón – Colonche) que es la más próxima a Guayaquil y está sujeta a la acción de los vientos cargados de humedad que soplan desde el Golfo, siendo el que recibe mayor precipitación. Sin embargo, su régimen es intermitente, produciéndose escurrimientos sólo en los



meses de enero a mayo, para luego secarse completamente. (PROMSA, 2002).

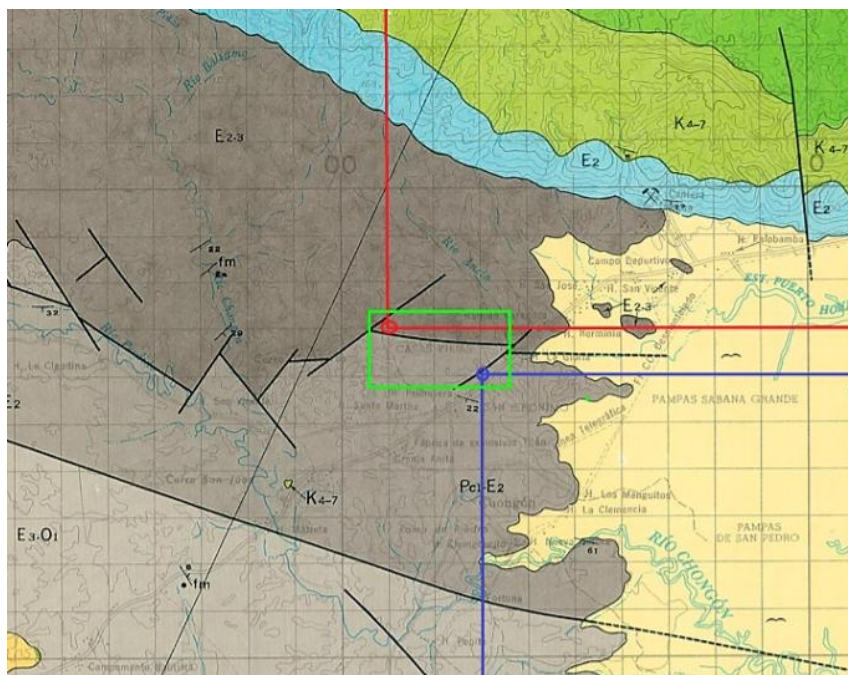
La cuenca, de forma rectangular, está comprendida entre las cordilleras de Chongón al norte, las cuencas de los ríos Las Juntas y Daular al sur y oeste, y al este el Golfo de Guayaquil.

El río Chongón nace a 300 metros de altura y atraviesa una zona de colinas de suave pendiente. En la parte baja el Río Chongón presenta muchos meandros, que permiten una mayor retención de agua.

El Daular, de régimen intermitente, con escurrimientos no continuos en los meses de lluvia y con años de escurrimiento nulo, nace de cordilleras costeras y es de menor pendiente que el anterior. Tanto el Río Chongón como el Daular desembocan en el Golfo de Guayaquil.

De los ríos existentes en el sector como: Aneta, Perdido, Bálsamo, Aguas Blancas, Cangaguila, Chusmo, Culebra, entre otros los cuales presentan un régimen intermitente o efímero según su característica hidrográfica.

En el mapa III, se observa la ubicación de ríos y esteros en el terreno de estudio.



*Mapa III Ríos y esteros cercanos al terreno en estudio*  
 Fuente: (Instituto Geográfico Militar, 1968)

En lo que respecta a fuentes de agua salada, entre las principales encontramos los esteros: Hondo, Carrizal y Daular, todos poseen la influencia directa del estero salado y a su vez se derivan de éste.

Sus regímenes de escorrentía son permanentes y se rigen a las fluctuaciones de mareas (dos bajamares y dos pleamares) (Instituto Geográfico Militar – IGM).

## 2.4. Estudios Geotécnicos

### 2.4.1. Visita de campo

Las visitas de campo fueron realizadas el 24 y 25 de octubre del 2015 donde se hizo un reconocimiento de terreno; tal y como se muestra en la figura 7 y 8, se tomaron coordenadas, fotografías y se escogieron los lugares donde se iban a realizar las calicatas.



*Figura 7. Visita de campo. Reconocimiento del terreno*

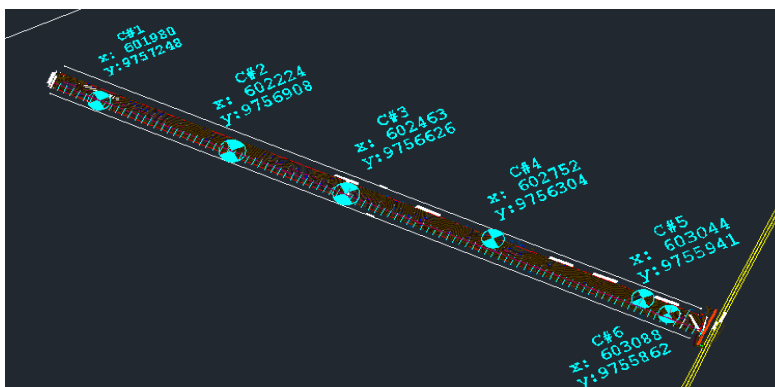


Figura 8. Ubicación de las calicatas.  
Fuente: Elaborado por el autor

## 2.4.2. Geotecnia del perfil estratigráfico y discusión de los resultados

Las calicatas son excavaciones realizadas mediante herramientas manuales tales como: posteadora, barreta y pala. Estas permiten la observación directa del terreno, así como también la toma de muestras.

Con el fin de facilitar el reconocimiento geotécnico del terreno, se realizaron 6 calicatas de profundidades de 0.00 a 3.00 m. Las muestras recuperadas se clasificaron en forma visual.

### 2.4.2.1. Calicata # 1

Basados en los registros de la calicata y el análisis visual de las muestras con ayuda del Ingeniero Geólogo y Civil Miguel Chávez, se pudo determinar que entre la superficie

y la máxima profundidad explorada, el subsuelo presenta los siguientes estratos:

- Arcilla color gris verdosa desde la superficie hasta 30 cm de profundidad.
- Limolita meteorizada color café claro manteniéndose a profundidades de 0.30 metros hasta 2.00 metros.
- Roca limolita a partir de los 2 metros hasta el final del sondeo.

A continuación en la tabla I se muestra la columna estratigráfica de la calicata No. 1

SIMBOLOGÍA			PROYECTO:	Urbanización San Alfonso	
RELLENO	+++++++		UBICACIÓN	Km 20 Vía a la Costa - Guayaquil, Guayas	
ROCA	⊗⊗⊗⊗		CALICATA:	1	
ARENA	⊘⊘⊘⊘		FECHA :	21/11/2015	
LIMO			NIVEL FREÁTICO :	-	
ARCILLA	▨▨▨▨		COORDENADAS :	17M Sur	601980
TURBA	▬▬▬▬				9757223

PROF (m)	CAMBIO DE ESTRATO	MATERIAL	ESTRATIG.	MUESTRA		DESCRIPCIÓN
				#	PROFUNDIDAD	
1	0.30	Arcilla	▨▨▨▨	1	0.00 a 0.30 m	
		Limolita Meteorizada				
2	2.00			2	0.30 a 2.00 m	
3		Roca Limolita	⊗⊗⊗⊗			

Tabla I Columna estratigráfica de calicata # 1  
Fuente: Elaborada por los autores



*Figura 9 Fotografías calicata # 1*

#### **2.4.2.2. Calicata # 2**

El subsuelo presenta los siguientes estratos:

- Arcilla color gris desde la superficie hasta 50 cm de profundidad.
- Limolita café oscuro desde 0.20 hasta 2.50 metros.
- Roca limolita meteorizada a partir de 1.20 metros.

A continuación en la tabla II se muestra la columna estratigráfica de la calicata No. 2

SIMBOLOGÍA			PROYECTO:	Urbanización San Alfonso	
RELLENO	+++++++		UBICACIÓN	Km 20 Vía a la Costa - Guayaquil, Guayas	
ROCA	⊗⊗⊗⊗		CALICATA:	2	
ARENA	▨▨▨▨		FECHA :	21/11/2015	
LIMO	▨▨▨▨		NIVEL FREÁTICO :	-	
ARCILLA	▨▨▨▨		COORDENADAS :	17M Sur	602224
TURBA	▨▨▨▨			9756908	

PROF (m)	CAMBIO DE ESTRATO	MATERIAL	ESTRATIG.	MUESTRA		DESCRIPCIÓN
				#	PROFUNDIDAD	
1	0.50	Arcilla	▨▨▨▨	1	0.00 a 0.50	
	1.20	Limolita	▨▨▨▨	2	0.50 a 1.20	
2		Roca Limolita Meteorizada	⊗⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗⊗			
3						

*Tabla II Columna estratigráfica de calicata #2  
Fuente: Elaborado por los autores*



*Figura 10 Fotografía calicata #2*

### 2.4.2.3. Calicata # 3

El subsuelo presenta los siguientes estratos:

- Suelo residual arcilloso color café oscuro desde la superficie hasta 0.90 metros de profundidad.
- Arcilla color gris a partir de los 0.90 metros hasta una profundidad de 2.50 metros.
- Roca limolita meteorizada a partir de los 2.50 metros hasta el final del sondeo.

A continuación en la tabla III se muestra la columna estratigráfica de la calicata No. 3

SIMBOLOGÍA			PROYECTO:	Ubanización San Alfonso	
RELLENO	+++++++		UBICACIÓN	Km 20 Vía a la Costa - Guayaquil, Guayas	
ROCA	⊗⊗⊗⊗		CALICATA:	3	
ARENA	▒▒▒▒▒		FECHA :	21/11/2015	
LIMO	▒▒▒▒▒		NIVEL FREÁTICO :	-	
ARCILLA	▒▒▒▒▒		COORDENADAS :	17M Sur	602492
TURBA	▒▒▒▒▒				9756646




PROF (m)	CAMBIO DE ESTRATO	MATERIAL	ESTRATIG.	MUESTRA		DESCRIPCIÓN
				#	PROFUNDIDAD	
1	0.90	Suelo Residual Arcilloso		1	0.00 a 0.90 m	
2	2.50	Arcilla		2	0.90 a 2.50 m	
3		Roca Limolita meteorizada				

Tabla III Columna estratigráfica de calicata # 3  
Fuente: Elaborada por los autores





Figura 11. Fotografías calicata # 3

#### 2.4.2.4. Calicata # 4

El subsuelo presenta los siguientes estratos:

- Limo arcilloso color gris verdoso más capa vegetal desde la superficie hasta 0.40 metros
- Limo arcilloso con clastos color gris verdoso a partir de 0.40 metros hasta los 0.60 metros.
- Lutitas y limolitas meteorizadas color gris oscuro desde 0.40 metros hasta 1.50 metros, debido a que el material era resistente a los golpes de la barreta no se pudo llegar a los 3 metros.

A continuación en la tabla IV se muestra la columna estratigráfica de la calicata No. 4

SIMBOLOGÍA		PROYECTO:	Ubanización San Alfonso		
RELLENO	+++++++		UBICACIÓN	Km 20 Vía a la Costa - Guayaquil, Guayas	
ROCA	○○○○○			CALICATA:	4
ARENA	▒▒▒▒▒		FECHA :		21/11/2015
LIMO				NIVEL FREÁTICO :	-
ARCILLA	▨▨▨▨▨		COORDENADAS :		17M Sur
TURBA	▬▬▬▬▬				9756304

PROF (m)	CAMBIO DE ESTRATO	MATERIAL	ESTRATIG.	MUESTRA		DESCRIPCIÓN
				#	PROFUNDIDAD	
1	0.40	Limo Arcilloso con Capa Vegetal		1	0.00 a 0.40 m	
	0.60	Limo Arcilloso con Clastos		2	0.40 a 0.60 m	
	1.50	Lutitas y Limolitas Meteorizadas		3	0.60 a 1.50 m	
2						
3						

Tabla IV Columna estratigráfica de columna # 4  
Fuente: Elaborada por los autores



*Figura 12. Fotografías calicata # 4*

#### **2.4.2.5. Calicata # 5**

El subsuelo presenta los siguientes estratos:

- Arena arcillosa proveniente de material coluvial color gris desde la superficie hasta 0.50 metros de profundidad

- Arcilla residual color gris oscuro a partir de 0.50 metros hasta 1.00 metros
- Roca arenisca de grano fino desde 1.00 metro hasta 1.80 metros, no se pudo muestrear hasta los 3.00 metros debido a la dureza del material. Cabe mencionar que a una profundidad de 1.70 metros se encontró agua.

A continuación en la tabla V se muestra la columna estratigráfica de la calicata No. 5.

SIMBOLOGÍA				PROYECTO:	Ubanización San Alfonso	
RELLENO	++++++			UBICACIÓN	Km 20 Vía a la Costa - Guayaquil, Guayas	
ROCA	⊗⊗⊗⊗			CALICATA:	5	
ARENA	▒▒▒▒			FECHA :	21/11/2015	
LIMO				NIVEL FREÁTICO :	1.70 m	
ARCILLA	▨▨▨▨			COORDENADAS :	17M Sur	603044
TURBA	▬▬▬▬					9755941

PROF (m)	CAMBIO DE ESTRATO	MATERIAL	ESTRATIG.	MUESTRA		DESCRIPCIÓN
				#	PROFUNDIDAD	
1	0.50	Arena Arcillosa (Coluvial)		1	0.00 a 0.50	
	1.00	Arcilla (Residual)		2	0.50 a 1.00	
2	1.80	Roca Arenisca de grano fino		3	1.00 a 1.80	
3						

Tabla V Columna estratigráfica de calicata # 5  
Fuente: Elaborado por los autores



*Figura 13. Fotografías calicata # 5*

#### **2.4.2.1 Calicata # 6**

El subsuelo presenta los siguientes estratos:

- Limolita meteorizada café clara desde la superficie hasta 1.20 metros de profundidad
- Arenisca meteorizada poco compactada desde 1.20 metros hasta 3.00 metros.

A continuación en la tabla VI se muestra la columna estratigráfica de la calicata No. 6.

SIMBOLOGÍA		PROYECTO:	Ubanización San Alfonso		
RELLENO	+++++++		UBICACIÓN	Km 20 Vía a la Costa - Guayaquil, Guayas	
ROCA	⊗⊗⊗⊗			6	
ARENA	▨▨▨▨		FECHA :	21/11/2015	
LIMO	▨▨▨▨		NIVEL FREÁTICO :	-	
ARCILLA	▨▨▨▨		COORDENADAS :	17M Sur	603088
TURBA	▨▨▨▨			9755862	

PROF (m)	CAMBIO DE ESTRATO	MATERIAL	ESTRATIG.	MUESTRA		DESCRIPCIÓN
				#	PROFUNDIDAD	
1	1.20	Limolita Meteorizada		1	0.00 a 1.20	
2		Arenisca Meteorizada poco compacta				
3	3.00			2	1.20 a 1.50	

Tabla VI Columna estratigráfica calicata # 6  
Fuente: Elaborado por los autores



Figura 14. Fotografía calicata # 6

# **CAPITULO III**

## **3. BASE DE DISEÑOS**

### **3.1. Base de diseño vial**

La creación vías de acceso es indispensable para construcción de un proyecto urbanístico, este proceso altera la forma del terreno y nos obliga a adaptar las demás obras de ingeniería civil al alineamiento diseñado para la carretera.

Al realizar este diseño debemos tener en cuenta que las características del terreno en estudio no son favorables sin embargo este debe ser diseñado de tal manera de que no se cause ninguna afectación al entorno natural y construcciones aledañas.

El objetivo de nuestra carretera es brindarle a los residentes la capacidad de poder movilizarse con sus vehículos dentro y fuera de la urbanización. Estará conformado por una vía de acceso que parte desde la carretera Guayaquil - Salinas que bordea toda la urbanización, contando con tres intersecciones con sus respectivas garitas de acceso y una carretera interna para la movilización dentro de la urbanización

### **3.1.1. Normas de Diseño**

Para el diseño de la carretera se han considerado las siguientes normas:

- Ministerio de transporte y obras públicas del Ecuador – Volumen nº 2 – Libro A norma para estudios y diseños viales.
- Ministerio de transporte y obras públicas del Ecuador - Volumen nº 2 – Libro B norma para estudios y diseño vial.
- AASHTO 98. Sección 15. Diseño estructural de pavimentos rígidos.

Estas normas son el respaldo para todos los procesos de diseño que se emplearon al momento de diseñar nuestra carretera.



### **3.1.2. Elementos para el diseño vial**

El diseño y ubicación de una carretera se ven afectados por varios factores, de los cuales los más importantes son los siguientes:

- Las características del terreno como su topografía, geología, y el uso de suelo que tendrá el terreno en el cual construiremos la futura vía.
- El volumen de tránsito y la velocidad de diseño.

#### **3.1.2.1. Topografía**

La topografía es de gran importancia en el diseño vial, puesto que está directamente relacionada con los alineamientos horizontales y verticales que le demos a la misma, con las pendientes, secciones transversales y distancias de visibilidad. Según la topografía, podemos clasificar el terreno en una de las siguientes categorías:

- Terreno Plano. Con pendientes transversales a la vía menores de 5%. Mínimo movimiento de tierras en la construcción de la carretera y con pendientes longitudinales a la vía menores del 3%

- Terreno Ondulado. Con pendientes transversales a la vía menores de 6%. Moderado movimiento de tierras en la construcción de la carretera y con pendientes longitudinales entre el 3% al 6%.
- Terreno Montañoso. Con pendientes transversales a la vía del 13% al 40%. Grandes movimientos de tierras en la construcción de la carretera y con pendientes longitudinales entre el 6% al 8%.
- Terreno Escarpado. Con pendientes transversales a la vía que pasan del 40%. Máximos movimientos de tierras en la construcción de la carretera y con pendientes longitudinales mayores al 8%.

El terreno en estudio se ubica en la última categoría, Terreno Escarpado, debido a que tiene pendientes longitudinales mayores al 8% y grandes cantidades de movimiento de tierra.

### **3.1.2.2. Características físicas**

Las características físicas o geológicas afectan considerablemente la ubicación de la vía y su geometría. En el terreno de estudio existe la posibilidad de deslizamientos e inundaciones debido a que es una zona montañosa.

Para el diseño de la carretera se trató de evitar la colocación de rellenos ya que por medio de la topografía se puede observar que varias quebradas forman parte del terreno y estas con el tiempo podrían provocar deslizamientos y asentamientos en distintas ubicaciones del sector.

Cabe recalcar que debido a la forma del terreno el diseño vial podría resultar costoso.

### **3.1.2.3. Uso de suelo.**

El uso de suelo es la actividad para la cual será destinado el terreno de estudio como por ejemplo: agricultura, el comercio, la función residencial o la recreativa, lo cual

también influye en el diseño de una carretera, por el efecto que tiene en el tránsito y en el movimiento peatonal.

El terreno tendrá un fin residencial, por lo que todos los cálculos se deberán realizar en base a esto.

### **3.1.3. Estudio del tráfico vehicular**

El diseño de una carretera o de un tramo de la misma debe realizarse en base a la información que se obtenga del estudio de tráfico, con el objetivo de compararlo con el máximo número de vehículos que una carretera puede soportar. El tráfico está directamente relacionado a las características del diseño geométrico de la vía.

El flujo de tránsito para una carretera es analizado por la cantidad de vehículos que circulan por un punto determinado durante un periodo de tiempo establecido.

#### **3.1.3.1. Vehículo de diseño**

El vehículo de diseño es un vehículo standard cuyas dimensiones, peso y características se acomoden a los

tipos de vehículos que circularan por nuestra vía. El vehículo de diseño debe ser uno para facilitar el diseño geométrico.

### **3.1.3.2. Trafico promedio diario anual**

La unidad de medida del tráfico en una vía es el volumen del tráfico promedio diario anual cuya abreviación es TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual).

Para calcular el TPDA, lo recomendable sería disponer de una estación que se encuentre permanentemente obteniendo datos para conocer las variaciones diarias, semanales y estacionales. Adicionalmente un registro de datos de varios años para contar con una base confiable y realizar predicciones del crecimiento de tráfico. En la tabla VII se muestra la categoría de la vía correspondiente a diferentes valores de TPDA.

FUNCIÓN	CATEGORÍA DE LA VÍA		TPDA Esperado
Corredor Arterial	R - I o R - II	(Tipo)	>8000
	I	todos	3000 - 8000
	II	todos	1000 - 3000
Colectora	III	todos	300 - 1000
	IV	5,5E,6 y 7	100 - 300
Vecinal	V	4 y 4E	<100

Tabla VII Clasificación de Carreteras según el MTOP  
Fuente: MTOP.

### 3.1.3.3. Ejes Equivalentes

El tránsito está compuesto por vehículos de diferente peso y número de ejes motivo por el cual se utilizan los ejes equivalentes para efectos de cálculo.

El número acumulado de ejes equivalentes  $N_t$  calculado por carril de diseño, se obtendrá por la siguiente fórmula:

$$N_{t_0} = 365 \times FE \times TPDA_0 \left[ \frac{(1+r)^t - 1}{\ln(1+r)} \right] \times \frac{A}{100} \times \frac{B}{100}$$

Donde:

FE: Factor de equivalencia de carga.

TPDA: Tráfico promedio diario anual inicial.

r: Tasa de crecimiento vehicular general o por tipo de vehículo.

t: Período de diseño.

A: Porcentaje estimado de vehículos pesados (buses y camiones).

B: Porcentaje de vehículos pesados que emplean el carril de diseño.

#### **3.1.3.4. Velocidad de diseño**

La velocidad que se utilizara para el diseño será la máxima velocidad a la cual los vehículos podrán circular con seguridad sobre una vía cuando las condiciones climáticas y del tránsito sean favorables.

La velocidad de diseño se escoge en base a las condiciones físicas y topográficas del terreno, la importancia de la vía y el volumen del tránsito, todas estas características influyen para la selección de la velocidad

con el fin de asegurar seguridad, desplazamiento, eficiencia y movilidad adecuada en los vehículos.

Es fundamental seleccionar adecuadamente nuestra velocidad de diseño. Tomando en cuenta que se desea tener una velocidad constante en el diseño de cada tramo de la carretera. Las variaciones en la topografía pueden obligar a realizar cambios en la velocidad de diseño en varios tramos, sin embargo se puede forzar al vehículo a que tome las velocidades establecidas en el diseño mediante el uso de señales de tránsito y rompe velocidades.

En la tabla VIII se muestra la velocidad permisible para cada tipo de terreno y la categoría de la vía.

VELOCIDAD DE DISEÑO EN Km/h												
BÁSICA (RELIEVE LLANO)				PERMISIBLE EN TRAMOS DIFÍCILES (RELIEVE ONDULADO) (RELIEVE MONTAÑOSO)								
CATEGORÍA DE LA VÍA	Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad	
	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta
R - I o R - II	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80
I	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
II	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50
III	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
IV	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
V	60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25

Tabla VIII Velocidades de Diseño según la Clasificación de la vía  
Fuente: MTOP



Los valores mostrados en la tabla VII se han obtenido en base a estudios realizados por la AASHTO la cual considera tanto las velocidades de vehículos livianos y pesados.

#### **3.1.4. Subrasante**

La subrasante es la primera capa de la estructura del pavimento, y generalmente está conformada por los suelos naturales existentes en la ubicación de la vía. En ciertos casos, la calidad del suelo no es la adecuada para la construcción de la carretera por lo que se pueden especificar mejoramientos o reemplazos de materiales.

Mediante los sondeos realizados en el terreno de estudio, detallados en la sección 2.4.2, con el fin de conocer la estratigrafía y tipo de suelos existente. Se pudo determinar que de acuerdo a la clasificación SUCS el material es un limo de baja plasticidad, el cual se encuentra dentro de los parámetros para poder ser utilizado como la subrasante.

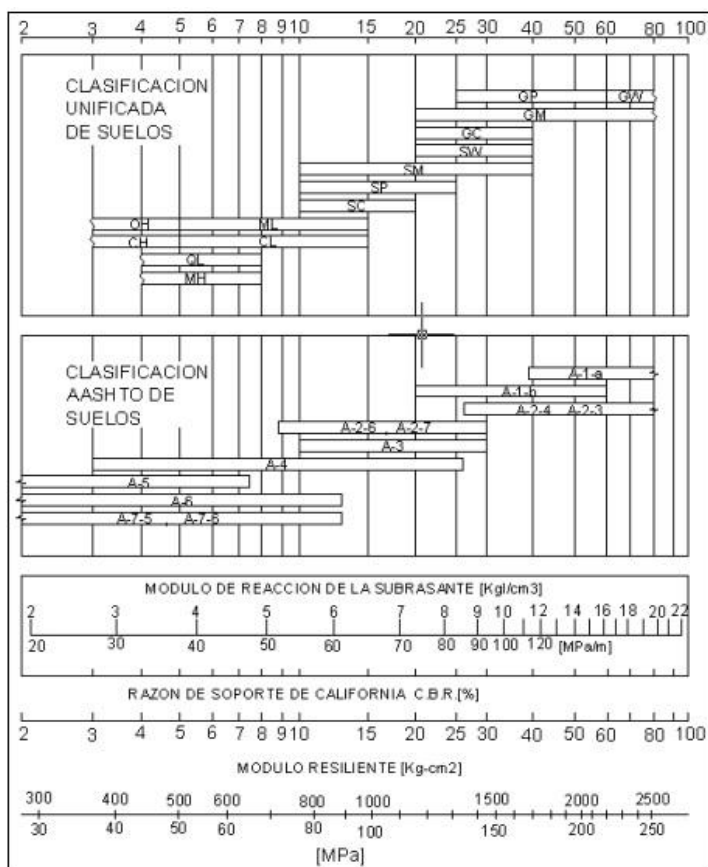


Figura 15. Relaciones aproximadas entre soporte de suelos y su clasificación  
Fuente: (MINVU, 2008).

Con la ayuda del nomograma presentado en la figura 15, se procederá a estimar el esfuerzo cortante.

Una vez obtenido el CBR, el MTOP nos permite calcular el modulo del suelo ( $E_s$ ) por medio de la siguiente formula:

$$E_s \left( \frac{kg}{cm^2} \right) = 100 * CBR \text{ cuando } CBR > 10\%$$

$$E_s \left( \frac{kg}{cm^2} \right) = 50 * CBR \text{ cuando } CBR < 10\%$$

### 3.1.5. Base

Esta capa de estructura del pavimento es la más importante por lo que deben emplear materiales de buena calidad para su construcción. Estará conformada por capas compuestas de agregados pétreos triturados.

Lo agregados pétreos deberán cumplir con lo siguiente:

- Granulometría: Tamaño máximo 2"

TAMIZ	PORCENTAJE EN PESO QUE PASA A TRAVÉS DE LOS TAMICES DE LA MALLA CUADRADA	
	TIPO A	TIPO B
2"	100	-
1 1/2"	70-100	100
1"	55-85	70-100
3/4"	50-80	60-90
3/8"	35-60	45-75
N.- 4	25-50	30-60
N.-10	20-40	20-50
N.- 40	10-25	10-25
N.- 200	2-12	2-12

Tabla IX Granulometría para las diferentes clases de base  
Fuente: MTOP

- Los Agregados retenidos en el tamiz N.- 4 deberán tener un porcentaje de desgaste no mayor de 40 %.

- La porción de agregado que pase el tamiz N.-40 deberá carecer de plasticidad.

La base mezclada en planta deberá ser transportada evitándose la segregación de los componentes de la mezcla con el fin de no alterar su composición.

Inmediatamente después de terminar la distribución y conformación del material mezclado, cada capa de base deberá compactarse en su ancho total por medio de un rodillo liso. La cantidad a pagarse por la construcción de una base de agregados será el número de metros cúbicos ejecutados y aceptados, medidos después de la compactación.

Por medio del módulo del suelo y el TPDA estimado, se podrá seleccionar la altura del espesor de base.

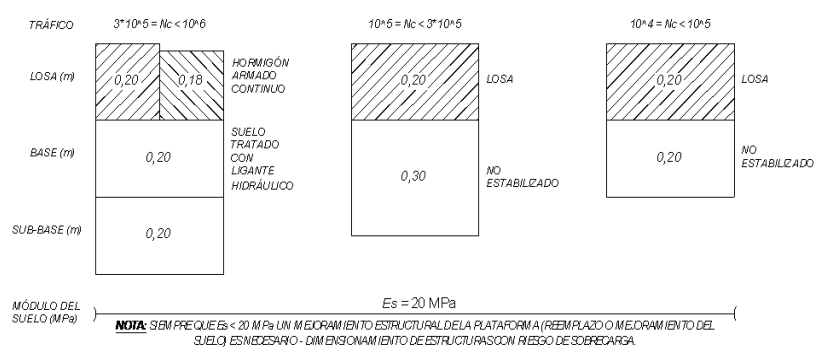


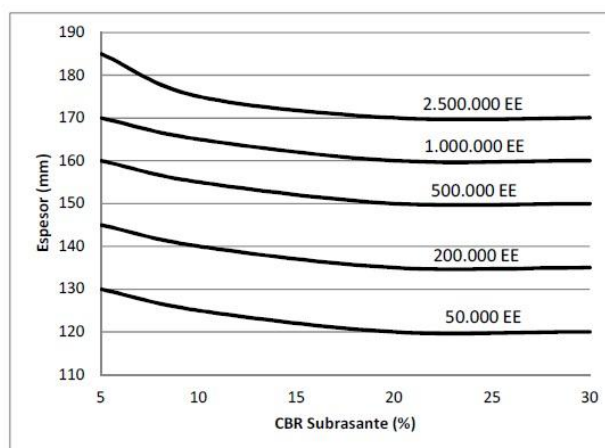
Figura 16. Estructuras para pavimento rígido  
Fuente: MTOP

### 3.1.6. Pavimento Rígido

Los pavimentos rígidos se caracterizan porque la superficie de rodadura es una losa de concreto hidráulico conformada por agregado pétreo, cemento hidráulico y agua, la cual absorbe grandes esfuerzos, deformándose muy poco ante la acción de las cargas y distribuyéndose en grandes áreas.

Se caracterizan por ser fundidas en varios paños de losas de cemento portland, las cuales se encuentran delimitadas por juntas.

Para determinar el espesor de la capa de pavimento rígido se utilizara el ábaco mostrado en la figura 17.



\* Localización considera ubicación en climas costero central, valle central y costera sur.

Figura 17. Espesor de hormigón con junta convencional en las condiciones que se indican tránsito solicitante, expresado en Ejes Equivalentes (EE).

*Fuente: AASHTO 1998*

### **3.2. Base de diseño de Talud**

El terreno en estudio tiene una elevación de una altura de 34 metros que va desde la abscisa 0+000 hasta 0+140.

De acuerdo al diseño de la vía de acceso propuesta, se deberán realizar cortes en la misma cuando la vía sea construida, por lo cual es de gran importancia que el talud de corte posea una pendiente adecuada con el fin de garantizar su estabilidad y seguridad.

#### **3.2.1. Tipo de suelo**

De acuerdo a los sondeos realizados y al mapa geológico se puede determinar que la elevación está conformada por roca arenisca.

La arenisca es una roca sedimentaria de tipo detrítico que contiene clastos de tamaño arena, estas partículas son mayoritariamente minerales resistentes a la meteorización.

### 3.2.2. Pendiente de talud

La selección de una correcta pendiente para el talud dependerá del tipo de suelo que se tenga. En nuestro terreno de estudio tenemos areniscas que es un suelo rocoso poco erosionable por tal motivo se decidirá que la pendiente de corte del talud será 1:0.5 tal y como se muestra en la tabla X.

Tipo de suelo	Pendientes
Suelo rocoso poco erosionable: granito, diabasas, areniscas cuarzosas, pizarras metamórficas y calizas cristalinas, si no buzan hacia la explanación.	1:0.2 a 1.0; 0.5
Suelos rocosos y semi rocosos fácilmente alterables: calizas descompuestas, margas, serpentinas, pizarras arcillosas.	1:1 a 1:1.5
Suelos con grandes bloques de rocas, arcillosas, arenosas de estratificación homogénea.	1:1.5

*Tabla X Pendiente aceptable de acuerdo al tipo de suelo  
Fuente: Trujillo 1999*

### 3.3. Base de diseño alcantarillado pluvial

El desarrollo urbano altera de manera importante la hidrología de las cuencas donde se origina. En particular, se modifican la red de drenaje y el proceso de transformación lluvia-escorrentía.

Como consecuencia de la actividad urbanizadora, los cauces naturales que conforman la red hidrográfica original deben ser conservados y adecuados a las nuevas condiciones, esto para que no

afecte de forma directa a su capacidad de desagüe y por tanto no se propicie la existencia de inundaciones (SIAPA , 2014).

El alcantarillado pluvial tiene como objetivo principal conducir las aguas provenientes de la precipitación hacia sitios donde estas no provoquen daños, y este está conformado por una red de conductos e instalaciones pluviales complementarias que permiten la operación, mantenimiento y reparación del mismo.

### **3.3.1. Normas de Diseño**

Para la ejecución de los diseños de alcantarillado pluvial se han considerado documentos técnicos del INEC e INAMHI, además de las normas que se mencionan a continuación:

- Subsecretaria de saneamiento ambiental y obras sanitarias, Instituto ecuatoriano de obras sanitarias (I.E.O.S). Normas tentativas para el alcantarillado urbano y rural.
- Normas Para estudio y diseño de sistemas agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes –MIDUVI.



- Parámetros de diseño para sistemas de alcantarillado Empresa Metropolitana de Agua Potable y Alcantarillado de Quito.
- Especificaciones de elementos urbanos de infraestructura de aguas lluvias (Santiago de Chile).
- Guía para el diseño hidráulico de redes de alcantarillado (Medellín, Colombia.

En general normas guías que contienen literatura técnica, las cuales son el sustento de las memorias de cálculo que constan dentro del estudio.

### **3.3.2. Periodo de diseño**

Puede definirse como el intervalo de tiempo en el cual se espera que la obra alcance su nivel de saturación; este período debe ser menor que la vida útil de la misma. (EMAAP-Q, 2009).

Para el diseño de redes de alcantarillado de aguas lluvias, de acuerdo con las normas de diseño y las recomendaciones de la EMAAP-Q el periodo de diseño será de 30 años.

### **3.3.3. Área de drenaje**

El término “área de drenaje” correspondiente a un determinado punto de la localidad a servir con un sistema de drenaje pluvial, se define como el área geográfica encerrada por los límites de aporte superficial del escurrimiento proveniente de la precipitación pluvial. (EMAAP-Q, 2009).

La extensión y el tipo de áreas tributarias deberán determinarse para el conjunto de tuberías y para cada tramo de tubería a diseñar. El área de aportes deberá incluir el área propia del tramo en consideración y se expresará en hectáreas (ha).

El área de drenaje total de la urbanización es de 12.08 ha, sin embargo esta se encuentra influenciada por escorrentías externas que deben ser tomadas en consideración, esta área de influencia externa es de 95 ha.

### **3.3.4. Caudal de diseño**

Para cuencas de tamaños menores a 200 ha y de características hidrológicas-hidráulicas simples, se podrá aplicar el Método Racional.

Por lo tanto para el cálculo de los caudales de diseño se utilizará la fórmula del método racional, este método establece que el caudal superficial producido por una precipitación es:

$$Q = 2.78 * C * I * A$$

Donde:

Q: Caudal pico (l/s).

C: Coeficiente de escurrimiento.

I: Intensidad de precipitación (mm/h).

A: Área de la cuenca de aporte (ha).

### **3.3.5. Coeficiente de escurrimiento**

El coeficiente de escorrentía integra una gran cantidad de variables hidrometeorológicas y características de infiltración morfológicas del suelo y las condiciones de uso, cobertura y ocupación del suelo. (EMAAP-Q, 2009).

En las tablas XI y XII se muestran los diferentes valores de coeficiente de escurrimiento dependiendo del tipo de uso de suelo.

<b>Tipo de Uso de Suelo</b>	<b>Coefficiente C (Cod. Ec)</b>
Área Verde	0.15
Calle	0.85
Techado Tipo 1 (Residencias)	0.9
Techado Tipo 2 (Hospitales, Colegios, Coliseos, etc)	0.7

*Tabla XI Coeficiente de Escorrentía  
Fuente: MIDUVI -Ecuador*

<b>TABLA N° 5.3.7.2 (a) COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA PARA UN ÁREA URBANA</b>	
<b>Descripción del área</b>	<b>Coefficiente de escorrentía</b>
<i>Negocios</i>	
Centro	0.70 a 0.95
Barrios	0.50 a 0.75
<i>Residencial</i>	
Unifamiliar	0.30 a 0.60
Multi-unidades, contiguas	0.40 a 0.75
Departamentos	0.60 a 0.85
<i>Industrias</i>	
Livianas	0.50 a 0.80
Pesadas	0.60 a 0.90
Sin mejoras	0.10 a 0.30

*Tabla XII Coeficientes de Escorrentía urbana  
Fuente: (ASCE ,1976)*

El coeficiente de escurrimiento que se escogerá será 0.90 debido a el proyecto es el tipo residencial.

### **3.3.6. Intensidad de precipitación**

El estudio de las lluvias para el diseño hidrológico de los sistemas de alcantarillado de aguas pluviales es esencialmente probabilístico y por lo tanto está comprendido en el ámbito de la predicción de los fenómenos naturales aleatorios. (EMAAP-Q, 2009)

Con el fin de obtener el valor de intensidad de lluvia de la zona en estudio, se tomará como referencia las curvas del Estudio de Lluvias Intensas del INAMHI.

La figura 18 elaborada por el INAHMI, muestra el mapa del Ecuador dividido en zonas de intensidades de precipitación.

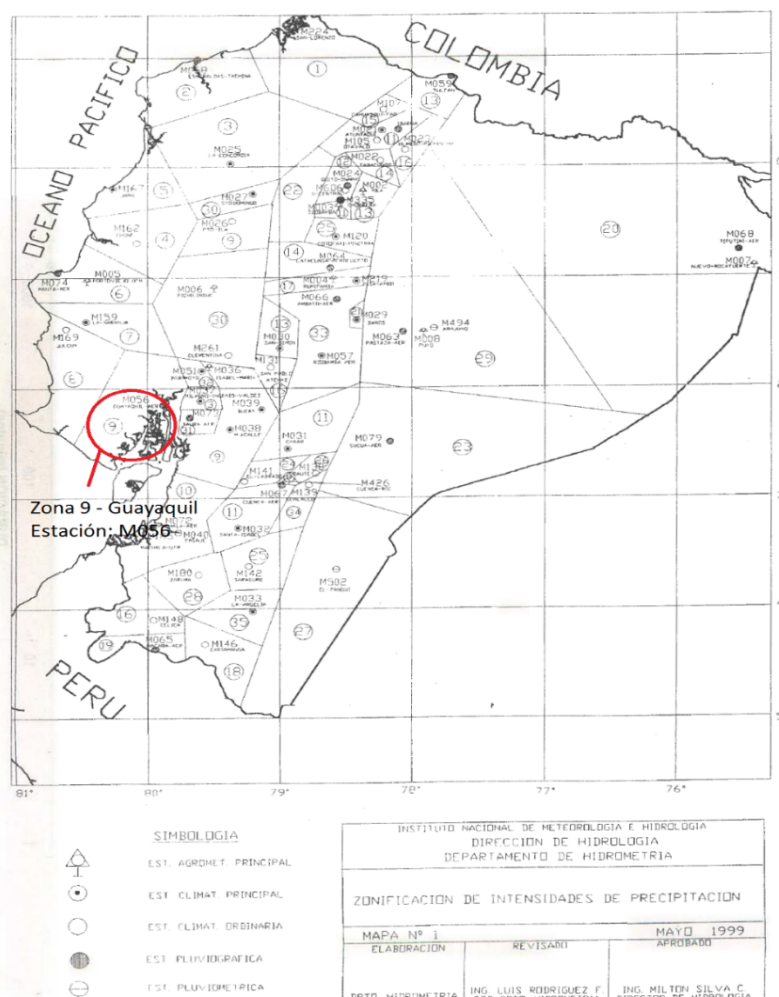


Figura 18. Zonificación de intensidades de precipitación  
 Fuente: (INAMHI, 1999)

El predio se encuentra en la ciudad de Guayaquil, la cual corresponde a la zona 9 con su estación pluviométrica M056, las ecuaciones correspondientes a la zona son las mostradas en la tabla XIII a continuación:

M-056	Guayaquil	5 min < 85 min	$I_{TR} = 35.17 t^{-0.3063} I_{dTR}$
		85 min < 1440 min	$I_{TR} = 288.42 t^{-0.7779} I_{dTR}$

*Tabla XIII Ecuación Representativa de las Zonas de Intensidades*  
*Fuente: (INAMHI, 1999)*

$I_{TR}$  = Intensidad de lluvia en (mm/h), y en función del período de retorno

$t$  = Tiempo de concentración en (minutos).

$I_{dTR}$  = Factor que depende de las isolíneas, y éstas a su vez de la posición geográfica de las estaciones que se encuentran en todo el país.

### 3.3.7. Tiempo de retorno

Los períodos de retorno recomendados con el EMAAP se muestran a continuación en la tabla XIV.

Tipo de obra	Tipo de ocupación del área de influencia de la obra	Tr (años)
Micro drenaje	Residencial	5
Micro drenaje	Comercial	5
Micro drenaje	Área con edificios de servicio público	5
Micro drenaje	Aeropuertos	10
Micro drenaje	Áreas comerciales y vías de tránsito intenso	10 - 25
Micro drenaje	Áreas comerciales y residenciales	25
Micro drenaje	Áreas de importancia específica	50 - 100

*Tabla XIV Períodos de retorno para diferentes ocupaciones del área  
Fuente: (EMAAP-Q, 2009)*

El periodo de retorno que se escogerá para el cálculo de la intensidad de lluvia será de 10 años, por lo tanto el  $I_{D-F}$  para la ecuación I-D-F es de 6.50 tal y como se muestra en la tabla XV que contiene la información pluviométrica por estación.

CÓDIGO	ESTACION	COORDENADAS		ALTITUD (mts)	Tr (años)				
		LATITUD	LONGITUD		5	10	25	50	100
M-056	Guayaquil Aer.	02° 12' 00" S	79° 53' 00" W	0006	5,30	6,50	8,00	9,10	10,20
M-057	Riobamba Aer.	01° 38' 00" S	78° 40' 00" W	2796	1,20	1,30	1,50	1,60	1,80
M-058	Esmeraldas Aer.	00° 58' 45" N	79° 37' 28" W	0007	4,18	4,89	5,72	6,31	6,87
M-059	Tulcán	00° 49' 00" N	77° 42' 00" W	2934	2,00	2,30	2,60	2,90	3,10
M-063	Pastaza	01° 30' 00" S	78° 04' 00" W	1038	5,40	5,70	6,10	6,30	6,50
M-064	Latacunga Aer.	00° 54' 48" S	78° 36' 56" W	2785	1,40	1,60	1,90	2,00	2,20
M-065	Macará Aer.	04° 22' 26" S	79° 56' 20" W	0427	3,20	3,70	4,40	4,90	5,40

*Tabla XV Información pluviométrica  
Fuente: (INAMHI, 1999)*

### 3.3.8. Tiempo de concentración

El tiempo de concentración de la cuenca es definido como el tiempo de viaje del agua de lluvia caída en el punto más alejado



de la sección de desagüe de una cuenca hasta llegar a dicha sección de desagüe. Se recomienda valores entre 10 min y 30 min para áreas urbanas.

# CAPITULO IV

## 4. CALCULO Y DISEÑO

### 4.1. Diseño vial

#### 4.1.1. TPDA

Numéricamente el T.P.D.A. es el volumen total anual dividido para el número de días del año, se lo obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$T.P.D.A = Tp + Td + Tg$$

Donde:

Tp: Tráfico proyectado

Td: Tráfico desviado

Tg: Tráfico generado

Si se trata de una nueva carretera, el tráfico actual será el que suponemos que usaría la carretera según una encuesta que realizamos.

Debido a que el diseño vial será para el acceso a la urbanización el cálculo para el TPDA se basará en el número de viviendas y considerando además que en un estudio realizado por la AMT se determinó que en cada vehículo viajan 1.2 personas.

Número de viviendas: 230

Número de vehículos: 3

TPDA=690.

Por lo tanto nuestra carretera es de tipo RIII.

#### **4.1.2. Ejes Equivalentes (EE)**

Para el cálculo de los ejes equivalentes se utilizará la ecuación:

$$Nt_0 = 365 \times FE \times TPDA_0 \left[ \frac{(1+r)^t - 1}{\ln(1+r)} \right] \times \frac{A}{100} \times \frac{B}{100}$$

Donde:

FE:1.4 (Obtenido del MTOP)

TPDA= 690

r=0.04 (Obtenido del MTOP)

t= periodo de diseño de 20 años

A=5 (porcentaje estimado de vehículos pesados que ingresaran)

B= 50 (porcentaje de vehículos pesados).

Por lo tanto el número de ejes equivalentes da como resultado:

$$Nt_0 = 2.6 \times 10^5$$

#### 4.1.3. Velocidad de diseño

Por medio del tipo de vía podemos determinar la velocidad de diseño, esta será de 40 km/h.

#### 4.1.4. Subrasante

Por medio del análisis del material obtenido en las calicatas, se pudo determinar que el tipo de suelo que predomina en el terreno es ML (Limo de baja plasticidad) siendo este óptimo para la construcción vial.

Partiendo del tipo de suelo, se pudo obtener el porcentaje de CBR que tiene el suelo según el ábaco mostrado anteriormente en la figura 15, el CBR correspondiente a este tipo de suelo está entre el 5 y 10%. Se optara adoptar por el CBR mas critico 5% para los posteriores cálculos.

Una vez obtenido el CBR, el MTOP nos proporciona una ecuación para poder calcular el Modulo del suelo ( $E_s$ ).

$$E_s \left( \frac{kg}{cm^2} \right) = 100 * CBR \text{ cuando } CBR > 10\%$$

$$E_s \left( \frac{kg}{cm^2} \right) = 50 * CBR \text{ cuando } CBR < 10\%$$

Como el CBR correspondiente a un suelo tipo ML es menor al 10% se multiplicara este por 50, teniendo como resultado:

$$ES = 50 \times 5 = 250 \text{ kg/cm}^2 = 24 \text{ Mpa.}$$

El valor de 24 Mpa se lo redondeara a 20Mpa por facilidades de cálculo.

#### **4.1.5. Base**

Para garantizar la durabilidad de las vías, se escogió un material granular de buena calidad, es decir que cumpla con los parámetros de granulometría, densidad seca máxima y CBR.

Los ensayos realizados al material proveniente de la cantera San Luis, ubicada en el km 10.5 vía a la costa, revelaron que la base clase 1 que comercializan es óptima para ser utilizada como base para el diseño vial a proponer. Los ensayos serán adjuntados en los anexos.

Se determinara el espesor de la capa de base, basándonos en la figura 20 propuesta por el MTOP.

Esta recomienda que para diseños con un TPDA de  $10^5$  y con un módulo de 20MPa, la base deberá tener un espesor de 0.20 m

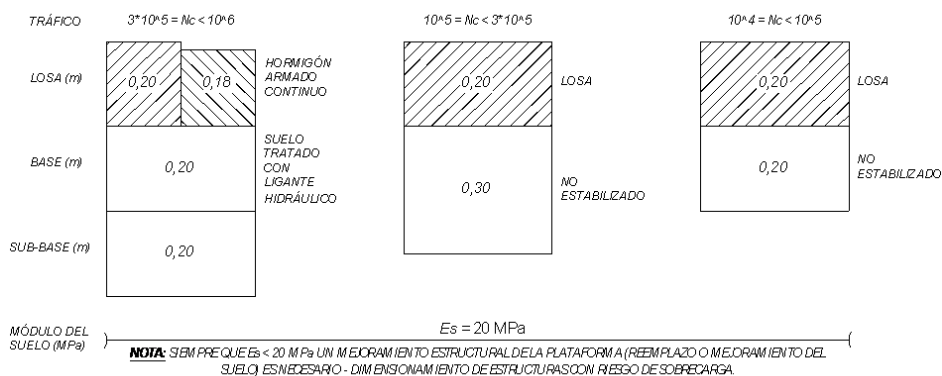
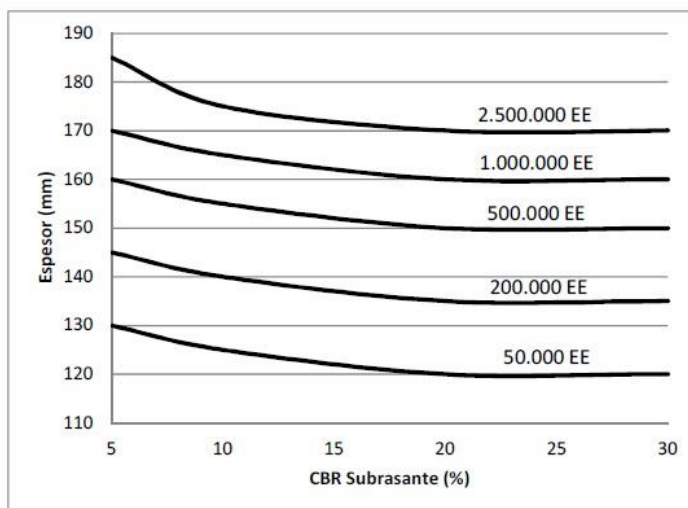


Figura 19. Estructura de pavimento rígido  
Fuente: MTOP

#### 4.1.6. Pavimento Rígido

Para el cálculo del espesor del pavimento rígido, nos basamos en el ábaco mostrado en la figura 21.



\* Localización considera ubicación en climas costero central, valle central y costera sur.

Figura 20. Espesor de hormigón con junta convencional en las condiciones que se indican tránsito solicitante, expresado en Ejes Equivalentes (EE).  
Fuente: AASHTO 1998

Con el CBR de 5% y los Ejes Equivalentes (EE) de  $2.6 \times 10^5$  obtuvimos un espesor de aproximadamente 15 cm.

#### 4.1.7. Sección típica de pavimento

Luego de realizar los cálculos correspondientes, basado en los lineamientos propuestos por el MTOP y AASHTO, la sección típica del diseño vial para urbanización San Alfonso será la mostrada en la figura 22, cabe recalcar que las medidas de las vías varían, las secciones de cada una se encontraran más a detalle en los anexos.

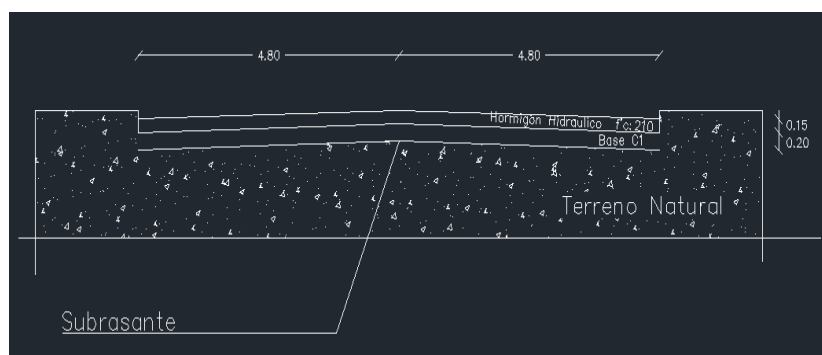


Figura 21. Sección típica de pavimento rígido  
Fuente: Elaborado por los autores



## 4.2. Hidráulica del sistema de alcantarillado pluvial.

### 4.2.1. Consideraciones de diseño

Las tuberías del sistema de alcantarillado han sido proyectadas como conductos abiertos con circulación de flujo a gravedad, esto significa que la tubería funcionará parcialmente llena, con el 80% como capacidad máxima a ser utilizada en el tramo y en condiciones de flujo a gravedad

Las aguas provenientes de las precipitaciones que se generen dentro del predio a urbanizar, será drenada mediante sumideros de calzada y este a su vez será conducido por tubería subterránea hacia los pozos para su posterior descarga. El agua lluvia que proviene del drenaje natural de los alrededores será conducida mediante tubería rectangular subterránea para su descarga.

Para diseño de los conductos se utilizará la fórmula empírica de Manning.

$$V = \frac{1}{n} R h^{2/3} S^{1/2}$$

En Donde:

$V$ = velocidad flujo totalmente lleno (m/s).

$n$ = coeficiente de rugosidad.

$R_h$ = Radio hidráulico (m).

$S$ = gradiente de energía.

Se considerará a los conductos como canales abiertos y parcialmente llenos. El líquido circula de manera estable y uniforme, su movimiento está influenciado principalmente por gravedad.

#### **4.2.2. Tuberías**

##### **4.2.2.1. Coeficiente de Rugosidad.**

El coeficiente de rugosidad “ $n$ ” utilizado para la fórmula de Manning, varía según la calidad del acabado interior y el estado de la tubería y del material de que se trate, por lo que se deberán usar los valores indicados en la tabla XVI mostrada a continuación:

TABLA N° 5.3.11.1	
Material de Revestimiento	Coefficiente "n"
Tuberías de PVC/PEAD/PRFV	0.011
Tuberías de hormigón (con buen acabado)	0.013
Tuberías de hormigón con acabado regular	0.014
Mampostería de piedra juntas con mortero de cemento.	0.020
Mampostería de piedra partida acomodada (sin juntas).	0.032
Ladrillo juntas con mortero de cemento.	0.015
Tierra (trazo recto y uniforme) sin vegetación.	0.025

*Tabla XVI Valores del coeficiente de rugosidad n de Manning para diferentes materiales*  
*Fuente: (EMAAP-Q, 2009)*

Se escogerán los coeficientes  $n=0.013$ ,  $n= 0.011$  ya que para nuestro diseño de alcantarillado pluvial, se propondrá utilizar tubería de hormigón, pvc y acero.

#### **4.2.2.2. Diámetro mínimo**

El diámetro mínimo en alcantarillados pluviales será de 400 mm; esto con el fin de evitar obstrucciones en el colector ocasionado por agentes externos adicionales al caudal de escorrentía transportado (basuras y otros). Para tramos iniciales en sistemas de drenaje no muy complejos, verificando el proyectista las condiciones de velocidad mínima y máxima, podrán aceptarse diámetros de 300 mm. (EMAAP-Q, 2009)

#### **4.2.2.3. Velocidad mínima**

La velocidad mínima permisible es de 0.60 m/s considerando el gasto mínimo y su tirante correspondiente a tubería parcialmente llena.

Adicionalmente debe asegurarse que dicho tirante tenga un valor mínimo de 5.0 cm en casos de fuertes pendientes y de 7.5 cm en casos normales. Estas restricciones tienen por objeto evitar el depósito de sedimentos que provoquen azolves y taponamientos en la tubería. (EMAAP-Q, 2009)

#### **4.2.2.4. Velocidad máxima**

La velocidad máxima permisible, para evitar erosión en las tuberías, está en función del tipo de material que se utilice y de la cantidad y características de las partículas sólidas arrastradas y suspendidas en el escurrimiento. (EMAAP-Q, 2009)

Para su revisión se utiliza el caudal máximo extraordinario, considerando el tirante que resulte (a sección del tubo lleno o parcialmente lleno).

En la tabla XVII se muestran las velocidades máximas permisibles correspondiente al material de la tubería.

TABLA N° 5.3-15.1	
Material de la Tubería	Velocidad máxima (m/seg)
Tubería de Hormigón simple hasta 60 cm. de diámetro	4,5
Tubería de Hormigón armado de 60 cm. de diámetro o mayores.	6,0
Hormigón armado en obra para grandes conducciones 210/240 kg/cm <sup>2</sup>	6,0 – 6,5
Hormigón armado en obra 280/350 kg/cm <sup>2</sup> . Grandes conducciones	7,0 – 7,5
PEAD, PVC, PRFV	7,5
Acero *	9,0 o mayor
Hierro dúctil o fundido *	9,0 o mayor

\* A ser utilizado en rápidas y/o tramos cortos

*Tabla XVII Máximas velocidades admisibles por cada tipo de material de la tubería.*

*Fuente: (EMAAP-Q, 2009)*

#### 4.2.2.5. Pendientes: Mínima y Máxima

La pendiente de cada tramo de tubería de ser posible debe asemejarse al terreno natural, con el fin de que las excavaciones sean mínimas.

Sin embargo la pendiente mínima de ser de 0.5%, con el objeto de garantizar que el régimen hidráulico que se forme no ocasione sedimentos que reduzcan la capacidad del conducto y requiera un mantenimiento más continuo.

Las pendientes máximas serán aquellas que permitan verificar que no se supere la velocidad máxima permisible.

#### **4.2.2.6. Profundidad hidráulica máxima**

Para permitir aireación adecuada del flujo de aguas pluviales en conductos cerrados, el valor máximo permisible de la profundidad hidráulica para el caudal de diseño en un colector debe estar entre 70% y 85% del diámetro o altura real de éste.

#### **4.2.2.7. Profundidad mínima a la cota clave**

Los sistemas de alcantarillado pluvial deben estar a la profundidad necesaria para permitir el drenaje por gravedad.

La profundidad de la red de alcantarillado está dada por las dimensiones de los conductos más una altura de seguridad debido al relleno, que para el caso de la EMAAP-Q será 1.50m de profundidad mínima en cualquier clase de conductos.

#### **4.2.2.8. Profundidad máxima a la cota clave**

En general la máxima profundidad de los conductos es del orden de 5 m, aunque puede ser mayor siempre y cuando se garanticen los requerimientos geotécnicos de las cimentaciones y estructurales de los materiales durante y después de su instalación.

### **4.3. Componentes del sistema**

#### **4.3.1. Pozos de Revisión**

Los pozos de revisión se ubicarán al inicio o cabecera de tramos, en todo cambio de pendiente, dirección y sección (zonas de transición) en los cuales se presentan pérdidas de energía que deben ser compensadas con la caída en solera del conducto, para evitar la formación de remansos o turbulencia.

La distancia máxima que se ha considerado entre pozos es de 100m cuando el diámetro de la tubería sea igual o menor a 350 mm; de 150 m para diámetros comprendidos entre 400 y 800 mm, y de 200m para diámetros mayores de 800 mm.

### 4.3.2. Sumideros

Son las estructuras destinadas a captar el agua que escurre por las cunetas de las calles y descargarla en la red de alcantarillado, las mismas que se conectarán directamente a los pozos de revisión, con una tubería de 200 mm de diámetro y una pendiente entre el 2% al 11%.

En los sistemas de alcantarillado pluviales hay tres tipos de sumideros:

- a) Horizontales: se encuentran en la solera de la cuneta longitudinal o transversal a la vía.
- b) Verticales: se abren en la pared vertical del bordillo.
- c) Una combinación de ambos.

En zonas donde las calles tengan grandes longitudes o pendientes muy pronunciadas, es conveniente incrementar su dimensión hasta longitudes de 1.5 o 2 metros.

Usaremos sumideros horizontales cuyo caudal interceptado se estima mediante:

$$Q = Cc * k * (1 - P) * L * B * (2gH)^{0.5}$$



Donde:

Q : Caudal interceptado por el sumidero ( $m^3 / s$ ).

Cc : Coeficiente para sumideros en cunetas con depresión. Se puede emplear  $C=0.6$ .

K : Relación entre el área de orificios de la reja y su área total.

P : Porcentaje de obstrucción de la reja debido a basuras arrastradas por el escurrimiento pluvial en superficie. Se recomienda usar como mínimo  $P = 50$ .

L : Longitud del sumidero (m).

B : Ancho del sumidero (m).

g : Aceleración de la gravedad ( $m/s^2$ ).

H : Profundidad de la cara superior de la reja respecto de la superficie de agua sobre la reja.

# CAPITULO V

## 5. IMPACTO AMBIENTAL

### 5.1. Ubicación y extensión

El proyecto urbanístico San Alfonso se encontrará ubicado en el noroeste de la ciudad de Guayaquil, tal como se muestra en la figura 23.

San Alfonso se desarrollara sobre una superficie total de 114114.20 m<sup>2</sup>, conformados por 6 manzanas donde se proyectarán 230 solares con áreas de 300 m<sup>2</sup> destinadas para la construcción de viviendas.

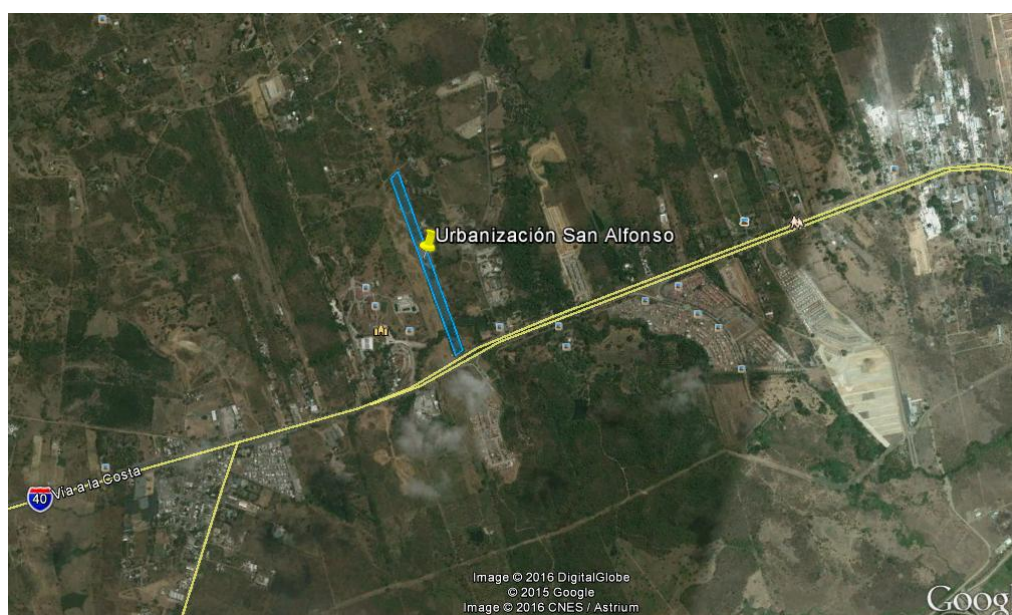
Linderos del predio

Norte: Propiedad Privada.

Sur: Vía Guayaquil – Salinas.

Este: Propiedad privada.

Oeste: Propiedad privada.



*Figura 22. Ubicación proyecto urbanístico san Alfonso  
Fuente: Google Earth*

## **5.2. Características del predio de implantación del proyecto**

El área de implantación del proyecto corresponde a un macrolote de forma rectangular y alargada en un sector asignado por el Municipio de Guayaquil para el desarrollo de urbanizaciones, muchas de estas ya se encuentran construidas e

incluso ocupadas en áreas cercanas. Existe servicio de agua potable por tubería, red eléctrica, telefonía convencional y celular, vía de acceso asfaltada, no existe red de alcantarillado sanitario.

### **5.3.Principales componentes del proyecto urbanístico (concepción del diseño)**

Se dispone de un área total de 103188.10 m<sup>2</sup>, de los cuales el 66.87 % corresponde a los solares para viviendas residenciales que se van a comercializar, 4.37 % corresponde a áreas verdes y recreativas mientras que el restante pertenece a vías, aceras, bordillos y parqueos.

El proyecto San Alfonso tendrá 3 garitas de entrada, cerramiento perimetral, calles interiores pavimentadas, piscina, área social, jardinerías, luminarias interiores, servicios básicos de agua, luz, teléfono, instalaciones subterráneas, hidrantes, y centro de acopio para la basura.

El área total del proyecto será dispuesta, como se muestra en la tabla XVIII de la siguiente manera:

		<b>Área m<sup>2</sup></b>	<b>Porcentaje %</b>
<b>Área neta a urbanizar</b>		103188.10	100.00%
Área útil vendible	Viviendas (230)	69000.00	66.87%
Área útil no vendible	Áreas verdes	4504.69	4.37%
	Área social	6791.56	6.58%
Área cedida al municipio	Vías	8000.00	7.75%

*Tabla XVIII Aprovechamiento urbanístico  
Fuente: Elaborado por los autores*

### 5.3.1. Amanzanamiento

En el proyecto contempla la integración de 6 Manzanas asignadas con números del 1 al 6.

### 5.3.2. Lotes

Se considera un total de 230 solares, el proyecto consta de un solo tipo de lote de medidas 25 m de frente por 16 metros de fondo, con un área de 300 m<sup>2</sup>

### 5.3.3. Acceso a la urbanización

El proyecto se encuentra ubicado al pie de la vía Guayaquil – Salinas la cual tiene un ancho de 18 metros, esta se conectara

con la vía de acceso a la urbanización de 8 metros de ancho la cual se conectará con las 3 garitas propuestas. En el interior de la urbanización se contará con vías de 5 metros de ancho.

#### **5.3.4. Áreas verdes y recreacionales**

Ubicadas en zonas estratégicas de la urbanización. Se ha destinado un total de 100005.32 m<sup>2</sup> para áreas verdes y recreacionales.

Se proyectan 3 parques de 215.49 m<sup>2</sup>, la zona recreacional de 5200 m<sup>2</sup> contará con canchas deportivas, piscina con juegos acuáticos, baños y salón de eventos.

#### **5.3.5. Proceso de construcción**

El proyecto San Alfonso será construido en tres etapas las cuales serán desarrolladas de la siguiente manera:

Primera etapa

El estrato firme del terreno se encuentra a 1 metro de profundidad por lo cual se procederá al movimiento de tierras correspondiente, luego se realizarán los cortes y rellenos en las

zonas necesarias. Posterior a esto se realizarán las excavaciones necesarias para instalar toda la infraestructura subterránea que comprende tuberías de AA.PP, AA.LL, AA.SS., telecomunicaciones y eléctricas siguiendo las especificaciones detalladas por las correspondientes empresas de servicio.

### Segunda Etapa

Se procederá con la construcción de bordillos y aceras peatonales con hormigón simple con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> definiendo así las redes viales, aéreas verdes y aéreas vendibles.

En las vías vehiculares se procederá a colocar una capa de base con una altura de 20cm para luego completarla con hormigón hidráulico de 15 cm de espesor.

Paralelo a esto se procederá con la construcción de la planta de tratamiento de aguas servidas y las edificaciones de servicios como club social, garita. Las mismas que serán de hormigón armado y mampostería de bloque de cemento

siguiendo lo que establece el Código Ecuatoriano de Construcción.

También se plantarán las especies vegetales en las zonas específicas utilizando especies del sector para que tengan un desarrollo adecuado.

Tercera etapa

Se procederá a la construcción de las villas de acuerdo a los modelos solicitados por los clientes, esta construcción se realizará también por etapas de acuerdo a la demanda de los clientes.

#### **5.4. Análisis de alternativas del proyecto**

El análisis de alternativas se resume en la aplicación de una matriz de dos columnas, comparando la situación con y sin proyecto, tal y como se muestra en la tabla XIX.

Alternativa 1: Construcción de la urbanización.

Alternativa 0: No se realiza la construcción.



<b>Situación con proyecto</b>	<b>Situación sin Proyecto</b>
<b><i>Alternativa 1</i></b>	<b><i>Alternativa 0</i></b>
Existe planeación previa a la utilización del área cumpliendo ordenanzas vigentes según factibilidad de uso de suelo	No existe utilización del área.
Se modifican las características del lugar con factibilidad de uso de suelo para el desarrollo urbanístico habitacional	No existen control ni manejo del ingreso de la basura vertida irregularmente por personas desconocidas
Se generan impactos ambientales negativos temporales durante la construcción y durante su ocupación que pueden ser enfrentados oportunamente.	Posibilidad de que el área sea invadida por grupos humanos, con sus secuelas de contaminación por aguas residuales y desecho sólidos.
Se generan fuentes de trabajo temporal y permanente	No se generan fuentes de trabajo
Se generan aguas residuales y desechos sólidos durante la etapa de ocupación/mantenimiento, los que son manejados adecuadamente a través de medidas ambientales.	No se generan aguas residuales y desechos sólidos

*Tabla XIX Matriz análisis de alternativas con y sin proyecto*  
Fuente: Elaborado por los autores

Con ayuda del análisis, se pudo determinar que la construcción y ocupación del predio con fines habitacionales es la mejor alternativa ambiental, debido a que mantener sin uso el área puede generar una serie de impactos ambientales negativos.

### 5.5. Identificación y evaluación de impactos ambientales

A continuación en la tabla XX y XXI se describirán las actividades del proyecto urbanístico San Alfonso, que podrían causar impactos ambientales negativos tanto en la etapa de construcción como en la etapa de uso/ocupación.

<b>Etapa de construcción</b>	<b>Recursos potencialmente afectados</b>
Limpieza de terreno	suelo, aire
Construcción y uso de campamento temporal	suelo
Transporte de materiales de corte y relleno	suelo, aire
Relleno y compactación	aire
Transporte de materiales varios	suelo, aire
Construcción de obra civil	aire
Generación de empleo directo	socioeconómico

*Tabla XX Acciones del proyecto y recursos potencialmente afectados en la etapa de construcción*

*Fuente: Elaborado por los autores*

<b>Etapas de uso</b>	<b>Recursos potencialmente afectados</b>
Ingresos y egresos de vehículos	aire
Generación de residuos sólidos desde los domicilios, aéreas de recreación y calles	suelo
Generación de aguas residuales domesticas desde el sistema de tratamiento	suelo, agua
Generación de empleo	socioeconómico

*Tabla XXI Acciones del proyecto y recursos potencialmente afectados en la etapa de uso y mantenimiento.*

*Fuente: Elaborado por los autores*

## **5.6. Identificación, descripción y evaluación de impactos ambientales**

El proyecto urbanístico será desarrollado en un área intervenida, área que ha sido asignada por el Municipio de Guayaquil para el desarrollo de urbanístico, actualmente las características originales del sector han desaparecido en su mayoría debido a la intervención humana.

La metodología que aplicada para este caso se resume en la identificación de actividades a ser ejecutadas en las etapas de

construcción y de operación /mantenimiento, como se muestra en la tabla XXII a continuación:

<b>Parámetro tipificador del impacto</b>	<b>Escala de medición</b>
Carácter (CA)	Positivo (1), Negativo (-1)
Intensidad (IN)	Baja (1), Media (2), Alta (3)
Extensión (EX)	Puntual (1), Local (2), Regional (3)
Reversibilidad (RE)	Reversible (1), Irreversible (2)
Mitigabilidad (MI)	Mitigable (1), No mitigable (2)
Previsibilidad (PR)	Previsible (1), No previsible (2)

*Tabla XXII Matriz para la tipificación de los impactos ambientales  
Fuente: Elaborado por los autores*

A continuación en la tabla XXIII y XXIV, se identificará los potenciales impactos ambientales de las actividades que intervienen en la construcción del proyecto. Luego se aplicara una escala numérica con el fin de valorar los impactos lo que permitirá sistematizar su valoración.

No.	Actividades	Potenciales Impactos Ambientales Negativos	Tipificación Potenciales Impactos Negativos	Valoración	
1	Limpieza de Terreno	Generación de ruido y gases contaminantes de maquinarias y vehículos de carga	Negativo	-1	
			Intensidad media	-2	
			Extensión puntual	-1	
			Reversible	-1	
		Derrame de tierra y vegetación retirada a lo largo de las vías	Mitigable	-2	
			Negativo	-1	
			Intensidad baja	-1	
			Extensión puntual	-1	
Prevenible	-				
	2	Construcción y uso temporal de campamento/bo degas	Desechos sólidos y líquidos dispuestos inadecuadamente en los alrededores del sitio de implantación del proyecto	Negativo	-1
				Intensidad alta	-3
				Extensión puntual	-1
Prevenible				-1	
3	Transporte de material de corte y relleno	Derrame de material en las vías	Negativo	-1	
			Intensidad baja	-1	
			Extensión puntual	-1	
			Prevenible	-1	
4	Relleno y compactación	Generación de ruidos y gases contaminantes desde maquinarias y vehículos.	Negativo	-1	
			Intensidad media	-2	
			Extensión puntual	-1	
			Reversible	-1	
			Mitigable	-2	

Tabla XXIII Tipificación y valoración de potenciales impactos ambientales etapa de construcción

Fuente: Elaborado por los autores

No.	Actividades	Potenciales Impactos Ambientales Negativos	Tipificación Potenciales Impactos Negativos	Valoración
5	Construcción de obra civil	Contaminación del aire por generación de ruido	Negativo	-1
			Intensidad media	-2
			Extensión puntual	-1
			Reversible	-1
		Contaminación del suelo por vertido de los desechos sólidos	Mitigable	-1
			Negativo	-1
			Intensidad media	-2
			Extensión puntual	-1
6	Transporte de materiales varios	Materiales accidentalmente vertidos a las vías.	Reversible	-1
			Prevenible	-1
			Negativo	-1
			Intensidad baja	-1
7	Generación de empleo directo	Ingresos económicos a trabajadores que laboraran en las diferentes actividades dentro del proyecto.	Extensión puntual	-1
			Prevenible	-1
			Negativo	-1
		Ingresos económicos directos e indirectos a los proveedores de materiales y de servicios relacionados con la limpieza, mantenimiento y seguridad de urbanizaciones y viviendas	Extensión local	2
			Intensidad media	2
			Positivo	1

Tabla XXIV Tipificación y valoración de potenciales impactos ambientales etapa de construcción

Fuente: Elaborado por los autores

Los potenciales impactos ambientales negativos en la etapa de construcción del proyecto son de intensidad media y baja, de extensión puntual, reversible y en algunos de los casos estos son prevenibles.

Lo que nos indica que el impacto ambiental causado por el proyecto no generará daños críticos, además de que estos pueden ser mitigados y prevenidos con la elaboración de un correcto plan de manejo ambiental y de esta forma convertir las actividades del proyecto en su etapa de construcción en ambientalmente factible.

Los impactos positivos son el tipo socioeconómicos, de intensidad media y de extensión local, ya que las actividades que se desarrollarán generarán empleo directo e indirecto en esta etapa tales como: obreros, guardianes, profesionales, demanda de insumos temporales.

No.	Actividades	Potenciales Impactos Ambientales Negativos	Tipificación Potenciales Impactos Negativos	Valoración
1	Ingreso y egresos de vehículos	Generación de ruido y gases contaminantes desde vehículos livianos	Negativo	-1
			Intensidad baja	-1
			Extensión puntual	-1
			Reversible	-1
2	Generación de residuos sólidos desde los domicilios, aéreas de recreación y calles	Contaminación del suelo por mala recolección y almacenamiento temporal de los desechos sólidos domiciliarios	Negativo	-1
			Intensidad baja	-1
			Extensión puntual	-1
			Reversible	-1
3	Generación de aguas residuales domesticas desde el sistema de tratamiento	Contaminación del agua superficial por descargas de aguas residuales domésticas	Negativo	-1
			Intensidad baja	-1
			Extensión puntual	-1
			Reversible	-1
4	Mantenimiento del sistema de tratamiento de agua residuales domesticas	Contaminación del suelo por inadecuada disposición de los desechos sólidos.	Negativo	-1
			Intensidad baja	-1
			Extensión puntual	-1
			Reversible	-1
5	Generación de empleo	Ingresos económicos permanentes a numerosos trabajadores según los componentes del proyecto	Positivo	1
			Intensidad media	2
			Extensión puntual	1

Tabla XXV Tipificación y valoración de potenciales impactos ambientales etapa de operación/mantenimiento.

Fuente: Elaborado por los autores



En la tabla XXV se muestran los potenciales impactos ambientales negativos en la etapa de operación/mantenimiento del proyecto son de intensidad baja, de extensión puntual, reversible y en algunos de los casos estos son prevenibles.

Lo que nos indica que el impacto ambiental causado por el proyecto en esta etapa no generará daños críticos, además de que estos pueden ser mitigados y prevenidos con la elaboración de un correcto plan de manejo ambiental.

Los impactos positivos son el tipo socioeconómicos, de intensidad media y de extensión puntual, ya que se generará empleo permanente a guardias, administrador, personal de apoyo que laborará dentro de la urbanización.

### **5.7. Plan de manejo ambiental**

El plan de manejo ambiental es una herramienta de gestión que aporta con un conjunto de medidas debidamente organizadas con el fin de

prevenir, controlar, minimizar o eliminar los impactos negativos que el proyecto podría causar.

El Plan de Manejo Ambiental agrupa a las medidas ambientales en los siguientes programas y planes:

- Programa de Prevención y Mitigación Ambiental.
- Programa de Seguimiento/control.
- Programa de Concienciación/Educación Ambiental.
- Plan de Contingencias.
- Plan de abandono.

#### **5.7.1. Programa de Prevención y mitigación en la etapa de construcción**

MEDIDA N° 1 Etapa de Construcción
TIPO DE MEDIDA: De Prevención
OBJETIVO: Prevenir la contaminación del suelo y el agua por los desechos sólidos generados durante la etapa de construcción.
POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS Contaminación del suelo por desechos sólidos.
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

<p>Durante la construcción, los desechos del tipo “materiales de construcción” deberán ser acumulados temporalmente en uno o varios sitios asignados exclusivamente para este efecto, dentro del terreno de la obra. Luego serán transportados periódicamente, hasta el sitio de disposición final autorizado por el Municipio del cantón Guayaquil.</p> <p>Estará prohibido disponer los desechos de materiales de construcción o materiales de desalojo en terrenos, vías, o cuerpos hídricos.</p> <p>Estará prohibido quemar los desechos de los materiales de construcción</p>
<p><b>RESULTADOS ESPERADOS</b></p> <p>Se previene la contaminación del suelo con residuos de los materiales de construcción. Se realiza un correcto proceso de recolección, transporte y disposición final de estos desechos.</p>
<p><b>DURACION:</b></p> <p>Durante toda la etapa de construcción.</p>
<p><b>COSTO:</b></p> <p>\$ 80.00</p>

<b>MEDIDA N° 2 Etapa de Construcción</b>
<b>TIPO DE MEDIDA:</b> De Prevención
<p><b>OBJETIVO:</b></p> <p>Prevenir la contaminación suelo a lo largo de las vías recorridas por los vehículos de carga que transportan materiales de desalojo o materiales tales como arena, cascajo, piedras.</p>
<p><b>POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS</b></p> <p>Contaminación del suelo por derrame de materiales.</p>
<p><b>DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA</b></p> <p>Todos los vehículos deben tener una lona para cubrir los materiales transportados.</p> <p>La cantidad de carga en las volquetas no debe exceder los bordes del cubeto de carga (95% de su volumen útil).</p>
<p><b>RESULTADOS ESPERADOS</b></p> <p>Se logra prevenir la contaminación del suelo.</p>
<p><b>DURACION:</b></p> <p>Durante toda la etapa de construcción</p>

<b>COSTO:</b> \$ 90.00
---------------------------

<b>MEDIDA N° 3 Etapa de Construcción</b>
<b>TIPO DE MEDIDA:</b> De Prevención
<b>OBJETIVO:</b> Prevenir la contaminación del suelo por vertido de los desechos sólidos y líquidos
<b>POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS</b> Contaminación por desechos sólidos y líquidos dispuestos inadecuadamente en los alrededores del sitio de implantación del proyecto.
<b>DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA</b> Se instalarán recipientes con tapa dentro del terreno, destinados a recolectar residuos sólidos, los que serán entregados al recolector municipal o transportados periódicamente al sitio de disposición final autorizado por el Municipio.
<b>RESULTADOS ESPERADOS</b> Prevenir la contaminación temporal del suelo.
<b>DURACION:</b> Permanente
<b>COSTO:</b> \$ 100

<b>MEDIDA N° 4 Etapa de Construcción</b>
<b>TIPO DE MEDIDA:</b> De Prevención
<b>OBJETIVO:</b> Prevenir la contaminación del suelo por la generación de residuos procedentes de los trabajadores de la obra (orina y heces fecales).
<b>POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS</b> Contaminación del suelo por materia orgánica vertida dentro del terreno o sus alrededores.
<b>DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA</b>

Instalar dos letrinas portátiles para uso de los trabajadores, se contratará el servicio de instalación de las letrinas y la disposición final de los respectivos desechos.
<b>RESULTADOS ESPERADOS</b> Prevenir la contaminación del suelo
<b>DURACION:</b> Durante etapa de construcción
<b>COSTO:</b> \$ 400

<b>MEDIDA N° 5 Etapa de Construcción</b>
<b>TIPO DE MEDIDA:</b> Mitigación
<b>OBJETIVO:</b> Mitigar la contaminación del aire y la afectación a las personas
<b>POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS</b> Contaminación del aire por ruido, gases contaminantes y polvo que potencialmente pueden afectar a la salud de los seres humanos.
<b>DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA</b> El personal que opere maquinarias ruidosas deberá utilizar obligatoriamente protectores auditivos durante las jornadas de trabajo. Además de los otros dispositivos de protección personal. Todos los vehículos y maquinarias que se utilicen deberán estar en buen estado, de tal manera que se asegure su perfecto funcionamiento y la minimización de las emisiones contaminantes del aire. Cuando existan importantes movimientos de tierra y se produzca la dispersión, se deberá aplicar humedecimiento del suelo y del material vertido, con la finalidad de mitigar la dispersión de material particulado.
<b>RESULTADOS ESPERADOS</b> Mitiga la contaminación del aire y sus efectos indirectos
<b>DURACION:</b> Durante etapa del movimiento de tierras

MEDIDA N° 6 Etapa de Construcción
TIPO DE MEDIDA: prevención
OBJETIVO: Prevención de enfermedades usuales y accidentes de trabajo
POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS Impacto a la salud de los trabajadores.
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA Entrega de equipos de protección personal y verificación de utilización.
RESULTADOS ESPERADOS Mínima afectación a la salud y la seguridad de los trabajadores.
DURACION: Permanente, el tiempo de duración del proyecto.
COSTO: \$300

#### 5.7.2. Programa de Seguimiento/control - etapa de construcción

MEDIDA N° 7 Etapa de Construcción
TIPO DE MEDIDA: De seguimiento
OBJETIVO: Registrar oportunamente los indicadores de cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental.
POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS Los que se deriven de la falta de aplicación oportuna de las medidas ambientales que constan en el Plan de Manejo Ambiental.
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA Se designará un responsable de llevar los registros de cumplimiento de todas las medidas ambientales. Se designará a un responsable de efectuar una evaluación mensual sobre la aplicación de todas las medidas ambientales, y efectuará observaciones complementarias para verificar la aplicación de las medidas respectivas.
RESULTADOS ESPERADOS

Se identifica oportunamente la existencia de indicadores de cumplimiento del Plan de Manejo y se verifica la aplicación de medidas ambientales o de medidas correctivas.
--

DURACION: Una vez al mes.
------------------------------

### 5.7.3. Programa de Educación Ambiental y para la Seguridad en el trabajo

MEDIDA Nº 8 Etapa de Construcción
TIPO DE MEDIDA: Educación Ambiental y para la Seguridad en el trabajo
OBJETIVO: Lograr que los trabajadores conozcan sobre las medidas ambientales y de respuesta rápida para enfrentar emergencias en el lugar de trabajo
POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ENFRENTADOS Los que se deriven de la falta de conocimiento de las medidas ambientales que constan en el Plan de Manejo Ambiental.
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA Todo el personal que participa en la obra, deberá recibir charlas sobre los siguientes temas. -Las medidas ambientales a ser aplicadas durante la etapa de construcción -Respuesta rápida para enfrentar accidentes relacionados sus puestos de trabajo.
RESULTADOS ESPERADOS El personal que trabaja en la etapa de construcción conoce las medidas ambientales a ser aplicadas y sobre las formas de contribuir a una respuesta rápida en caso de accidentes en el lugar.
DURACION: Una vez al año
COSTO: \$ 500

#### **5.7.4. Plan de contingencia - etapa de construcción**

El Plan de Contingencias comprende todas las acciones necesarias a ser implementadas durante un accidente, optimizando los recursos disponibles y minimizando los riesgos al personal involucrado y su entorno

Objetivos:

- Supervisar la seguridad física de todo el personal.
- Proveer un sistema efectivo de detección y aviso de emergencias oportunas.
- Reducir las causas de emergencia.
- Proveer una estructura de mando en caso de accidente, incendio o derrame; y adicionalmente, definir las respectivas responsabilidades.
- Garantizar la seguridad del personal involucrado en las actividades de emergencia y de terceras personas

Responsabilidades:



La aplicación del plan de contingencia es responsabilidad del constructor de la urbanización, en lo que se refiere al cumplimiento del mismo, la misma que deberá:

- Difundir el Plan entre el personal.
- Educar y capacitar al personal.
- Atender las contingencias que se presenten.

Análisis de riesgos:

- Contingencias consideradas.
- Accidentes durante los trabajos con maquinarias/vehículos.
- Accidentes durante los trabajos sin maquinarias/vehículos.

Plan preventivo:

Se deberá ajustar el Programa de Salud Ocupacional y Seguridad laboral teniendo en cuenta cada una de las actividades que se llevarán a cabo en la etapa de construcción y durante el periodo de uso de las instalaciones.

Responsabilidades de la empresa:

- Prevenir y controlar todo riesgo que pueda causar accidentes de trabajo o enfermedades profesionales.
- Descubrir los actos inseguros, corregirlos y enseñar la manera de eliminarlos, adoptando métodos y procedimientos adecuados de acuerdo con la naturaleza del riesgo.
- Informar a cada trabajador sobre los riesgos específicos de su puesto de trabajo, así como los existentes en el medio laboral en que actúan, e indicarle la manera correcta de prevenirlos.
- Suministrar a los trabajadores los elementos de protección personal necesarios y adecuados según el riesgo a proteger.

#### Responsabilidades de los trabajadores:

- Realizar sus tareas con el mayor cuidado para que sus operaciones no se traduzcan en actos inseguros para sí mismo ó para sus compañeros
- Vigilar el funcionamiento de la maquinaria y equipos a su cargo, a fin de detectar cualquier riesgo o peligro; los cuales al ser detectados serán comunicados oportunamente a jefe inmediato

para que este proceda a corregir cualquier falla humana, física o mecánica.

- Abstenerse de operar máquinas o equipos que no hayan sido asignados para el desempeño de su labor, ni permitir que personal no autorizado maneje los equipos a su cargo.
- No introducir bebidas alcohólicas u otras sustancias embriagantes, estupefacientes o alucinógenas a los lugares de trabajo, ni presentarse o permanecer bajo los efectos de dichas sustancias en los sitios de trabajo.
- Los trabajadores que operan equipos con partes móviles, no usarán: ropa suelta, anillos, argollas, pulseras, cadenas, relojes, etc.,
- Utilizar y mantener adecuadamente los elementos de trabajo, los dispositivos de seguridad y los equipos de protección personal que la empresa
- Colaborar y participar activamente en la prevención de accidentes de trabajo y enfermedades laborales.
- Identificación de peligros y amenazas.
- En la ejecución de actividades solo intervendrán personas calificadas y preparadas para realizar las labores asignadas.

- En trabajos de movimiento de tierra, se deberán colocar las señales preventivas correspondientes.
- Los tablones que se usen en los andamios no deben tener grietas o rajaduras y se deben amarrar firmemente contra los andamios, evitando su sobrecarga para que no se produzcan fallas con riesgos de caídas.
- Es importante mantener el orden y aseo de las áreas de trabajo.

#### Acciones generales para el control de contingencias

- Identificar y evaluar la emergencia estableciendo el punto de ocurrencia, la causa, la magnitud, las consecuencias, las acciones a seguir y el apoyo necesario para el control.
- Suministrar los medios para mantener comunicación permanente (radios o teléfonos).
- Atención de lesionados
- Evacuar a la víctima del área de emergencia hacia el sitio dispuesto y equipado para la prestación de los primeros auxilios.
- Evaluar la magnitud del accidente, en caso de lesiones menores prestar los primeros auxilios en el lugar, de lo

contrario trasladar al paciente a un centro hospitalario para que reciba tratamiento adecuado

Acciones en caso de sismos.

En caso de sismo se deben seguir las siguientes recomendaciones:

- Ubicación de los sitios seguros y localizados a una distancia prudencial de áreas peligrosas.
- Mantener la calma.
- Alejarse de paredes, postes, árboles, cables eléctricos y otros objetos que puedan causarle daño
- Botiquín de primeros auxilios

Durante la etapa de construcción deberá instalarse un botiquín de primeros auxilios, debiendo existir siempre dos responsables de su uso; adicionalmente el personal deberá ser informado sobre su ubicación y el nombre de los responsables.

# **CAPITULO VI**

## **6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

### **6.1. Especificaciones Técnicas para construcción de vías de acceso**

#### **6.1.1. Replanteo y Nivelación**

##### **DEFINICIÓN**

Como paso previo a la construcción, el replanteo y nivelación es la ubicación de un proyecto en el terreno, en base a los datos que constan en los planos respectivos.

##### **ESPECIFICACIONES**

Todos los trabajos de replanteo y nivelación deben ser realizados con aparatos de precisión y por personal técnico capacitado. Se deberá colocar estacas identificadas con su cota y abscisa correspondiente, la ubicación y número constara en los planos adjuntados en los anexos.

### **6.1.2. Limpieza y desbroce**

#### DEFINICIÓN

Este trabajo consiste en rozar y desbrozar la vegetación existente, destroncar y desenraizar árboles, así como limpiar el terreno en las áreas que ocuparán las obras y las zonas o fajas laterales requeridas para la vía, que se encuentren cubiertas de rastrojo, maleza, bosques, pastos, cultivos, etc., incluyendo la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los siguientes trabajos.

#### ESPECIFICACIONES

Los trabajos de desbroce y limpieza deberán efectuarse en todas las zonas señaladas en los planos o aprobadas por el

Supervisor y de acuerdo con procedimientos aprobados por éste, tomando las precauciones necesarias para lograr condiciones de seguridad satisfactorias.

Para evitar daños en las propiedades adyacentes o en los árboles que deban permanecer en su lugar, se procurará que los árboles que han de derribarse caigan en el centro de la zona objeto de limpieza, trozándolos por su copa y tronco progresivamente, cuando así lo exija el Supervisor.

Las ramas de los árboles que se extiendan sobre la rasante de la carretera, deberán ser cortadas o podadas para dejar un claro mínimo de 6 m, a partir de la superficie de la misma y en una sección libre de acuerdo las necesidades de seguridad prevista.

Los productos de desbroce y limpieza que puedan ser utilizados durante el desarrollo de las obras son propiedad de la entidad contratante y deberán acopiarse para su uso posterior, sin que se produzca deterioro en ellos.

Los materiales provenientes del desbroce y la limpieza, deberán ser retirados del lugar de los trabajos, transportado y depositado



en los lugares establecidos en el proyecto o señalados por el Supervisor.

Para el traslado de estos materiales los vehículos deberán estar cubiertos con una lona de protección, con la seguridad respectiva, a fin de que éstas no se dispersen accidentalmente durante el trayecto a la zona de disposición de desechos previamente establecido

### **6.1.3. Excavación para explanación**

#### DEFINICIÓN

Este trabajo consiste en el conjunto de actividades de excavar y remover los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación y préstamos, según los planos y secciones transversales del Proyecto o las instrucciones del Supervisor.

Comprende, además, la excavación y remoción de la capa vegetal, y de otros materiales blandos, orgánicos y deletéreos, en las áreas donde se hayan de construir los terraplenes de la carretera.

## ESPECIFICACIONES

El trabajo comprende el conjunto de actividades de excavación y nivelación de las zonas comprendidas dentro del prisma vial donde ha de fundarse la carretera, incluyendo taludes y cunetas; así como la escarificación, conformación y compactación a nivel de subrasante en zonas de corte.

Incluye, además, las excavaciones necesarias para el ensanche o modificación del alineamiento horizontal o vertical de plataformas existentes.

Las obras de excavación deberán avanzar en forma coordinada con las de drenaje del Proyecto, tales como alcantarillas, desagües, alivios de cunetas y construcción de filtros. Además se debe garantizar el correcto funcionamiento del drenaje y controlar fenómenos de erosión e inestabilidad.

La secuencia de todas las operaciones de excavación debe ser tal, que asegure la utilización de todos los materiales aptos y necesarios para la construcción de las obras señaladas en los planos del Proyecto o indicadas por el Supervisor.

La excavación de la explanación se debe ejecutar de acuerdo con las secciones transversales del Proyecto o las instrucciones del Supervisor. Toda sobre-excavación que haga el Contratista, por error o por conveniencia propia para la operación de sus equipos, correrá por su cuenta, costo y riesgo y el Supervisor podrá suspenderla, si lo estima necesario, por razones técnicas o económicas.

Cuando la altura del talud de corte sea mayor de 7 m (en suelos), o de diez metros (10 m en rocas), o según lo especifique el Proyecto, y la calidad del material por excavar lo exija, deberán construirse banquetas de corte con pendiente hacia el interior del talud a una cuneta que debe recoger y encauzar las aguas superficiales hacia áreas donde el talud no sea afectado.

Las cunetas y bermas deben construirse de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas especificadas en el Proyecto o las instrucciones del Supervisor.

Todo daño posterior a la ejecución de estas obras, causado por el Contratista, debe ser subsanado por éste, sin costo alguno para la entidad contratante.

Para las excavaciones en roca, los procedimientos, tipos y cantidades de explosivos y equipos que el Contratista proponga utilizar, deberán estar aprobados previamente por el Supervisor; así como la secuencia y disposición de las voladuras, las cuales se deberán proyectar en tal forma que sea mínimo su efecto fuera de los taludes proyectados.

#### **6.1.4. Terraplenes**

##### DEFINICIÓN

Este trabajo consiste en escarificar, nivelar y compactar el terreno de fundación, así como de conformar y compactar las capas del relleno (base, cuerpo y corona) hasta su total culminación, con materiales apropiados provenientes de las excavaciones del prisma vial o prestamos laterales o de cantera, realizados luego de la ejecución de las obras de desbroce, limpieza, demolición, drenaje y subdrenaje; de acuerdo con la presente especificación, el Proyecto y aprobación del Supervisor.

En los terraplenes se distinguirán tres partes o zonas constitutivas:

- Base, parte del terraplén que está por debajo de la superficie original del terreno, la que ha sido variada por el retiro de material inadecuado.
- Cuerpo, parte del terraplén comprendida entre la base y la corona.
- Corona, parte superior del terraplén comprendida entre el nivel superior del cuerpo y el nivel de subrasante.

En el caso en el que el terreno de fundación se considere adecuado, la parte del terraplén denominado base no se tendrá en cuenta.

## ESPECIFICACIONES

La secuencia de construcción de los terraplenes deberá ajustarse a las condiciones estacionales y climáticas que imperen en la región del Proyecto. Cuando se haya programado la construcción de las obras previamente requeridas a la elevación del cuerpo del terraplén, no deberá iniciarse la construcción de éste, antes de que las alcantarillas y muros de contención se terminen en un tramo no menor de 500 m adelante del frente del trabajo, en cuyo caso deberán concluirse también,

en forma previa, los rellenos de protección que tales obras necesiten.

Cuando se hace el vaciado de los materiales por lo general se produce polvo, para lo cual se debe contar con equipos apropiados de protección al personal; asimismo deben tomarse las medidas de seguridad correspondiente para evitar la presencia de personas ajenas a la obra, y prevenir accidentes u otros contratiempos.

#### *Preparación del terreno*

Cuando el terreno base esté satisfactoriamente limpio y drenado, se deberá escarificar, conformar y compactar, de acuerdo con las exigencias de compactación definidas en la presente especificación, en una profundidad mínima de 15 cm, aun cuando se deba construir sobre un afirmado.

En las zonas de ensanche de terraplenes existentes o en la construcción de éstos sobre terreno inclinado, previamente preparado, el talud existente o el terreno natural deberán cortarse en forma escalonada (banquetas de estabilidad), de

acuerdo con los planos o las instrucciones del Supervisor, para asegurar la estabilidad del terraplén nuevo.

#### *Base y cuerpo del terraplén*

El Supervisor sólo autorizará la colocación de materiales de terraplén cuando el terreno base esté adecuadamente preparado y consolidado, según se indica en la Subsección anterior.

El material del terraplén se colocará en capas de espesor uniforme, el cual será lo suficientemente reducido para que, con los equipos disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido. Los materiales de cada capa serán de características uniformes. No se extenderá ninguna capa, mientras no se haya comprobado que la subyacente cumple las condiciones de compactación exigidas.

Se deberá garantizar que las capas presenten adherencia y homogeneidad entre sí.

Será responsabilidad del Contratista asegurar un contenido de humedad que garantice el grado de compactación exigido en todas las capas del cuerpo del terraplén.

En los casos especiales en que la humedad del material sea considerablemente mayor que la adecuada para obtener la compactación prevista y cuando el exceso de humedad no pueda ser eliminado por el sistema de aireación, el Contratista propondrá y ejecutará los procedimientos más convenientes para ello, previa autorización del Supervisor.

Obtenida la humedad más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la capa.

En las bases y cuerpos de terraplenes, las densidades que alcancen no serán inferiores a las que den lugar a los correspondientes porcentajes de compactación exigidos.

Las zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a otras obras, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando para la compactación, se compactarán con equipos apropiados para el caso, en tal forma que las densidades obtenidas no sean inferiores a las determinadas en esta especificación para la capa del terraplén masivo que se esté compactando.



El espesor de las capas de terraplén, será definido por el Contratista con base en la metodología de trabajo y equipo, y en ningún caso deberá exceder de 30 cm aprobada previamente por el Supervisor, que garantice el cumplimiento de las exigencias de compactación uniforme en todo el espesor.

En sectores previstos para la instalación de elementos de seguridad como guardavías, se deberá ensanchar el terraplén de acuerdo a lo indicado en los planos o como lo ordene el Supervisor.

#### *Corona del terraplén*

Los terraplenes se deberán construir hasta una cota superior a la indicada en los planos, en la dimensión suficiente para compensar los asentamientos producidos por efecto de la consolidación y obtener la subrasante final a la cota proyectada.

Si por causa de los asentamientos, las cotas de subrasante resultan inferiores a las proyectadas, incluidas las tolerancias indicadas en esta especificación, se deberá escarificar la capa superior del terraplén en el espesor que ordene el Supervisor y adicionar del mismo material utilizado para conformar la corona,

efectuando la homogenización, humedecimiento o secamiento y compactación requeridos hasta cumplir con la cota de subrasante.

Si las cotas finales de subrasante resultan superiores a las proyectadas, teniendo en cuenta las tolerancias de esta especificación, el Contratista deberá escarificar la capa superior del terraplén en el espesor que ordene el Supervisor, efectuando la homogenización, humedecimiento o secamiento y compactación requeridos hasta cumplir con la cota de subrasante.

#### **6.1.5. Base Granular**

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de materiales granulares, que pueden ser obtenidos en forma natural o procesados, con inclusión o no de algún tipo de estabilizador o ligante, debidamente aprobados, que se colocan sobre una subbase, afirmado o subrasante. Incluye el suministro, transporte, colocación y compactación de material de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del Proyecto y aprobados por el Supervisor, y teniendo en cuenta lo establecido en el Plan de

Manejo Ambiental. Incluye así mismo el aprovisionamiento de los estabilizadores.

## ESPECIFICACIONES

El Supervisor sólo autorizará la colocación de material de base granular cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la densidad especificada, esté acorde a los planos del Proyecto y aprobada por el Supervisor. Además deberá estar concluida la construcción de las cunetas, desagües, filtros y otras obras necesarias.

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del Proyecto y el borde de la capa no podrá ser inferior a la señalada en los planos o la definida por el Supervisor quien, además, deberá verificar que la cota de cualquier punto de la base conformada y compactada, no varíe en más de 10 mm. de la proyectada.

Así mismo, deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

a) Compactación

Las determinaciones de la densidad se efectuarán cuando menos una vez por cada 250 m<sup>2</sup> y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de 6 medidas de densidad, exigiéndose que los valores individuales ( $D_i$ ) sean iguales o mayores al 100% de la densidad máxima obtenida en el ensayo Próctor Modificado ( $D_e$ ).

La humedad de trabajo no debe variar en  $\pm 1,5$  % respecto del Óptimo Contenido de Humedad obtenido con el ensayo Próctor Modificado.

En caso de no cumplirse estos requisitos se rechazará el tramo.

Siempre que sea necesario, se efectuarán las correcciones por presencia de partículas gruesas, previamente al cálculo de los porcentajes de compactación.

b) Espesor

Sobre la base de los tramos escogidos para el control de la compactación, se determinará el espesor medio de la capa compactada ( $e_m$ ), el cual no podrá ser inferior al de diseño ( $e_d$ ).

$$e_m > e_d$$

Además el valor obtenido en cada determinación individual ( $e_i$ ) deberá ser, como mínimo, igual al 95% del espesor de diseño, en caso contrario se rechazará el tramo controlado.

$$e_i > 0,95 e_d$$

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias mencionadas, así como las áreas en donde se presenten agrietamientos o segregaciones, deberán ser corregidas por el Contratista, a su cuenta, costo y riesgo, y aprobadas por el Supervisor.

#### c) Uniformidad de la Superficie

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada será comprobada, por cualquier metodología que permita determinar tanto en forma paralela como transversal, al eje de la vía, que no existan variaciones superiores a 10 mm. Cualquier diferencia que exceda esta tolerancia, así como cualquier otra falla o deficiencia que presentase el trabajo realizado, deberá ser corregida por el Contratista a su cuenta, costo y riesgo de acuerdo a las instrucciones y aprobación del Supervisor.

### **6.1.6. Pavimento Rígido**

#### DEFINICIÓN

Este trabajo consiste en la elaboración o fabricación de mezclas de concreto hidráulico con cemento Portland y su colocación, con o sin refuerzo, sobre una superficie debidamente preparada, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

#### ESPECIFICACIONES

##### *Explotación de materiales y elaboración de agregados*

Las fuentes de materiales, así como los procedimientos y equipos empleados para la explotación de aquellas y para la elaboración de los agregados necesarios, requieren aprobación previa del Supervisor, lo cual no implica la aceptación posterior de los agregados que el Contratista suministre o elabore de tales fuentes, ni lo exime de la responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de esta especificación.

Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, trituración, lavado y el sistema de almacenamiento, deberán garantizar el suministro de un producto de calidad uniforme.

#### *Estudio de la mezcla y obtención de la Fórmula de Trabajo*

Con suficiente antelación al inicio de los trabajos, el Contratista suministrará al Supervisor, muestras representativas de los agregados, cemento, agua y eventuales aditivos por utilizar y el Diseño de Mezcla, avalados por los resultados de ensayos de laboratorio que garanticen la conveniencia de emplearlos, en el diseño de la mezcla.

Consistencia del concreto: El diseño de mezcla aprobado, deberá ser verificado, cada vez que varíe alguno de los siguientes factores:

- El tipo, clase o categoría del cemento y su marca.
- El tipo, absorción o tamaño máximo del agregado grueso.
- El módulo de fineza del agregado fino en más de dos décimas.
- La naturaleza o proporción de los aditivos.
- El método de puesta en obra.

#### *Tramo de prueba*

Para cada dosificación de posible aplicación en obra, determinada a partir de los ensayos previos de laboratorio, se efectuarán ensayos de resistencia sobre prismas rectangulares procedentes de seis amasadas diferentes, confeccionando 2 prismas por amasada, las cuales se ensayarán a la flexotracción a 7 días, obteniéndose el valor medio del Módulo de Rotura ( $M_R$ ). Para cada serie de probetas se controlará la resistencia y, de ser necesario, el aire incluido, con los mismos métodos empleados para los ensayos previos. Si el valor medio de la resistencia obtenida a los siete días es igual o superior al 80% de las resistencias especificadas a los veintiocho días, y no se han obtenido resultados fuera de especificación para la consistencia o el aire incluido, se efectuará un tramo de prueba con un concreto de dicha dosificación. En caso contrario, se harán los ajustes necesarios hasta conseguir un concreto que cumpla las exigencias de este numeral. El tramo de prueba tendrá una longitud  $\pm 20$  m y su ancho será determinado por el Supervisor, fuera de la calzada por pavimentar. El tramo servirá para verificar que los medios de vibración disponibles son capaces de compactar adecuadamente el concreto en todo el espesor del pavimento, que se cumplen las limitaciones de regularidad y rugosidad establecidas por la presente especificación, que el



proceso de curado y protección del concreto fresco es adecuado y que las juntas se realizan correctamente.

En caso que los resultados del primer tramo no sean satisfactorios, se construirán otros introduciendo variaciones en los equipos, métodos de ejecución o, incluso, en la dosificación, hasta obtener un pavimento con las condiciones exigidas. Logrado esto, se podrá proceder a la construcción del pavimento.

#### *Preparación de la superficie existente*

La mezcla no se extenderá hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga las características físicas, la densidad especificada, las cotas indicadas en los planos y hayan sido concluidos y aprobados todos los trabajos de drenaje, instalación de tuberías y de servicios que quedarán cubiertos por el pavimento, todo lo cual será aprobado por el Supervisor.

Antes de verter el concreto, se humedecerá ligeramente la superficie de apoyo de las losas sin que se presenten charcos o, si el Proyecto lo contempla, se cubrirá con papel especial o

material plástico con traslapes no inferiores a 15 cm y plegándose lateralmente contra los encofrados, cuando éstas se utilicen. El traslape se hará teniendo en cuenta la pendiente longitudinal y transversal, para asegurar la impermeabilidad.

En todos los casos, se prohibirá circular sobre la superficie preparada, salvo las personas y equipos indispensables para la ejecución del *Elaboración de la mezcla*

a) Manejo y almacenamiento de los agregados pétreos

No se permitirá ningún método de manejo y almacenamiento de los agregados que pueda causar segregación, degradación, mezcla de distintos tamaños o contaminación con el suelo u otros materiales.

Todos los materiales a utilizarse en la obra deben estar ubicados de tal forma que no cause incomodidad a los transeúntes y/o vehículos que circulen en los alrededores.

b) Suministro y almacenamiento del cemento

El cemento en sacos se deberá almacenar en sitios secos y aislados del suelo, en rumas de no más de 8 bolsas.

Si el cemento se suministra a granel, se deberá almacenar en silos apropiados aislados de la humedad.

No se permitirá el uso de cemento endurecido por diversas razones o cuya fecha de vencimiento haya expirado.

Esta frecuencia será disminuida en relación directa a la condición climática, de temperatura, humedad y/o condiciones de almacenamiento. Este examen incluirá pruebas de laboratorio para determinar su conformidad con los requisitos de la NTP 334.009 ó NTP 334.090.

c) Almacenamiento de aditivos

Los aditivos se protegerán convenientemente de la intemperie y de toda contaminación. Los sacos de productos en polvo se almacenarán bajo cubierta y observando las mismas precauciones que en el caso del almacenamiento del cemento. Los aditivos suministrados en forma líquida se almacenarán en recipientes estancos. Estas recomendaciones no son excluyentes de las especificadas por los fabricantes.

Todos los materiales a utilizarse en la obra deben estar ubicados de tal forma que no cause incomodidad a los transeúntes y/o vehículos que circulen en los alrededores.

d) Dosificación del concreto

Los agregados y el cemento a granel para la fabricación del concreto se dosificarán por peso, por medio de equipos automáticos de dosificación.

e) Mezcla de los componentes

La mezcla se realizará en una planta central. En obras de pequeño volumen se podrá autorizar la mezcla en camiones mezcladores (mixer), cuyas características deben adaptarse a lo prescrito en “Elementos de Transporte” tratado antes en la presente especificación. Los componentes de la mezcla se introducirán en la mezcladora de acuerdo con una secuencia previamente establecida por el Contratista y aprobada por el Supervisor. Los aditivos en forma líquida o en pasta se añadirán al agua antes de su introducción en la mezcladora. Los aditivos en polvo se introducirán en la mezcla junto con el cemento o los agregados, excepto cuando el aditivo contenga cloruro de calcio,

en cuyo caso se añadirá en seco mezclado con los agregados, pero nunca en contacto con el cemento; no obstante, en este último caso se prefiere agregarlo en forma de disolución. Estas recomendaciones no son excluyentes de las especificadas por los fabricantes.

Los materiales deberán mezclarse durante el tiempo necesario para lograr una mezcla íntima y homogénea de la masa, sin segregación. Su duración mínima se establecerá mediante pruebas de laboratorio y deberá contar con la aprobación del Supervisor.

#### *Colocación de encofrados*

Cuando la obra se ejecute entre encofrados fijos, éstos podrán constituir por sí mismos el camino de rodadura de las máquinas de construcción del pavimento o podrán tener un carril para atender esa función. En cualquier caso, deberá presentar las características de rigidez, altura y fijación.

Las caras interiores de los encofrados aparecerán siempre limpias, sin restos de concreto u otras sustancias adheridas a ellas. Antes de verter el concreto, dichas caras se recubrirán con

un producto antiadherente, cuya composición y dosificación deberán ser aprobadas previamente por el Supervisor.

Cuando la máquina utilice como encofrado un bordillo o una franja de pavimento construido previamente, éste deberá tener una edad de cuando menos 3 días.

#### *Colocación del concreto*

Antes de vaciar el concreto, la superficie de apoyo se deberá encontrar preparada.

La máxima caída libre de la mezcla desde el vehículo de transporte en el momento de la descarga, será de 1 m, procurándose que ello ocurra lo más cerca posible del lugar definitivo de colocación, para reducir al mínimo las posteriores manipulaciones. Antes que empiece el fraguado inicial, el concreto deberá ser colocado, vibrado y recibir el acabado final.

Cuando la puesta en obra se realice entre encofrados fijos, el concreto se distribuirá uniformemente y una vez extendido se compactará por vibración y enrasará con elementos adecuados, de modo de tener una superficie uniforme, lisa y libre de irregularidades, marcas y porosidades. Cuando se empleen

reglas vibratorias, la compactación de los bordes de la placa deberá completarse con un vibrador de aguja (de inmersión).

Los elementos vibratorios de las máquinas no se apoyarán sobre pavimentos terminados o encofrados laterales y en las pavimentadoras de encofrados deslizantes deberán dejar de funcionar en el instante en que éstos se detengan.

En los pavimentos de concreto armado, el vaciado se hará en una sola capa. Teniendo en consideración que el pavimento de concreto es vaciado por paños, cada una de estos debe vaciarse en una sola operación, no permitiéndose la creación de juntas de construcción en un mismo paño.

#### *Ejecución de las juntas*

Las juntas longitudinales y transversales de construcción del pavimento de concreto se realizarán en las dimensiones, características y empleando los materiales que establezca el Proyecto.

Se tendrá especial cuidado que el concreto nuevo que se coloque a lo largo de la junta sea homogéneo y quede

perfectamente compactado, especialmente cuando la junta sea del tipo machihembrado.

#### *Protección del concreto*

Durante el tiempo de fraguado, el concreto deberá ser protegido contra el lavado por lluvia, la insolación directa, el viento y la humedad ambiente baja.

En épocas lluviosas, el Contratista colocará materiales impermeables o de cobertura sobre el concreto fresco, hasta que adquiera la resistencia suficiente para que el acabado superficial no sea afectado. Cualquier deterioro que sufra la superficie por la causa indicada será de responsabilidad del Contratista.

Durante el período de protección, que en general no será inferior a 3 días a partir de la colocación del concreto, estará prohibido todo tipo de tránsito sobre él, excepto el necesario para el aserrado de las juntas cuando se empleen sierras mecánicas.

#### Curado del concreto

El curado del concreto se deberá realizar en todas las superficies libres, incluyendo los bordes de las losas, por un período no



inferior a 7 días. Sin embargo, el Supervisor podrá modificar dicho plazo, de acuerdo con los resultados obtenidos sobre muestras del concreto empleado en la construcción del pavimento.

#### *Desencofrado*

Cuando el pavimento se construya entre encofrados fijos, el desencofrado se efectuará luego de transcurridas por lo menos 16 horas a partir de la colocación del concreto. En cualquier caso, el Supervisor podrá aumentar o reducir el tiempo, en función de la resistencia alcanzada por el concreto.

#### *Aserrado de juntas*

En las juntas transversales, el concreto endurecido se aserrará de forma y en instante tales, que el borde de la ranura sea limpio y antes de que se produzcan grietas de retracción en la superficie.

Las juntas longitudinales pueden aserrarse en cualquier momento, después de transcurridas 8 horas de construido el pavimento, siempre que se asegure que no circulará ningún tráfico, hasta que se haya hecho esta operación.

Hasta el momento de sellado de las juntas o hasta el instante de apertura al tránsito en el caso que las juntas se vayan a dejar sin sello, ellas se obturarán con cuerdas u otros elementos similares, con el objeto de evitar la introducción de cuerpos extraños.

### *Sellado de las juntas*

El sistema de sellado de juntas deberá garantizar la hermeticidad del espacio sellado, la adherencia del sello a las caras de la junta, la resistencia a la fatiga por tracción y compresión; la resistencia al arrastre por las llantas de los vehículos; la resistencia a la acción del agua, a los solventes, a los rayos ultravioleta y a la acción de la gravedad y el calor, con materiales estables y elásticos.

## **6.2. Especificaciones técnicas para construcción de sistema de aguas**

### **luvia.**

#### **6.2.1. Replanteo y nivelación**

##### **DEFINICIÓN**

Como paso previo a la construcción, el replanteo y nivelación es la ubicación de un proyecto en el terreno, en base a los datos que constan en los planos respectivos.

#### ESPECIFICACIONES

Todos los trabajos de replanteo y nivelación deben ser realizados con aparatos de precisión y por personal técnico capacitado. Se deberá colocar estacas identificadas con su cota y abscisa correspondiente, la ubicación y número constara en los planos adjuntados en los anexos.

### **6.2.2. Limpieza y Desbroce**

#### DEFINICIÓN

Consistirá en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra, de acuerdo con las presentes especificaciones y demás documentos, en las zonas indicadas por el fiscalizador y/o señalados en los planos. Se procederá a cortar, desenraizar y retirar de los sitios de construcción los árboles, incluidas sus raíces, arbustos, hierbas, etc., y proceder a la disposición final

en forma satisfactoria de todo el material proveniente del desbroce y limpieza.

## ESPECIFICACIONES

Estas operaciones pueden ser efectuadas a mano o mediante el empleo de maquinaria.

Todo el material proveniente del desbroce y limpieza deberá colocarse fuera

de las zonas destinadas a la construcción, en los sitios previamente planificados.

El material aprovechable proveniente del desbroce deberá ser estibado en los sitios que se indique. Todo material no aprovechable deberá ser retirado, tomándose las precauciones necesarias.

Las operaciones de desbroce y limpieza deberán efectuarse invariablemente en forma previa a los trabajos de construcción.

### **6.2.3. Excavaciones**

#### DEFINICIÓN

Se entiende por excavaciones en general, el remover y quitar la tierra u otros materiales con el fin de conformar espacios para alojar mamposterías, canales y drenes, elementos estructurales, alojar las tuberías y colectores; incluyendo las operaciones necesarias para: compactar o limpiar el replantillo y los taludes, el retiro del material producto de las excavaciones, y conservar las mismas por el tiempo que se requiera hasta culminar satisfactoriamente la actividad planificada

#### ESPECIFICACIONES

La excavación será efectuada de acuerdo con los datos señalados en los planos, en cuanto a alineaciones pendientes y niveles, excepto cuando se encuentren inconvenientes imprevistos en cuyo caso, deben ser

reportados y modificados de conformidad con el criterio técnico del Ingeniero Fiscalizador.

El fondo de la zanja será lo suficientemente ancho para permitir el trabajo de los obreros y para ejecutar un buen relleno. En ningún caso, el ancho interior de la zanja será menor que el diámetro exterior del tubo más 0.50 m, sin entibados: con entibamiento se considerará un ancho de la zanja no mayor que el diámetro exterior del tubo más 0.80 m., la profundidad mínima para zanjas de alcantarillado y agua potable será 1.50 m más el diámetro exterior del tubo.

En ningún caso se excavará, tan profundo que la tierra de base de los tubos sea aflojada o removida.

#### Excavación a mano en tierra

Se entenderá por excavación a mano sin clasificar la que se realice en materiales que pueden ser aflojados por los métodos ordinarios, aceptando presencia de fragmentos rocosos cuya dimensión máxima no supere los 5 cm, y el 40% del volumen excavado.

#### Excavación a mano en conglomerado y roca

Se entenderá por excavación a mano en conglomerado y roca, el trabajo de remover y desalojar fuera de la zanja los materiales, que no pueden ser aflojados por los métodos ordinarios

Se entenderá por conglomerado la mezcla natural formada de un esqueleto mineral de áridos de diferentes granulometrías y un ligante, dotada de características de resistencia y cohesión, aceptando la presencia de bloques rocosos cuya dimensión se encuentre entre 5 cm y 60 cm

*Excavación con presencia de agua (fango)*

La realización de esta excavación en zanja, se ocasiona por la presencia de aguas cuyo origen puede ser por diversas causas.

Como el agua dificulta el trabajo, disminuye la seguridad de personas y de la obra misma, siendo necesario tomar las debidas precauciones y protecciones.

Los métodos y formas de eliminar el agua de las excavaciones, pueden ser tabla-estacados, ataguías, bombeo, drenaje, cunetas y otros.

En los lugares sujetos a inundaciones de aguas lluvias se debe limitar efectuar excavaciones en tiempo lluvioso. Todas las excavaciones no deberán tener agua antes de colocar las tuberías y colectores, bajo ningún concepto se colocarán bajo agua.

Las zanjas se mantendrán secas hasta que las tuberías hayan sido completamente acopladas y en ese estado se conservarán por lo menos seis horas después de colocado el mortero y hormigón

#### Excavación a máquina en tierra

Se entenderá por excavación a máquina de zanjas la que se realice según el proyecto para la fundición de elementos estructurales, alojar la tubería o colectores, incluyendo las operaciones necesarias para compactar, limpiar el replantillo y taludes de las mismas, la remoción del material producto de las excavaciones y conservación de las excavaciones por el tiempo que se requiera hasta una satisfactoria colocación de la tubería.



Excavación a máquina en tierra, comprenderá la remoción de todo tipo de material (sin clasificar) no incluido en las definiciones de roca, conglomerado y fango.

#### **6.2.4. Relleno y Compactación.**

##### DEFINICIÓN

Se entiende por relleno el conjunto de operaciones que deben realizarse para cerrar con materiales y técnicas apropiadas las excavaciones que se hayan realizado para alojar tuberías o estructuras auxiliares, hasta el nivel original del terreno o la calzada a nivel de subrasante sin considerar el espesor de la estructura del pavimento si existiera, o hasta los niveles determinados en el proyecto y/o las órdenes del ingeniero fiscalizador. Se incluye además los terraplenes que deben realizarse.

##### ESPECIFICACIONES

###### Relleno

No se deberá proceder a efectuar ningún relleno de excavaciones sin antes obtener la aprobación del Ingeniero

fiscalizador, pues en caso contrario, éste podrá ordenar la total extracción del material utilizado en rellenos no aprobados

por él, sin que el constructor tenga derecho a ninguna retribución por ello. El ingeniero fiscalizador debe comprobar la pendiente y alineación del tramo.

El material y el procedimiento de relleno deben tener la aprobación del Ingeniero fiscalizador. El constructor será responsable por cualquier desplazamiento de la tubería u otras estructuras, así como de los daños o inestabilidad de los mismos causados por el inadecuado procedimiento de relleno.

Las estructuras fundidas en sitio no serán cubiertas de relleno hasta que el hormigón haya adquirido la suficiente resistencia para soportar las cargas impuestas. El material de relleno no se dejará caer directamente sobre las tuberías o estructuras. Las operaciones de relleno en cada tramo de zanja serán terminadas sin demora y ninguna parte de los tramos de tubería se dejará parcialmente rellena por un largo período.

La primera parte del relleno, que debe incluir una sección de 0,10 m de espesor con el fin de ser utilizada como cama de apoyo para la tubería, se hará invariablemente empleando en ella tierra fina seleccionada, exenta de piedras, ladrillos, tejas y otros materiales duros; los espacios entre la tubería o estructuras y el talud de la zanja deberán rellenarse cuidadosamente con pala y apisonamiento suficiente hasta alcanzar un nivel de 30cm sobre la superficie superior del tubo o estructuras; en caso de trabajos de jardinería, el relleno se hará en su totalidad con el material indicado.

Como norma general, el apisonado hasta los 60 cm sobre la tubería o estructura será ejecutado cuidadosamente y con pisón de mano; de allí en adelante se podrán emplear otros elementos mecánicos, como rodillos o compactadores neumáticos.

Se debe tener el cuidado de no transitar ni ejecutar trabajos innecesarios sobre la tubería hasta que el relleno tenga un mínimo de 30cm sobre ella o cualquier otra estructura.

Compactación

El grado de compactación que se debe dar a un relleno, varía de acuerdo a la ubicación de la zanja; así en las calles importantes o en aquellas que van a ser pavimentadas, se requiere el 95 % del ASSHTO- T180; en calles de poca importancia o de tráfico menor y, en zonas donde no existen calles ni posibilidad de expansión de la población se requerirá el 90 % de compactación del ASSHTO- T180.

Para material cohesivo, esto es, material arcilloso, se usarán compactadores neumáticos, si el ancho de la zanja lo permite, se pueden utilizar rodillos liso, y pata de cabra. Cualquiera que sea el equipo, se pondrá especial cuidado para no producir daños en las tuberías.

Con el propósito de obtener una densidad cercana a la máxima, el contenido de humedad del material de relleno debe ser similar al óptimo; con ese objeto, si el material se encuentra demasiado seco se añadirá la cantidad necesaria de agua; en caso contrario, si existiera exceso de humedad es necesario secar el material extendiéndole en capas delgadas para permitir la evaporación del exceso de agua.

En el caso de material no cohesivo se utilizará el método de inundación con agua para obtener el grado deseado de compactación; en este caso se tendrá cuidado de impedir que el agua fluya sobre la parte superior del relleno. El material no cohesivo también puede ser compactado utilizando vibradores mecánicos o chorros de agua a presión.

#### Material para relleno

En el relleno se empleará preferentemente el producto de la propia excavación, cuando éste no sea apropiado se seleccionará otro material de préstamo, con el que, previo el visto bueno del Ingeniero fiscalizador, se procederá a realizar el relleno. En ningún caso el material de relleno deberá tener un peso específico en seco menor de 1600 kg/m<sup>3</sup>. El material seleccionado puede ser cohesivo, pero en todo caso cumplirá con los siguientes requisitos:

- a) No debe contener material orgánico.
- b) En el caso de ser material granular, el tamaño del agregado será menor o a lo más igual que 5cm.

### **6.2.5. Acarreo y Transporte de Materiales**

#### DEFINICIÓN

##### Acarreo

Se entenderá por acarreo de material producto de excavaciones la operación de cargar y transportar dicho material hasta los bancos de desperdicio o almacenamiento que se encuentren en la zona de libre colocación, que señale el proyecto y/o el ingeniero fiscalizador.

El acarreo comprenderá también la actividad de movilizar el material producto de las excavaciones, de un sitio a otro, dentro del área de construcción de la obra y a una distancia mayor de 100m, medida desde la ubicación original del material, en el caso de que se requiera utilizar dicho material para reposición o relleno. El acarreo se podrá realizar con carretillas, al hombro o mediante cualquier otra forma aceptable para su cabal cumplimiento.

## Transporte

Se entiende por transporte todas las tareas que permiten llevar al sitio de obra todos los materiales necesarios para su ejecución, para los que en los planos y documentos de la obra se indicará cuales son; y el desalojo desde el sitio de obra a los lugares terminados por el fiscalizador, de todos los materiales producto de las excavaciones, que no serán aprovechados en los rellenos y deben ser retirados. Este rubro incluye: carga, transporte y volteo final.

## ESPECIFICACIONES

### Acarreo

El acarreo de materiales producto de las excavaciones o determinado por documentos de la obra, autorizados por la fiscalización, se deberá realizar por medio de equipo mecánico adecuado en buenas condiciones, sin ocasionar

la interrupción de tráfico de vehículos, ni causar molestias a los habitantes. Incluyen las actividades de carga, transporte y volteo

#### Transporte

Se realizara el transporte del material autorizado por el fiscalizador a los sitios dispuestos, este trabajo se ejecutará con los equipos adecuados, y de tal forma que no cause molestias a los usuarios de las vías ni a los moradores de los sitios de acopio.

#### **6.2.6. Encofrado y Desencofrado**

##### DEFINICIÓN

Se entenderá por encofrados las formas volumétricas, que se confeccionan con piezas de madera, metálicas o de otro material resistente, para que soporten el vaciado del hormigón, con el fin de amoldarlo a la forma requerida.



Desenfofrado se refiere a aquellas actividades mediante las cuales se retiran los encofrados de los elementos fundidos, luego de que ha transcurrido un tiempo prudencial, y el hormigón vertido ha alcanzado cierta resistencia.

#### ESPECIFICACIONES.

Los encofrados construidos de madera pueden ser rectos o curvos, de acuerdo a los requerimientos definidos en los diseños finales; deberán ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión resultante del vaciado y vibración del hormigón, estar sujetos rígidamente en su posición correcta y lo suficientemente impermeables para evitar la pérdida de la lechada.

Los encofrados para tabiques o paredes delgadas estarán formados por tableros compuestos de tablas y bastidores o de madera contrachapada de un espesor adecuado al objetivo del encofrado, pero en ningún caso menores de 1cm.

Estos tirantes y los espaciadores de madera, que formarán el encofrado, por si solos resistirán los esfuerzos hidráulicos del vaciado y vibrado del hormigón.

Los apuntalamientos y riostras servirán solamente para mantener a los tableros en su posición, vertical o no, pero en todo caso no resistirán esfuerzos hidráulicos.

Al colar hormigón contra las formas, éstas deberán estar libres de incrustaciones de mortero, lechada u otros materiales extraños que pudieran contaminar el hormigón.

Los encofrados metálicos pueden ser rectos o curvos, de acuerdo a los requerimientos definidos en los diseños finales deberán ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión resultante del vaciado y vibración del hormigón, estar sujetos rígidamente en su posición correcta y los suficientemente impermeables para evitar la pérdida de la lechada.

Las formas se dejarán en su lugar hasta que la fiscalización autorice su remoción, y se removerán con cuidado para no dañar el hormigón.

La remoción se autorizará y efectuará tan pronto como sea factible; para evitar demoras en la aplicación del compuesto para sellar o realizar el curado con agua, y permitir la más pronto posible, la reparación de los desperfectos del hormigón. El uso de vibradores exige el empleo de encofrados más resistentes que cuando se usan métodos de compactación a mano.

#### **6.2.7. Construcción de Pozos de Revisión.**

##### DEFINICIÓN

Se entenderán por pozos de revisión, las estructuras diseñadas y destinadas para permitir el acceso al interior de las tuberías o colectores de alcantarillado, especialmente para limpieza, incluye material, transporte e instalación.

## ESPECIFICACIONES

Los pozos de revisión serán construidos en donde señalen los planos, durante el transcurso de la instalación de tuberías o construcción de colectores.

Los pozos de revisión se construirán de acuerdo a los planos del proyecto, tanto los de diseño común como los de diseño especial.

La construcción de la cimentación de los pozos de revisión deberá hacerse previamente a la colocación de la tubería o colector, para evitar que se tenga que excavar bajo los extremos.

Todos los pozos de revisión deberán ser construidos en una fundación adecuada, de acuerdo a la carga que estos producen y de acuerdo a la calidad del terreno soportante.

Los pozos de revisión serán construidos de hormigón simple  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y de acuerdo a los diseños del proyecto. En la planta de los pozos de revisión se realizarán los canales de media caña correspondientes, debiendo pulirse y acabarse perfectamente de acuerdo con los planos.

Para el acceso por el pozo se dispondrá de estribos o peldaños formados con varillas de hierro de 16mm de diámetro, con recorte de aleta en las extremidades para empotrarse, en una longitud de 20cm y colocados a 40cm de espaciamiento; los peldaños irán debidamente empotrados y asegurados formando un saliente de 15 cm x 30cm de ancho, deberán ser pintados con dos manos de pintura anticorrosiva y deben colocarse en forma alternada

La construcción de los pozos de revisión incluye la instalación del cerco y la tapa.

Los cercos y tapas pueden ser de hierro fundido u hormigón armado.

Los cercos y tapas de hierro fundido cumplirán con la Norma ASTM-C48 tipo C.

La armadura de las tapas de hormigón armado estará de acuerdo a los respectivos planos de detalle y el hormigón será de  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ .

### **6.2.8. Suministro e Instalación Tuberías H.S. - PVC**

#### DEFINICION.

Se entiende por suministro e instalación de tubería de hormigón simple, en las diferentes clases, las actividades que debe realizar el Constructor para suministrar, transportar, instalar y probar las tuberías de hormigón simple, ya sea de macho y campana o de caja y espiga, de conformidad con el proyecto.

#### ESPECIFICACIONES

La tubería de hormigón a suministrar deberá cumplir con las siguientes normas:

INEN 1590 "TUBOS Y ACCESORIOS DE HORMIGON SIMPLE. REQUISITOS"

Previo a la instalación de las tuberías, el ingeniero fiscalizador podrá solicitar que el constructor, realice los ensayos correspondientes que prueben el cumplimiento de las indicadas normas y la calidad del tubo a suministrar.

La tubería plástica a suministrar deberá cumplir con las siguientes normas:

- INEN 2059 SEGUNDA REVISIÓN "TUBOS DE PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA Y ACCESORIOS PARA ALCANTARILLADO. REQUISITOS"

INSTALACION EN LA ZANJA DE LA TUBERIA DE HORMIGON.

La instalación de la tubería de hormigón para alcantarillado, comprende las siguientes actividades que debe efectuar el Constructor:

a) Procedimiento de instalación.

Las tuberías, serán instaladas de acuerdo a las alineaciones y pendientes indicadas en los planos. Cualquier cambio deberá ser aprobado por el Ingeniero Fiscalizador.

La pendiente se dejará marcada en estacas laterales, 1.00 m fuera de la zanja, o con el sistema de dos estacas, una a cada lado de la zanja, unidas por una pieza de madera rígida y clavada horizontalmente de estaca a estaca y perpendicular al eje de la zanja.

La colocación de la tubería se hará de tal manera que en ningún caso se tengan una desviación mayor a 5.00 (cinco) milímetros, de la alineación o nivel del proyecto, cuando se trate de tubería de hasta 600 mm de diámetro, o de 10.00 (diez) milímetros cuando se trate de diámetros mayores, cada pieza deberá tener un apoyo seguro y firme en toda su longitud, de modo que se colocará de tal forma que el cuadrante inferior de su circunferencia descansa en toda su superficie sobre la plantilla o fondo de la zanja. No se permitirá colocar los tubos sobre piedras, calzas de madero y/o soportes de cualquier otra índole.

La colocación de la tubería se comenzará por la parte inferior de los tramos y se trabajará hacia arriba, de tal manera que la campana o la caja de la espiga quede situada hacia la parte más alta del tubo.

Los tubos serán cuidadosamente revisados antes de colocarlos en la zanja, rechazándose los deteriorados por cualquier causa.

Entre dos bocas de visita consecutivas la tubería deberá quedar en alineamiento recto, a menos que el tubo sea visitable por dentro o que vaya superficialmente, como sucede a veces en los colectores marginales.



No se permitirá la presencia de agua en la zanja durante la colocación de la tubería y hasta 6 horas después de colocado el mortero.

b) Construcción de juntas.

Las juntas de las tuberías de hormigón se realizarán con mortero cemento-arena en proporción 1:3; debiéndose proceder a limpiar cuidadosamente los extremos de los tubos a unir, quitando la tierra o materiales extraños con cepillo de alambre, luego se humedecerán los extremos de los tubos que formarán la junta.

Para la tubería de espiga y campana, se llenará con mortero la semicircunferencia inferior de la campana, inmediatamente se coloca la espiga del siguiente tubo y se rellena con mortero suficiente la parte superior de la campana, conformando totalmente la junta. El revoque de la junta se realizará colocando un anillo a bisel en todo el perímetro. Se evitará que el anillo forme rebordes internos, utilizando balaustres o varas de madera de tal forma que, la junta interiormente sea lisa, regular y a ras con la superficie del tubo; el sistema varía de acuerdo al diámetro de la tubería que se está colocando.

Para la tubería de caja y espiga se seguirá un procedimiento similar al anterior, para sellar con un anillo de mortero en todo el perímetro, con un espesor de 3 cm; con un ancho de por lo menos 6 cm en todo caso será el Ingeniero Fiscalizador quién indique los espesores y anchos a utilizarse.

El interior de la tubería deberá quedar completamente liso y libre de suciedad y materias extrañas. Las superficies de los tubos en contacto deberán quedar rasantes en sus uniones. Cuando por cualquier motivo sea necesaria una suspensión de trabajos, deberá corcharse la tubería con tapones adecuados.

Una vez terminadas las juntas, hasta que hayan fraguado, deberán mantenerse libres de la acción perjudicial del agua de la zanja, así mismo se las protegerá del sol y se las mantendrá húmedas.

A medida que los tubos sean colocados, será puesto a mano suficiente relleno a cada lado del centro de los tubos para mantenerlos en el sitio, este relleno no deberá efectuarse sino después de tener en la zanja, por lo menos cinco tubos empalmados y revocados.

Se realizará el relleno total de las zanjas después de fraguado el mortero de las juntas, pero en ningún caso antes de tres días y de haber realizado las comprobaciones de nivel y alineación así como las pruebas hidrostáticas; estas últimas se realizarán por tramos completos entre pozos.

Las juntas en general, cualquiera que sea la forma de empate deberán llenar los siguientes requisitos:

- Impermeabilidad o alta resistencia a la filtración, para lo cual se harán pruebas cada tramo de tubería, entre pozo y pozo de visita, cuando más.
- Resistencia a la penetración, especialmente de las raíces.
- Resistencia a roturas y agrietamientos.
- Posibilidad de poner en uso los tubos, una vez terminada la junta.
- Resistencia a la corrosión especialmente por el sulfuro de hidrógeno y por los ácidos.
- No ser absorbentes.
- Economía de costos.

c) Tipo de juntas.

Se usará sellado con mortero de cemento-arena en la proporción 1:3, de acuerdo a los planos y/o órdenes del Ingeniero Fiscalizador.

Cuando por circunstancias especiales, el lugar donde se construya un tramo de alcantarillado, esté la tubería a un nivel inferior al nivel freático, se tomarán cuidados especiales en la impermeabilidad de las juntas, para evitar la infiltración y la exfiltración.

La impermeabilidad de los tubos de hormigón y sus juntas, serán probadas por el Constructor en presencia del Ingeniero Fiscalizador y según lo determine este último, en una de las dos formas siguientes:

- Prueba hidrostática accidental
- Prueba hidrostática sistemática

#### **6.2.9. Sumideros de Calzada**

##### DEFINICIÓN

Se entiende por sumideros de calzada o de acera, la estructura que permite la concentración y descarga del agua lluvia a la red de alcantarillado.

El constructor deberá realizar todas las actividades para construir dichas estructuras, de acuerdo con los planos de detalle y en los sitios que indique el proyecto y/u ordene el

ingeniero fiscalizador, incluye suministro, transporte e instalación.

## ESPECIFICACIONES

Los sumideros de calzada para aguas lluvias serán construidos en los lugares señalados en los planos y de acuerdo a los perfiles longitudinales transversales y planos de detalles; estarán localizados en la parte más baja de la calzada favoreciendo la concentración de aguas lluvias en forma rápida e inmediata.

Los sumideros de calzada irán localizados en la calzada propiamente dicha, junto al bordillo o cinta gotera y generalmente al iniciarse las curvas en las esquinas.

Los sumideros se conectarán directamente a los pozos de revisión y únicamente en caso especial o detallado en los planos a la tubería. El tubo de conexión deberá quedar perfectamente recortado en la pared interior

del pozo formando con este una superficie lisa.

Para el enchufe en el pozo no se utilizarán piezas especiales y únicamente se realizará el orificio en el mismo, a fin de obtener el enchufe mencionado.

La conexión del sumidero al pozo será mediante tubería de 200mm de diámetro.

En la instalación de la tubería se deberá cuidar que la pendiente no sea menor del 2% ni mayor del 20%.

El cerco y rejilla se asentarán en los bordes del sumidero utilizando mortero cemento arena 1:3 Se deberá tener mucho cuidado en los niveles de tal manera de obtener superficies lisas en la calzada

#### Rejilla

De acuerdo con los planos de detalle, las rejillas deben tener una sección de 0.60 m x 1m, las rejillas se colocarán sujetas al cerco mediante goznes de seguridad con pasadores de  $d=1.60\text{cm}$  puestos a presión a través de los orificios dejados en el cerco.

La fundición de hierro gris será de buena calidad, de grano uniforme, sin protuberancias, cavidades, ni otros defectos que interfieran con su uso normal. Todas las piezas serán limpiadas antes de su inspección y luego cubiertas por una capa gruesa de pintura bitumástica uniforme, que en frío de una consistencia tenaz y elástica (no vidriosa).

La fundición de los cercos y rejillas de hierro fundido para alcantarillado debe cumplir con la Norma ASTM A 48.

# **CAPITULO VII**

## **7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1. Conclusiones**

1. Debido al crecimiento poblacional del sector de Vía a la Costa en la ciudad de Guayaquil, un proyecto urbanístico será la mejor opción para el aprovechamiento del predio.
2. La información topográfica del terreno y de zonas circunvecinas es de vital importancia ya que en ella se puede apreciar la línea divisoria de aguas, quebradas, cuencas y sub cuencas que atraviesan el terreno, con el fin de identificar la trayectoria del flujo del agua y poder realizar un correcto diseño de drenaje de AALL



dentro de la futura urbanización, evitando así posteriores problemas de inundaciones.

3. Debido a las características que rodean al predio en este no se pueden realizar rellenos, pues esto provocaría que el cauce natural del agua sea drásticamente alterado y obteniendo como consecuencia daños a la estructura vial.
4. Los cauces naturales que conforman la red hidrográfica original atraviesan de forma transversal el terreno de estudio, estos deben ser conservados y adecuados a las nuevas condiciones sin afectar su capacidad de desagüe, por lo cual se propone que una vez captada el agua lluvia proveniente de zonas circunvecinas, esta sea transportada mediante canales subterráneos evitando la existencia de inundaciones y daños.
5. El sistema de alcantarillado pluvial diseñado deberá drenar el agua que incide directamente en el predio mediante sumideros de calzada.
6. El estudio de Impacto Ambiental del proyecto, nos demuestra que las alteraciones en el ambiente tiene mayor incidencia si no se

realiza el proyecto, debido a que el predio puede ser utilizado como botadero o este podría ser invadido por grupos humanos, con sus secuelas de contaminación por aguas residuales y desechos sólidos.

7. Los impactos ambiental negativos que el proyecta generara son eventuales, prevenibles y mitigables.
8. La puesta en marcha del proyecto genera fuentes de trabajo eventual y fijo tanto en la fase de construcción como en la fase de operación del sistema.
9. A pesar de que el predio se encuentra ubicado en una zona problemática con soluciones ingenieriles adecuadas, el proyecto urbanístico puede ser realizado.

## **7.2.Recomendaciones**

1. Los canales que conducen de manera subterránea el agua que provienen de las zonas circunvecinas, deben ser revisados y limpiados periódicamente para evitar un taponamiento por partículas de sólidos.

2. Debido a los grandes volúmenes de cortes existentes, se obtendrá abundante material de buena calidad, el cual puede ser vendido como relleno para otros proyectos.
  
3. Se recomienda realizar un estudio de la calidad del agua del lago con el fin de determinar su grado de contaminación y proponer un tratamiento adecuado para la conservación del mismo con el fin de que sea apto para el uso recreacional dentro de la urbanización.

# APENDICES

# **APENDICE A**

**TABLA DE CALCULOS DE DIAMETRO PARA DRENAJE PLUVIAL**

# **APENDICE B**

**PRESUPUESTO DISEÑO VIAL**

# **APENDICE C**

**PRESUPUESTO DRENAJE PLUVIAL**

# APENDICE D

PLANOS DISEÑO VIAL



# **APENDICE E**

**PLANOS DRENAJE PLUVIAL**

## BIBLIOGRAFÍA

AASHTO. (1998). Diseño estructural de pavimentos rígidos .

Bristow, C., & Hoffstetter, R. (1977). Amérique Latine. En C. N. Científicas, Lexique Stratigraphique Internacional. (52 ed., Vol. 5).

Cerezo, A., Medina, G., & Viteri, R. (2007). Caracterización y propuesta técnica de la acuacultura en el sector de Chongón . Guayaquil.

EMAAP-Q. (2009). NORMAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO.

INAMHI. (1999). Estudio de lluvias intensas. Quito.

Instituto Geografico Militar. (1968). Mapas Geologicos del Ecuador.

Marchant, S. (1961). A photogeological analysis of the structure of the Western Guayas province, Ecuador.

Ministerio de transporte y comunicación. (2013). Especificaciones tecnicas para la construccion . En Manual de Carreteras. Lima.

MTOP. (s.f.). Norma para estudios y Diseños viales.

Naranjo Freire, C. I. (2011). Petrotectónica y Bioestratigrafía de las areniscas del Grupo Azúcar al suroeste del Ecuador. Guayaquil.

Olsson, A. (1939). Introduction a la Geologic du Nord-Ouest du Pérou et du Sud – Ouest de l' Equateur (Vol. 3).

Ortiz, H. (18 de Mayo de 2014). Guayaquil, una ciudad que solo puede expandirse hacia la vía a la Costa. Andes.

Pourrut, P., & Gómez, G. (1995). Los regímenes hidrológicos ecuatorianos. (P. Pourrut, Ed.) El agua en el Ecuador, 7, 103.

PROMSA. (2002). Estudio potencial agroindustrial y exportador de la península de Santa Elena y de los recursos necesarios para su implementación.

Reinoso, J., Michalón, R., & Avilés, J. C. (2005). Recopilación de información base para el mapa geoambiental del área urbana del gran Guayaquil y mapas en formato sig. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/8134>

SIAPA . (2014). Alcantarillado Pluvial. En Lineamientos Técnicos para Factibilidades (págs. 20-88).

Zeas, J. P. (21 de Julio de 2015). La expansión poblacional de la ciudad apunta al oeste. Expreso.