ESTUDIO DE SUELOS

ESTUDIOS Y DISEÑOS
CONSTRUCCION DE CUBIERTA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS DEL POLIDEPROTIVO VEREDA EL DAVIS DEL MUNICIPIO DE CHAPARRAL TOLIMA.

Ordenó: ALCALDIA MUNICIPAL MUNICIPIO DE CHAPARRAL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.

Ejecutó:
OSCAR GABRIEL FLORIAN HUERTAS
INGENIERO CIVIL
Esp. Gestión Ambiental – Evaluación Impacto Ambiental
Matr. Prof. 70202155311 TLM

Ibagué, FEBRERO DE 2025

TABLA DE CONTENIDO

		Pag
1	INTRODUCCION.	**5**
2	DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA DEL PROYECTO	**6**
3	OBJETIVOS.	**7**
4	UBICACIÓN PROYECTO	**8**
5	TIPO DE PROYECTO	**9**
6	CARACTERISTICAS GEOLOGICA LOCAL	**11**
6.1	*GEOLOGÍA*	**11**
6.2	*GEOLOGIA ESTRUCTURAL*	**12**
7	INVESTIGACION DE CAMPO	**13**
8	ESTRATIGRAFIA	**13**
8.1	SONDEO 1	**13**
8.2	SONDEO 2	**14**
8.3	SONDEO 3	**15**
9	CARACTERISTICAS DEL SUELO	**18**
9.1	Características Geotécnicas De Los Suelos SM-SP	**18**
10	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR (SPT)	**18**
11	CALCULO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION NO CONFINADA	**19**
11.1	CORRECCION DE LOS DATOS DEL ENSAYO	**19**
11.2	ANGULO DE FRICCION INTERNA	**20**
11.3	COEFICIENTES ACTIVOS Y PASIVOS	**20**

11.4 *CAPACIDAD PORTANTE* **21**

11.5 FACTOR DE SEGURIDAD **22**

12 RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE LA CIMENTACION **24**

12.1 RECOMENDACIONES PARA LA PROTECCIÓN DE EDIFICACIONES Y PREDIOS VECINOS. **26**

12.2 RECOMENDACIONES MANEJO DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS. **27**

13 FACTOR SISMICO DEL SUELO **29**

14 EFECTOS SISMICOS LOCALES **34**

15 RECOMENDACIONES Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION **34**

15.1 RECOMENDACIONES RESISTENCIA DEL CONCRETO **36**

15.2 SITIOS CRITICOS DEL PROYECTO **36**

16 CONCLUSIONES **36**

LISTA DE TABLAS O CUADROS

Pag

1 Tabla A.2.5-1. *Valores del Coeficiente De Importancia, I* **9**

2 Tabla H.3.1-1 *Clasificación de las unidades de Construcción por categorías.* **10**

3 Tabla N0. 11.2 Factores De Capacidad De Carga· **23**

4 Tabla A.2.4-1. Clasificación De Los Perfiles Del Suelo **31**

5 Tabla A.2.4-2. Criterios para clasificar suelos dentro de los perfiles de suelo tipos C,D o E. **32**

1. INTRODUCCION:

Teniendo en cuenta que se debe enmarcar dentro del reglamento colombiano de diseño y construcción sismo resistentes todas las nuevas edificaciones que se construirán, repararán o que se modificarán en el territorio nacional, se crea la necesidad de realizar el estudio geotécnico para el "**ESTUDIOS Y DISEÑOS CONSTRUCCION DEL POLIDEPORTIVO CUBIERTO DE LA VEREDA EL DAVIS EN EL MUNICIPIO DE CHAPARRAL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA"**. En desarrollo del estudio y con el fin de cumplir con los nuevos lineamientos del título H de la Norma Colombiana para el diseño y construcciones sismo resistentes NSR-10 (Decreto 926 de Marzo 19 de 2010), se realizó la definición del proyecto, haciendo una breve descripción de la caracterización física y geográfica del lugar en general, la evaluación y descripción de los materiales encontrados en la exploración del terreno y los resultados de laboratorio, para con estas herramientas ofrecer el diseño de la cimentación de las estructuras más adecuada y las recomendaciones locales y generales de manejo de los suelos y construcción del sistema.

El presente informe contiene los resultados del estudio de suelos para la "**ESTUDIOS Y DISEÑOS CONSTRUCCION DEL POLIDEPORTIVO CUBIERTO DE LA VEREDA EL DAVIS EN EL MUNICIPIO DE CHAPARRAL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA"**, el cual se desarrolló con base a tres **(03)** sondeos descritos en el perfil estratigráfico, tomando lectura de resistencia a penetración constante; anexando además los ensayos de laboratorio. Para la realización del estudio se llevó a cabo un programa de exploración del terreno y ensayos de laboratorio, tendientes a

caracterizar el suelo encontrado in situ, y establecer capacidad portante, profundidad de cimentación y perfil de suelo. Se clasificaron los sectores donde se realizaron los sondeos y se dieron recomendaciones de cimentación y construcción para el correcto funcionamiento de las redes de alcantarillado y las estructuras durante su vida útil.

El presente informe contiene la descripción de los trabajos de campo, laboratorio y oficina.

2. DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA DEL PROYECTO:

El municipio de Chaparral cuenta con un área de 2.124 kilómetros cuadrados, está localizado al al suroccidente del departamento del Tolima a 4° 55' Latitud Norte y 75° 07' de Longitud Oeste de Greenwich. Su temperatura promedio es de 26,6 grados centígrados.

- Limita al norte con el municipio de San Antonio.
- Por el sur con el municipio de Rioblanco.
- Por el oriente con el municipio de Coyaima.
- Por el occidente con el departamento del Valle del Cauca.

En su mayor parte es un territorio montañoso y sus principales fuentes hídricas, **Chaparral** es un municipio colombiano ubicado en el departamento de Tolima, cuyo nombre hispánico fuera **Medina de las Torres del Chaparral de los Reyes**. Se sitúa aproximadamente a 163 kilómetros de Ibagué, la capital del departamento, y aproximadamente a 250 kilómetros del Bogotá.

El municipio presenta como divisiones administrativas tradicionales el sector urbano, determinado por el perímetro urbano,

y el sector rural el cual está conformado por cientoventiun (121) veredas y seis corregimientos

3. OBJETIVOS:

- Realizar la exploración geotécnica, para realizar recuperación de muestras teniendo en cuenta los parámetros técnicos descritos en la normatividad vigente.
- Analizar las muestras obtenidas en campo y realizar un consolidado de los datos obtenidos en el ensayo de campo y los datos obtenidos en el laboratorio.
- Conocer el comportamiento del suelo como terreno donde se apoyará la estructura para establecer los posibles riesgos geotécnicos.
- Reconocer y efectuar los estratos perforados y obtener por los medios más precisos y confiables las propiedades geomecánicas del terreno.
- Clasificar los diferentes estratos de suelo encontrados, cualificar y cuantificar sus características, propiedades físico-mecánicas y demás parámetros geotécnicos, para interpretar adecuadamente los resultados obtenidos.
- Localizar si las hay, las profundidades de los niveles freáticos y bolsas aisladas que puedan perjudicar la estabilidad del proyecto.
- Recomendaciones constructivas para garantizar el correcto desempeño de la obra en el largo plazo.

4. UBICACIÓN PROYECTO:

El proyecto se encuentra ubicado en la "**VEREDA EL DAVIS"**, Zona rural, de Municipio de Chaparral, Departamento del Tolima, como presenta en la Figura No.1.

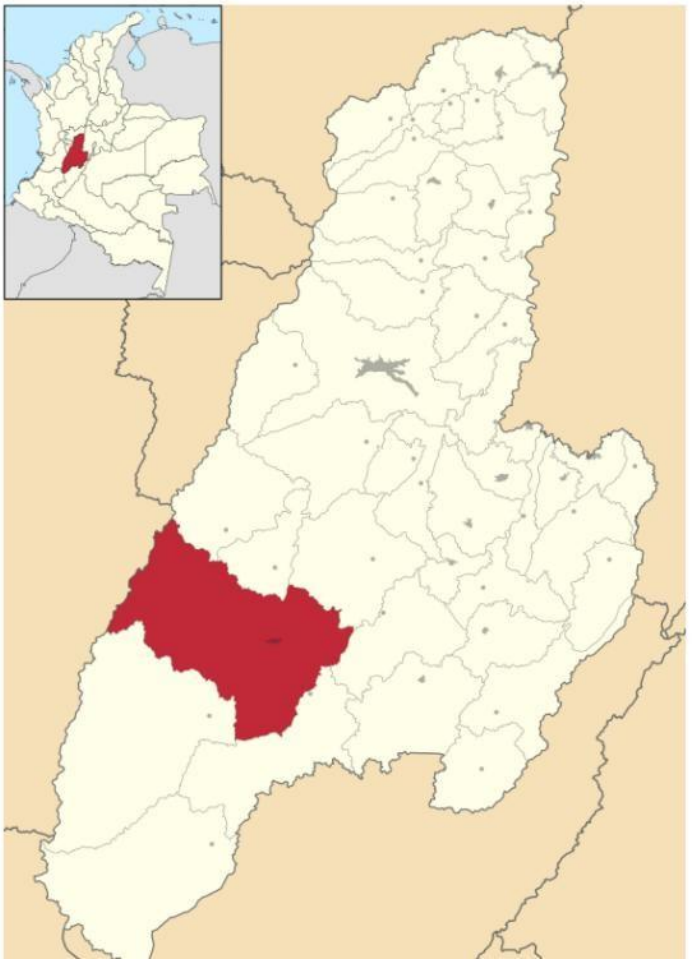


Figura No. 1.
***Plano Localización geográfica del sector urbano del Municipio De Chaparral*.**

5. TIPO DE PROYECTO:

De acuerdo a las consideraciones del proyecto y en atención a las NSR 2010, se determinó realizar tres (03) sondeos a una profundidad de exploración máxima entre 0.0 mts y 6.0 metros de profundidad, con la ayuda de equipo SPT.

Los criterios adoptados corresponden a la complejidad del proyecto y a los parámetros establecidos para este fin en la citada norma.

El proyecto es de tipo "**COMUNITARIO"** así pues a continuación se definen características como el grupo de uso, categoría de la construcción.

5.1 Grupo De Uso I. *"Estructuras De Ocupación Normal"*.

La estructura se define dentro del grupo de uso I como lo específica el NSR-10.

El Coeficiente de Importancia para este grupo de uso se define mediante la tabla A.2.5-1.

TABLA A.2.5-1
VALORES DE COEFICIENTE DE IMPORTANCIA, I

GRUPO DE USO	***COEFICIENTE DE IMPORTANCIA, I***
IV	***1.50***
III	***1.25***
II	***1.10***
I	***1.0***

5.2 Categoría de la unidad de Construcción. La clasificación por categorías de las unidades de construcción se define en función del número de niveles y de la carga máxima de servicio, como lo estipula en la tabla H.3.1-1. De la NSR-10.

Tabla H.3.1-1
Clasificación de las unidades de construcción por categorías

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4,000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4,001 y 8,000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8,000 kN

Suelo Tipo D (ver análisis)

Durante el trabajo de campo, se ejecutaron las siguientes acciones:

- Toma de muestras de tipo inalteradas en los sondeos seleccionados para realizarle los ensayos de laboratorio respectivos (Extracción de bloques de suelo).

- Descripción de las características físicas de las muestras: consistencia, color.

- Determinación de la estratigrafía del subsuelo, en los sondeos excavados.

6. CARACTERISTICAS GEOLOGICA LOCAL:

6.1 GEOLOGÍA

Las unidades geológicas en el área están constituidas por rocas que van desde el Proterozoico hasta el Reciente así: Complejo Icarco (Pɛi), Complejo Poli metamórfico de Cajamarca (Pzen), Batolito de Ibagué (Jgdi), Areniscas, liditas y shales del Mendarco (Kim), Grupo Gualanday (Tmg), Rocas Hipoabisales (Tad) Grupo Honda (Tsh), depósitos Coluviales (Qcl) y depósitos aluviales recientes (Qar).

En cuanto a la geomorfología se observan cuatro zonas principales: zona montañosa estructural (ZME), zona montañosa fluvioerosional (ZMF), zona colinada a semiondulada (ZCS) y una zona de valle (ZV)

6.2 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

La tectónica dominante es de tipo compresivo, con el desarrollo de grandes fallas inversas, las cuales han tenido su formación desde el Cretáceo hasta el Cuaternario, estando íntimamente ligadas a los procesos orogénicos de levantamiento de las actuales cordilleras. Estos procesos generan fracturamientos y diaclasamientos, los cuales favorecen, dependiendo de las condiciones hidrometereológicas, la descomposición acelerada de la roca y desarrollo de movimientos en masa de diferente magnitud. En el área el fallamiento presenta direcciones predominantes Norte-Sur y NorEeste-Sur-Oeste con algunos sistemas transversales asociados a fallas mayores. Se presenta un conjunto de fallas denominado Sistema de Fallas de Mendarco – Santiago Pérez (Fotografía 8) que marca el contacto

entre rocas del Grupo Honda (Tsh) y unidades litológicas más antiguas como el Batolito de Ibagué (Jgdi) y las rocas sedimentarias Cretáceas (Kim), esta estructura tiene movimiento vertical, con descenso del bloque Oriental respecto al bloque Occidental, existen además varias fallas satélite que se entrecruzan con el trazo principal. La falla más prominente del área es la Falla Saldaña que controla estructuralmente el río del mismo nombre; el movimiento de esta falla es de tipo vertical y el plano de falla tiene buzamiento bastante alto, el bloque localizado al Oriente de la falla se encuentra levantado con relación al bloque Occidental, estando asociadas a ésta algunas mineralizaciones de cobre (Cu).

Las fallas de Herrera y el Hereje causan el control de los ríos Saldaña y Hereje, donde la primera tiene una dirección Sur-Occidente – Nor-Oriente mientras la segunda tiene dirección predominante Oriente - Occidente. Estas dos estructuras cortan principalmente las rocas del Batolito de Ibagué (Jgdi) por lo que es difícil determinar el tipo de movimiento de ellas.

6.3 GEOMORFOLOGIA

El efecto de los procesos morfodinámicos degradacionales, tanto sobre los relieves iniciales originados por la tectodinámica, como sobre algunos paisajes construidos por procesos exógenos agradacionales, está conduciendo a la modificación parcial o total de éstos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes.

7. INVESTIGACION DE CAMPO:

La investigación de campo se desarrolla sobre la base de TRES (03) sondeos, a profundidades descritas en los perfiles estratigráficos, desarrollando además penetración continua con el **SPT** hasta las profundidades indicadas.

Se recolectaron muestras inalteradas y alteradas para la realización de los siguientes ensayos:

1. Humedad Natural.
2. Granulometría por lavado sobre el tamiz No. 200
3. Limites de Consistencia (límite líquido, Limite Plástico, Índice de Plasticidad).
4. Clasificación de los suelos por medio de los métodos de la ***U.S.C*** y la ***AASHTO***.

8. ESTRATIGRAFIA

8.1 SONDEO No. 1

Profundidad 6.0 mts.

- Capa Inicial

  De 0.0 - 0.80 mts

  SE INICIA SONDEO CON MATERIAL DE RELLENO TIPO ORGANICO, CON PRESENCIA DE TIERRA NEGRA TIPO CULTIVO, SUELO TIPO NATURAL CONTAMINADO CON RAICES.



- Capa No. 1

  De 0.80 – 3.0 mts

  ARENA LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD, POBREMENTE GRADADA, COLOR CAFÉ CLARO, DE CONSISTENCIA COMPACTA, CON PRESENCIA DE MATERIAL FINO (35,0%), MATERIAL TIPO GRAVA (17.9%). CONTENIDO DE HUMEDAD BAJO A MEDIO.

- Capa No. 2

  De 3.0 – 6.0 mts

  ARENA GRAVOSA DE GRANO MEDIO, TIPO PEÑON, COLOR GRIS DE COMPACIDAD RELATIVA "MEDIA", POBREMENTE GRADADA, CON POCA PRESENCIA DE MATERIAL FINO (0,5%). CONTENIDO DE GRAVA (30.4%). PRESENTA SOBRETAMAÑOS DE ROCA > A 10". CONTENIDO DE HUMEDAD BAJO A MEDIO.

8.2 SONDEO No. 2

Profundidad 6.0 mts.

- Capa Inicial

  De 0.0 - 0.60 mts

  SE INICIA SONDEO CON MATERIAL DE RELLENO TIPO ORGANICO, CON PRESENCIA DE TIERRA NEGRA TIPO CULTIVO, SUELO TIPO NATURAL CONTAMINADO CON RAICES.

- Capa No. 1

  De 0.60 – 3.0 mts

  ARENA LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD, POBREMENTE GRADADA, COLOR AMARILLO, DE CONSISTENCIA COMPACTA,

CON PRESENCIA DE MATERIAL FINO (34.6%), MATERIAL TIPO GRAVA (11.9%). CONTENIDO DE HUMEDAD BAJO A MEDIO.

- Capa No. 2

  De 3.0 – 6.0 mts

  ARENA GRAVOSA DE GRANO MEDIO, TIPO PEÑON, COLOR GRIS DE COMPACIDAD RELATIVA "MEDIA", POBREMENTE GRADADA, CON POCA PRESENCIA DE MATERIAL FINO (0.9%). CONTENIDO DE GRAVA (39.0%). PRESENTA SOBRETAMAÑOS DE ROCA > A 10". CONTENIDO DE HUMEDAD BAJO A MEDIO.

8.3 SONDEO No. 3

Profundidad 6.0 mts.

- Capa Inicial

  De 0.0 - 0.50 mts

  SE INICIA SONDEO CON MATERIAL DE RELLENO TIPO ORGANICO, CON PRESENCIA DE TIERRA NEGRA TIPO CULTIVO, SUELO TIPO NATURAL CONTAMINADO CON RAICES.

- Capa No. 1

  De 0.50 – 2.0 mts

  ARENA LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD, POBREMENTE GRADADA, COLOR CAFÉ CLARO, DE CONSISTENCIA COMPACTA, CON PRESENCIA DE MATERIAL FINO (34,1%), MATERIAL TIPO GRAVA (0.0%). CONTENIDO DE HUMEDAD BAJO A MEDIO.

- Capa No. 2

  De 2.0 – 6.0 mts

  ARENA GRAVOSA DE GRANO MEDIO, TIPO PEÑON, COLOR GRIS DE COMPACIDAD RELATIVA "MEDIA", POBREMENTE GRADADA, CON POCA PRESENCIA DE MATERIAL FINO (0.9%). CONTENIDO DE GRAVA (47.9%). PRESENTA SOBRETAMAÑOS DE ROCA > A 10". CONTENIDO DE HUMEDAD BAJO A MEDIO.

Nota: ***Según la tabla H.9.1-1 de la NSR-10 "Clasificación De Suelos Expansivos***", y los datos arrojados de los ensayos de laboratorio (LL, IP), la zona donde quedara el proyecto, posee un potencial de expansión **BAJO.**

Tabla H.9.1-1
Clasificación de suelos expansivos

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm^2	Límite líquido LL, en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de plasticidad, IP, en (%)	Porcentaje de partículas menores de una micra (μ)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta
Muy alto	> 30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 – 30	50 – 63	6 – 12	23 – 45	18 – 37	> 100
Medio	10 –20	39 – 50	8 – 18	12 –34	12 – 27	50 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

- Los suelos encontrados en la zona donde se adelantará el proyecto no presentan características de **SUELOS DISPERSIVOS**, ya que no se evidencio erosiones en forma de túneles, hondonadas profundas.
- Los suelos encontrados en la zona donde se adelantará el proyecto no presentan características de **SUELOS COLAPSABLES**, ya que no son suelos de tipo arenas limosas y Arenas gravosas.

Nota: *Según NSR – 10, y tabla H.3.1-1; el proyecto en mención se clasifica como categoría de la unidad de construcción baja*.

Tabla H.3.1-1
Clasificación de las unidades de construcción por categorías.

Categoría De La Unidad De Construcción	***Según Los Niveles De Construcción***	***Según Las Cargas Máximas De Servicio En Columnas (Kn)***
BAJA	***Hasta 3 niveles***	***Menores de 800 KN***
MEDIA	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4,000KN
ALTA	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4,001 y 8000 KN
ESPECIAL	Mayores de 20 niveles	Mayores de 8,000 KN

Nota: *Según tabla H.3.2-1 de la NSR – 10, el estudio en mención por clasificarse como categoría baja, se deben realizar un número mínimo de sondeos de tres (3) y una profundidad de excavación de seis (6) metros.*

Tabla H.3.2-1
Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción. Categoría de la unidad de construcción.

Categoría Baja	**Categoría Media**	**Categoría Alta**	**Categoría Especial**
Profundidad Mínima de sondeos: 6 m Número Mínimo de sondeos: 3	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m Número Mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 25 m Número Mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 30 m Número Mínimo de sondeos: 5

9. CARACTERISTICAS DEL SUELO:

Estos suelos aparecen por toda la zona del área donde se pretende realizar el proyecto. Estos suelos son arenas limosas Y arenas gravosas de consistencia compactas, las cuales presentan espesores considerables y son aptos para el desplante de este tipo de estructura. A una profundidad de 0.0 – 0.80 mts, se encuentran material de relleno tipo orgánico, con presencia de tierra negra tipo cultivo, suelo tipo natural contaminado con raíces, etc. A partir de -0.80 mts, suelos Areno limosos compactos con humedad natural promedio de 8.0 al 16.0 %; estos suelos clasificados como SM-SP como muestra los perfiles estratigráficos, presentan las siguientes características geotécnicas:

9.1 Características Geotécnicas De Los Suelos SM-SP

- *Permeabilidad En Estado Compacto: Semi*permeable a Impermeable, Permeable.
- *Resistencia Al Corte En Estado Compacto y Saturado: B*uena, Buena.
- *Compresibilidad En Estado Compacto y Saturado:* Baja, Muy Baja.
- *Facilidad De Tratamiento En Obra:* Regular, Regular.
- *Valor Como Fundación: Aceptable a* Bueno.

10. ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR (SPT):

Su finalidad es el de estimar el grado de densificación de los suelos. Consiste en los siguientes pasos:



- Realizar una perforación de 6 a 20 CMS. De Diámetro.
- Insertar la toma muestras del SPT, denominado muestrador de cuchara partida.
- Hincar la muestra dentro del fondo de la perforación mediante energía proporcionada por un martillo de 64 Kg. (140 lb.). de peso.
- La altura de caída del martillo libremente debe ser de 76 CMS. (30").
- Se recupera la muestra del muestrador a una distancia de 45 CMS., registrando el número de golpes del martillo por cada 15 CM. De intervalo.

11. CALCULO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION NO CONFINADA.

N = Numero de Golpes * Factor de Corrección Por peso del martillo.

N = 67 * 0.31

N^1 = 20 golpes

Consistencia = Semi Compacta

qu = 2.0 (Kg. /Cm^2) "capacidad portante encontrada in situ N_{campo}"

Donde:

qu = Resistencia a la Compresión no confinada.

N^1 = Resultado ensayo SPT.

11.1 CORRECCION DE LOS DATOS DEL ENSAYO:

$$N_{60} = \frac{E_m \times C_B \times C_S \times C_R \times N}{0.60}$$

[1] Geotecnia Vial, Parte II "REVISION DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES". El Ensayo SPT.

Donde:

E_m = Valor corregido de N del SPT por el procedimiento de Campo.

C_B = Corrección Por diámetro de sondeo.

C_S = Corrección por el muestrador.

C_R = Corrección por la longitud de la barra de perforación.

N = Valor medido del SPT.

$$N_{60} = \frac{0.50 \text{ x } 1.0 \text{ x } 1.0 \text{ x } 0.75 \text{ x } 20}{0.60}$$

N_{60} = 12 golpes

qu = 1.30 Kg. /Cm^2 ó 13.0 Ton./m2 "capacidad portante corregida N_{60}"

11.2 ANGULO DE FRICCION INTERNA.

Calculado mediante ensayo de Corte Directo No consolidado No Drenado:

Φ = 18°

C = 0.15 Kg/Cms^2

11.3 COEFICIENTES ACTIVOS Y PASIVOS.

$$Kp = \frac{1+Sen\theta}{1 \quad Sen\theta}$$ **Kp = 1.85**

$$Ka = \frac{1 \quad Sen\theta}{1+Sen\theta}$$ **Ka = 0.53**

11.4 CAPACIDAD PORTANTE.

$$qL = \frac{(0.4\varphi * B N\varphi)+(\varphi D * Nq)+(1.3c * Nc)}{3.0}$$

$\Theta = 18^{\circ}$ "Dato obtenido del ensayo corte directo"

C = 0.15 Kg/Cm^2 "Dato obtenido del ensayo corte directo"

W = 10.0%

φ = 1.6 gr/cc ó 1.6 Ton/m^3 ó 0.0016 Kg/cm^3.

Nc = 13.10 "ver tabla 11.2 Factores De Capacidad De Carga"

Nq = 5.26 "ver tabla 11.2 Factores De Capacidad De Carga"

Nφ = 4.07 "ver tabla 11.2 Factores De Capacidad De Carga"

B = 1.0 mts ó 100 cms.

L = 1.0

D = 1.50 mts ó 150 cms.

$$qL = \frac{(0.4\varphi * B N\varphi)+ (\varphi D * Nq) + (1.3c * Nc)}{3.0}$$

qL={(0.4*0.0016Kg/cm^3)*(100cm*4.07)}+{(0.0016Kg/cm^3*150cm)*(5.26)}+(1.3*0.15Kg/cm^2*13.10)

qL = (0.00064Kg/cm^3 * 407 cm)+(0.24 Kg/cm^2 * 5.26)+(2.5545 Kg/cm^2)

qL = 0.2604 Kg/cm^2 + 1.2624 Kg/cm^2 + 2,5545 Kg/cm^2

qL = (a 1.50 mts) = 4.0773 Kg/cm^2 ***Fs = 3.0***

q (adm) = 1.3591 Kg/cm^2

q (diseño) = 13.591 Ton/m^2

11.5 Factor De Seguridad.

En el análisis geotécnico se consideró los factores de seguridad básicos e indirectos definidos en el NSR -10 en el ítem H.2.4 De igual modo, en el cálculo de la capacidad portante se consideró los factores de seguridad indirectos definidos en H.4.7-1. Según la NSR-10, el factor de seguridad se puede establecer en función de factores de seguridad directos o de factores de seguridad indirectos. Los factores de seguridad directos básicos Fsb se aplican al material terreno (suelo o roca): en otras palabras, se aplican a los parámetros geotécnicos tales como cohesión (Cu), ángulo de fricción (Φ), etc.

Para cimentaciones se aconsejan los siguientes factores de seguridad indirectos mínimos:

H.4.7.1 — CAPACIDAD PORTANTE DE CIMIENTOS SUPERFICIALES Y CAPACIDAD PORTANTE DE PUNTA DE CIMENTACIONES PROFUNDAS

Para estos casos se aconsejan los siguientes valores:

Tabla H.4.7-1
Factores de Seguridad Indirectos F_{SICP} Mínimos

Condición	F_{SICP} Mínimo
	Diseño
Carga Muerta + Carga Viva Normal	3.0
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	2.5
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo estático	1.5

El factor de seguridad básico o directo Fsb definidos en la tabla H.2.4-1 es el factor de seguridad geotécnico real, es decir que se aplica al material terreo (Suelo, Roca) pero de él derivan factores de seguridad indirectos que tienen diferentes valores y los cuales se especifican en la tabla H.4.7-1.

Para las cimentaciones superficiales la adopción del factor indirecto de 3.0 garantiza que los factores de seguridad directos Fsb sean superiores a los dados en la tabla H.2.4-1.

Para la mayoría de los casos un valor de FSshear = 1.2-1.5 con respecto a la falla de corte se ajusta con un factor de seguridad de FS = 2.5-3.0 con respecto a la capacidad portante neta ultima.

Para el presente estudio se adopta un ***FACTOR DE SEGURIDAD DE 3.0.***

Tabla N0. 11.2 FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA[2]

ϕ	N_c	N_q	Nμ
0	5.14	1.0	0.0
2	5.63	1.20	0.15
4	6.19	1.43	0.34
6	6.81	1.72	0.57
8	7.53	2.06	0.86
10	8.35	2.47	1.22
12	9.28	2.97	1.69
14	10.37	3.59	2.29
16	11.63	4.34	3.06
18	***13.10***	***5.26***	***4.07***
20	14.83	6.40	5.39
22	16.88	7.82	7.13
24	19.32	9.60	9.44
26	22.25	11.85	12.54
28	25.80	14.72	16.72
30	30.14	18.40	22.40
32	35.49	23.18	30.22
34	42.16	29.44	41.06
36	50.59	37.75	56.31
38	61.35	48.93	78.03
40	75.31	64.20	109.41
42	93.71	85.38	1155.55
44	118.37	115.31	224.64
46	152.10	158.51	330.35
48	199.26	222.31	496.01
50	266.89	319.07	762.89

[2] Fundamentos De Ingeniería De Cimentaciones, Jesús Ayuso Muñoz, Alfonso Caballero Repullo, Francisco Pérez García. Capitulo X, Pagina 307.

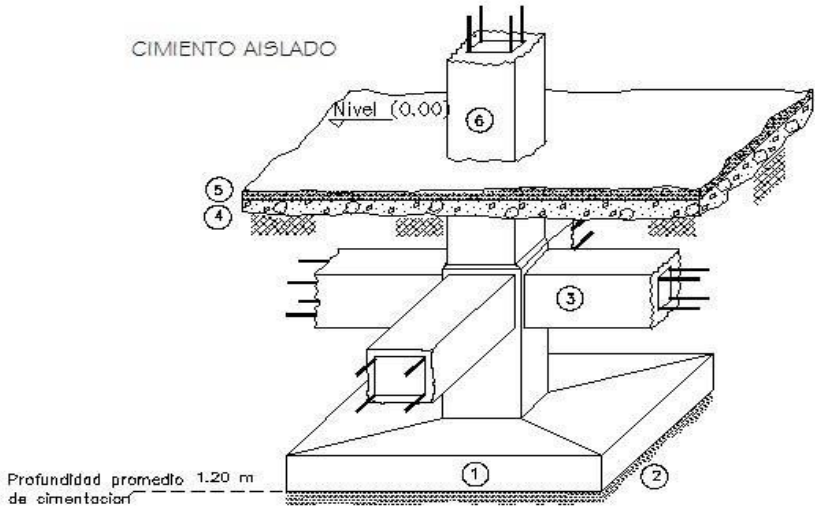
12 RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE LA CIMENTACION

Cuando se realice el diseño estructural de los elementos del proyecto debe tenerse en cuenta que:

- Estas deben ser superficiales, con profundidad de desplante en suelo firme.
- En las cimentaciones, los esfuerzos trasmitidos por las fundaciones deben ser de tal magnitud que no se presente una falla por cizalladura en el terreno.
- Los asentamientos que ocurran por consolidación, sean compatibles con la rigidez de la estructura. En virtud de las características índices de los materiales encontrados durante la exploración, se descarta, para las cargas estimadas la ocurrencia de asentamientos importantes mientras la cimentación se realice por debajo del lleno antrópico y la cobertura de materia orgánica, que presenta gran compresibilidad y son suceptibles a grandes deformaciones, de este modo los escasos asientos presentados serán de tipo inmediato y durante el proceso constructivo.
- Para el caso de cimientos profundos y superficiales, los factores de seguridad a la falla se deben justificar teniendo en cuenta: la magnitud de la obra, las consecuencias de la falla y la calidad de la información disponible respecto al subsuelo. Según la norma, se deben utilizar factores mínimos de 2.0 para carga muerta más carga viva máxima, de 3.0 para carga muerta más carga viva normal y de 1.2 para carga muerta más carga viva normal y el sismo de diseño.

- Dadas las características del subsuelo investigado y del Proyecto a ejecutar, se ha contemplado tan solo la alternativa de cimientos superficiales tipo Zapata Aislada, en concreto reforzado.

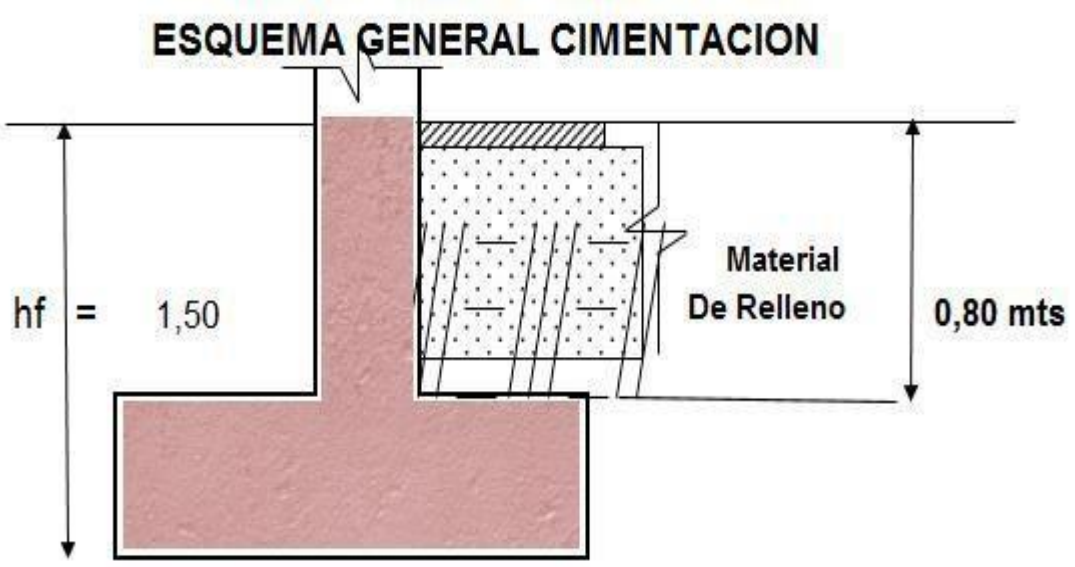
Alternativa 1. Cimientos superficiales del tipo aislado, basados en zapatas cuadradas. Se preverán vigas de rigidez para atender eventuales sismos y pequeñas excentricidades. Cimientos aislados.



ALTERNATIVA 1

- Se calcula el valor de capacidad portante con un nivel de desplante de -1.50 m, para la zona donde quedara diseñada la vivienda; el valor de capacidad portante mínimo para esta profundidad es igual a 1.3591 kg/cm2.
- Es de suma importancia el uso de filtros y drenes para el manejo de aguas superficiales y así evitar humedades superiores a la natural del terreno.
- No se encontró nivel freático en ningún sondeo realizado.

- Se recomienda retirar el material orgánico encontrado hasta -0.80 metros de profundidad y descargar las zapatas aislada a una profundidad de –1.50 mts.



12.1 Recomendaciones Para La Protección De Edificaciones Y Predios Vecinos.

- Evitar la pérdida o alteración de las características físicas y químicas del suelo, generación de procesos erosivos y de inestabilidad.
- Contaminación de las fuentes de agua por vertimiento de sustancias inertes, tóxicas o biodegradables.
- Alteraciones sobre la dinámica fluvial por aporte de sedimentos, alteraciones del equilibrio hidráulico y estabilidad geomorfológica de laderas.
- Aumento en los niveles de ruido y emisiones atmosféricas (material particulado, gases y olores) que repercuten sobre la salud de la población, la fauna y la flora.



- Generación de escombros y otros residuos sólidos.
- Modificaciones en el paisaje y alteración de la cobertura vegetal.
- Cese o interrupción parcial, total, temporal o definitiva de los procesos de producción, distribución y consumo del sector industrial o comercial aledaño.
- Desplazamiento de población.
- Alteración del flujo vehicular o peatonal.
- Alteración o deterioro del espacio público.
- Afectación a la infraestructura de servicios públicos e interrupción en la prestación de los mismos.
- Aumento de riesgos de ocurrencia de eventos contingentes tales como accidentes potenciales de peatones, vehículos, obreros, daños a estructuras cercanas, incendios, deslizamientos y movimientos en masa.
- Afectación de la oferta de recursos forestales, minerales, agua y energía.

12.2 Recomendaciones Manejo De Aguas Superficiales Y Subterráneas.

Se entiende como manejo de aguas superficiales el conjunto de actividades encaminadas a proteger y dar un buen manejo y uso a las aguas superficiales y de escorrentía. Para el manejo de estas aguas se requiere de obras, medidas y actividades, relacionadas con la captación, transporte y encauzamiento de caudales líquidos a través de estructuras diseñadas para tal fin como alcantarillas, pocetas y disipadores de energía, entre otras:

- ✓ En las obras cercanas a cuerpos de agua se deben tomar las medidas necesarias para la protección y aislamiento de estas corrientes, con el objeto de evitar el aporte de materiales.
- ✓ Supervisar en forma permanente durante la construcción de las obras los cruces de quebradas y/o ríos con la vía, con el objeto de detectar la contaminación de estos cuerpos por el aporte de residuos sólidos, grasas o aceites entre otros y adoptar las medidas correspondientes para la mitigación de estos impactos.
- ✓ El manejo de los materiales de excavación, residuos sólidos y líquidos se hará con base en los lineamientos trazados en los proyectos.
- ✓ Bajo ninguna circunstancia se debe permitir la disposición de residuos sólidos en las corrientes hídricas.
- ✓ El material de las excavaciones para la construcción de obras de drenaje en cercanías de cauces naturales debe acopiarse lo más lejos posible, evitando que sea arrastrado por aguas de escorrentía superficial.
- ✓ Prohibir el lavado de la maquinaria y equipo en los cursos de agua, para evitar el derrame de lubricantes o hidrocarburos que contribuyan a la contaminación de los mismos.
- ✓ No se deberá disponer ningún residuo líquido en cuerpos hídricos relacionados con el proyecto.
- ✓ No se deberá disponer en las corrientes hídricas ni en sus rondas de algún tipo de residuo industrial como solventes, aceites usados, pinturas u otros materiales.
- ✓ En caso de contingencia o accidente, se deben adelantar labores de limpieza inmediatamente y tomar las correcciones apropiadas, conforme lo establezca en un documento aprobado por la interventoría.

13. FACTOR SISMICO DEL SUELO:

Debido a experiencias obtenidas en muchos eventos sísmicos, las condiciones locales del suelo afectan las características del movimiento del terreno y por lo tanto tienen gran influencia en los efectos que el temblor produce en las estructuras localizadas en la superficie. El espectro de respuesta es uno de los parámetros descriptivos de un sismo que se ve más afectado por las condiciones locales del suelo subyacente. Debido a que el espectro es la herramienta que se utiliza en el diseño sísmico a través de la metodología propuesta por la NSR/10, es muy importante poder definir la influencia que pueda tener el tipo de perfil de suelo en la respuesta de edificaciones localizadas sobre el. De acuerdo a los criterios establecidos en el título A, la clasificación del perfil de suelo se basa en los valores de los parámetros del suelo de los 30m superiores. De acuerdo con los efectos locales descritos en el NSR-10 y el mapa de amenaza sísmica de Colombia, se puede determinar la clasificación del perfil en base a la velocidad de cortante, el número de golpes del ensayo SPT y de las características de resistencia al corte promedio, humedad y plasticidad. Para el presente estudio no se llevó a cabo pruebas geofísicas que permitan conocer las velocidades de ondas de corte ni se llevaron a cabo ensayos de penetración estándar que permitan relacionar la resistencia a la penetración con las velocidades de onda. Por lo anterior se determina el perfil de suelo con base a la resistencia al corte no drenado del suelo, como lo permite el NSR-10. Según NSR-10, CAPITULO A.2.4.3.2 – Número medio de golpes del ensayo de penetración estándar, el tipo de perfil del suelo se calcula por la siguiente expresión.

$$\overline{N} = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{N_i}} \qquad \text{(A.2.4.2)}$$

Donde:

$\sum_{i=1}^{n} d_i$ = 30 m siempre

N_i = número de golpes por píe obtenidos en el ensayo de penetración estándar, realizado in situ de acuerdo con la norma ASTM D 1586, haciendo corrección por energía N60, correspondiente al estrato i. El valor de N_i a emplear para obtener el valor medio, no debe exceder 100.

d_i = espesor del estrato i, localizado dentro de los 30 m superiores del perfil

$$\overline{N_1} = \frac{30}{\frac{1.50}{5.27} + \frac{2.0}{5.89}} = \overline{N} = 48.06$$

$$\overline{N_2} = \frac{30}{\frac{1.50}{5.58} + \frac{1.50}{6.51}} = \overline{N} = 60.09$$

$$\overline{N_3} = \frac{30}{\frac{1.50}{4.96} + \frac{2.0}{5.89}} = \overline{N} = 46.73$$

$$\overline{N_{TOTAL}} = N_1 + N_2 + N_3 \qquad \overline{N_{TOTAL}} = 51.62$$

El perfil del suelo D, caracterizado por la presencia de depósitos estables de arcillas o suelos no cohesivos, con una velocidad de onda cortante entre 180 y 360 m/s.

Tabla A.2.4-1
Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\bar{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s> $\bar{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa (≈1 kgf/cm²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $\bar{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	50 > $\bar{N} \geq 15$, o 100 kPa (≈1 kgf/cm²) > $\bar{s}_u \geq$ 50 kPa (≈0.5 kgf/cm²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > $\bar{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	IP > 20 w ≥ 40% 50 kPa (≈0.50 kgf/cm²) > $\bar{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F_1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F_2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con Índice de Plasticidad IP > 75) F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

Nota: Según NSR-10, en la tabla A.2.4-1 clasificación de los perfiles del suelo, y tabla A.2.4-2 criterios para clasificar suelos dentro de los perfiles C;D;E; el tipo de perfil del suelo estudiado clasifica como D, ya que según numeral A.2.4.3 el parámetro del número medio de golpes del ensayo de Penetración estándar esta entre 15 golpes/pie y velocidad de onda cortante entre 180 y 380 m/s.

Tabla A.2.4-2
Criterios para clasificar suelos dentro de los perfiles de suelo tipos C,D o E.

TIPO DE PERFIL	V_S	N o N_{Ch}	S_U
C	Entre 380 y 780 m/s	Mayor que 50	Mayor que 100 Kpa
D	**Entre 180 y 380 m/s**	**Entre 15 y 50**	**Entre 100 y 50 Kpa**
E	Menor de 180 m/s	Menor de 15	Menor de 50 Kpa

Nota: *Según Norma NSR-10, Figura A-2-3-2 Mapa de valores de Aa, el municipio de Chaparral se encuentra clasificada en la región 4, con un valor de* ***Aa = 0.25*** *y según Figura A-2-3-3 Mapa de valores de Av, el municipio de Chaparral encuentra en la región 4, con un valor de* ***Av=0.20.***

PARÁMETROS SISMICOS DE DISEÑO SISMORESISTENTE

Para efectos de la aplicación del Código Colombiano de Construcciones Sismoresistentes NSR-10 en el diseño de las estructuras proyectadas, se considerarán los siguientes parámetros para el diseño sismoresistente. Los valores a continuación registrados se basan en los lineamientos propuestos y exigidos en título A de NSR – 10.

El municipio de Chaparral (Tolima) se encuentra en la Zona de amenaza sísmica **ALTA.**

- Tipo de Perfil de suelo: **D.**
- **Aa** (coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva) **= 0.25g.**

(Fracción de la gravedad).

- **Av** (coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva) **= 0.20g** (Fracción de la gravedad).

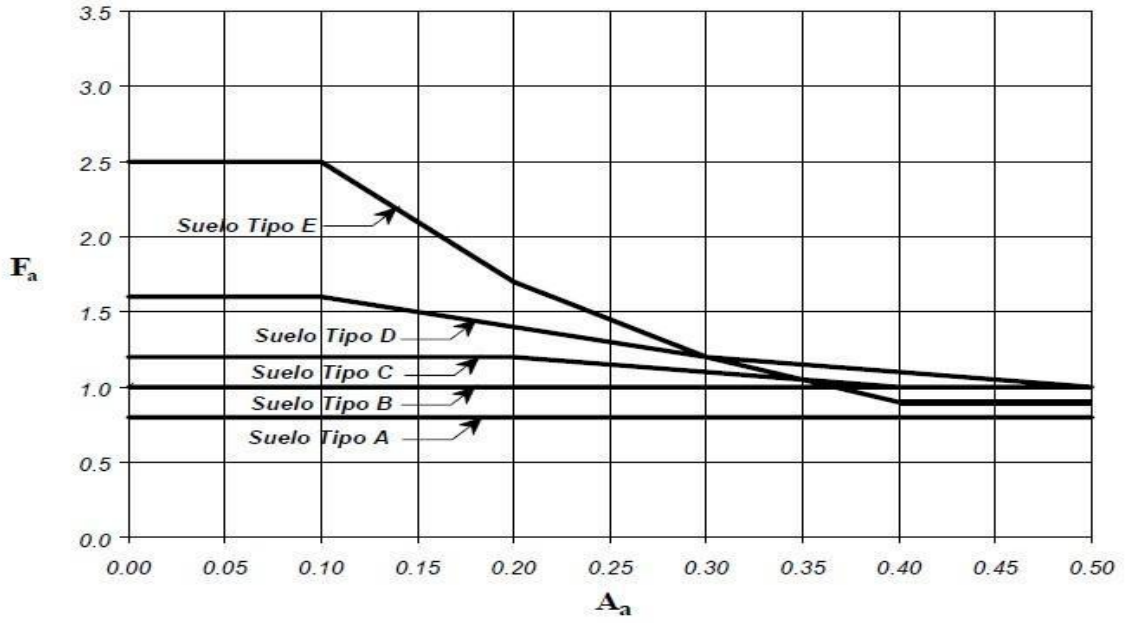


Figura A.2.4-1 - Coeficiente de amplificación F_a del suelo para la zona de períodos cortos del espectro

Nota: *Con el valor de Aa = 0.25, intersecto la línea "**Suelo Tipo D"**, y obtengo el valor de **Fa = 1.3.***

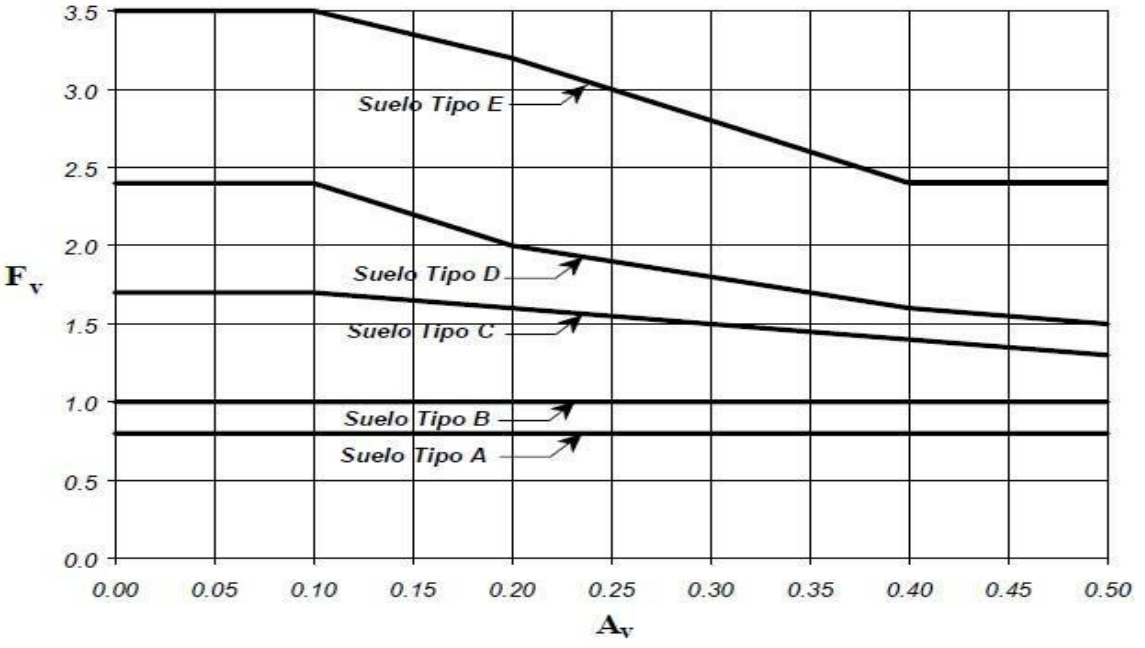


Figura A.2.4-2 — Coeficiente de amplificación F_v del suelo para la zona de períodos intermedios del espectro

Nota: *Con el valor de Av = 0.20, intersecto la línea "**Suelo Tipo D"**, y obtengo el valor de **Fv = 2.0.***

14. EFECTOS SISMICOS LOCALES:

Para el diseño sismorresistente es recomendable tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Tipo de Suelo: D
- Zona Amenaza Sísmica: Alta
- Aa: 0.25
- Fa: 1.3
- Av: 0.20
- Fv: 2.0

15. RECOMENDACIONES Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION:

- Para la construcción de las placas de los pozos o cámaras de inspección o cualquier otro sistema seleccionado, se deben efectuar excavaciones manuales hasta el nivel de fundación buscando el estrato seleccionado, verificando que no exista material orgánico o con presencia de raíces.
- Una vez fundidos los cimientos, se debe rellenar con recebo de buenas características previa aprobación de la interventoría.
- Inmediatamente terminadas las excavaciones para la construcción de la cimentación y obras de contención, las mismas deberán protegerse el fondo con un solado de concreto pobre de según la norma NSR-10, para evitar el remoldeo y la

alteración de las propiedades físico-mecánicas del suelo de fundación por acción de las lluvias y el intemperismo.

- Las excavaciones no deben quedar expuestas por mucho tiempo después de su ejecución, para evitar que las paredes de las mismas se desprendan, sin embargo, se considera necesario entibar durante el proceso de fundida de la cimentación.
- Para fundir pisos en concreto, se debe limpiar y colocar una capa de recebo entre el concreto y el suelo de fundación.
- El material de relleno por encima de la cimentación debe ser de tipo recebo seleccionado y compactado por medio mecánico (saltarín).
- En la medida en que alcance el nivel de cimentación del proyecto, verifique que el material encontrado cumple con las condiciones contempladas en el diseño.
- Es recomendable empezar las obras de cimentación en época seca, y en lo posible comenzar lo más rápido después de realizada la excavación del terreno.
- Los suelos encontrados son buenos para cimentar, siempre y cuando se controle el flujo de agua y el confinamiento.
- No se encontró nivel freático en ninguno de los sondeos realizados.
- No colocar ningún tipo de estructura sobre un relleno mal compactado, ya que puede ocasionar consolidación en la estructura.
- El material con el cual se debe tapar la cimentación, debe ser recebo compactado en capas de 20 CMS de espesor.

15.1 RECOMENDACIONES RESISTENCIA DEL CONCRETO:

- Para la fundida o vaciada del concreto hidráulico de las zapatas u otro elemento estructural, se recomienda realizar pruebas de asentamiento mediante cono slump para verificar asentamiento del concreto.
- Se recomienda realizar fundida de 6 muestras de cilindros de concreto hidráulico con la misma mezcla que se está fundiendo en el momento, para poder determinar su resistencia a la compresión a los 7, 14, y 28 días.
- Se recomienda al día siguiente de la fundida de los cilindros, desencofrarlos e inmediatamente sumergirlos en agua para su correcto curado.

15.2 SITIOS CRITICOS DEL PROYECTO:

- En el proyecto no se ven sitios críticos que pongan en riesgo la estabilidad del proyecto puesto que se encuentra ubicado geográficamente alrededor de vías rurales y hacia al sur con construcciones urbanas.
- Además, el proyecto no posee estructuras que presenten algún grado de altura, que puedan ocasionar algún accidente a personal particular que acudiría al mismo.

16. CONCLUSIONES:

- Se calcula el valor de capacidad portante con un nivel de desplante de -1.50 m, El valor de capacidad portante mínimo para esta profundidad es igual a 1.3591 kg/cm2.

- Se recomienda retirar el material orgánico encontrado hasta la profundidad recomendada en cada sondeo y descargar cimentación a las respectivas profundidades.
- No se requieren obras especiales de drenaje, salvo no permitir que se llene de agua las excavaciones para cimentaciones y se recomienda construir las obras de drenaje usuales para manejo de aguas lluvias en cubiertas.
- Bajo las cargas recomendadas de diseño, no se esperan asentamientos totales o diferenciales que afecten la estructura, ya que los rangos están dentro de lo tolerado por la norma NSR 10.
- Si se encuentran lentes de material con componentes orgánicos o bajas condiciones de resistencia, deben ser retirados y reemplazados por recebo.

Atentamente;

OSCAR GABRIEL FLORIAN HUERTAS
INGENIERO CIVIL
Esp. Gestión Ambiental – Evaluación Impacto Ambiental
Matr. Prof. 70202155311 TLM

ANEXO No. 1

REGISTRO FOTOGRAFICO

FOTO No. 1.





FOTO No. 2.



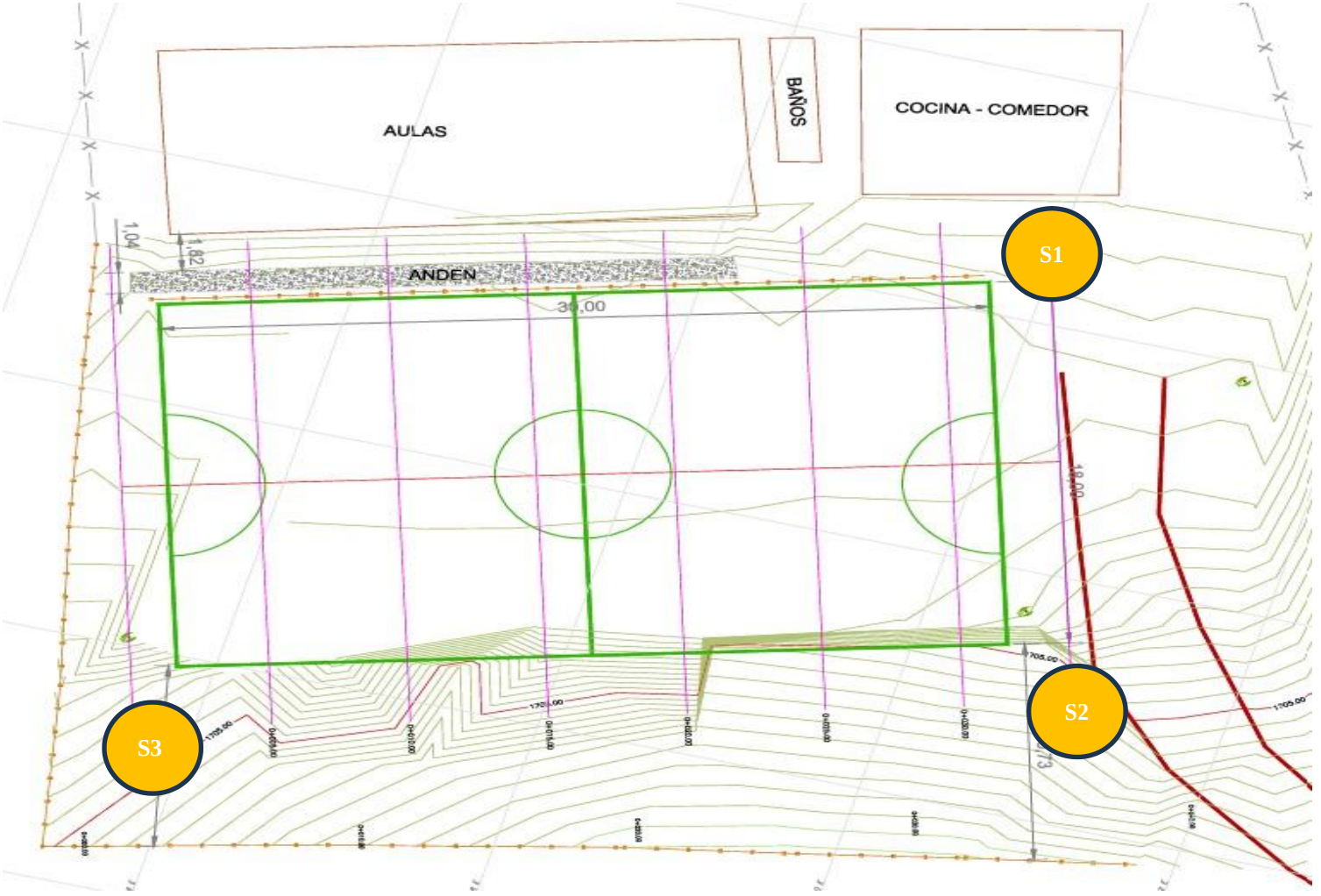


FOTO No. 4.

ANEXO No. 2

LOCALIZACION GENERAL DEL PROYECTO

OSCAR FLORIAN. Ingeniería
Estudio de Suelos, Pavimentos y Concreto
Teléfono. 313 825 45 94 268 – 78 - 58
foiam@yahoo.es



PLANO LOCALIZACION GENERAL DE SONDEO

OSCAR FLORIAN. Ingeniería
Estudio de Suelos, Pavimentos y Concreto
Teléfono. 313 825 45 94 268 – 78 - 58
foiam@yahoo.es