

**ESTUDIO PATOLÓGICO FACHADA PRINCIPAL TORRE 1 EDIFICIO
FRONTERA LIVING APARTMENTS**

TRABAJO PROFESIONAL INTEGRADO

ING. CLAUDIA YAMILE BAUTISTA GIRALDO

ARQ. NORMA ALEXANDRA URQUIZA TRUJILLO

ARQ. JUDY LORENA PARRA ORDOÑEZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

DECANATURA .DE LA UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA

ESPECIALIZACIÓN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

IBAGUÉ 2018

**ESTUDIO PATOLÓGICO FACHADA PRINCIPAL TORRE 1 EDIFICIO
FRONTERA LIVING APARTMENTS**

PRESENTADO POR

ING. CLAUDIA YAMILE BAUTISTA GIRALDO

ARQ. NORMA ALEXANDRA URQUIZA TRUJILLO

ARQ. JUDY LORENA PARRA ORDOÑEZ

EVALUADOR

Arquitecto Magíster WALTER MAURICIO BARRETO CASTILLO

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

DECANATURA DE LA UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA

ESPECIALIZACIÓN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

IBAGUÉ 2018

Contenido

Resumen	11
Abstract.....	12
Agradecimientos	13
Introducción.....	14
Objetivos.....	15
Objetivo general.....	15
Objetivos específicos	15
Alcance	16
Estudios a realizar:	16
Fase 1 información recopilada.....	17
Localización.....	17
Reseña histórica	18
Análisis estructural y de vulnerabilidad.....	19
Levantamiento de la estructura	19
Registro fotográfico sistema estructural.....	21
Revisión estructural.....	22
Material:	22
Evaluación de cargas:.....	22
Evaluación cargas de sismo.....	23
Estado actual de la estructura.....	26
Coeficiente de disipación de energía R'	28
Índice de sobreesfuerzo y flexibilidad de la estructura.....	30
Chequeo de derivas por el desplazamiento	31
Hipótesis de secuencia de falla.....	32
Revisión y análisis geotécnico de la estructura.	33
Perfil estratigráfico.....	34
Conclusiones estructurales.	35
Fase 2, investigación preliminar.....	36
Análisis arquitectónico de la fachada.	36
Fachada en ladrillo a la vista.....	36
Historia clínica	38

Levantamiento arquitectónico	38
Registro fotográfico de la fachada	40
Tipo de ladrillo utilizado en obra.....	43
Proceso de fabricación del ladrillo	43
El Ladrillo estructural arena o ladrillo portante	45
Métodos de Instalación.....	45
Mantenimiento	46
Usos y Ventajas	46
Estudios requeridos.....	47
Fase 3, investigativa y de análisis.....	48
Proceso constructivo y de instalación de la fachada en ladrillo.....	48
Estado actual de la fachada	49
Tratamientos realizados	52
Tipo de patología	52
Ensayos y laboratorios	53
Diagnóstico	57
Fase 4, propuesta de intervención	58
Recomendaciones y cuidados de uso	58
Propuesta de Intervención.....	59
Antes del lavado	59
Procedimiento de lavado general	60
Procedimiento de lavado inicial cuando hay presencia de vanadio	60
Lavado de fachada con presencia de vanadio fijado al ladrillo.....	60
Presupuesto de lavado y eliminación de manchas por vanadio	61
Conclusiones.....	63
Propuesta de Intervención	64
Fórmulas	65
Bibliografía.....	66
Anexos.....	67
Fichas de Diagnosticos.	67
Estudio de suelos y análisis de cimentación	72
Análisis estructural.....	112

Lista de tabla

Tabla 1. Valores del coeficiente de importancia	23
Tabla 2. Tipo de suelo C, para la zona.	24
Tabla 3. Coeficiente Aa y Av, para la zona de Ibagué (intermedia).Tolima.	24
Tabla 4. Coeficiente Fa, en relación con Aa y el tipo de suelo C.....	25
Tabla 5. Coeficiente Fv, en relación con Av y el tipo de suelo C	25
Tabla 6. Datos del espectro de diseño de la torre 1 urbanización San Francisco.	27
Tabla 7. Coeficientes para análisis sísmico de la torre 1 urbanización San Francisco.....	27
Tabla 8. Cortante sísmico en base de la torre 1 urbanización San Francisco.	28
Tabla 9. Cortante sísmico en base de la torre 1 urbanización San Francisco.	28
Tabla 10. Cortante sísmico en base de la torre 1 urbanización San Francisco.	29
Tabla 11. Aceleración espectral de la torre 1 urbanización San Francisco.	29
Tabla 12. Índice de flexibilidad estructural de la torre 1 urbanización San Francisco.....	30
Tabla 13. Chequeo de derivas de la torre 1 urbanización San Francisco Deriva en X.....	31
Tabla 14. Chequeo de derivas en sentido Y de la torre 1 urbanización San Francisco Deriva en Y.....	32
Tabla 15. Perfil estratigráfico manzana H torre 1 urbanización San Francisco.	34
Tabla 16. Presupuesto De Lavado Y Eliminación De Manchas Por Vanadio	62

Lista de figuras

Figura 1. Localización del proyecto Frontera Living apartments en Ibagué, Tolima	17
Figura 2. Render de Proyecto Frontera living apartments, Fuente construcciones y urbanizaciones	19
Figura 3. Planta de cimentación	20
Figura 4. Planta entre piso de la torre 1 urbanización	20
Figura 5. Planta de cubierta de la torre 1 urbanización San Francisco.....	21
Figura 6. Fachada principal sistema estructural en construcción torre 1 urbanización San Francisco.....	21
Figura 7. Sistema estructural aporticado con pantallas torre 1 urbanización San Francisco.	22
Figura 8. Fachadas Torre 1 Edificio Frontera living apartments.....	37
Figura 9. Vista fachada principal de torre 1 Frontera Living Apartments con localización de manchas en los ladrillos.x.....	38
Figura 10. Planta arquitectónica suite tipo 1, 2, 2a, 3 y 3a, Torre 1 Frontera Living apartments.....	39
Figura 11. Planta arquitectónica torre 1 Frontera Living Apartments.....	39
Figura 12. Fachada principal Conjunto residencial Frontera Living Apartments.	40
Figura 13. Fachada principal torre 1 Conjunto residencial Frontera Living Apartment, con manchas derivadas de la humedad desde primer piso hasta último	40
Figura 14. Modelado torre 1 con identificación de manchas de ladrillos en la fachada localización de manchas	41

Figura 15. Acercamiento de las manchas en ladrillos derivadas de la humedad por las materas ubicadas en primer piso. Fachada principal Torre 1 Conjunto residencial Frontera Living Apartments.....	41
Figura 16. Fachada primer y segundo piso torre 1 Frontera Living apartments	42
Figura 17. Preparación de la materia Prima Ladrillo.....	43
Figura 18. Ladrillos para fachada apilados.....	44
Figura 19. Ladrillo ubicado en fachada torre 1 piso 1.....	44
Figura 20. Fachada torre 1 piso 1 con manchas en ladrillos, figuración externa de las unidades y pendientes de boquillas	49
Figura 21. Fachada torre 1 piso 1 con manchas en ladrillos y figuración externa de las unidades.....	49
Figura 22. Ladrillo para fachada torre 1 piso 1 con manchas de vanadio y fisuración externa.	50
Figura 23. Ladrillo en fachada torre 1 piso 1 con manchas amarillas, marrones y oscuras y figuración externa.	50
Figura 24. Ladrillo tipo arena PV	54
Figura 25. Sumergimiento parcial de Ladrillo tipo arena PV para eflorescencia.....	55
Figura 26. Clasificación de eflorescencia de los ladrillos de ensayo.	56
Figura 27. Clasificación de Ladrillo tipo arena PV como eflorescente	56

Anexos

Anexo 1. Estudio patológico fachado principal torre 1 urbanización la frontera.....	67
Anexo 2. Estudio patológico fachada principal torre 1 urbanización la frontera	68
Anexo 3. Estudio patológico fachada principal torre 1 urbanización la frontera	69
Anexo 4. Estudio patológico fachada principal torre 1 urbanización la frontera	70
Anexo 5. Estudio patológico fachada principal torre 1 urbanización la frontera	71
Anexo 6. Zonificación geológica.....	72
Anexo 7. Exploración e investigaciones de campo	73
Anexo 8. Descripción estratigráfica, resultados de laboratorio y análisis geotécnico	74
Anexo 9. Parámetros básicos de los suelos y evaluación de la capacidad portante	75
Anexo 10. Evaluación de la capacidad portante.....	76
Anexo 11. Factor sísmico del suelo.....	77
Anexo 12. Valores del coeficiente.....	78
Anexo 13.Capacidad portante para cimentación	79
Anexo 14. Evaluación de capacidad portante.....	80
Anexo 15. Criterios de trabajo y consideraciones generales	81
Anexo 16. Recomendaciones para el diseño de la cimentación	82
Anexo 17. Recomendaciones y especificaciones de construcción	83
Anexo 18. Localización general	84
Anexo 19. Ubicación sondeos	85
Anexo 20. Perfil sondeo# 1	86
Anexo 21. Perfil sondeo#2	87
Anexo 22. Perfil sondeo #3	88

Anexo 23. Perfil sondeo #4	89
Anexo 24. Perfil sondeo #5	90
Anexo 25. Perfil sondeo #6	91
Anexo 26. Perfil sondeo #7	92
Anexo 27. Perfil sondeo #8	93
Anexo 28. Perfil sondeo #9	94
Anexo 29. Análisis de granulometría sondeo #1	95
Anexo 30. Grafica de análisis de granulometría sondeo #1	96
Anexo 31. Análisis de granulometría sondeo #2	97
Anexo 32. Grafica de análisis de granulometría sondeo #2	98
Anexo 33. . Análisis de granulometría sondeo #3.....	99
Anexo 34. Grafica de análisis de granulometría sondeo #3	100
Anexo 35. Análisis de granulometría sondeo #4.....	101
Anexo 36. Grafica de análisis de granulometría sondeo #4	102
Anexo 37. Análisis de granulometría sondeo #5.....	103
Anexo 38. Grafica de análisis de granulometría sondeo #5	104
Anexo 39. Análisis de granulometría sondeo #6.....	105
Anexo 40. Grafica de análisis de granulometría sondeo #6	106
Anexo 41. Análisis de granulometría sondeo #7	107
Anexo 42. Grafica de análisis de granulometría sondeo #7	108
Anexo 43. Mapa geológico de Ibagué	109
Anexo 44. Presentative values for angle of internal friction	110
Anexo 45. Factores de capacidad	111
Anexo 46. Avalúo de cargas.....	112

Anexo 47. Load combinations.....	113
Anexo 48. Sección de vigas en concreto	114
Anexo 49. Diseño de elementos no estructurales	115

Resumen

En el TPI se recopilan una serie de datos para entender este edificio desde su cimentación, análisis estructural y arquitectónico. Con la información recolectada se analizó el estado estructural realizado un chequeo general de la estructura cotejándola con la NSR 10 y de igual forma se analiza el estado arquitectónico en pro de la funcionalidad y estética. Para posteriormente entender la naturaleza y uso que tendrá la construcción. Finalmente tomar como fuente de estudio la patología de manchas de vanadio en la fachada principal.

Este estudio patológico es dirigido a la problemática del vanadio en la mampostería, analiza la fuente del problema como es la materia prima desde la producción del ladrillo, el transporte, el almacenamiento y una vez en obra analiza la aparición de la patología como son las manchas en la fachada principal, también expone el proceso para su eliminación y el tratamiento final.

Palabras clave: Vanadio. Ladrillo. Análisis estructural. Vulnerabilidad sísmica. Patología del ladrillo. Arcilla

Abstract

In the TPI a series of data is collected to understand this building from its foundation, structural and architectural analysis. With the information collected, the structural state was analyzed and a general check of the structure was carried out, comparing it with the NSR 10 and the architectural status was analyzed in favor of functionality and aesthetics. To later understand the nature and use that the construction will have. Finally take as a source of study the pathology of vanadium spots on the main facade.

This pathological study is aimed at the problem of vanadium in the masonry, analyzes the source of the problem as it is the raw material from the production of brick, transport, storage and once on site analyzes the appearance of the pathology such as stains in the main facade, it also exposes the process for its elimination and the final treatment.

Keywords: Vanadium. Brick. Structural analysis. Seismic vulnerability Pathology of the brick. Clay.

Agradecimientos

Agradecimientos a la UNIVERIDAD SANTO TOMÁS, por tan grande colaboración y a nuestros docentes por las cátedras impartidas con tan alto sentido de calidad, a lo largo de esta especialización la cual dará un nuevo horizonte a nuestra profesión.

También damos especial agradecimiento a nuestras familias por el apoyo durante nuestras jornadas de estudio.

Introducción

Frontera living apartments es un conjunto residencial ubicado en la ciudad de Ibagué Tolima en el barrio San Francisco. Consta de dos torres de apartamentos con diez pisos cada uno, también incluye una tercera torre de diez pisos con los servicios de parqueadero, salón comunal y locales comerciales. Inició su construcción el año 2015.

El presenta trabajo se hace con la finalidad de estudiar la fachada principal de la torre 1 edificio Frontera living apartments, la cual presenta serias afectaciones en su apariencia física dejando ver unas manchas de color verde en la mampostería. Se analizó el paciente mediante análisis comparativos de los materiales, ensayos por el método de descarte y medición de la evolución patológica. En las micro fisuras en el mortero de pega, en las piezas de ladrillo de la fachada y la evolución de las manchas de vanadio al aplicar los productos indicados para esta patología.

Objetivos

Objetivo general

Formular una propuesta de intervención de acuerdo al estudio patológico a la fachada principal de la torre 1 del conjunto residencial FRONTERA LIVING APARTMENTS en Ibagué Tolima.

Objetivos específicos

- Identificar las patologías presentes en la fachada de la torre 1.
- Analizar el estado general de vulnerabilidad sísmica de la torre 1.
- Generar el diagnóstico una vez identificadas las patologías, identificando las lesiones y clasificándolas.
- Formular una propuesta de intervención de acuerdo a la causa, síntoma y origen de las patologías encontradas.

Alcance

Realizar el estudio patológico de la fachada principal de la torre 1 en la urbanización FRONTERA LIVING APARTMENTS incluyendo el levantamiento de las lesiones, el análisis general de vulnerabilidad sísmica y levantamiento arquitectónico de la fachada principal, para determinar el estado actual de la estructura y así poder orientar hacia una propuesta de intervención.

Estudios a realizar:

- Levantamiento arquitectónico de las lesiones.
- Análisis estructural y vulnerabilidad sísmica de las condiciones generales de la estructura.
- Evaluación del estado patológico actual de la fachada en ladrillo.

Con ayuda de la información recolectada se podrá emitir un concepto del estado general de la estructura, el cumplimiento de la NSR-10 y evaluar la metodología de inspección, reparación o intervención de la misma.

Fase 1 información recopilada

Localización

El proyecto está ubicado en la Calle 77, Carrera 11, a 100 m. glorieta El Vergel en Frontera Living apartments en Ibagué, Tolima Ver figura 1.



Figura 1. Localización del proyecto Frontera Living apartments en Ibagué, Tolima

Fuente: Google (s.f). (16 de 08 de 2018). Google maps. Obtenido de shorturl.at/deUZ3.

Reseña histórica

Proyecto llevado a cabo por la constructora Construcciones y Urbanizaciones con base en Ibagué, Tolima. Empresa dedicada a diseñar, planear, construir y comercializar proyectos de vivienda.

El proyecto está ubicado sobre el barrio San Francisco en la ciudad de Ibagué Tolima, colinda con los barrios Santa Rita, la avenida Mirolindo, cerca de la universidad de Ibagué, centros comerciales y la avenida Ambalà una de las más importantes de la ciudad. La ciudad de Ibagué cuenta con un clima templado a cálido con temperaturas promedio 22 a 24° C y precipitaciones 7 al 24 %. La geología de la zona es bastante estable y tras estudios de suelos (Muñoz, 2018) la recomendación principal es realizar excavaciones de profundas a semi- profundas según la importancia de la construcción (Muñoz, 2018).

Frontera Living Apartments es un espacio con diseño de apartamentos versátiles de uno, dos y tres alcobas, desde 29 m2 en adelante. Ver figura 2.

Las zonas comunes incluyen piscina de grandes dimensiones, volley playa, zona BBQ, sendero ecológico, lobby independiente, ascensores panorámicos, salón de eventos, parqueadero automatizado y accesos con cerradura digital. Además, el proyecto que comprende dos torres de diez pisos de vivienda multifamiliar.

En este año 2018 se ha planteado realizar intervención para mitigar la aparición de coloración verde y amarilla debida al vanadio en los ladrillos de la fachada de la torre 1, la intervención planeada consiste en la aplicación de ácido e hidrofugante.



Figura 2. Render de Proyecto Frontera living apartments, Fuente construcciones y urbanizaciones

Fuente: Ramírez, (17 de 08 de 2018). Obtenido de <http://www.cyu.com.co>

Análisis estructural y de vulnerabilidad.

Levantamiento de la estructura

La torre 1 de la urbanización San Francisco se compone de diez pisos con un sistema estructural aporticado resistente a momento, con una capacidad de disipación de energía correspondiente a la zona de Ibagué o DMO intermedia, cimentación profunda y para un uso residencia. Ver figuras 3,4 y 5.

- Número de pisos diez
- Amenaza sísmica intermedia
- Sistema estructural a porticado
- Placa de entrepiso con sistema aligerado $e = 0,45$ m.
- Placa cubierta en placa
- Cimentación profunda tipo caisson, vigas y zapatas
- Grupo de uso I
- Materiales estructurales concreto y acero

- Columnas tipo pantalla de SECCIÓN 0,30 m * 1,50 m y de 0,30 m * 2,00 m, caisson de diámetro 0,90 m hasta 1,30 m con profundidad de 6 m y son conectados a una placa de transferencia de 0,60 m y longitud variable, vigas de cimentación de 0,60 m * 0,50 m, vigas de sección 0,40 m * 0,45 m y de 0,30 m * 0,45 m, riostras y viguetas de 0,12 m * 0,45 m.

Altura del edificio 28,50 m Levantamiento estructural Ver anexos 46 – 49.

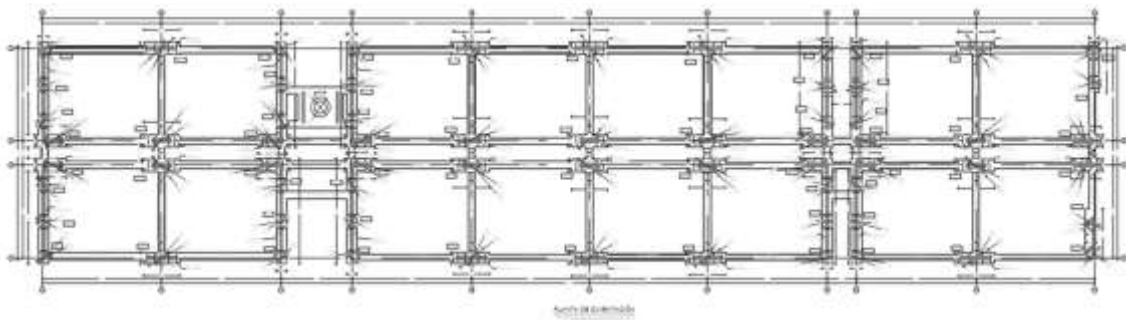


Figura 3. Planta de cimentación

Fuente: Ing. Muñoz, D. Plano de cimentación [Plano], enero 2013

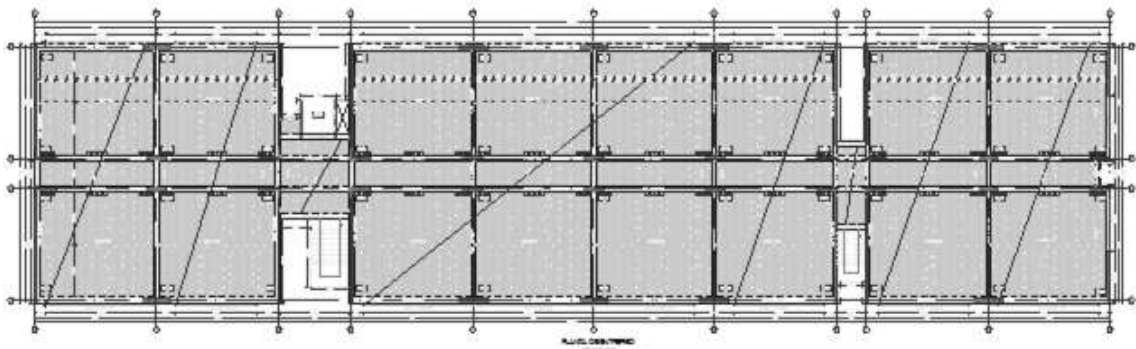


Figura 4. Planta entre piso de la torre 1 urbanización

Fuente: Ing. Muñoz, D. Plano de entre piso de la torre 1 [Plano], enero 2013

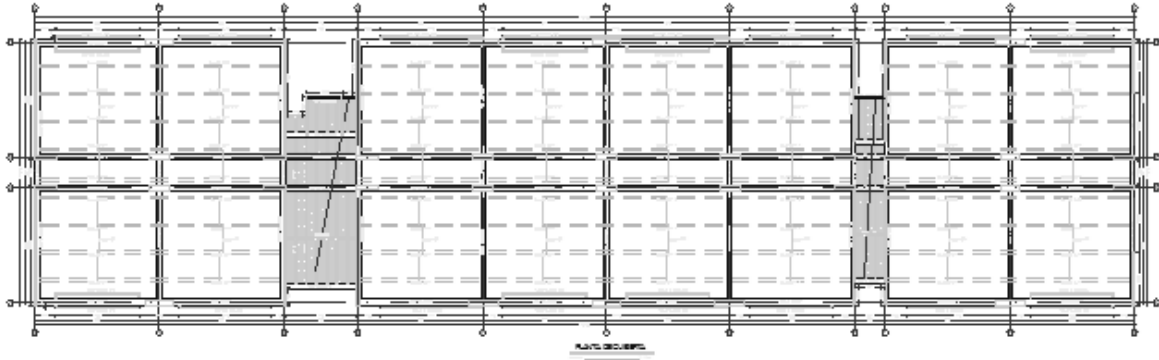


Figura 5. Planta de cubierta de la torre 1 urbanización San Francisco

Fuente: Ing. Muñoz, D. Plano de cubierta de la torre 1[Plano], enero 2013

Registro fotográfico sistema estructural.

- Fachada principal sistema estructural en construcción torre 1 urbanización San Francisco. Ver figura 6



Figura 6. Fachada principal sistema estructural en construcción torre 1 urbanización San Francisco

Fuente: Elaboración propia

- Sistema estructural a porticado con pantallas torre 1 urbanización San Francisco. Ver figura 7



Figura 7. Sistema estructural aporticado con pantallas torre 1 urbanización San Francisco.

Fuente: Elaboración propia

Revisión estructural

Material:

- Acero F_y 4200 kg/cm²
- Concreto F'_c 2100 kg/cm² o 21 Mpa

Evaluación de cargas:

Carga muerta

- Losa 1,2 kN/m²
- Vigas 1,6 kN/m²
- Baldosa mortero e = 0,25 mm 1.10 kN /m²
- Casetón 0,40 kN/m²
- Muros en bloque hueco 3.5 kN /m²
- Ascensor carga 12 Ton y cuarto de máquinas 4 Ton
- Teja 0.22 kN/m²
- Cielo falso 0.2 kN /m²
- Estructura metálica 0.2 kN /m²

- Iluminación 0.1 kN /m2

TOTAL CARGA MUERTA 8,52 kN / m2

Carga viva

- Cuartos y terrazas 1.80 kN / m2
- Corredores y balcones 5 kN / m2
- Escaleras 3.00 kN / m2
- Cubierta 0.50 kN / m2

TOTAL CARGA VIVA 10.3 kN / m2

Evaluación cargas de sismo

- Coeficiente de modificación $R = 5.0$ para estructura regular
- Coeficiente de importancia para estructura de ocupación norma $I = 1.0$ Ver tabla

1

Tabla 1. Valores del coeficiente de importancia

Tabla A.2.5-1
Valores del coeficiente de importancia, I

Grupo de Uso	Coeficiente de Importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

Fuente: NSR-10.

- Tipo de perfil sismo resistente (C). Ver tabla 2.

Tabla 2. Tipo de suelo C, para la zona.

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

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{V}_s \geq 1500 \text{ m/s}$
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 760 \text{ m/s}$
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 360 \text{ m/s}$
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{\sigma}_v \geq 100 \text{ kPa } (=1 \text{ kgf/cm}^2)$

Fuente: NSR-10

- Aceleración efectiva A_v (0.2). Ver tabla 3
- Aceleración pico efectiva A_a (0.2). Ver tabla 3

Tabla 3. Coeficiente A_a y A_v , para la zona de Ibagué (intermedia).Tolima.

Capítulo A.2 — Zonas de amenaza sísmica y movimientos sísmicos de diseño

TABLA A.2.2-1
VALORES DE Λ_s Y DE Λ_v , SEGÚN LAS REGIONES
DE LOS MAPAS DE LAS FIGURAS A.2.3-2 Y A.2.3-3

Región N°	Valor de Λ_s o de Λ_v
10	0.45
9	0.40
8	0.35
7	0.30
6	0.25
5	0.20
4	0.15
3	0.10
2	0.075
1	0.05

Fuente: NSR-10

- Coeficiente de sitio S_2 (1.2). Ver tabla 4
- Coeficiente F_a (1.2). Ver tabla 4

Tabla 4. Coeficiente F_a , en relación con A_a y el tipo de suelo C

Tabla A.2.4-3
Valores del coeficiente F_a , para la zona de periodos cortos del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Fuente: NSR-10.

- Coeficiente F_v (1.6) .Ver tabla 5

Tabla 5. Coeficiente F_v , en relación con A_v y el tipo de suelo C

Tabla A.2.4-4
Valores del coeficiente F_v , para la zona de periodos intermedios del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Fuente NSR-10

- Periodo T (1.31), el cual no excede el valor del periodo máximo permisible (Cu 1.36).
- Espectro de diseño, calculado con la formula

$$S_a = \frac{1.2 * 0.2 * 1.6 * 1}{1.31} = 0.30 \text{ sg}$$

Estado actual de la estructura

La construcción de la torre 1 de la urbanización de San Francisco fue construida bajo los parámetros de la presente norma NSR-10 y a continuación se verificará el cumplimiento de los lineamientos que en ella se establecen de acuerdo al capítulo 10 del título A. Ver Figura 8, tabla 6 y 7.

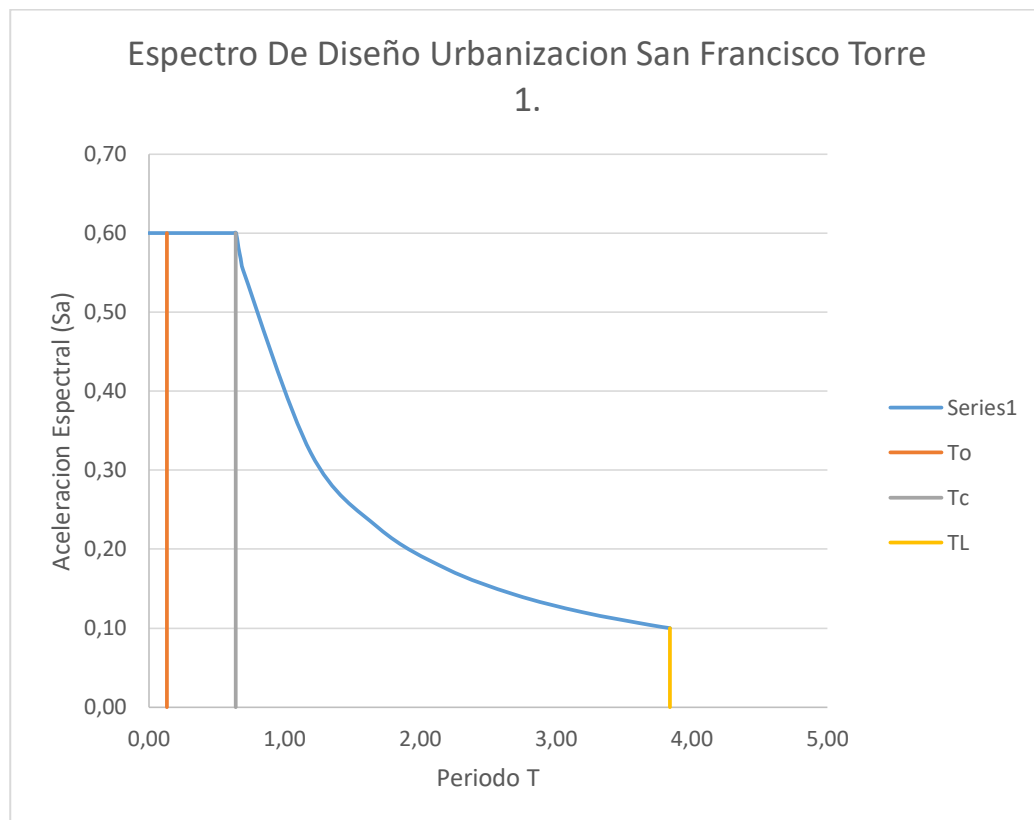


Figura 8. Espectro de diseño de la torre 1 urbanización San Francisco

Fuente: Elaboración propia 2018

Tabla 6. Datos del espectro de diseño de la torre 1 urbanización San Francisco.

	T(sg)	Sa
To	0.13	0.00
	0.13	0.60
Tc	0.64	0.00
	0.64	0.60
TL	3.84	0.00
	3.84	0.10

Fuente: Elaboración propia 2018

Tabla 7. Coeficientes para análisis sísmico de la torre 1 urbanización San Francisco.

Aa	0.2
Av	0.2
Fa	1.2
Fv	1.6
To	0.133
Tc	0.64
TL	3.84
Tipo de suelo	C

Fuente: Elaboración propia 2018

Coefficiente de disipación de energía R'

En cuanto al coeficiente de disipación de energía R' que para esta estructura es (5.0) se obtuvo aplicando el inciso a de la NSR-10 (10.4.2.4) contando con los planos estructurales, arquitectónicos y estudio de suelos, así como el estudio estructural mediante el ETABS.

- Cortante sísmico base. Ver tabla 8.

Tabla 8. Cortante sísmico en base de la torre 1 urbanización San Francisco.

Sa	Peso De La Estructura (Ton)	Vs (Ton)
0,3	7 965 000	2 389 500

Fuente: Elaboración propia 2018

- Fuerzas sísmicas. Ver tabla 9

Tabla 9. Cortante sísmico en base de la torre 1 urbanización San Francisco.

Vs	Cortante en la base	Periodo fundamental apx
2,389,500.00	2 466-580	0.9688

Fuente: Elaboración propia 2018.

- Periodo de vibración aproximado $T_a = 0.047 \cdot 11^{0.9} = 0.41$ formula (A 4.2-3 NSR-10)

- Sistema estructural de la edificación: pórticos. Ver tabla 10

Tabla 10. Cortante sísmico en base de la torre 1 urbanización San Francisco.

R_o	Φ_a	Φ_p	R	R'
5	1	1	5	3.75

Fuente: Elaboración propia 2018

- Calculo de la aceleración espectral de diseño del proyecto edificación frontera torre 1. Ver tabla 11

Tabla 11. Aceleración espectral de la torre 1 urbanización San Francisco.

PROYECTO : EDIFICIO FRONTERA TORRE 1	
CALCULO DE LA ACELERACION ESPECTRAL DE DISEÑO	
CARACTERISTICAS GENERALES	
ACELERACION PICO EFECTIVA (A_a)	0.2
VELOCIDAD PICO EFECTIVA (A_v)	0.2
TIPO DE SUELO	C
COEFICIENTE F_a	1.2
COEFICIENTE F_v	1.6
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA I	1.0
NUMERO DE PISOS	11
ALTURA DEL EDIFICIO	28.50
CARACTERISTICAS DINAMICAS DE LA ESTRUCTURA	
COEFICIENTE DE PERIODO (C_t)	0.047
COEFICIENTE α	0.9
PERIODO FUNDAMENTAL APROX. :	0.96
PERIODO FUNDAMENTAL REAL	1.31
PERIODO FUNDAMENTAL MAXIMO	1.31
PERIODO T	1.31
ACELERACION ESPECTRAL DE DISEÑO (NSR-10)	0.31
ACELERACION ADOPTADA	0.31
COEFICIENTE DE MODIFICACION R	5.00
ACELERACION ESPECTRAL CON R	0.06
PERIODOS DEL ESPECTRO	
T_o	0.133
T_c	0.640
T_l	3.84
IRREGULARIDADES	
Irregularidad en Planta ϕ_p	1.0
Irregularidad en Altura ϕ_a	1.0
Ausencia de redundancia ϕ_r	1.0
R_o	5.0
R	5.0
PESO DEL EDIFICIO	7,965,000.00
CORTANTE EN LA BASE	2,466,580.65
Cu	1.366
Cu Asumido	1.366

Fuente: Muñoz, 2013 p. 152, Aceleración espectral de la torre 1.

Se revisa el impacto y comportamiento que un sismo puede causarle a esta estructura mediante la obtención de los siguientes datos:

Índice de sobrefuerzo y flexibilidad de la estructura

Índice de flexibilidad, son los datos máximos obtenidos del Structural Software for Building Analysis and Design ETABS en el chequeo de derivas en el sentido horizontal según los criterios de la NSR-10. Ver tabla 12

- Deriva máxima o límite de la deriva según la NSR-10 = 1% para nuestra estructura es 2.85cm.

Tabla 12. Índice de flexibilidad estructural de la torre 1 urbanización San Francisco.

Índice de flexibilidad de la estructura	
Sentido	Deriva máxima permitida %
X	0.18
Y	0.10

Fuente: Elaboración propia 2018.

- Los valores son aceptables para las solicitudes de la NSR-10 y no excede el 1% de la altura de entrepiso de la estructura.

Índice de sobrefuerzo, resultado de las solicitaciones mayoradas de la norma y la resistencia efectiva de la estructura. En sentido (x = 0.65) y en sentido (y = 0.9). Cumpliendo con el reglamento de la NSR-10 al no exceder el valor máximo solicitado de uno.

Chequeo de derivas por el desplazamiento

A continuación se muestran los resultados de las derivas para sismo en x y en y.
ver tabla 13 y 14.

Tabla 13. Chequeo de derivas de la torre 1 urbanización San Francisco Deriva en X.

Altura 1% H			
Deriva en X			cm
Nivel de piso	D	Combinación	Deriva Vs. H
	Max		(cm)
			2.85
Cub ascensor	0.14	Combi 5	Cumple
Cubierta	0.12	Combi 19	Cumple
10	0.14	Combi 15	Cumple
9	0.17	Combi 13	Cumple
8	0.18	Combi 13	Cumple
7	0.18	Combi 15	Cumple
6	0.18	Combi 13	Cumple
5	0.17	Combi 13	Cumple
4	0.15	Combi 15	Cumple
3	0.11	Combi 13	Cumple
2	0.049	Combi 13	Cumple

Fuente: Elaboración propia 2018.

Tabla 14. Chequeo de derivas en sentido Y de la torre 1 urbanización San Francisco Deriva en Y.

			Altura 1% H
Deriva en Y			cm
Nivel de piso	D Max	Combinación	Deriva Vs. H (cm)
			2.85
Cub ascensor	0.08	Combi 8	Cumple
Cubierta	0.09	Combi 20	Cumple
10	0.10	Combi 7	Cumple
9	0.10	Combi 14	Cumple
8	0.10	Combi 7	Cumple
7	0.10	Combi 7	Cumple
6	0.10	Combi 7	Cumple
5	0.09	Combi 14	Cumple
4	0.07	Combi 12	Cumple
3	0.05	Combi 14	Cumple
2	0.02	Combi 7	Cumple

Fuente: Elaboración propia 2018.

Hipótesis de secuencia de falla

Tomando como punto de análisis el comportamiento del índice de flexibilidad tanto en el sentido X, Y, lo cuales no exceden el 1% permitido por la norma, al igual que el $R_o = 5.0$ el cual está dentro de los parámetros requeridos. Se puede afirmar que la

estructura del edificio está en óptimas condiciones para soportar un sismo sin afectaciones graves.

En cuanto al análisis de derivas el desplazamiento de la estructura no excedió lo contemplado como permitido en desplazamiento para la NSR-10, no posee irregularidad en planta y mientras se respeten las dimensiones, posición de los elementos estructurales se podrá garantizar los límites de las derivas.

Revisión y análisis geotécnico de la estructura.

Tipo de suelo C según la clasificación de la NDR-10 (tabla A, 2.4-1) suelo denso o roca blanda, con una pendiente menor al 25% y un perfil estratigráfico de 3 m de arcillas limosas (CL), limos arcillosos (ML), grava fina y arena. Semi- impermeable y con nivel freático superficial de 2 a 4 metros. Ver anexos 6 al 45 estudio de suelos.

Las condiciones generales del suelo son:

- Rellenos a profundidad de 0.70 a 0.40 m.
- Condición para fundación, regular
- Expansión mediana
- Drenaje bajo e impermeable
- Capacidad portante 3,2 kg/cm², por lo cual se usó cimentación profunda a semi-profunda tipo caisson con profundidades de 6 metros donde encontramos SC-SM, que mejoran la capacidad portante.
- El estudio de suelos recomendó caisson con fuste de profundidad de 7 metros a partir de la excavación donde mejoran las condiciones de transmisión de cargas.

- Categoría de la construcción según la Normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente 2010 NSR-10, media entre 4 y 10 niveles con carga máxima de las columnas de 800 a 4000 KN.
- se realizaron losas de transferencia según la recomendación, por tener una longitud de pantalla mayor al diámetro del caisson de soporte.

Perfil estratigráfico

A continuación en la tabla 15 se muestra el Perfil estratigráfico manzana H torre 1 urbanización San Francisco, en el cual se indica que el suelo está conformado por arcilla arenosa, limo arenoso, arena de color rojo, arena arcillosa de grano grueso, entre otros.

Tabla 15. Perfil estratigráfico manzana H torre 1 urbanización San Francisco.

INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO					
PERFIL PROMEDIO - SONDEO #1					
PROYECTO : FRONTERA APARTAMENTOS - IBAGUE					
Prof. (m)	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	PROPIEDADES PROMEDIO			
		Wn %	SPT N° golpes	N.M. C. veleta	C kg/cm2
0.44	MH Arcilla arenosa de color amarillo claro con raíces. Humedad media suelta				
0.60	Limo arenoso de color negro, humedad media, plasticidad y compactación baja con raíces				
1.00	Arcilla arenosa de color café oscuro, humedad media alta, plasticidad y compactación baja, muy suelta y delgada con raíces	35	36	50	0.0354
1.40	A Arena de color rojo con grava de 1/2" de diámetro, humedad media, plasticidad y compactación media				
2.00	SC Arena Arcillosa grano grueso	55	80	75	0.0532
4.00	SC-SM		Rechazo		
6.00			Rechazo		
10.00	Conglomerado muy compacto		Rechazo		
16.60			Rechazo		
21.50			Rechazo		

Fuente: Muñoz, D. perfil estratigráfico sondeo #1 [Tabla], enero 2013

La estructura no ha sufrido modificaciones o alteraciones de acuerdo a las recomendaciones generales del estudio de suelos o los parámetros establecidos en la NSR-10.

Conclusiones estructurales.

En el estudio de vulnerabilidad se recomienda preservar la orientación de las columnas para garantizar el cumplimiento de las derivas, como el diseño cumple con los parámetros de la NSR-10 no se realiza alguna modificación estructural o hipótesis de falla, las combinaciones de esfuerzos solicitadas están el rango 95% al 108%, los diseños estructurales así como el dimensionado de la estructura corresponde a los parámetros requeridos según la NSR-10 para zona de riesgo intermedio y tipo de suelo C.

Los refuerzos o acero requerido en los extremos para momentos positivos y negativos no deberán superar $\frac{1}{3}$ de la cara siguiente y en los refuerzos longitudinales no deberá exceder $\frac{1}{5}$ de la cara posterior. En cuanto a la cimentación el estudio de suelos hace las siguientes observaciones:

- Realizar excavaciones superficiales para los dos sótanos debido a que el nivel freático no es superficial.
- Para los muros de contención deberá tenerse en cuenta la presión de tierras y un ángulo de fricción del 30%.
- La estructura recomendada es aporticada, con vigas, zapatas y muros pantalla o columnas.
- La cimentación con caisson deberá hacerse con excavaciones de 6 metros y un terraceo previo.

Fase 2, investigación preliminar

Análisis arquitectónico de la fachada.

El diseño arquitectónico de la edificación responde a la necesidad actual de ubicar todo lo necesario para una vivienda dentro de espacios confortables y a través de la estética de los materiales mezclarse con la cotidianidad. Constructivamente el sistema de pórticos le permite casi cualquier forma interna, lo cual se acopla con la concepción inicial de diseño de aparta estudios y pequeños apartamentos logrando buena iluminación y distribución. La fachada de la edificación basa su forma geométrica en el rectángulo, del cual sobresalen los balcones, esta forma de distribución arquitectónica acentúa los problemas patológicos actuales, debido a que la humedad recorre verticalmente sin obstáculos la edificación.

Fachada en ladrillo a la vista

El ladrillo es uno de los materiales más utilizados en la construcción Colombiana, y es por eso que las patologías en las fachadas de ladrillo son tan comunes en la actualidad, sumado con el déficit de ensayos realizados en obra a los ladrillos y su procedencia, la elaboración, el tipo de arcilla utilizada, la contaminación atmosférica y las malas prácticas constructivas suman más patologías a las fachadas de la actualidad.

En la construcción de la torre 1 de la urbanización La Frontera se utilizaron más o menos 35.000 ladrillos limpios tipo arena, perforados y prensados, los cuales han presentado una serie de manifestaciones patológicas a pocas semanas de su instalación en obra. Ver figura 8-16.



Figura 8. Fachadas Torre 1 Edificio Frontera living apartments

Fuente: Elaboración propia modelado 3d edificación 2018

Historia clínica

Levantamiento arquitectónico

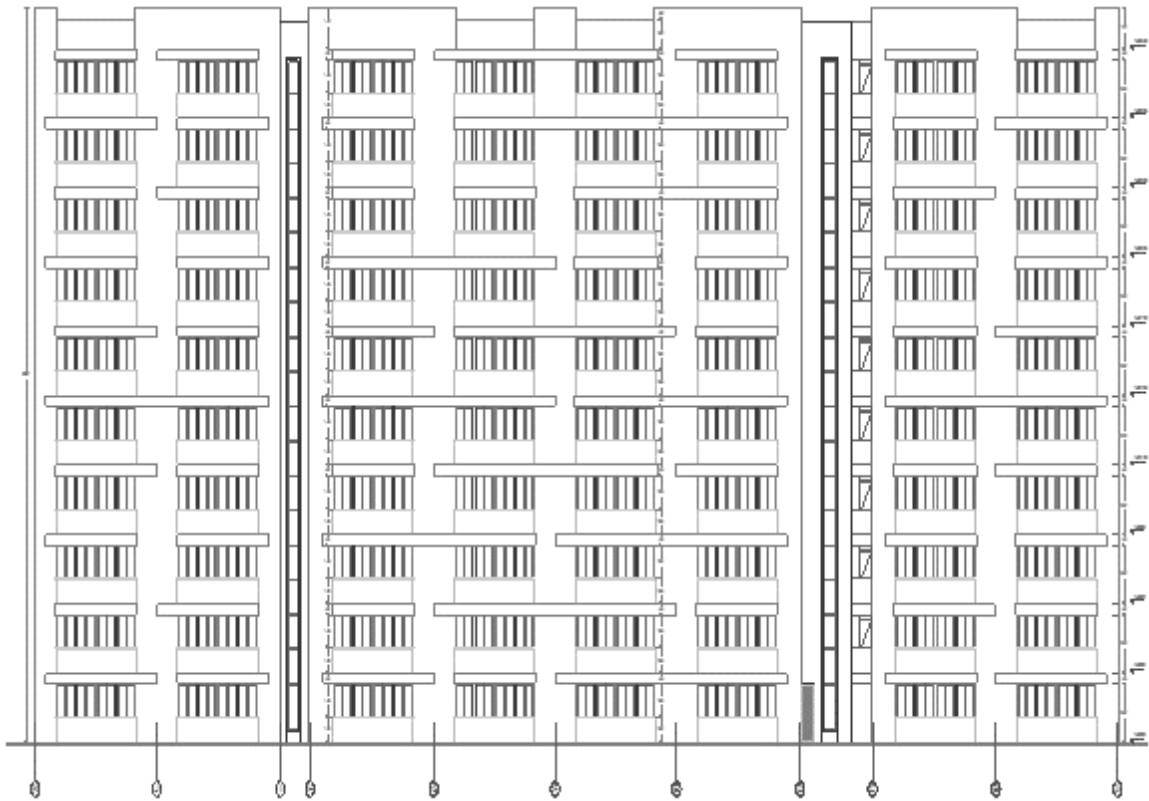


Figura 9. Vista fachada principal de torre 1 Frontera Living Apartments con localización de manchas en los ladrillos.x

Fuente: Elaboración propia



Figura 10. Planta arquitectónica suite tipo 1, 2, 2a, 3 y 3a, Torre 1 Frontera Living apartments

Fuente: Construcciones y urbanizaciones. (17 de 08 de 2018). Obtenido de <http://www.cyu.com.co>

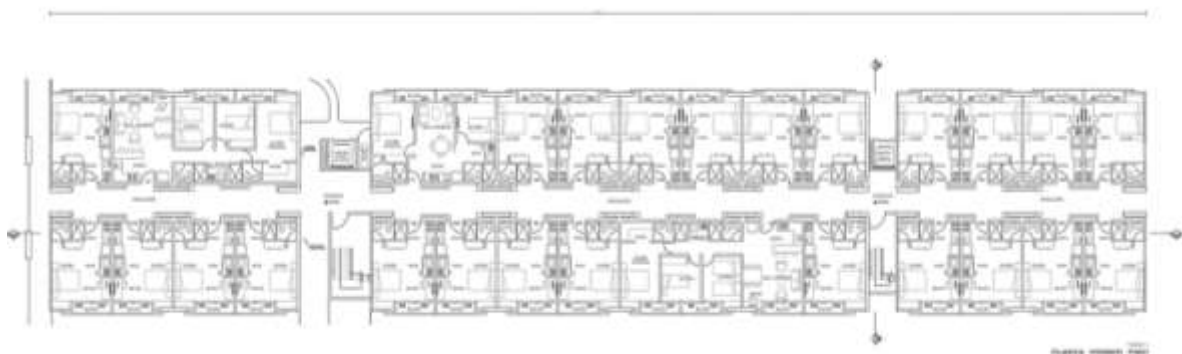


Figura 11. Planta arquitectónica torre 1 Frontera Living Apartments

Fuente: Construcciones y urbanizaciones. (17 de 08 de 2018). Obtenido de <http://www.cyu.com.co>

Registro fotográfico de la fachada



Figura 12. Fachada principal Conjunto residencial Frontera Living Apartments.

Fuente: C&U, 2019 tomado de: <http://www.cyu.com.co/frontera-living-apartments>



Figura 13. Fachada principal torre 1 Conjunto residencial Frontera Living Apartment, con manchas derivadas de la humedad desde primer piso hasta último

Fuente: C&U, 2019 tomado de: <http://www.cyu.com.co/frontera-living-apartments>

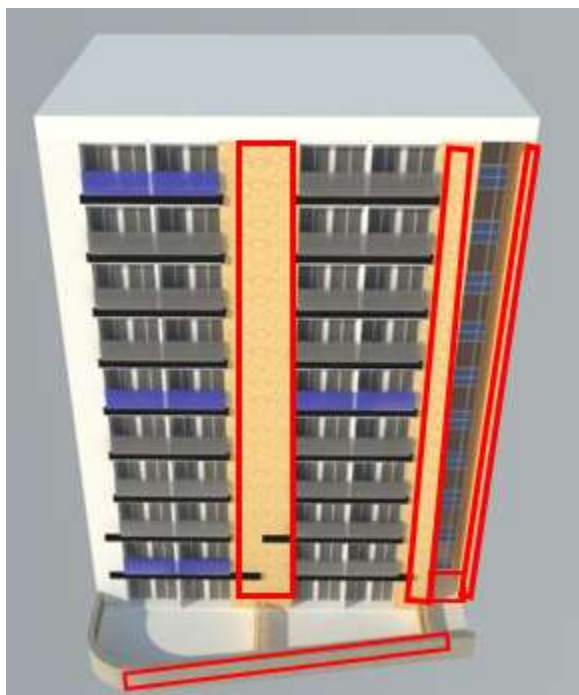


Figura 14. Modelado torre 1 con identificación de manchas de ladrillos en la fachada localización de manchas

Fuente: Elaboración propia modelado 3d edificación 2018



Figura 15. Acercamiento de las manchas en ladrillos derivadas de la humedad por las materas ubicadas en primer piso. Fachada principal Torre 1 Conjunto residencial Frontera Living Apartments

Fuente: Las autoras



Figura 16. Fachada primer y segundo piso torre 1 Frontera Living apartments

Fuente: C&U, 2019 tomado de: <http://www.cyu.com.co/frontera-living-apartments>

Nota: como se debería ver la mampostería que contiene las materas

Tipo de ladrillo utilizado en obra.

Proceso de fabricación del ladrillo

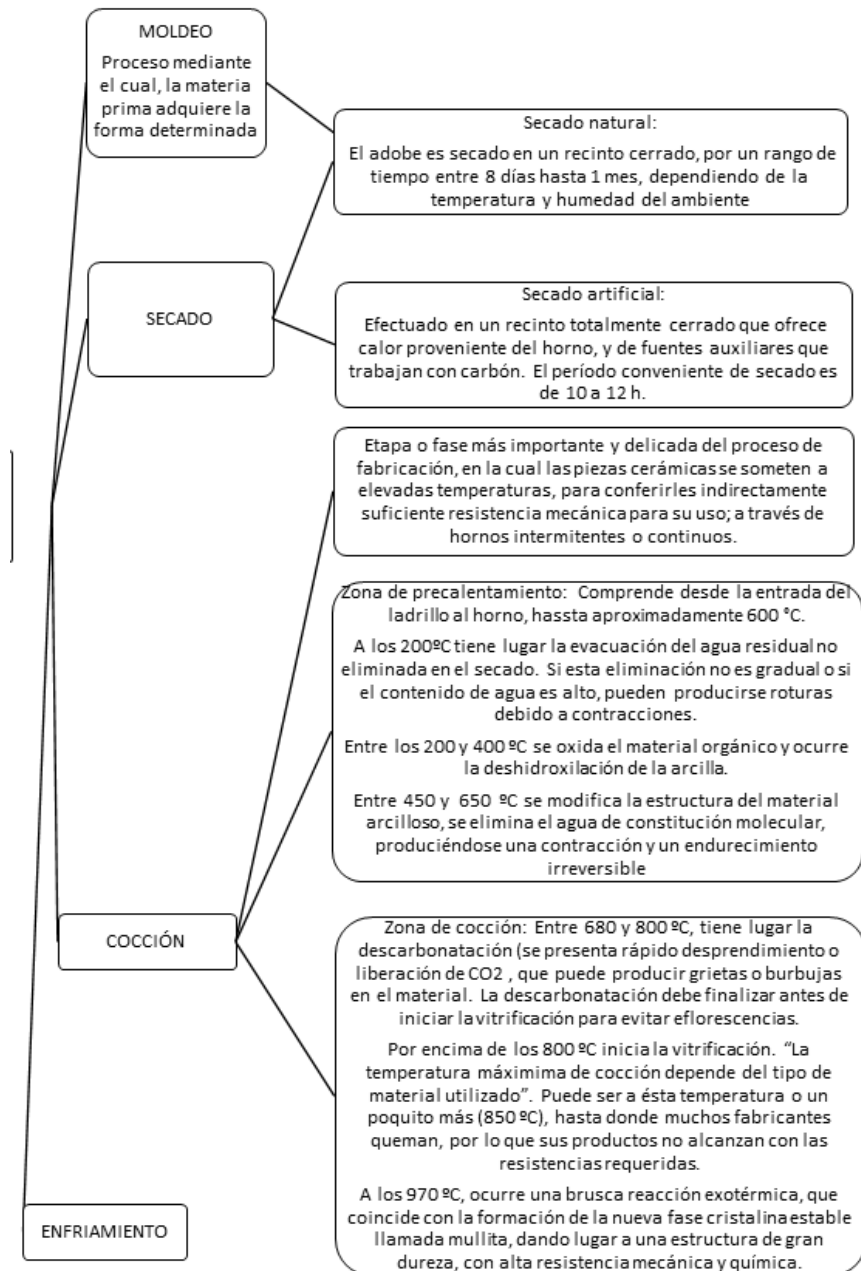


Figura 17. Preparación de la materia Prima Ladrillo

Fuente: Elaboración propia 2018



Figura 18. Ladrillos para fachada apilados.

Fuente: Elaboración propia 2018



Figura 19. Ladrillo ubicado en fachada torre 1 piso 1

Fuente: Elaboración propia 2018

El ladrillo usado en la construcción de la fachada de la torre 1 es ladrillo limpio tipo arena de dimensión 6cm x 12 cm x 24 cm de la empresa Bloques y Ladrillos Hrsas, y cumple con las especificaciones técnicas recogidas en la NTC 4205. Ver figura 17- 19.

Son de arcilla clara, que tiende a presentar manchas amarillas, solubles en agua. Cuando el muro entra en contacto con ácidos de lavado que son aplicados sobre humedades, se generan manchas de color verde y hasta se puede quemar severamente el muro. Lo mejor es nunca limpiar este tipo de ladrillo con ácido muriático y mucho menos aplicar un ácido sobre el muro húmedo. Lo mejor es usar ácido nítrico, y las sales verdes resultante pueden removerse fácilmente con un limpiador selectivo. Pérez Laura 2006, Construdata El ladrillo utilizado tiene forma perforada, y es hecho mediante un proceso de producción de prensado, tiene un peso de 2,17 kg, el rendimiento es de 57 unidades por m².

El Ladrillo estructural arena o ladrillo portante

Es resultado de la mezcla, maduración, extrusión y cocción de arcilla natural a altas temperaturas, que permiten obtener un producto de alta resistencia y durabilidad. Es un producto que tiene una función estructural y así mismo una función decorativa y estética, ofreciendo un acabado natural. Este tipo de ladrillo es ideal para mampostería, muros divisorios y fachadas.

Métodos de Instalación

La utilización de este producto está relacionada a las normas o recomendaciones constructivas de la norma NSR 10 en su título D, mampostería estructural.

Mantenimiento

Si el producto va a ser pañetado no requiere mantenimiento. Si se decide dejar el muro a la vista se requiere realizar una protección de fachadas con la protección de hidrófugos que tiene como objetivo mantener el aspecto original y natural del producto, además busca que la fachada funcione apropiadamente frente a la intemperie y que los acabados interiores no sufran deterioro por penetración de agua lluvia, Pérez Laura 2006, Construdata

Clasificación.

Tipo PV: unidad de mampostería de perforación vertical (de uso interior, estructural y de fachada).

Usos y Ventajas

- Ladrillo arena para muros estructurales o no, que soporta carga o no según la aplicación.
- Unidades de mampostería de alta resistencia aptas para vivienda de varios pisos.
- Empleadas principalmente para realizar: muros exteriores, jardineras, muros de cierre de terrazas, alfajías, zócalos, remates de muros.
- Su terminación estética permite realizar muros a la vista.
- Fácil almacenamiento y transporte.

Estudios requeridos

Según la NTC 4205 y NTC 4017

1. Ensayo de eflorescibilidad donde se somete la muestra a ciclos sucesivos de mojado-secado y se comprueba su eflorescibilidad por la cantidad de sales que consiguen cristalizarse en su superficie, calificando al ladrillo como:

- No eflorescente
- Eflorescente despreciable
- Eflorescente

2. Ensayo de Fluorescencia de rayos X para determinar la presencia de sales en la pieza de mampostería se hace una serie de análisis químicos en donde se determina la composición de los materiales de arcilla. Se realiza en 10 piezas cada 5.000 unidades de ladrillo.

Muestra visual según la NTC 4017 se realiza un ensayo inspección visual en donde se determine a 10 unidades de 5.000 bloques si estas presentan grietas, fisuras, desportillados, así se determina que defectos superficiales pudiera presentar la pieza, este es sumamente importante debido a que es un elemento usado en fachada donde arquitectónicamente debe cumplir con un lineamiento estético y físico.

3. Esta norma también es importante el ensayo de medición del tamaño de las piezas también esta especificada allí, para así verificar las medidas establecidas y así este no presente variaciones en cuanto a tamaños y forma, se realiza a 10 unidades de ladrillo cada 5.000 piezas de ladrillo.

Fase 3, investigativa y de análisis

Proceso constructivo y de instalación de la fachada en ladrillo.

Dentro de las actividades de instalación que se ejecutaron, en los errores iniciales que se pudieron evidenciar es que la manera en que se apiló el ladrillo luego de la descarga no es uniforme, se apilaron de forma desorganizada, lo que en algunos casos produjo que estos se cayeran y así presentaran daños o despieces; así mismo no se aislaron del terreno lo que ocasionó contacto directo con la tierra y que este recogiera y absorbiera la humedad del terreno, no se protegió y se dejó a la intemperie hasta el día que este fue utilizado para su instalación.

En el proceso constructivo también se pudo evidenciar que no se le hizo una limpieza al material, así fue instalado y ya venía presentando tonalidades verdes (vanadio), se realizó la instalación donde presentan zonas sin emboquillar correctamente, esto ocasiona filtraciones al interior y deterioro del mismo material, y para finalizar este mismo no le fue realizado el proceso de hidrofugación. Se encuentra registro fotográfico donde es fácilmente evidente que el proceso constructivo tiene muchos pendientes que generan deterioro al interior y del mismo material. Ver figura 20 y 21



Figura 20. Fachada torre 1 piso 1 con manchas en ladrillos, figuración externa de las unidades y pendientes de boquillas

Fuente: Elaboración propia 2018

Estado actual de la fachada

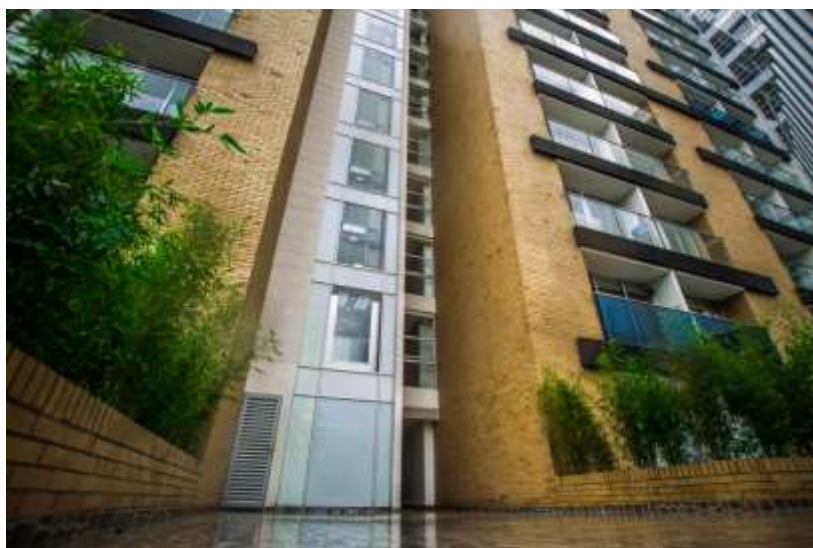


Figura 21. Fachada torre 1 piso 1 con manchas en ladrillos y figuración externa de las unidades

Fuente: Elaboración propia 2018

La fachada de la torre 1 del conjunto residencial Frontera living apartments actualmente presenta manchas que van desde coloración amarillenta hasta oscura y fisuración en las unidades de ladrillo limpio tipo arena, inicialmente debido a la humedad a la que está expuesto el material. Ver figura 22 y 23.



Figura 22. Ladrillo para fachada torre 1 piso 1 con manchas de vanadio y fisuración externa.

Fuente: Elaboración propia 2018



Figura 23. Ladrillo en fachada torre 1 piso 1 con manchas amarillas, marrones y oscuras y fisuración externa.

Fuente: Elaboración propia 2018

Este proceso de pigmentación se debe a la migración de las sales solubles contenidas al interior del ladrillo, a través de los poros del material y su acumulación en la superficie o poros inmediatos cuando se evapora el agua existente. Ver figura 26

Las sales pueden tener procedencia interna o externa, del mismo ladrillo por su concepción en arcilla o del ambiente al que está expuesto. En este caso se produce por las sales de vanadio.

La mancha se produce por las impurezas del vanadio, que se encuentra en los yacimientos de arcilla, la proporción es baja pero ante los efectos del agua genera afectaciones estéticas como el que se observa en la torre 1 del conjunto residencial Frontera living apartments.

Los tratamientos a realizar en este caso están relacionados con la aplicación de solución de soda caustica, agua tibia, glicerina y creta, repitiendo el proceso varias veces hasta la eliminación parcial o total y/o utilizar una solución de ácido acético, agua oxigenada y agua.

Para que se produzca la eflorescencia es necesaria la confluencia de tres fenómenos físico-químicos:

- Existencia de sales solubles en algunos de los materiales constitutivos del cerramiento afectado (ladrillo, mortero u otro).
- Presencia de humedad, normalmente infiltrada, que tiende a salir al exterior por simple diferencia de presión de vapor.
- Disolución y transporte de las sales hacia la superficie exterior del cerramiento, donde, al evaporarse el agua en contacto con una atmósfera con menor presión de vapor, las sales disueltas recrystalizan, adoptando formas simétricas según el

sistema de cristalización, que parecen flores, de donde viene su nombre eflorescencia (Eflorescencias y critoflorescencias, 2018)

Tratamientos realizados

Al día de hoy no se ha realizado ningún tipo de tratamiento correctivo, para los detalles de construcción ni para las manchas verdes y negras presentadas en fachada, está en proceso la ejecución del mismo pero no se ha efectuado por no tener claridad en el procedimiento a realizar.

Se conoce la importancia de retirar las manchas y están buscando alternativas para efectuar la actividad de tratamiento de esta patología en el ladrillo.

Tipo de patología

Los tipos de patología encontradas en la mampostería son correspondientes al material se encontraron tres afectaciones graves tales como:

1. Vanadio: Es un deterioro de tipo físico ambiental generado por sales de vanadio pueden provenir de la arcilla o el agua usada en la fabricación de dicha mampostería, es una mancha de color amarilla o verde difícil de sacar, en este caso se presentan los dos colores y adicional a esto tenemos la mancha negra que surge a raíz de aplicar ácidos lo que hace que esta mancha se profundice en el elemento de mampostería y se torne de color negro.

Las eflorescencias en mampostería producidas por la migración del agua de su estado líquido diluyen sales y sustancias orgánicas que encuentra en el camino hasta evaporarse. Se presenta cuando la humedad de los muros se seca, proceso que ocurre normalmente en la cara exterior por la acción del viento y el sol.

La arcilla es un mineral secundario de la corteza terrestre, fino granular, que cuando es mezclado con una cantidad limitada de agua desarrolla plasticidad.

La presencia de Pírita (FeS_2) en el material puede provocar formación de sulfatos como eflorescencias a temperaturas entre los 1200 °C hasta 1300 °C, reacciona con la arcilla y funden produciendo escoria fusible de color negro, que en el proceso abandona su interior y deja espacios.

Las características de las arcillas están controladas por minerales no arcillosos como sulfatos de Na, Ca, K y Mg los cuales provocan decoloraciones; siendo el sulfato de sodio (Na_2SO_4) el más nocivo.

2. Micro fisuras: Estas están en todas las piezas de ladrillo en algunos elementos se encuentran más marcados que en otros esta se presenta debido a que la arcilla usada en la fabricación tiene alto contenido de cuarzo y se marcan en el proceso de cocción este es un defecto de fabricación que se presenta en la etapa de cocción. Esto es evidente en el momento de la compra del material que no se evidenció por parte de la obra se procedió a instalar donde desde un inicio el material ya tenía problemas desde fábrica.

Ensayos y laboratorios

1. Ensayo de eflorescibilidad. Las unidades de mampostería de uso exterior deben cumplir con el parámetro de eflorescencia despreciable, cuando se ensayen por el método descrito en la NTC 4017.

- Requisitos: Las unidades de mampostería pueden tener características especiales de diseño y calidad, por razones de exigencias acústicas, térmicas, de resistencias al fuego, arquitectónicas o constructivas, pero deben mantener los requisitos de absorción de agua y resistencia a la compresión para su uso principal (interior, exterior o estructural). Las unidades de mampostería arquitectónica pueden tener formas, texturas y acabados libres, pero igualmente, deben mantener los requisitos básicos pertinentes a su aplicación principal.

Entre los requisitos considerados adicionales a los exigidos por esta norma y de libre cumplimiento, que aplica a fachadas de ladrillo a la vista, están los siguientes:

- Unidades de mampostería de uso exterior (fachada) que permitan la vista por ambas caras.
 - Unidades de mampostería de uso exterior (fachada), de color homogéneo o con gamas de variación de color muy estrecho.
 - También se debe considerar como requisito adicional, cualquiera que supere los requisitos mínimos exigidos en esta norma.
- Especímenes de ensayo: Para el ensayo de eflorescencia a las unidades de mampostería del ladrillo estructural de perforación vertical tipo arena se tomaron siete unidades. Ver figura 24



Figura 24. Ladrillo tipo arena PV

Fuente: Elaboración propia 2018

- Preparación de los especímenes: Con un cepillo suave que no deteriore la superficie de la pieza se procedió a retirar las partículas de polvo adheridas,

procediéndose al secado y enfriamiento de acuerdo a lo establecido en la norma 4017.

- Procedimiento: Se sumergió parcialmente y de manera individual cada espécimen, de manera que la superficie opuesta de evaporación corresponda a la cara vista en obra, en agua y hasta una profundidad aproximada de 25 mm, y se mantuvieron en secado durante 7 días. Ver figura 25



Figura 25. Sumergimiento parcial de Ladrillo tipo arena PV para eflorescencia

Fuente: Elaboración propia 2018

- Examen de clasificación: Luego del secado, se examinaron y se compararon cada uno de los especímenes, y se observó la parte superior y todas las cuatro caras de cada espécimen desde una distancia de 3 m.

Si en tales condiciones y de acuerdo a la norma no se aprecia ninguna diferencia se informa como “no eflorescente”. Si en estas condiciones aprecia una diferencia ligera o puntual apenas perceptible, o que afecte solo los bordes de las piezas se informa como “eflorescente despreciable”. Si sobre la superficie de inspección aparecen manchas continuas o abundantes de sales se clasifica como “eflorescente”. Ver figura 26 y 27

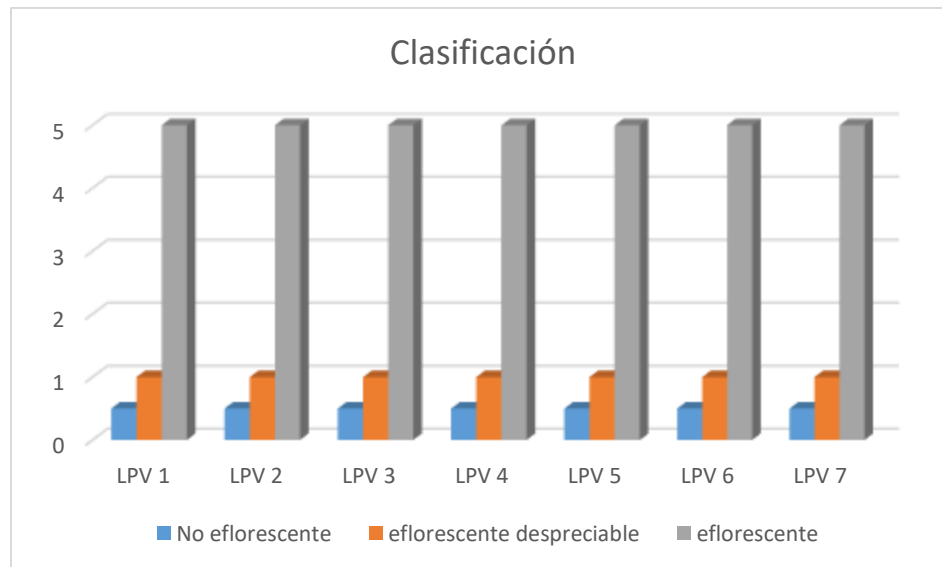


Figura 26. Clasificación de efluorescencia de los ladrillos de ensayo.

Nota: en el eje vertical están mencionados la cantidad de días que los ladrillos fueron dejados en agua. En el eje horizontal, la respuesta a la efluorescencia de cada uno de los ladrillos usados para el ensayo.



Figura 27. Clasificación de Ladrillo tipo arena PV como efluorescente

Fuente: Elaboración propia 2018

Diagnóstico

La eflorescencia se trata de una consecuencia de la lesión de existencia de humedad y de las características fisicoquímicas de los materiales que componen la fachada, como son el contenido de sales y la porosidad.

- Humedad previa: Se analizó el recorrido del agua por la fachada y la acumulación de esta en las unidades de ladrillo.
- Materiales afectados: Las sales han afectado las unidades de ladrillo en fachada.
- Determinar qué origen y tipo de sal que actúa: Las sales de vanadio afectan las unidades de mampostería en fachada.
- Condiciones ambientales: La obra se realizó en una zona de influencia del río Chípalo.
- Periodicidad: Las manchas por la afectación de las sales de vanadio se produjeron luego de que las unidades de mampostería fueron instaladas.

Causas:

- Causas directas: Humedad por filtración en la unidad de mampostería, a raíz de esto se observaron manchas amarillas y verdes en los ladrillos luego de ser instaladas en fachada.
- Causas indirectas: Microfisuración de los ladrillos usados en fachada, posible causa de absorción de agua en la unidad de mampostería.
- Síntomas: Manchas en fachada de color amarillo, verde y finalmente negro, ubicadas en el centro de la unidad de mampostería, evidenciando que el problema de humedad de cada unidad surge de la misma pieza de mampostería y no de la composición del mortero que la rodea. Ver anexos 1 al 5.

Fase 4, propuesta de intervención

Recomendaciones y cuidados de uso

Para las torres que no se han construido tener en cuenta costos asociados a futuros mantenimientos derivados de la baja calidad del material a utilizar y el indebido almacenamiento del producto, en este caso, los ladrillos.

Por otra parte, para la fachada principal de la torre 1, ya construida, se recomienda, usar Vanadox el cual funciona como desmanchador realizando una reversión química a las sales de vanadio, es un producto muy fácil de aplicar únicamente con una estopa humedecida con el producto puro se aplica directamente en la mancha de color verde, se debe dejar actuar y en caso de que no desaparezca la mancha se repite el mismo procedimiento, este tiene un efecto muy rápido y en caso de futuras aplicaciones se repite el proceso, es importante no enjuagar el producto.

En las manchas de color negro producidas por la aplicación previa de sellantes o químicos para remover el Vanadio. Se recomienda usar Revex, es un producto que reversa los químicos y remueve manchas negras y cafés, su aplicación igualmente es muy fácil con una estopa con producto puro, se aplica y se pone sobre la mancha oscura, si el color persiste a los 7 días se debe repetir el procedimiento si definitivamente no es posible reversar el color se debe realizar el cambio de pieza.

En cuanto al producto Vanadox es un desmanchado el cual realiza una reversión química a las sales de vanadio, es un producto muy fácil de aplicar únicamente con una estopa humedecida con el producto puro se aplica directamente en la mancha de color verde, se debe dejar actuar y en caso de que no desaparezca la mancha se repite el mismo procedimiento,

este tiene un efecto muy rápido y en caso de futuras aplicaciones se repite el proceso, es importante no enjuagar el producto.

Para las mancha de color negro en donde se aplicó ya un ácido o sellamiento, se debe usar Revex, es un producto que lo que hace es reversar los químicos ya usados donde selectivamente remueve manchas negras y cafés, su aplicación igualmente es muy fácil con una estopa con producto puro, se aplica y se pone sobre la mancha oscura, si el color persiste a los 7 días se debe repetir el procedimiento si definitivamente no es posible reversar el color se debe realizar el cambio de pieza.

Propuesta de Intervención

En cuanto a el proceso a seguir con el material ya instalado es importante aplicar vanadox para desvanecer las manchas de vanadio y en el caso de las piezas que ya se tornaron de color negro realizar el cambio de las mismas ya que es una mancha al interior del material, además es importante aplicar un producto hidrófugo al material para así realizar sellamiento a las micro fisuras ya que esta puede deteriorar el material al absorber el agua y estar a la intemperie.

Antes del lavado

- Solo se deberá proceder al lavado de muros y cerramientos que estén secos en su totalidad, que ya hayan perdido toda el agua del proceso constructivo.
- El agua resultante de los acabados como revoque, pañetes e instalación de enchapes o producto de falta de impermeabilización se deberá dejar secar para proceder con el lavado de esta zona de muro.

Procedimiento de lavado general

- Realizar una limpieza de polvo y excesos de cemento, se puede usar escoba de cerdas suaves.
- Evitar la saturación de la fachada en caso de rehumedecer
- Aplicar la solución ya sea de ácido nítrico más agua o la solución de ácido nítrico + prevet + agua según sea el caso con ayuda de cepillo de cerdas suaves restregando hasta disolver las manchas.
- Lavar con agua limpia el área tratada y dejar secar.

Procedimiento de lavado inicial cuando hay presencia de vanadio

Se deberá lavar con ácido nítrico el cual funciona solo y únicamente para retirar los excesos de mortero. En el caso de las zonas de la fachada afectada con vanadio se deberá lavar con Prevet el cual retirará las eflorescencias de color verde / amarillo claro.

- Se deberá lavar en proporciones de 1 parte de ácido nítrico * 2 partes del producto Prevet * 4 partes de agua limpia, para una proporción (1:2:4).

Lavado de fachada con presencia de vanadio fijado al ladrillo

Cuando la fachada de ladrillo ha sufrido un lavado incorrecto se fijan manchas negras en el ladrillo las cuales no son removibles con ningún otro producto, en el caso de la fachada en estudio que también presenta manchas negras se recomienda seguir el siguiente procedimiento:

- Lavar previamente con rinse para retirar mugre y dejar secar por 4 días.
- Verificar y corregir las humedades, dejando ventilar para aplicar la solución

- Aplicar puro y con brocha en las manchas puntuales y en temperaturas controladas de 28°C
- Utilizar la solución de Vanadox diluido en proporciones (1:1 agua vanadox) o (1:2 vanadox agua)
- Restregar suavemente con cepillo de cerdas suaves hasta retirar la mancha
- Lavar con suficiente agua limpia y dejar secar

Finalmente para los dos casos se deberá hidrófugar la fachada teniendo en cuenta:

- verificar las juntas de pega que sean de forma continua
- fachada deberá estar limpia y seca
- Aplicar dos manos del hidrófugo en la zonas bajas o de zócalo y en la zona más alta donde la acción del viento es más fuerte.
- Lavar muros con un proceso de secado del agua de obra.

Presupuesto de lavado y eliminación de manchas por vanadio

Para tratar las manchas de vanadio es necesario iniciar con un lavado de fachada, eliminando material suelto y otras sustancias. Este procedimiento se realiza con rinse diluido en agua según especificaciones técnicas en presentación de 20L con un valor de \$113.000 y Prevet en presentación 20L con un valor de \$114.000. Desmanchado con Vanadox presentación 20L con valor de \$215.000. Hidrofugado con Hidrosil 5 Galones \$234.000. Relavado con rinse en presentación de 20L con un valor de \$113.000. (Los precios son tomados de la empresa Hidroprotección). Ver tabla 16.

Tabla 16. Presupuesto De Lavado Y Eliminación De Manchas Por Vanadio

ESTUDIO PATOLÓGICO FACHADA PRINCIPAL TORRE 1 EDIFICIO FRONTERA LIVING APARTMENTS						
LIMPIEZA DE FACHA CON MANCHA DE VANADIO						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDADES	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL PARCIAL	VALOR TOTAL POR CAPITULO
1 LAVADO DE FACHADA						
1.1	LAVADO DE FACHADA INCLUYE MANO DE OBRA , RINSE Y PREVET	M2	804.00	13,172.00	10,590,288.00	10,590,288.00
2 DESMANCHADO DE FACHADA						
2.1	DESMANCHADO INCLUYE VANADOX	M2	804.00	12,182.00	9,794,328.00	9,794,328.00
3 HIDROFUGADO						
3.1	HIDROFUGADO CON PISTOLA INCLUYE HIDROSIL	M2	804.00	24,827.00	19,960,908.00	19,960,908.00
4 REENBOQUILLADO DE FACHADA						
	INCLUYE MORTERO PARA BOQUILLA	M2	804.00	2,402.00	1,931,208.00	1,931,208.00
5 .RELAVADO DE FACHADA						
		M2	804.00	2,813.00	2,261,652.00	2,261,652.00
VALOR COSTOS DIRECTOS						33,948,096.00
A . I . U						
	Administración	%	19.50%			6,619,878.72
	Imprevistos	%	4.0%			1,357,923.84
	Utilidad	%	5.0%			1,697,404.80
TOTAL COSTOS INDIRECTOS						43,623,303.36
	IVA Sobre Utilidad	%		16%		271,584.77
VALOR TOTAL						43,894,888.13

Fuente: Elaboración propia 2018

Conclusiones

- Se identificó la presencia de machas de color verde a negro en la fachada principal compatibles con vanadio.
- Se identificaron eflorescencias en el ladrillo de color claro, en la parte central, estas provienen del material y de humedad de obra.
- Las lesiones se relacionan con deficientes procesos constructivos como la mala preparación de mortero de pega, de la impermeabilización y de las boquillas.
- Del análisis de vulnerabilidad se determinó que la estructura fue construida bajo los parámetros de la presente norma NSR-10 y se verificó el cumplimiento de los lineamientos que en ella se establecen de acuerdo al capítulo 10 del título A.
- Se formula una propuesta de intervención para eliminar las manchas de vanadio y dar un buen aspecto estético a la fachada, en la cual se especifica el procedimiento y presupuesto de manera general.

Propuesta de Intervención

- En función del uso y localización constructiva del ladrillo, se debe fijar el nivel de eflorescibilidad admisible, con la recomendación general de exigirlo “no eflorescible”.
- Se recomienda realizar inspecciones trimestrales, mantenimientos cada seis meses e inspecciones visuales donde en el momento que se evidencie manchas de vanadio se proceda a removerlas con el producto previamente indicado para esta patología.
- En el ladrillo pueden existir sales solubles en forma de sulfatos (sodio, potasio, magnesio y calcio), cuyo origen está en la materia prima (arcillas) o en los combustibles utilizados en el proceso de cocción. Se deberá conocer la fuente de extracción de la materia prima para tener ladrillo de buena calidad.
- El costo de intervención se ajusta a los parámetros justo para poder eliminar las manchas en la fachada y se toma como referencia la empresa Hidroprotección para los costos de los materiales específicos para esta patología.

Fórmulas

- Espectro de diseño

$$S_a = \frac{1.2 A_y F_y I}{T}$$

- Periodo de vibración aproximado

$$T_a = C_t h^{\alpha}$$

- Coeficiente de capacidad de disipación de energía R'

$$R \left(R = \phi_a \phi_p \phi_r R_0 \right)$$

Bibliografía

- Construcciones y Urbanizaciones CYU (2014) estudio de suelos y cimentaciones para el proyecto urbanización la frontera (Ibagué, Tolima)
- Construcciones y Urbanizaciones CYU (2014) estudio de vulnerabilidad para el proyecto urbanización la frontera (Ibagué, Tolima)
- Construcciones y Urbanizaciones CYU (2014) planos arquitectónicos y estructurales urbanización la frontera (Ibagué, Tolima)
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. 2010 normas colombianas de. diseño y construcción sismo-resistente, nsr-10. Bogotá, AIS, 2010.
- ICONTEC (2017) norma técnica colombiana y NTC-4205 unidades de mampostería de arcilla cocida, ladrillos y bloques cerámicos.
- ICONTEC (2005) NTC 4017 Métodos para muestreo y ensayos de unidades de mampostería y otros productos de arcilla

Anexos

Fichas de Diagnosticos.

Anexo 1. Estudio patológico fachado principal torre 1 urbanización la frontera

ESTUDIO PATOLÓGICO FACHADA PRINCIPAL TORRE 1 URBANIZACIÓN LA FRONTERA															
CLASIFICACION DE LESIONES				Fecha N°		1									
FECHA DEL ESTUDIO:		TORRE 1 LA FRONTERA		ELEMENTO AFECTADO											
NOMBRE DEL PROYECTO		IBAGUE TOLIMA BARRIO SAN FRANCISCO		VIGA		ESCALERA									
LOCALIZACION		RESIDENCIAL		COLUMNA		RAMPA									
USO		3 AÑOS		PLACA		ACABADOS X									
ANTIGÜEDAD		MAMPOSTERIA		MURO		CUBIERTA									
MATERIAL EN ESTUDIO		APORTICADO		FACHADA X		CIMENTACION									
SISTEMA CONSTRUCTIVO				MAMPOSTERIA X		OTROS									
TIPO DE LESION				TIPO DE DAÑO											
PRIMARIA	SECUNDARIA	X		CONGENITO	CONTRAIDO	OCAIONADO	ACCIDENTAL								
CAUSA DE LA LESION				X											
FISICA	HUMEDAD	SUCIEDAD	EROSION	INFORMACION Y/O DESCRIPCION DEL ELEMENTO											
QUIMICA	EFLORESCENCIA	LIXIVIACION	CORROSION												
	GRIETAS	FISURAS	DESPRENDIMIENTO												
MECANICA	ASENTAMIENTO	FLEXION	FRACTURA												
	CORTANTE	DEFLEXION	TORSION												
BIOLOGICA	ANIMAL	VEGETAL	OTROS												
DEL PROYECTO	USO	MATERIALES													
DE CONSTRUCCION		MANTENIMIENTO													
LEVANTAMIENTO GRAFICO DE LA LESION										A pesar de ser una edificación nueva presenta manifestaciones patológicas en la fachada de ladrillo, decidiendo tomar la torre 1 para el TPI por ser la torre más afectada con manchas y micro fisuras en la fachada					
															
UBICACIÓN DE LA LESION				OBSERVACIONES											
															
FECHA	2018	RESPONSABLE			USO	ACADEMICO									
TPI ESTUDIO PATOLOGICO FACHADA PRINCIPAL TORRE 1 URBANIZACION LA FRONTERA															
CREADO (1) CLAUDIA BAUTISTA GIRALDO; (2) YUDY PARRA; (3) NORMA URQUIZA															

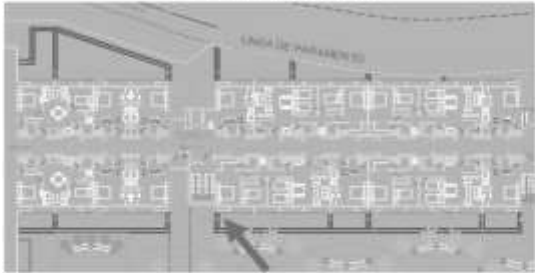
Fuente: Elaboración propia 2018

Anexo 2. Estudio patológico fachada principal torre 1 urbanización la frontera

ESTUDIO PATOLÓGICO FACHADA PRINCIPAL TORRE 1 URBANIZACIÓN FRONTERA							
CLASIFICACION DE LESIONES				Ficha N°		2	
FECHA DEL ESTUDIO:				ELEMENTO AFECTADO			
NOMBRE DEL PROYECTO	TORRE 1 FRONTERA			VIGA		ESCALERA	
LOCALIZACION	IBAGUE TOUMA BARRIO SAN FRANCISCO			COLUMNA		RAMPA	
USO	RESIDENCIAL			PLACA		ACABADOS	
ANTIGÜEDAD	3 AÑOS			MURO		CUBIERTA	
MATERIAL EN ESTUDIO	MAMPOSTERIA			FACHADA	X	CIMENTACION	
SISTEMA CONSTRUCTIVO	APORTICADO			MAMPOSTERIA	X	OTROS	
TIPO DE LESION				TIPO DE DAÑO			
PRIMARIA	X	SECUNDARIA		CONGENITO	CONTRAIDO	OCASIONADO	ACCIDENTAL
CAUSA DE LA LESION							
FISICA	HUMEDAD	SUCIEDAD	EROSION	INFORMACION Y/O DESCRIPCION DEL ELEMENTO			
QUIMICA	EFLORESCENCIA	LIXIVIACION	CORROSION				
MECANICA	GRIETAS	FISURAS	DESPRENDIMIENTO				
	ASENTAMIENTO	FLEXION	FRACTURA				
	CORTANTE	DEFLEXION	TORSION				
BIOLOGICA	ANIMAL	VEGETAL	OTROS				
DEL PROYECTO	USO	MATERIALES					
DE CONSTRUCCION		MANTENIMIENTO					
LEVANTAMIENTO GRAFICO DE LA LESION				ELEMENTO EN MAMPOSTERIA EN FACHADA CARAS EXTERNAS EXTERIORES, EL MATERIAL USADO EN FACHADAS ES LADRILLO LIMPIO TIPO ARENA EL CUAL PRESENTA MANCHAS DE TONALIDAD NEGRA EN VARIAS ZONAS.			
							
UBICACIÓN DE LA LESION				OBSERVACIONES			
				AL REALIZAR EL PROCESO DE SELLO E IMPERMEABILIZACIÓN DE EL ELEMENTO LAS MANCHAS LUEGO DE UN TIEMPO SE REALZARON A UNA TONALIDAD NEGRA			
FECHA	31/10/2018	RESPONSABLE		USO	ACADEMICO		
TPI ESTUDIO PATOLOGICO FACHADA PRINCIPAL TORRE 1 URBANIZACION LA FRONTERA							
CREADO	(1) CLAUDIA BAUTISTA GIRALDO; (2) JUDY PARRA; (3) NORMA URQUIZA						

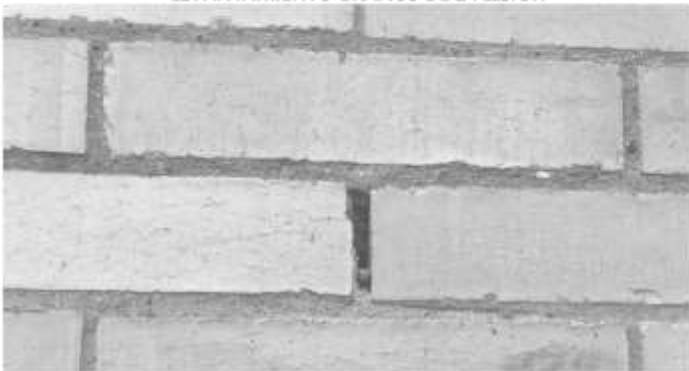
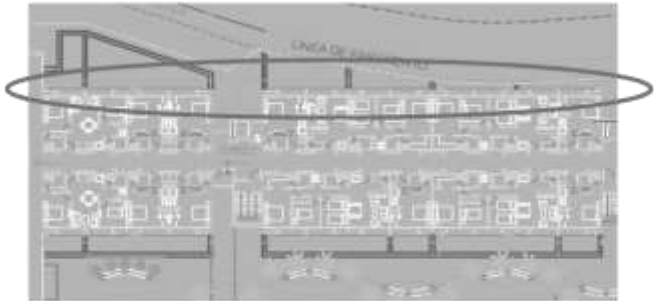
Fuente: Elaboración propia 2018

Anexo 3. Estudio patológico fachada principal torre 1 urbanización la frontera

ESTUDIO PATOLÓGICO FACHADA PRINCIPAL TORRE 1 URBANIZACIÓN FRONTERA											
CLASIFICACION DE LESIONES				Ficha N°		3					
FECHA DEL ESTUDIO:				ELEMENTO AFECTADO							
NOMBRE DEL PROYECTO	TORRE 1 LA FRONTERA			VIGA	ESCALERA						
LOCALIZACION	IBAGUE TOLIMA BARRIO SAN FRANCISCO			COLUMNA	RAMPA						
USO	RESIDENCIAL			PLACA	ACABADOS						
ANTIGÜEDAD	3 AÑOS			MURO	CUBIERTA						
MATERIAL EN ESTUDIO	MAMPOSTERIA			FACHADA	X	CIMENTACION					
SISTEMA CONSTRUCTIVO	APORTICADO			MAMPOSTERIA	X	OTROS					
TIPO DE LESION				TIPO DE DAÑO							
PRIMARIA	X	SECUNDARIA		CONGENITO	CONTRAIDO	OCASIONADO	ACCIDENTAL				
CAUSA DE LA LESION				INFORMACION Y/O DESCRIPCION DEL ELEMENTO							
FISICA	HUMEDAD	SUCIEDAD	EROSION	FISURAS PRESENTADAS EN LAS ESQUINAS DONDE SE DEJO BISELADO EL MATERIAL. IGUALMENTE SE USO LADRILLO LIMPIO TIPO ARENA EN FACHADA							
QUIMICA	EFLORESCENCIA	LIXIVIACION	CORROSION								
MECANICA	GRIETAS	FISURAS	DESPRENDIMIENTO								
	ASENTAMIENTO	FLEXION	FRACTURA								
	CORTANTE	DEFLEXION	TORSION								
BIOLOGICA	ANIMAL	VEGETAL	OTROS								
DEL PROYECTO	USO	MATERIALES									
DE CONSTRUCCION		MANTENIMIENTO									
LEVANTAMIENTO GRAFICO DE LA LESION											
											
UBICACIÓN DE LA LESION				OBSERVACIONES							
											
FECHA	31/10/2018	RESPONSABLE		USO	ACADEMICO						
TPI ESTUDIO PATOLOGICO FACHADA PRINCIPAL TORRE 1 URBANIZACION LA FRONTERA											
CREADO	(1) CLAUDIA BAUTISTA GIRALDO; (2) JUDY PARRA; (3) NORMA URQUIZA										

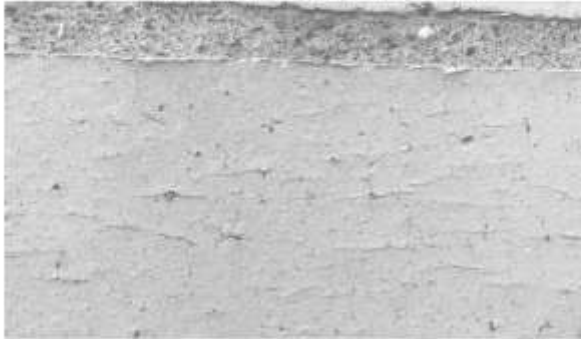
Fuente: Elaboración propia 2018

Anexo 4. Estudio patológico fachada principal torre 1 urbanización la frontera

ESTUDIO PATOLÓGICO FACHADA PRINCIPAL TORRE 1 URBANIZACIÓN FRONTERA							
CLASIFICACION DE LESIONES				Ficha N°		4	
FECHA DEL ESTUDIO:				ELEMENTO AFECTADO			
NOMBRE DEL PROYECTO	TORRE 1 LA FRONTERA			VIGA		ESCALERA	
LOCALIZACION	IBAGUE TOLIMA BARRIO SAN FRANCISCO			COLUMNA		RAMPA	
USO	RESIDENCIAL			PLACA		ACABADOS	
ANTIGÜEDAD	3 AÑOS			MURO		CUBIERTA	
MATERIAL EN ESTUDIO	MAMPOSTERIA			FACHADA	X	CIMENTACION	
SISTEMA CONSTRUCTIVO	APORTICADO			MAMPOSTERIA	X	OTROS	
TIPO DE LESION				TIPO DE DAÑO			
PRIMARIA		SECUNDARIA		CONGENITO	CONTRAIDO	OCASIONADO	ACCIDENTAL
CAUSA DE LA LESION							
FISICA	HUMEDAD	SUCIEDAD	EROSION	INFORMACION Y/O DESCRIPCION DEL ELEMENTO			
QUIMICA	EFLORESCENCIA	LIXIVIACION	CORROSION				
MECANICA	GRIETAS	FISURAS	DESPRENDIMIENTO				
	ASENTAMIENTO	FLEXION	FRACTURA				
	CORTANTE	DEFLEXION	TORSION				
BIOLOGICA	ANIMAL	VEGETAL	OTROS				
DEL PROYECTO	USO	MATERIALES					
DE CONSTRUCCION X		MANTENIMIENTO					
LEVANTAMIENTO GRAFICO DE LA LESION							
				VARIOS ELEMENTOS DE PIEZAS DE LADRILLO LIMPIO EN FACHADA PRESENTAN ESPACION SIN EMBOQUILLAR LO QUE AL INTERIOR OCASIONA FILTRACIONES Y HUMEDADES.			
UBICACIÓN DE LA LESION				OBSERVACIONES			
							
FECHA	31/10/2018	RESPONSABLE		USO	ACADEMICO		
TPI ESTUDIO PATOLOGICO FACHADA PRINCIPAL TORRE 1 URBANIZACION LA FRONTERA							
CREADO	(1) CLAUDIA BAUTISTA GIRALDO; (2) JUDY PARRA; (3) NORMA URQUIZA						

Fuente: Elaboración propia 2018

Anexo 5. Estudio patológico fachada principal torre 1 urbanización la frontera

ESTUDIO PATOLÓGICO FACHADA PRINCIPAL TORRE 1 URBANIZACIÓN FRONTERA									
CLASIFICACION DE LESIONES				Ficha N°		5			
FECHA DEL ESTUDIO:				ELEMENTO AFECTADO					
NOMBRE DEL PROYECTO		TORRE 1 LA FRONTERA		VIGA		ESCALERA			
LOCALIZACION		IBAGUE TOLIMA BARRIO SAN FRANCISCO		COLUMNA		RAMPA			
USO		RESIDENCIAL		PLACA		ACABADOS			
ANTIGÜEDAD		3 AÑOS		MURO		CUBIERTA			
MATERIAL EN ESTUDIO		MAMPOSTERIA		FACHADA		X		CIMENTACION	
SISTEMA CONSTRUCTIVO		APORTICADO		MAMPOSTERIA		X		OTROS	
TIPO DE LESION				TIPO DE DAÑO					
PRIMARIA	X	SECUNDARIA		CONGENITO		CONTRAIDO		OCASIONADO	
CAUSA DE LA LESION				X				ACCIDENTAL	
FISICA		X		HUMEDAD		SUCIEDAD		EROSION	
QUIMICA				EFLORESCENCIA		LIXIVIACION		CORROSION	
MECANICA				GRIETAS		FISURAS		DESPRENDIMIENTO	
				ASENTAMIENTO		FLEXION		FRACTURA	
				CORTANTE		DEFLEXION		TORSION	
BIOLOGICA				ANIMAL		VEGETAL		OTROS	
DEL PROYECTO		USO		MATERIALES					
DE CONSTRUCCION				MANTENIMIENTO					
LEVANTAMIENTO GRAFICO DE LA LESION				EL ELEMENTO DE MAMPOSTERIA PRESENTA MICROFISURAS EXTERIORMENTE PRESUMIENDO QUE ASI MISMO LAS PRESENTA AL INTERIOR, ESTE ELEMENTO EN MOMENTO DE LLUVIA CONTIENE POR MAS TIEMPO LA HUMEDAD.					
									
UBICACIÓN DE LA LESION				OBSERVACIONES					
									
FECHA	31/10/2018		RESPONSABLE			USO	ACADEMICO		
TPI ESTUDIO PATOLOGICO FACHADA PRINCIPAL TORRE 1 URBANIZACION LA FRONTERA									
CREADO	(1)CLAUDIA BAUTISTA GIRALDO; (2) JUDY PARRA; (3) NORMA URQUIZA								

Fuente: Elaboración propia 2018



- **Zonificación geológica - geotécnica :**

ZONA C1.1.

Tiene superficie irregular a ondulada, pendiente baja – media a baja, disección moderada a alta y está localizada entre 1.5 m y 25 m de altura respecto al nivel de las corrientes de agua. Es la superficie de menor inclinación de los conos de deyección antiguos. Tiene pendiente baja a baja-media ($<25\%/14^\circ$) y moderada disección por corrientes. Están compuestos, en superficie, por unos 3.0 m de arcillas limosas (CL) y limos arcillosos (ML), con algo de grava fina y arena, de color amarillo-ocre rojizo y gris, baja compresibilidad, impermeables a semi-permeables, consistencia medianamente dura a firme, localmente con niveles freáticos de 2 m a 4 m de profundidad. NSPT (6 – 15 golpes pie), LL (20-50), IP (10-25).



3. EXPLORACION E INVESTIGACIONES DE CAMPO

3.1 RECONOCIMIENTO GENERAL

Desde el punto de vista topográfico se encontró que el lote es relativamente plano y no tiene problemas en cuanto a empozamientos de agua.

Las construcciones vecinas son viviendas y/o edificios de hasta de 4 niveles cuya solución estructural es similar a la proyectada para este caso.

No se observan fallas ni condiciones geológicas desfavorables para realizar la construcción.

3.2 SONDEOS

De acuerdo a la clasificación del proyecto en cuanto a magnitud y variabilidad geotécnica se determinaron las siguientes condiciones para el estudio:

Espaciamiento máximo entre sondeos	40 mts.
Numero sondeos	9
Profundidad de los sondeos	25 m o hasta conglomerado o roca

En cada uno de los sondeos se tomaron muestras de los estratos presentes para ser analizados y así determinar las condiciones geotécnicas de los suelos mas recomendados para ser usados como desplante de la cimentación.

Se realizaron 9 sondeos con barrenos manual hasta la cota definida; luego se procedió a tomar muestras alteradas e inalteradas, se determinaron las humedades naturales del terreno con el humidómetro y se ubicó la posición del nivel freático.

3.3 PLANO UBICACION DE SONDEOS

Ver anexo No. 1

CENTRO COMERCIAL LA QUINTA OF. 244 TELEFONO 2646183 FAX 2664298 IBAGUE- TOLIMA

Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013



3.4 DESCRIPCION ESTRATIGRAFICA

En el anexo No. 2 se presenta la descripción estratigráfica detallada de las diferentes capas encontradas y sus características geotécnicas. Se encontró capa vegetal de 10 cm, luego en un sondeo aproximadamente 50 cm de relleno y enseguida un material que puede clasificarse como Arena Arcillosa o Arena Limosa de baja plasticidad, con buena capacidad portante y compacta, con presencia de rocas granítica de hasta 50 cm de diámetro. Sin embargo como se observa en los perfiles estratigráficos, se encontraron rellenos de escombros de construcción hasta de 4 m de profundidad. A partir de estos rellenos aparece el estrato compuesto por arenas SM y en algunos casos SC. La capacidad portante a partir de los 6.0 m de profundidad es buena y puede ser usada como estrato portante.

4. RESULTADOS DE LABORATORIO Y ANÁLISIS GEOTECNICO

4.1 DESCRIPCION GENERAL SONDEOS

Existen rellenos de hasta 0.70 m de profundidad en la parte alta del lote y de 0.5 m en la parte baja.

La profundidad promedio de los sondeos fue de 9 mts. Se encontró un material de características de arenas de baja plasticidad con algun contenido de gravas a partir de 1.5 m.

Este suelo se puede clasificar como SC-SM.

4.2 CARACTERÍSTICAS GEOTECNICAS BÁSICAS DE LOS SUELOS TIPO SC - SM

(Ref. 2)

Valor como fundación: REGULAR.

Valor para base de pavimentos: Inaceptable.

Características de compactación: Buena a aceptable llantas de goma o rodillo de patas de cabra.

Compresibilidad y expansion: Mediana.

CENTRO COMERCIAL LA QUINTA OF. 244 TELEFONO 2648183 FAX 2664298 IBAGUÉ- TOLIMA

Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013

Anexo 9. Parámetros básicos de los suelos y evaluación de la capacidad portante



Drenaje y permeabilidad : Drenaje deficiente , impermeable.

Valor como material de terraplen : Estabilidad deficiente alta densidad requerida.

4.3 PARÁMETROS BÁSICOS DE LOS SUELOS TIPO SC-SM (Ref. 3)

Permeabilidad típica : $10E-6$ a $10E-7$ cm/seg .

Drenaje : Impermeable.

Compactación mínima : 99 %.

Resistencia a la compresión simple : 1.0 kg./cm^2 . (del ensayo realizado)

Densidad Relativa : 0.4

N de penetración : 4 - 8.

Angulo de fricción interna : 30 grados.

Valores típicos del modulo de elasticidad : 70 a 200 kg./cm^2 .

Valores típicos de la relación de Poisson : 0.35.

Potencial de expansión : Estos suelos presentan valores promedio de 17 en el índice de plasticidad, que son suelos de potencial de expansión bajo a medio.

4.4 EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE.

4.4.1 Teoría Usada En La Evaluación De La Capacidad Portante

La capacidad de predicción teórica para obtener una solución general del problema de la carga última de cimentaciones superficiales está estrictamente hablando, limitada en la actualidad a suelos relativamente incompresibles o al modo de falla general de corte (ref. 4) (ref. 2). La capacidad portante admisible en una cimentación es la que puede aplicarse sin producir desperfectos en la estructura, teniendo en cuenta un margen de seguridad dado por el factor de seguridad adoptado.

Debido al tipo de construcción planteada se usó la Teoría de Capacidad Portante de Cimentaciones Superficiales, dividiendo la zona bajo carga en tres zonas (Ver tabla No.1)



- I. Zona I, que es una cuña que hace parte de la cimentación.
- II. Zona de altas deformaciones.
- III. Zona de deformaciones nulas.

4.4.2 Evaluación

Ecuación general de la capacidad portante, donde la capacidad portante última depende del ancho B del cimiento, del peso unitario γ del suelo, de la resistencia al corte del suelo representada por los parámetros c y ϕ , y de la presión de sobrecarga q . Además se trabaja con N_γ , N_c , N_q que son factores adimensionales de capacidad portante y dependen exclusivamente de ϕ y ψ (Ver tablas No. 2, 3 y 4).

$$q(\text{adm}) = q_l / F.S. ; 2.5 > F.S. < 3.0$$

$$q(\text{adm}) = (0.5 \gamma B N_\gamma + \gamma D N_q + c N_c) / 3$$

$$\gamma_d = \gamma / (1+w) = 1.800 / (1+0.25) = 1.440 \text{ gr./cm}^3 = 1.440 \text{ T/m}^3$$

$$w = 25.1\% \text{ (promedio)}$$

$$\phi = 40 \text{ grados}$$

$$c = 0.95 \text{ kg./cm}^2 = 0.0095 \text{ T/m}^2$$

$$N_c = 67.8$$

$$N_q = 51.4$$

$$N_\gamma = 62.4$$

$$B = 1.00$$

$$L = 1.00$$

$$D = 1.0 \text{ mts}$$

$$q_l(\text{a } 1.00 \text{ mts}) = 96.45 \text{ ton/m}^2 ; F.S. = 3.0$$

$$q(\text{a } 1.00 \text{ mts adm}) = 32.15 \text{ Ton/m}^2.$$

$$q(\text{a } 1.00 \text{ mts diseño}) = 3.2 \text{ kg/cm}^2$$

4.4.3 Capacidad portante del terreno

Anexo 11. Factor sísmico del suelo



Se recomienda diseñar la cimentación para una capacidad portante de 3.2 kg./cm² en general para todo el lote, siempre y cuando la profundidad de desplante de esta se haga sobre el estrato clasificado como conglomerado en matriz SC-SM, que se encuentra a partir de una profundidad de 6 m.

4.5 FACTOR SISMICO DEL SUELO

Es sabido debido a experiencias obtenidas en muchos temblores, que 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 el 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 él.

El perfil de suelo es C, suelos muy densos o roca blanda, que cumpla con el criterio de velocidad de la onda de corte $760 \text{ m/s} > \bar{v}_s \geq 360 \text{ m/s}$.

CRITERIOS PARA CLASIFICAR SUELOS DENTRO DE LOS PERFILES DE SUELO TIPOS C, D o E

Tipo de Perfil	$\bar{V}_s$	N o N_{60}	$\bar{S}_u$
C	Entre 360 y 760 m/s	Mayor de 50	Mayor que 100 kPa ($\approx 1 \text{ Kgf/cm}^2$)
D	Entre 180 y 360 m/s	Entre 15 y 50	Entre 100 y 50 kPa (0.5 a 1 Kgf/cm ²)
E	Menor de 180 m/s	Menor de 15	Menor de 50 kPa ($\approx 0.5 \text{ Kgf/cm}^2$)

CENTRO COMERCIAL LA QUINTA OF. 244 TELÉFONO 2648183 FAX 2664288 IBAGUÉ- TOLIMA

Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013

Anexo 12. Valores del coeficiente



VALORES DEL COEFICIENTE F_a PARA LA ZONA DE PERIODOS CORTOS DEL ESPECTRO

Tipo de perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_s \leq 0.1$	$A_s = 0.2$	$A_s = 0.3$	$A_s = 0.4$	$A_s \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	véase nota	véase nota

NOTA: Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

VALORES DEL COEFICIENTE F_w PARA LA ZONA DE PERIODOS CORTOS DEL ESPECTRO

Tipo de perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_s \leq 0.1$	$A_s = 0.2$	$A_s = 0.3$	$A_s = 0.4$	$A_s \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.1	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	véase nota	véase nota

NOTA: Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.



4.6 CAPACIDAD PORTANTE PARA CIMENTACIÓN SEMIPROFUNDA (RECOMENDADA PARA LAS TORRES : CAISSONS)

En vista de que el estrato más recomendable para recibir las cargas impuestas por el edificio se encuentra a profundidades que varían desde 10 a 11 m por debajo de la superficie actual del terreno se recomienda una cimentación (semi-profunda) compuesta por caissons de fuste y campana abarcando el área necesaria de acuerdo a las consideraciones dadas a continuación:

4.7 CONDICIONES DE CIMENTACIÓN EVALUACIÓN CAPACIDAD PORTANTE.

Debido a la gran magnitud de las cargas que se transmitirán al subsuelo se recomienda utilizar una cimentación semi-profunda, tipo caisson de mínimo 7.0 m de longitud de empotramiento, contada a partir del fondo de la excavación y apoyados sobre estrato de conglomerado en matriz arenosa que se encuentre desde profundidades comprendidas entre 9.0m y 10.0 m y se prolongo hasta la conclusión de los sondeos.

A continuación se evalúa la capacidad de carga de un caisson de 7.0m de longitud, útil mediante la siguiente ecuación:

Estos valores son para referencia, puesto que la capacidad portante y la longitud final de los caisson dependen de la implantación definitiva del proyecto arquitectónico. En algunos casos los caisson serán de mayor longitud.

$$q_u = \sigma_v + N_q + A_b$$

en la cual:

σ_v : Esfuerzo vertical efectivo sobre el suelo adyacente a la base del caisson y corresponde a:

$$\sigma_v = \tau + D_f$$

Siendo

τ : Peso unitario del suelo = 1.8 T/m³

Anexo 14. Evaluación de capacidad portante



Df: Longitud del caisson = 7.0m

Nq = Factor de capacidad de carga = 24.5

Ab = Área de la base del caisson

Con base en lo anterior:

$$q_u = 1.8 \cdot 7.0 \cdot 24.5 \cdot A_b$$

$$q_u = 264.6 \text{ (T/m}^2\text{)} \cdot A_b \text{ (m}^2\text{)}$$

Utilizando un factor de seguridad de 3.0

$$q_a = 264.6/3 \cdot A_b = 88.2 \cdot A_b \text{ (T)}$$

Para diferentes valores de diámetro en la base del caisson, será:

Diam Ton

diam	area	q
diam	area	q
1	0.79	69.27
1.1	0.95	83.82
1.2	1.13	99.75
1.3	1.33	117.07
1.4	1.54	135.77
1.5	1.77	155.86
1.6	2.01	177.34
1.7	2.27	200.20
1.8	2.54	224.44
1.9	2.84	250.07
2	3.14	277.09
2.1	3.46	305.49
2.2	3.80	335.28
2.3	4.15	366.45
2.4	4.52	399.01
2.5	4.91	432.95
2.6	5.31	468.28
2.7	5.73	504.99
2.8	6.16	543.09
2.9	6.61	582.58
3	7.07	623.45

CENTRO COMERCIAL LA QUINTA OF. 244 TELEFONO 2648183 FAX 2664298 IBAGUE- TOLIMA

Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013



5. CRITERIOS DE TRABAJO Y CONSIDERACIONES GENERALES

- La evaluación de la capacidad portante se efectuó sobre material seco, y se halló un valor de 3.2 kg./cm².
- La evaluación de la capacidad portante se efectuó sobre material seco, y se hallaron los valores indicados en las tablas de caissons.
- La evaluación de la capacidad portante se hizo utilizando la Teoría clásica de Terzaghi suponiendo condición bidimensional de esfuerzos para cimiento en faja continua. (ref. 2.) (ref. 1).
- Se evaluó la capacidad portante utilizando los parámetros propios de suelo como son γ , c , ϕ y los parámetros geométricos como son B, D y L.
- Para la evaluación del $q(adm)$, se asumió un factor de seguridad de 3.0 y una dimensión mínima de la cimentación.
- Los parámetros geométricos tanto de profundidad, como de ancho de la cimentación se tomaron mínimos por consideraciones en cuanto a clase y valor de las cargas generadas por este tipo de estructuras.
- No se encontraron niveles freáticos.
- El material de cimentación presenta unos valores típicos de cohesión entre 0.5 y 0.80 kg./cm², y ángulos de resistencia al corte entre 33 y 36 grados, que son indicativos de suelos de resistencia mediana a alta.
- Como aparecieron aguas colgadas a 3 m de profundidad en los sondeos, se deben manejar filtros que evacúen las aguas y prevengan socavaciones en muros y cimentación.
- Estas aguas son producto de nivel freático o en algunos casos de percolación en los rellenos que de todas formas deben ser retirados en su totalidad.



6. RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN

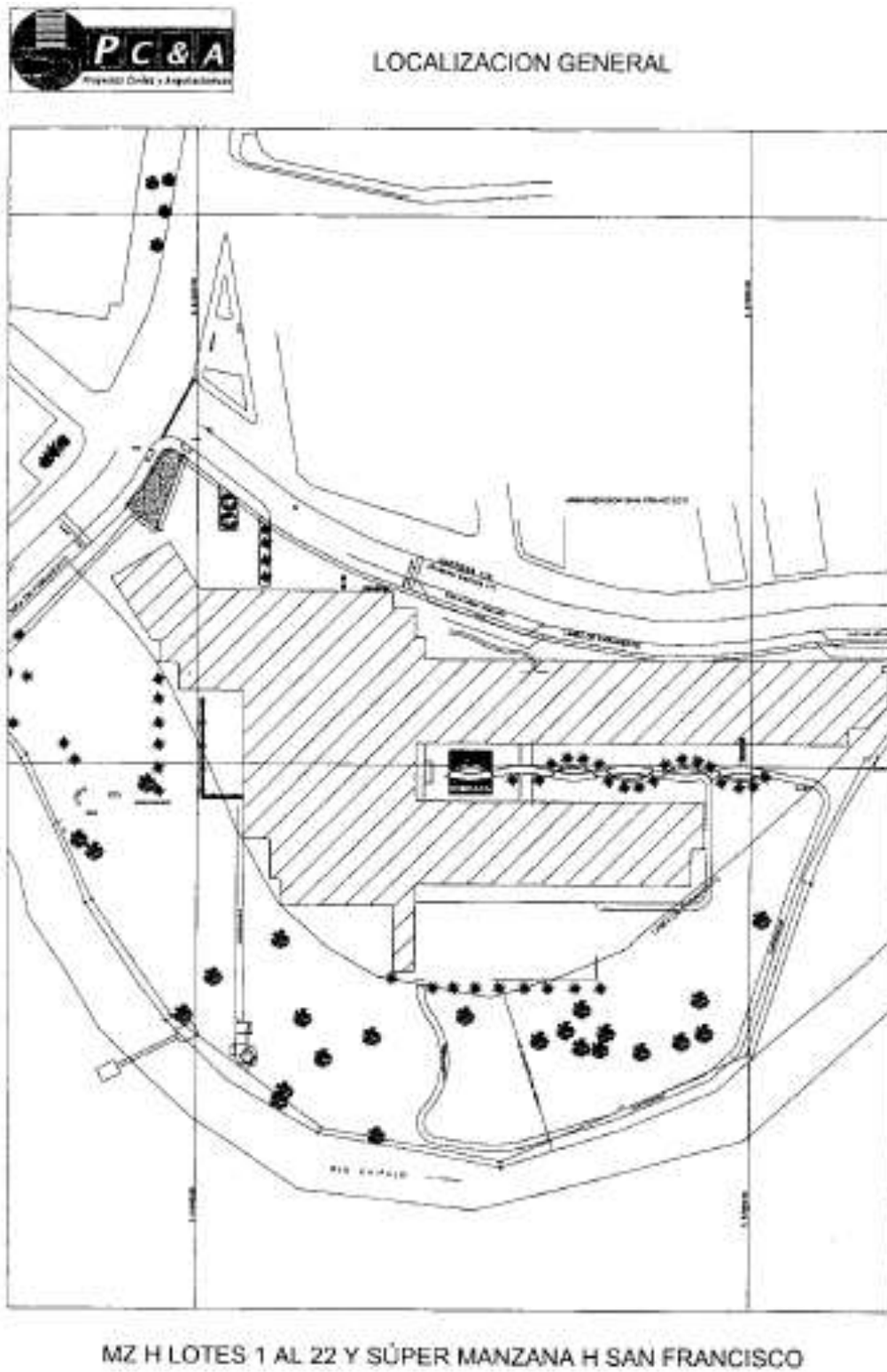
- Teniendo en cuenta que se ejecutara una excavación para 2 sótanos hasta un nivel inferior a -5m se puede considerar que la cimentación será de tipo superficial, dado que el estrato portante se encontró a partir de 5 o 6 m de profundidad.
- Sin embargo se recomienda que la cimentación se diseñe para desplantarse mínimo a 2 m del nivel de la excavación de sótanos.
- Por esto se considera que los cimientos son superficiales, con profundidad de desplante en suelo firme, es decir en el estrato indicado y abarcando la mayor superficie posible.
- En este proyecto el arranque de la cimentación para la estructura se debe hacer sobre el estrato denominado como conglomerado en matriz SC-SM, que es el ubicado a una profundidad promedio de 6.0 mts. respecto a los niveles del iniciales sin ningún tipo de terrazo.
- En este tipo de estructuras aporticadas se recomienda que la cimentación sea del tipo zapatas, amarradas ortogonalmente mediante vigas de atado que forman un diafragma ortogonal a nivel de cimentación.
- El perfil tipo de suelo es C.
- Las estructuras de contención de tierras como muros de contención se deben calcular con un coeficiente de presión de tierras, para un ángulo de fricción interna de 30° y un peso específico de 1.8 gr./cm^3 , teniendo en cuenta que la naturaleza del suelo ejercería un tipo de presión activa sobre la estructura de contención. Si no tienen una altura estructural de más de 2 mts se pueden construir en mampostería reforzada de acuerdo a la NSR-10.
- Los muros de contención irán apuntalados por las placas y columnas de los sótanos y para su construcción se debe prever una programación que involucre la protección de los taludes con malla y pañete lanzado y la ejecución de trincheras para los ejes principales y bermas de protección entre ellos hasta la ejecución de las placas de entrepiso.



7. RECOMENDACIONES Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION.

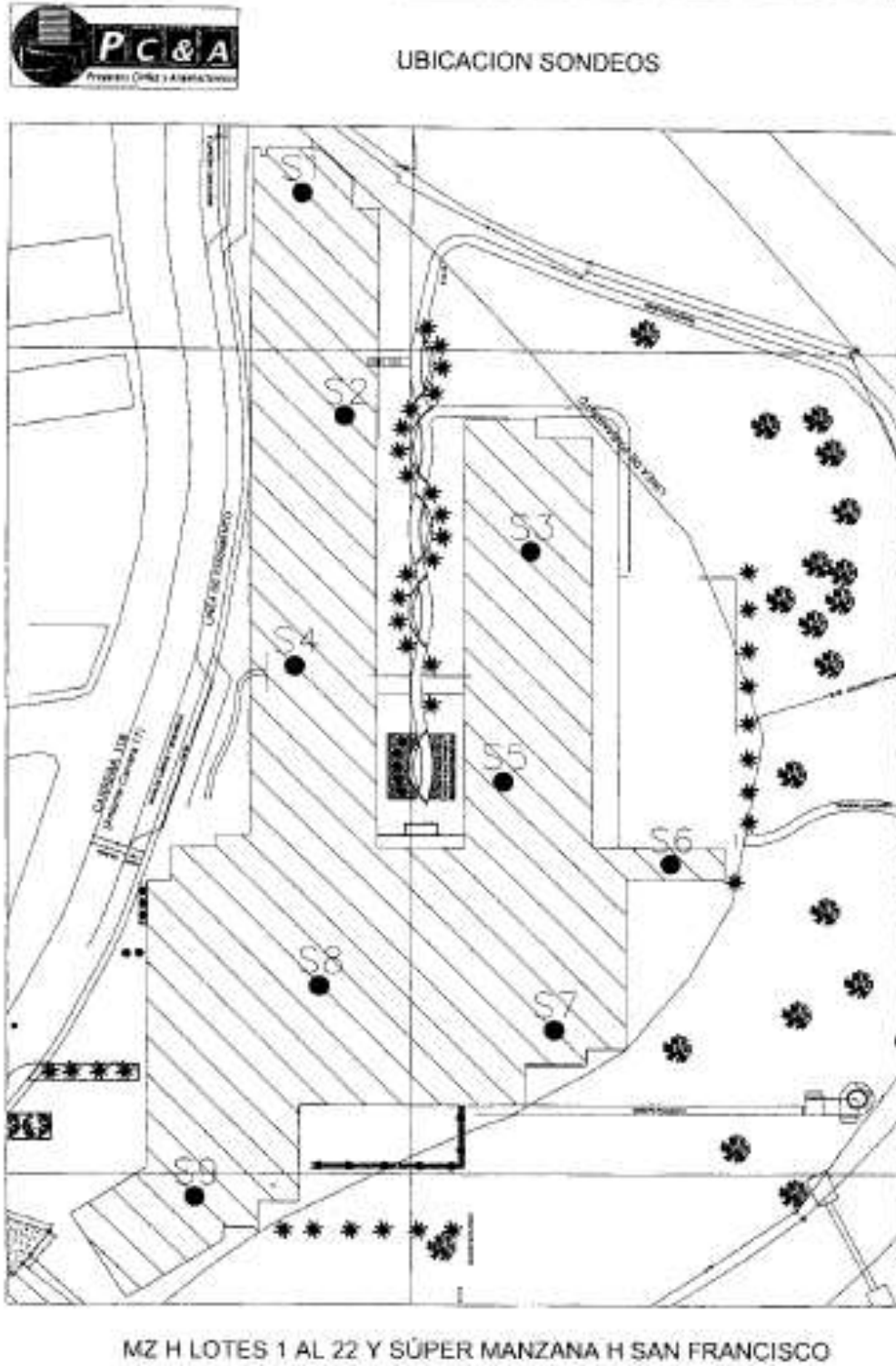
- Cimentar las estructuras sobre el material compuesto por suelo conglomerado en matriz arenosa o arcillosa, evacuando en lo posible todo material correspondiente a los dos estratos.
- Las vigas se deben construir sobre un solado de por lo menos 5 cm de espesor de concreto pobre.
- La capa orgánica y los rellenos deben ser removidos completamente de los sitios donde se fundan las placas de contrapiso.
- Las losas de contrapiso se deben colocar sobre una sub-base de material granular seleccionado de por lo menos 10 cm de espesor, previa compactación al 100 % del Proctor Modificado la sub-rasante ML.
- Empezar los trabajos de excavación y cimentación en época seca.
- En lo posible los trabajos de excavación deben ser por métodos manuales, evitando la alteración del suelo; esto en los lugares donde se apoyará la estructura directamente.
- No se debe utilizar el material producto de las excavaciones como relleno de pisos o similares.
- Las losas de piso se deben colocar sobre un relleno de material granular seleccionado, de por lo menos 20 cm. de espesor.
- Las losas de contrapiso deben tener un espesor de 15 cm y deben ser reforzadas con una malla de 5.5 mm cada 15 cm.
- Se deben manejar las aguas superficiales utilizando filtros y colectores a nivel de sótanos para evitar subpresiones y recoger todas las aguas producto de infiltraciones.
- Para este caso de cimentación semi-profunda, se debe consultar con el Ingeniero de suelos los estratos que se pueden usar, una vez ejecutada la excavación.
- Es indispensable construir filtros perimetrales y un sistema de cañuelas para prevenir infiltración y afectación de la cimentación por lavado de finos y socavaciones.
- Todos los muros perimetrales de contención deben contar con filtros preferiblemente de geodren.

Anexo 18. Localización general



Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013

Anexo 19. Ubicación sondeos



Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013

Anexo 20. Perfil sondeo# 1

INVESTIGACION DEL SUBSUELO					
PERFIL PROMEDIO - SONDEO # 1					
PROYECTO : FRONTERA APARTAMENTOS - IBAGUE					
Prof. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	PROPIEDADES PROMEDIO			
		Wn %	SPT N° golpes	N.M. C. vetea	C kg/cm2
0.44	Arcilla arenosa de color amarillo claro con raíces Humedad media suelta				
0.60	MH Limo arenoso de color negro, humedad media, plasticidad y compactación baja con raíces				
1.00	Arcilla arenosa de color café oscuro, humedad media alta, plasticidad y compactación baja, muy suelta y delgada con raíces	35	38	50	0.0354
1.40	A Arena de color rojo con grava de 1/2" de diámetro, humedad media, plasticidad y compactación media				
2.00	SC	55	80	75	0.0532
4.00	SC-SM		Rechazo		
6.00			Rechazo		
10.00	Conglomerado muy compacto		Rechazo		
16.60			Rechazo		
21.50			Rechazo		
25.00					

Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013

Anexo 21. Perfil sondeo#2

INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO					
PERFIL PROMEDIO - SONDEO # 2					
PROYECTO : FRONTERA APARTAMENTOS - IBAGUE					
Prof. (m)	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	PROPIEDADES PROMEDIO			
		Wn %	SPT N° golpes	N.M. C. veleta	C kg/cm ²
0.10	Capa vegetal				
1.00	SPT Relleno: ascombro	25	16	30	0.0213
1.70					
3.10	Gravas desde 2" a 20" Capa de rocas en matriz arenosa	50	80	70	0.0496
7.40			Rechazo		
9.00			Rechazo		
12.00	Conglomerado muy compacto		Rechazo		
15.60			Rechazo		
20.50			Rechazo		
25.00					

Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013

Anexo 22. Perfil sondeo #3

INVESTIGACION DEL SUBSUELO					
PERFIL PROMEDIO - SONDEO # 3					
PROYECTO : FRONTERA APARTAMENTOS - IBAGUE					
Prof. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	PROPIEDADES PROMEDIO			
		Wn %	SPT Nº golpes	N.M. C. veleta	C kg/cm2
0.00	Capa vegetal				
	Relleno material de escombros				
1.00					
1.50	A Gravon - Arena suelta con alto contenido de gravas 1/2 hasta 1 1/2 de color café, con vetas de color blanco, humedad media, compactación y plasticidad baja				
	GP				
1.90	B Arcilla arenosa de color café oscuro con pintas blancas, humedad, plasticidad y compactación media				
	SC				
2.70	C Arena suelta de color amarillo claro, humedad media, con vetas de color blanco y negro, contenido de grava 1/2 hasta 1 1/2,	40	20	45	0.3175
		60	60	90	0.6352
3.50			Rechazo		
5.50			Rechazo		
10.50			Rechazo		
17.40	Conglomerado Roca				
21.70			Rechazo		
24.10	Conglomerado muy compacto				

Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013

Anexo 23. Perfil sondeo #4

INVESTIGACION DEL SUBSUELO					
PERFIL PROMEDIO - SONDEO # 4					
PROYECTO : FRONTERA APARTAMENTOS - IBAGUE					
Prof. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	PROPIEDADES PROMEDIO			
		Wn %	SPT N° golpes	N.M. C. veleta	C kg/cm2
0.05	CH Arcilla arenosa de color amarillo claro con vetas negras y rojizas				
0.60	Arcilla arenosa de color café oscuro con vetas blancas y amarillas, humedad, plasticidad y compactación media (granson)				
1.00	SPT Arcilla arenosa de color negro con vetas grs, humedad y plasticidad media, compactación alta	30	12	30	0.0213
	Refeno Escombros				
2.00					
3.55	GP Arenas y Gravas	50	50	60	0.0425
5.50					
6.30	Conglomerado compacto	60	70	80	0.0567
8.30			Rechazo		
13.50			Rechazo		
17.30			Rechazo		
19.40			Rechazo		
25.00					

Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013

Anexo 24. Perfil sondeo #5

INVESTIGACION DEL SUBSUELO					
PERFIL PROMEDIO - SONDEO #5					
PROYECTO : FRONTERA APARTAMENTOS - IBAGUE					
Prof. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	PROPIEDADES PROMEDIO			
		Wn %	SPT N° golpes	N.M. C. veleta	C kg/cm2
0.50	MH Arcilla arenosa de color amarillo claro con raíces Humedad media suelta				
0.80					
1.10	Arcilla arenosa de color café oscuro, humedad media alta, plasticidad y compactación baja, muy suelta y delgada con raíces	45	40	60	0.0425
1.40	A Arena de color rojo con grava de 1/2" de diámetro, humedad media, plasticidad y compactación media				
3.30	SC Arena Arcillosa grano grueso	65	75	55	0.0390
7.00	Conglomerado muy compacto		Rechazo		
9.50			Rechazo		
15.30			Rechazo		
19.40			Rechazo		
23.00			Rechazo		
25.20					

Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013

Anexo 25. Perfil sondeo #6

INVESTIGACION DEL SUBSUELO				
PERFIL PROMEDIO - SONDEO #6				
PROYECTO : FRONTERA APARTAMENTOS - IBAGUE				
Prof. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	PROPIEDADES PROMEDIO		
		Wn %	SPT Nº golpes	N.M. C. veleta kg/cm2
0.15	Capa vegetal			
1.00	Relleno escombros	45	20	25
2.00				
3.20	Gravas desde 2" a 20" Capa de rocas en matriz arenosa	55	95	75
6.50			Rechazo	
8.60	Conglomerado muy compacto		Rechazo	
11.60			Rechazo	
16.40			Rechazo	
19.00			Rechazo	
23.80				

Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013

Anexo 26. Perfil sondeo #7

INVESTIGACION DEL SUBSUELO					
PERFIL PROMEDIO - SONDEO # 7					
PROYECTO : FRONTERA APARTAMENTOS - IBAGUE					
Prof. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	PROPIEDADES PROMEDIO			
		Wn %	SPT N° golpes	N.M. C. veleta	C kg/cm2
0.00	Capa vegetal				
	Refrero material de escombros				
1.20					
	A Granzon - Arena suelta con alto contenido de gravas 1/2 hasta 1 1/2 de color café, con vetas de color blanco, humedad media, compactación y plasticidad baja				
1.80	GP				
	B Arcilla arenosa de color café oscuro con pintas blancas, humedad, plasticidad y compactación media				
2.00	SC	35	25	50	0.0354
	C Arena suelta de color amarillo claro, humedad media, con vetas de color blanco y negro, contenido de grava 1/2 hasta 1 1/2,	45	70	95	0.0673
3.50	GP				
4.00			Rechazo		
7.40			Rechazo		
12.40			Rechazo		
16.30			Rechazo		
19.40	Conglomerado muy compacto		Rechazo		
25.00					

Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013

Anexo 27. Perfil sondeo #8

INVESTIGACION DEL SUBSUELO					
PERFIL PROMEDIO - SONDEO #8					
PROYECTO : FRONTERA APARTAMENTOS - IBAGUE					
Prof. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	PROPIEDADES PROMEDIO			
		Wn %	SPT N° golpes	N.M. C. veleta	C kg/cm2
0.10	CH Arcilla arenosa de color amarillo claro con vetas negras y rojizas				
0.70	Arcilla arenosa de color café oscuro con vetas blancas y amarillas, humedad, plasticidad y compactación media (granson)				
1.50	SPT Arcilla arenosa de color negro con vetas gris, humedad y plasticidad media, compactación alta	35	15	35	0.0248
2.50	Relleno Escombros	45	55	70	0.0496
3.65	GP Arenas y Gravas	55	67	80	0.0567
5.50		60	88	90	0.0638
6.30			Rechazo		
13.50			Rechazo		
17.30	Conglomerada		Rechazo		
23.50			Rechazo		
26.00					

Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013

Anexo 28. Perfil sondeo #9

INVESTIGACION DEL SUBSUELO					
PERFIL PROMEDIO - SONDEO #9					
PROYECTO : FRONTERA APARTAMENTOS - IBAGUE					
Prof. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	PROPIEDADES PROMEDIO			
		Wn %	SPT N° golpes	N.M. C. veleta	C kg/cm2
0.15	Capa vegetal				
1.00	SPT Relleno escombros	20	22	36	0.0255
1.80					
	Gravas desde 2" a 20" Capa de rocas en matriz arenosa				
3.30		30	73	65	0.0461
4.00		55	90	65	0.0603
8.00			Rechazo		
15.30	Conglomerado muy compacto		Rechazo		
18.40			Rechazo		
22.50			Rechazo		
25.00					

Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013

Anexo 29. Análisis de granulometría sondeo #1

ANALISIS GRANULOMETRICO

PROYECTO : "FRONTERA APARTAMNETOS-IBAGUE"

FECHA : 10-Sep-08

SONDEO : 1
MUESTRA : A
PROF : 2.30

TAMIZ	DIAMETRO mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
1/2"	12.700		0.0	100.0
3/8"	9.530		0.0	100.0
# 4	4.750	51	15.6	84.4
# 10	2.000	33	10.1	74.2
# 20	0.840		0.0	74.2
# 40	0.420	69	20.9	53.4
# 60	0.250		0.0	53.4
# 100	0.149		0.0	53.4
# 200	0.074	67	20.6	32.8
FONDO		107	32.8	0.0
		326	100.0	

LIMITES DE PLASTICIDAD

LIMITE LIQUIDO				
p1	p2	p3	% Humedad	N
34.10	26.28	6.95	40.46	37
32.96	25.25	6.98	42.20	25
33.50	25.40	7.06	44.17	15

LIMITE PLASTICO			
p1	p2	p3	% Humedad
15.36	13.61	6.62	25.04
15.14	12.34	6.73	49.91

LIMITE LIQUIDO	42.2
LIM. PLASTICO	37.47
IND. PLASTICIDAD	4.7
PESO ESPECIFICO	1.83 Ton/cm3

INDICE GRUPO	4
AASHO	A-7 -B
USC	SC-SM

V.B. INGENIERO :	LABORATORISTA :
------------------	-----------------

Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013

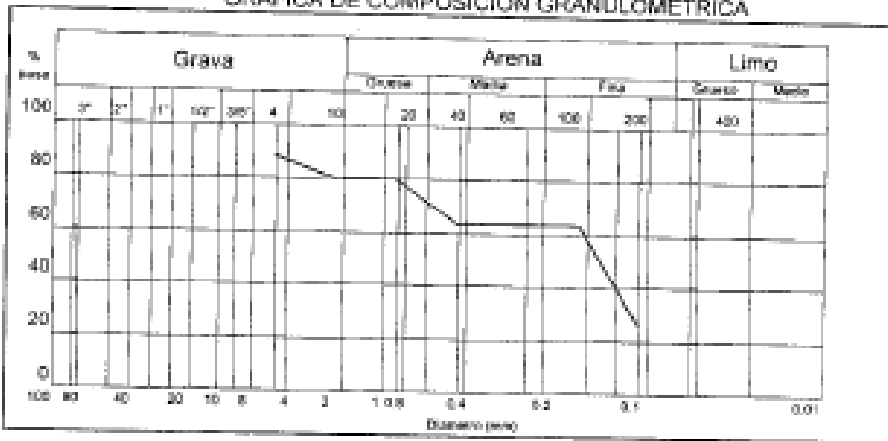
Anexo 30. Grafica de análisis de granulometría sondeo #1

PROYECTO : "FRONTERA APARTAMNETOS-IBAGUE"

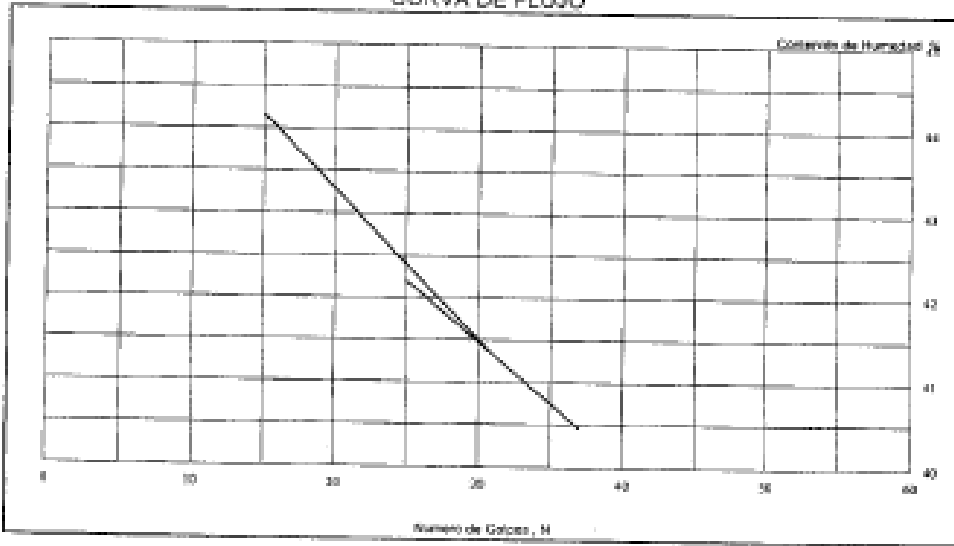
SONDEO:	1
MUESTRA:	A
PROFUNDIDAD:	2.30

FECHA:	10-Sep-08
--------	-----------

Granulometria:



Límite de Plasticidad



V.B INGENIERO :

LABORATORISTA:

Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013

Anexo 31. Análisis de granulometría sondeo #2

ANALISIS GRANULOMETRICO				
PROYECTO : "FRONTERA APARTAMNETOS-IBAGUE"				
FECHA :		10-Sep-08		
SONDEO :		2		
MUESTRA :		B		
PROF :		3.00		

TAMIZ	DIAMETRO mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
1/2"	12.700		0.0	100.0
3/8"	9.530		0.0	100.0
# 4	4.750	55	12.5	87.5
# 10	2.000	37	8.4	79.1
# 20	0.840		0.0	79.1
# 40	0.420	72	16.3	62.8
# 60	0.250		0.0	62.8
# 100	0.149		0.0	62.8
# 200	0.074	167	37.9	24.9
FONDO		110	24.9	0.0
		441	100.0	

LIMITES DE PLASTICIDAD

LIMITE LIQUIDO				
p1	p2	p3	% Humedad	N
34.15	26.33	7.00	40.48	40
33.01	25.30	7.03	42.20	24
33.50	25.45	7.11	43.89	15

LIMITE PLASTICO			
p1	p2	p3	% Humedad
15.41	13.66	6.87	25.04
15.19	12.39	6.78	49.91

LIMITE LIQUIDO	42.0
UM PLASTICO	37.47
IND. PLASTICIDAD	4.5
PESO ESPECIFICO	1.82 Ton/cm ³

INDICE GRUPO	4
AASHO	A-7-6
USC	SC-SM

V.B. INGENIERO :	LABORATORISTA :

Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013

Anexo 32. Grafica de análisis de granulometría sondeo #2

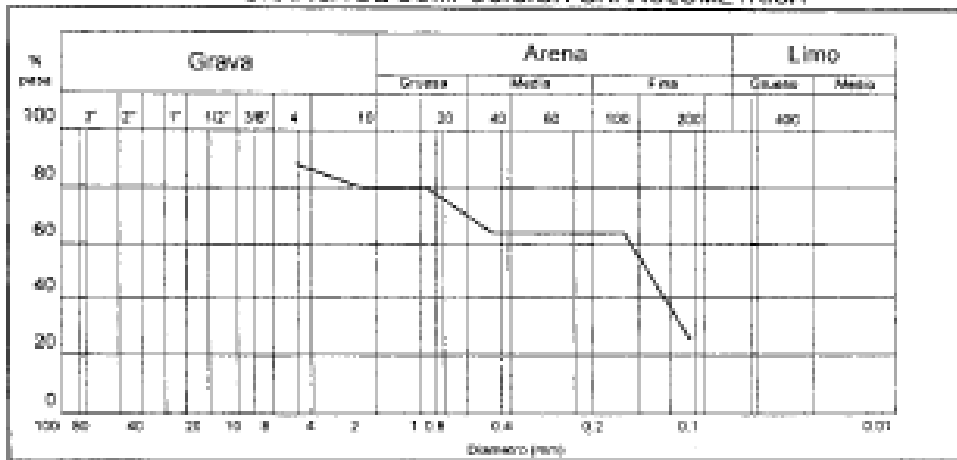
PROYECTO : "FRONTERA APARTAMNETOS-IBAGUE"

SONDEO : 2
MUESTRA : B
PROFUNDIDAD : 3.00

FECHA : 10-Sep-08

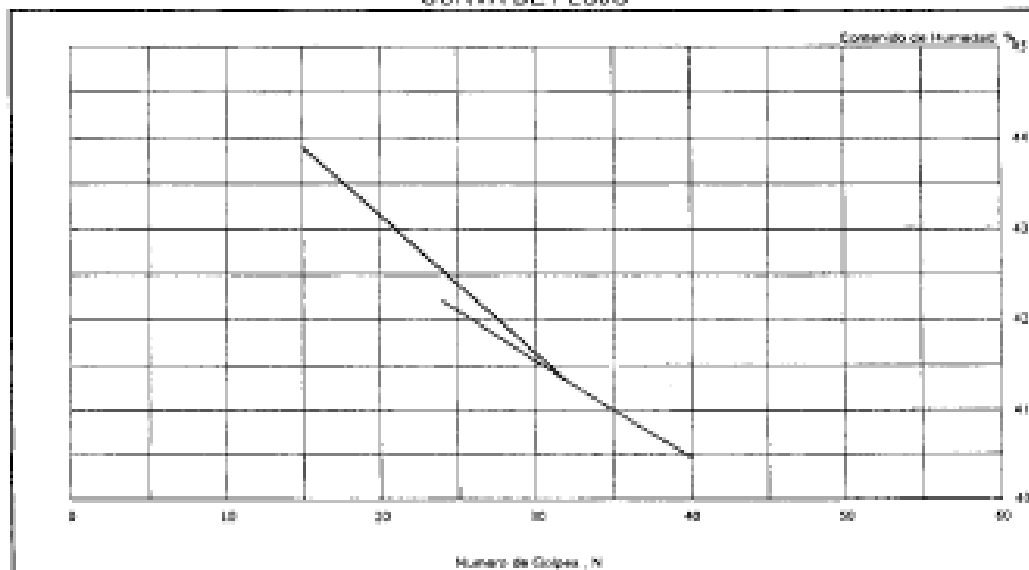
Granulometria:

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



Limite de Plasticidad

CURVA DE FLUJO



V.B INGENIERO : LABORATORISTA:

Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013

Anexo 33. . Análisis de granulometría sondeo #3

ANALISIS GRANULOMETRICO				
PROYECTO : "FRONTERA APARTAMNETOS-IBAGUE"				
FECHA :		10-Sep-08		
SONDEO :		3		
MUESTRA :		B		
PROF :		4.50		

TAMIZ	DIAMETRO mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
1/2"	12.700		0.0	100.0
3/8"	9.530		0.0	100.0
# 4	4.750	36	5.2	94.8
# 10	2.000	97	13.9	80.9
# 20	0.840		0.0	80.9
# 40	0.420	170	24.4	56.5
# 60	0.250		0.0	56.5
# 100	0.149		0.0	56.5
# 200	0.074	271	38.9	17.6
FONDO		123	17.6	0.0
		697	100.0	

LIMITES DE PLASTICIDAD

LIMITE LIQUIDO				
p1	p2	p3	% Humedad	N
30.41	25.51	6.70	26.05	35
29.12	24.26	6.59	27.50	25
29.90	24.73	6.83	28.88	15

LIMITE PLASTICO			
p1	p2	p3	% Humedad
15.31	13.57	6.72	25.40
15.09	13.69	6.77	20.23

LIMITE LIQUIDO	27.5	INDICE GRUPO	0	
LIM PLASTICO	22.82		AASHO	A - 4
IND. PLASTICIDAD	4.7		USC	SC-SM
PESO ESPECIFICO	1.81 Ton/cm3			

V.B. INGENIERO :	LABORATORISTA :
------------------	-----------------

Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013

Anexo 34. Grafica de análisis de granulometría sondeo #3

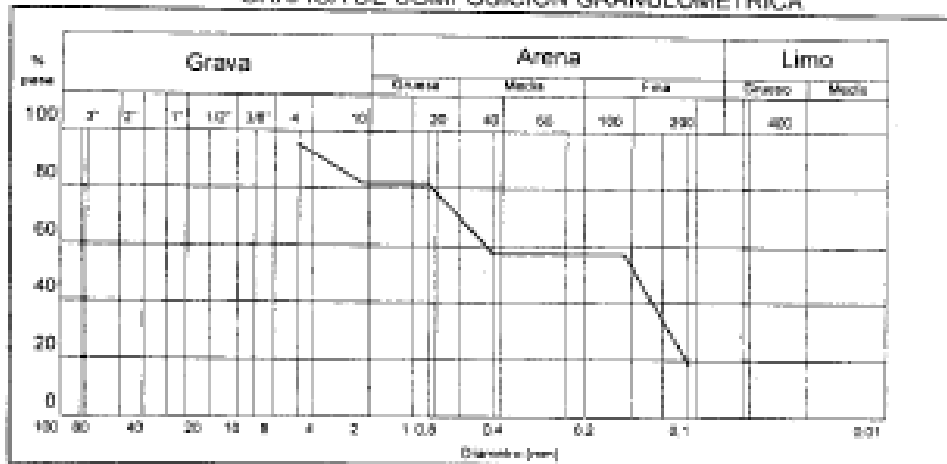
PROYECTO : "FRONTERA APARTAMNETOS-IBAGUE"

SONDEO :	3
MUESTRA :	B
PROFUNDIDAD :	4,50

FECHA:	10-Sep-08
--------	-----------

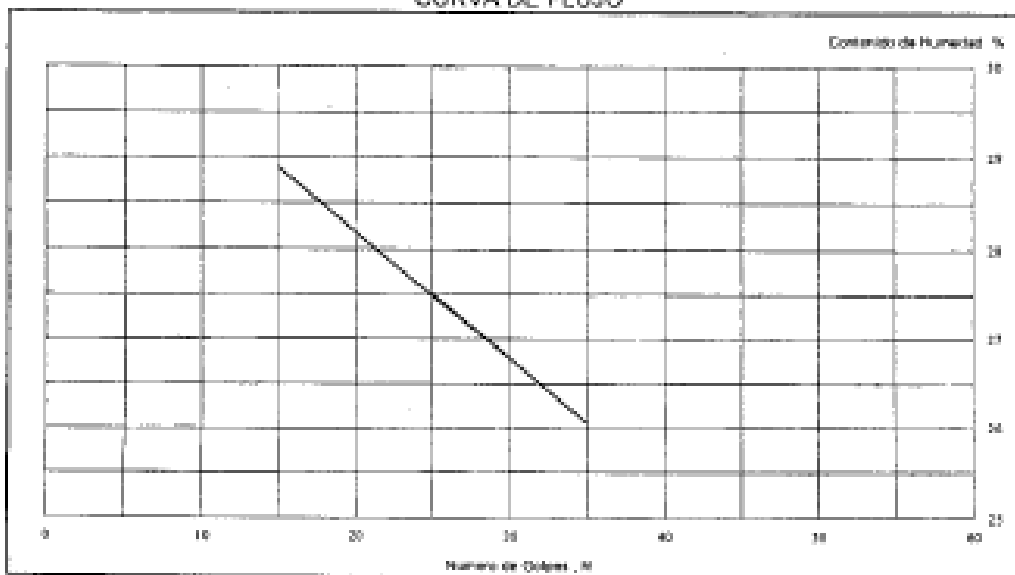
Granulometria:

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



Limite de Plasticidad

CURVA DE FLUJO



V.B INGENIERO :	LABORATORISTA:
-----------------	----------------

Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013

Anexo 35. Análisis de granulometría sondeo #4

ANALISIS GRANULOMETRICO				
PROYECTO : "FRONTERA APARTAMNETOS-IBAGUE"				
FECHA :		10-Sep-08		
SONDEO :		4		
MUESTRA :		B		
PROF :		3.00		

TAMIZ	DIAMETRO mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
1/2"	12.700		0.0	100.0
3/8"	9.530		0.0	100.0
# 4	4.750	39	4.0	96.0
# 10	2.000	98	10.1	85.8
# 20	0.840		0.0	85.8
# 40	0.420	175	18.1	67.7
# 60	0.250		0.0	67.7
# 100	0.149		0.0	67.7
# 200	0.074	275	28.4	39.3
FONDO		380	39.3	0.0
		967	100.0	

LIMITES DE PLASTICIDAD

LIMITE LIQUIDO				
p1	p2	p3	% Humedad	N
30.45	25.54	6.75	26.13	60
29.16	24.31	6.63	27.43	25
29.93	24.75	6.66	28.88	15

LIMITE PLASTICO			
p1	p2	p3	% Humedad
15.36	13.92	6.75	20.08
15.14	13.34	6.8	27.52

LIMITE LIQUIDO	27.4		INDICE GRUPO	D
LIM. PLASTICO	23.80		AASHO	A - 4
IND. PLASTICIDAD	3.6		USC	SC-SM
PESO ESPECIFICO	1.83 Ton/cm3			

V.B. INGENIERO :	LABORATORISTA :
------------------	-----------------

Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013

Anexo 36. Grafica de análisis de granulometría sondeo #4

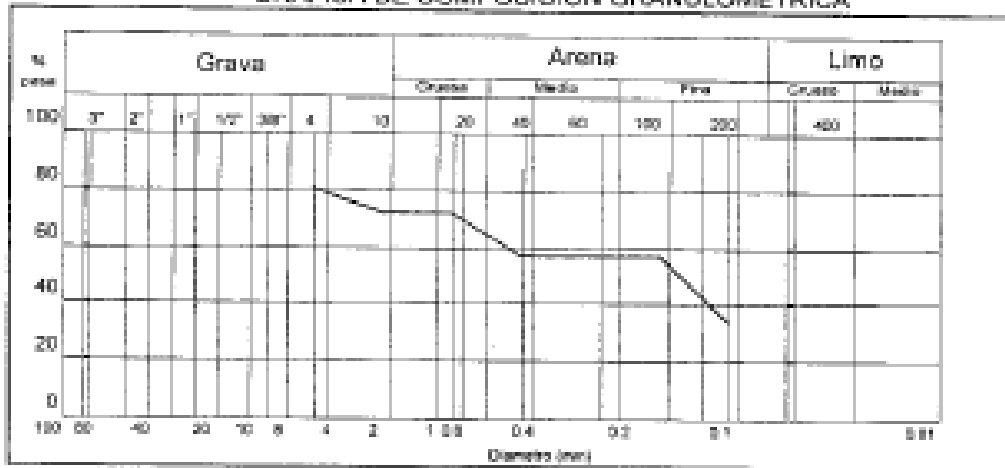
PROYECTO :	FRONTERA APARTAMNETOS-IBAGUE
------------	------------------------------

SONDEO :	4
MUESTRA :	B
PROFUNDIDAD :	3.00

FECHA:	10-Sep-08
--------	-----------

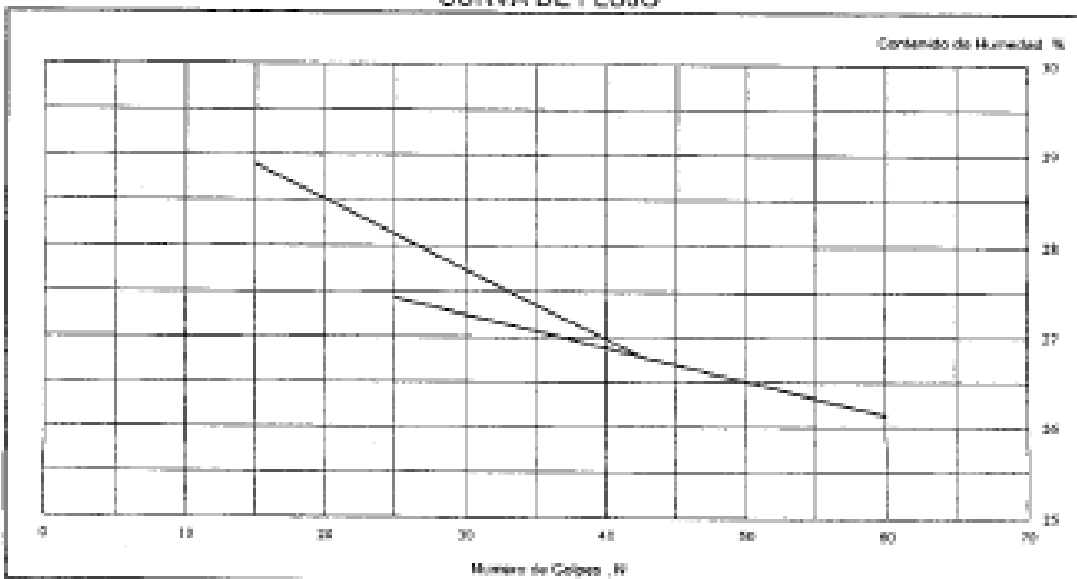
Granulometria:

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



Limite de Plasticidad

CURVA DE FLUJO



V.B INGENIERO :	LABORATORISTA:
-----------------	----------------

Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013

Anexo 37. Análisis de granulometría sondeo #5

ANALISIS GRANULOMETRICO				
PROYECTO :		FRONTERA APARTAMNETOS IBAGUE		
FECHA :		10-Sep-08		
SONDEO :		5		
MUESTRA :		B		
PROF :		4.00		

TAMIZ	DIAMETRO mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
1/2"	12.700		0.0	100.0
3/8"	9.530		0.0	100.0
# 4	4.760	30	3.2	96.8
# 10	2.000	90	9.6	87.1
# 20	0.840	165.0	17.7	69.5
# 40	0.420		0.0	69.5
# 60	0.250		0.0	69.5
# 100	0.149		0.0	69.5
# 200	0.074	268	28.7	40.7
FONDO		380	40.7	0.0
		933	100.0	

LIMITES DE PLASTICIDAD

LIMITE LIQUIDO				
p1	p2	p3	% Humedad	N
30.42	25.51	6.74	26.16	84
29.26	24.37	6.59	27.50	26
29.96	24.05	6.93	28.52	18

LIMITE PLASTICO			
p1	p2	p3	% Humedad
14.87	13.53	6.64	17.74
15.24	13.41	6.73	27.40

LIMITE LIQUIDO	27.5	INDICE GRUPO	3
LIM. PLASTICO	22.57	AASHO	A - 2 - 6
IND. PLASTICIDAD	4.9	USC	SC-SM
PESO ESPECIFICO	1.84 Ton/cm3		

V.B. INGENIERO :	LABORATORISTA :
------------------	-----------------

Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013

Anexo 38. Grafica de análisis de granulometría sondeo #5

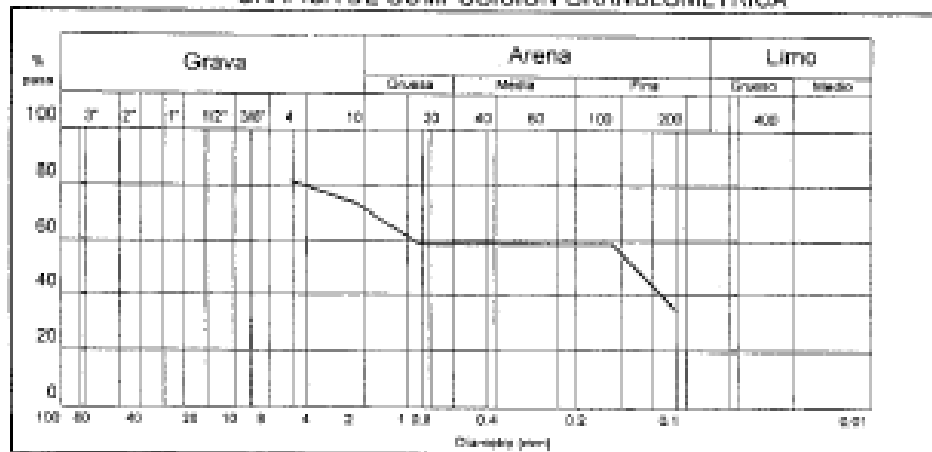
PROYECTO : "FRONTERA APARTAMNETOS-IBAGUE"

SONDEO : 5
MUESTRA : B
PROFUNDIDAD : 4.00

FECHA : 10-Sep-08

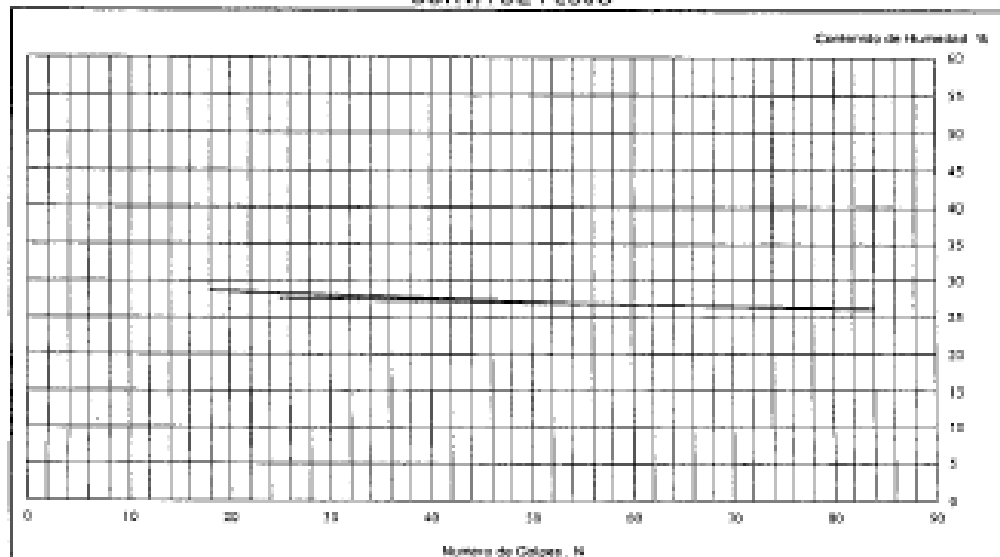
Granulometría:

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



Límite de Plasticidad

CURVA DE FLUJO



V.B. INGENIERO :

LABORATORISTA:

Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013

Anexo 39. Análisis de granulometría sondeo #6

ANALISIS GRANULOMETRICO				
PROYECTO : "FRONTERA APARTAMNETOS-IBAGUE"				
FECHA :		10-Sep-08		
SONDEO :		8		
MUESTRA :		A		
PROF :		2.40		

TAMIZ	DIAMETRO mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
1/2"	12.700		0.0	100.0
3/8"	9.530	23	4.8	95.4
# 4	4.760	48	9.5	85.9
# 10	2.000	28	5.5	80.4
# 20	0.840	62.0	12.3	68.1
# 40	0.420	83	16.4	51.7
# 60	0.250		0.0	51.7
# 100	0.149		0.0	51.7
# 200	0.074	91	18.0	33.7
FONDO		170	33.7	0.0
		505	100.0	

LIMITES DE PLASTICIDAD

LIMITE LIQUIDO				
p1	p2	p3	% Humedad	N
29.35	24.10	7.97	32.55	86
29.01	23.41	7.54	35.29	25
28.01	22.54	7.87	37.29	20

LIMITE PLASTICO			
p1	p2	p3	% Humedad
15.00	13.29	6.76	26.19
15.33	13.21	6.92	33.70

LIMITE LIQUIDO	35.3	INDICE GRUPO	0
LIM. PLASTICO	29.95	AASHO	A - 2 - 5
IND. PLASTICIDAD	5.3	USC	SC-SM
PESO ESPECIFICO	1.82 Ton/cm3		

V.B. INGENIERO :	LABORATORISTA :

Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013

Anexo 40. Grafica de análisis de granulometría sondeo #6

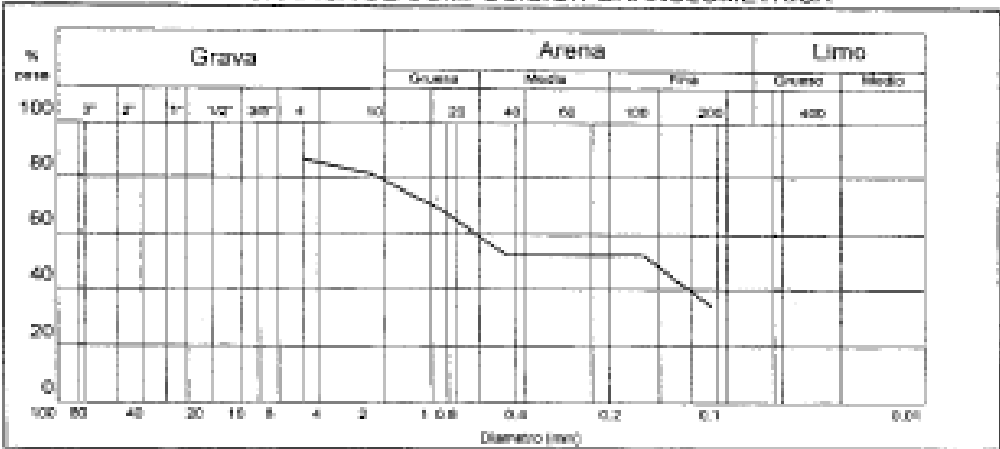
PROYECTO :	"FRONTERA APARTAMNETOS-IBAGUE"
------------	--------------------------------

SONDEO:	6
MUESTRA:	A
PROFUNDIDAD:	2.40

FECHA:	10-Sep-08
--------	-----------

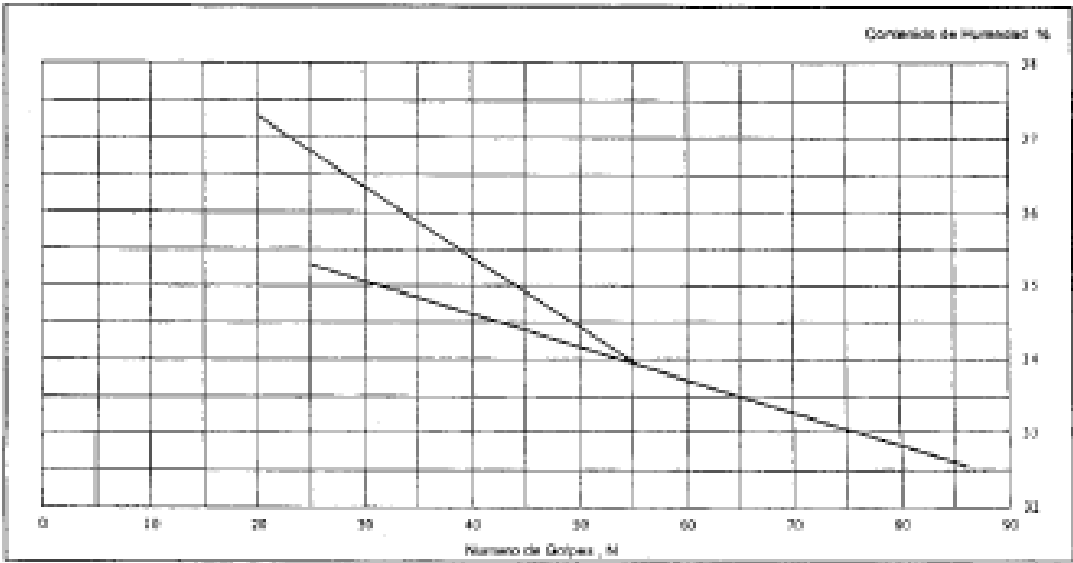
Granulometria:

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



Limite de Plasticidad

CURVA DE FLUJO



V.B INGENIERO :	LABORATORISTA:
-----------------	----------------

Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013

Anexo 41. Análisis de granulometría sondeo #7

ANALISIS GRANULOMETRICO				
PROYECTO : "FRONTERA APARTAMNETOS-IBAGUE"				
FECHA :		10-Sep-08		
SONDEO :		7		
MUESTRA :		B		
PROF :		3.90		

TAMIZ	DIAMETRO mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
1/2"	12.700		0.0	100.0
3/8"	9.530	34	5.9	94.1
# 4	4.750	65	11.3	82.7
# 10	2.000	39	6.8	75.9
# 20	0.840	69.0	12.0	63.9
# 40	0.420	87	15.2	48.7
# 60	0.250		0.0	48.7
# 100	0.149		0.0	48.7
# 200	0.074	99	17.3	31.4
FONDO		180	31.4	0.0
		573	100.0	

LIMITES DE PLASTICIDAD

LIMITE LIQUIDO				
p1	p2	p3	% Humedad	N
26.89	22.19	6.02	29.07	72
29.25	23.80	6.15	30.88	25
30.22	23.69	6.36	36.11	19

LIMITE PLASTICO			
p1	p2	p3	% Humedad
18.30	16.22	5.75	19.87
18.40	15.13	5.02	32.34

LIMITE LIQUIDO	30.9
LIM. PLASTICO	26.11
IND. PLASTICIDAD	4.8
PESO ESPECIFICO	1.81 Ton/cm3

INDICE GRUPO	0
AASHO	A - 2 - 5
USC	SC-SM

V.B. INGENIERO	LABORATORISTA :

Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013

Anexo 42. Grafica de análisis de granulometría sondeo #7

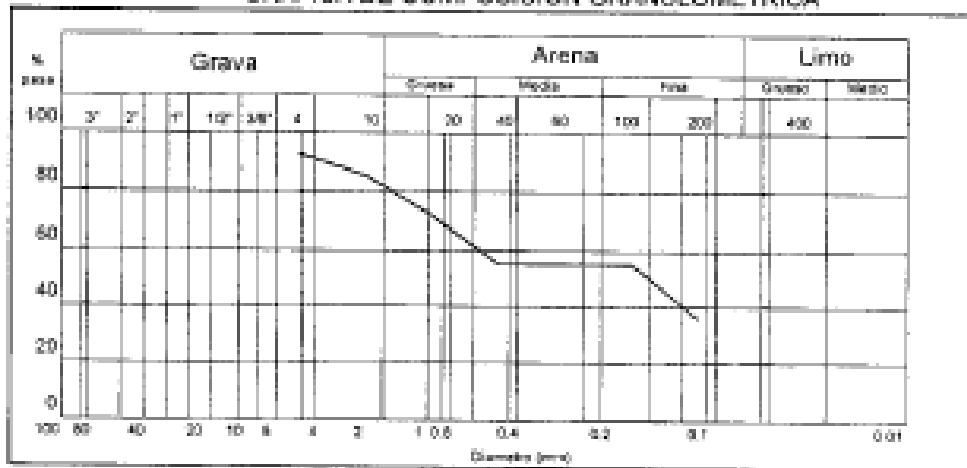
PROYECTO : "FRONTERA APARTAMNETOS-IBAGUE"

SONDEO : 7
MUESTRA : B
PROFUNDIDAD : 3.90

FECHA : 10-Sep-08

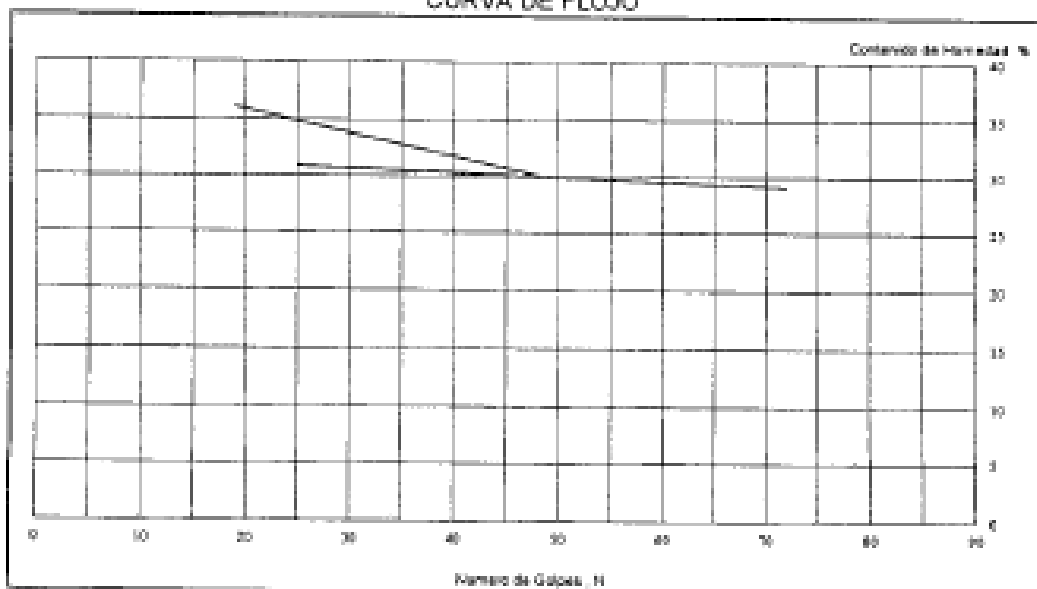
Granulometria:

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



Limite de Plasticidad

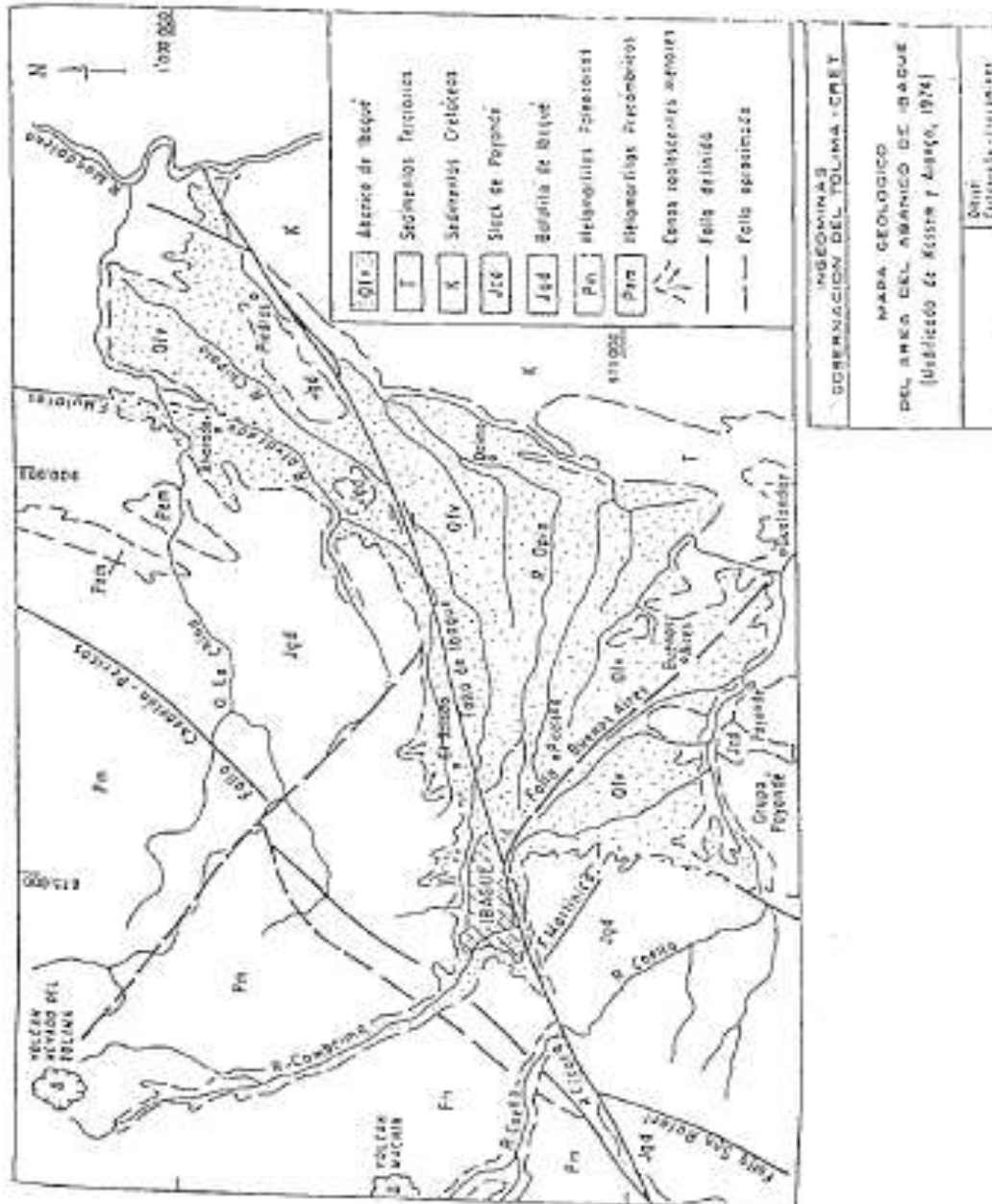
CURVA DE FLUJO



V.B INGENIERO : LABORATORISTA:

Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013

Anexo 43. Mapa geológico de Ibagué



Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013

Representative values for angle of internal friction ϕ

Soil	Type of test*		
	Unconsolidated-undrained U	Consolidated-undrained CU	Consolidated-drained CD
Gravel			
Medium size	40–55°		40–55°
Sandy	35–50°		35–50°
Sand			
Loose dry	28–34°		
Loose saturated	28–34°		
Dense dry	35–46°		43–50°
Dense saturated	1–2° less than dense dry		43–50°
Silt or silty sand			
Loose	20–22°		27–30°
Dense	25–30°		30–35°
Clay	0° if saturated	3–20°	20–42°

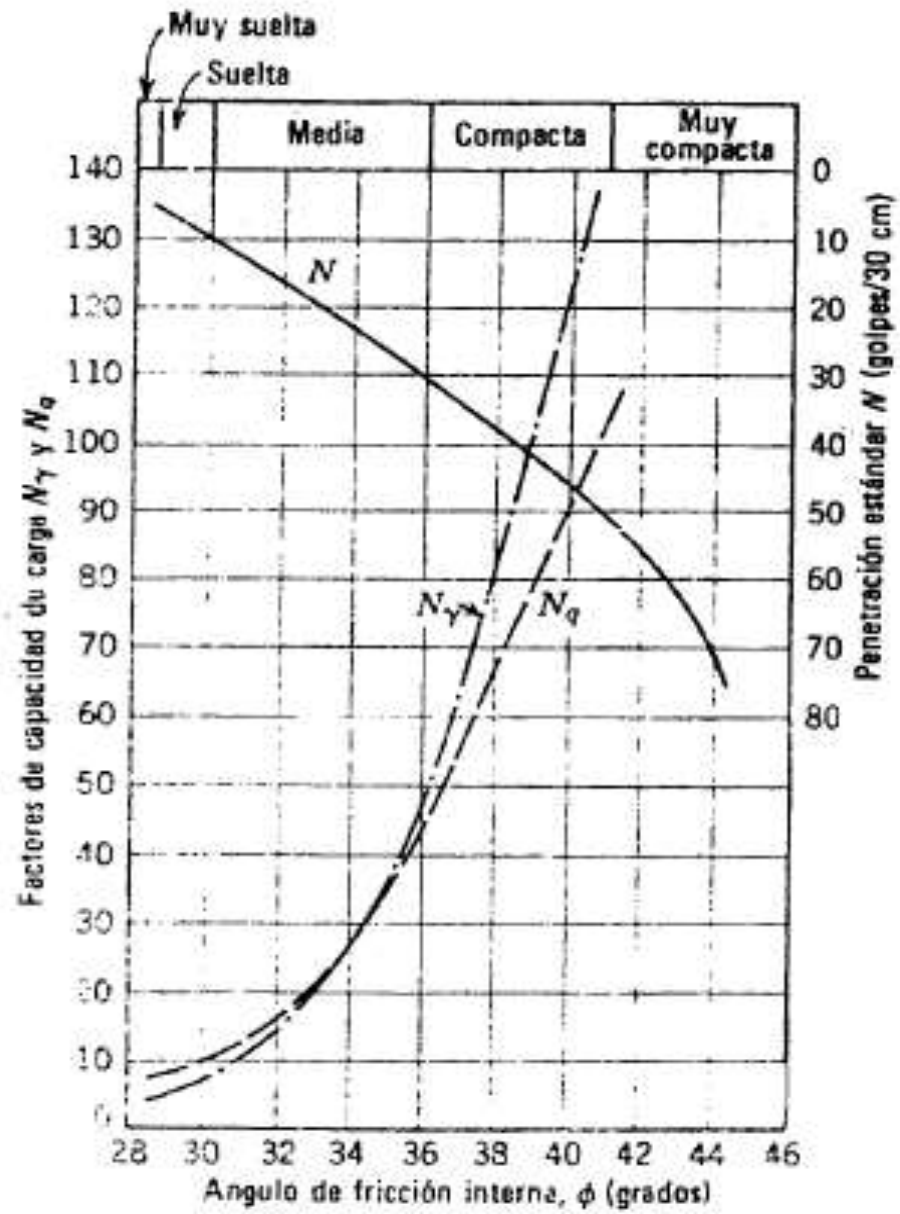
* See a laboratory manual on soil testing for a complete description of these tests, e.g., Bowles (1986b).

Notes:

1. Use larger values as γ increases
2. Use larger values for more angular particles
3. Use larger values for well-graded sand and gravel mixtures (EGW, SW)
4. Average values for
 - Gravels: 35–38°
 - Sands: 32–34°

Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013

Anexo 45. Factores de capacidad



Fuente: Ing. Muñoz, D. Estudio de suelos, enero 2013

Análisis estructural

Anexo 46. Avalúo de cargas

PROYECTO : EDIFICIO FRONTERA TORRE 1

AVALUO DE CARGAS ENTREPISO Y CUBIERTA

<u>AVALUÓ DE CARGAS ENTREPISO e = 45 cm</u>			kN/m ²
LOSA	0,05 x 2400	=	1.20
VIGUETA	$\frac{0.12 \times 0.40 \times 2400}{0.72}$	=	1.60
BALDOSA SOBRE 25 mm de DE MORTERO		=	1.10
CASETÓN		=	0.40
MUROS BLOQUE HUECO ARCILLA		=	3.50
	CM =		7.80
	CV =		1.80
	CV =		5.00
	CV =		3.00
			Cuartos privados y corredores
			Balcones y Terrazas
			Escaleras

<u>CARGA CUBIERTA:</u>	kN/m ²
TEJA	= 0.22
CIELORASO	= 0.2
ESTRUCTURA METALICA	= 0.2
ILUMINACION	= 0.1
	CM = 0.72
	CV = 0.50

Fuente: Ing. Muñoz, D. Análisis estructural, enero 2013

Anexo 47. Load combinations

Load Combinations

Load Combinations	
Combination Name	Combination Definition
COMB1	1.000*DEAD + 1.000*LIVE
COMB2	1.400*DEAD
COMB3	1.200*DEAD + 1.600*LIVE
COMB4	1.200*DEAD + 1.000*LIVE
COMB5	1.200*DEAD + 1.000*LIVE + 1.000*SX
COMB6	1.200*DEAD + 1.000*LIVE - 1.000*SX
COMB7	1.200*DEAD + 1.000*LIVE + 1.000*SY
COMB8	1.200*DEAD + 1.000*LIVE - 1.000*SY
COMB9	0.900*DEAD + 1.000*SX
COMB10	0.900*DEAD - 1.000*SX
COMB11	0.900*DEAD + 1.000*SY
COMB12	0.900*DEAD - 1.000*SY
COMB13	1.200*DEAD + 1.000*SX + 0.300*SY + 1.000*LIVE
COMB14	1.200*DEAD + 0.300*SX + 1.000*SY + 1.000*LIVE
COMB15	0.900*DEAD + 1.000*SX + 0.300*SY
COMB16	0.900*DEAD + 0.300*SX + 1.000*SY
COMB17	1.200*DEAD - 1.000*SX + 0.300*SY + 1.000*LIVE
COMB18	1.200*DEAD + 0.300*SX - 1.000*SY + 1.000*LIVE
COMB19	0.900*DEAD - 1.000*SX + 0.300*SY
COMB20	0.900*DEAD + 0.300*SX - 1.000*SY

Material Property Data - General

Material Property Data - General						
Name	Type	DirPlane	Modulus of Elasticity	Poisson's Ratio	Thermal Coefficient	Shear Modulus
CONC	iso	All	1787000000.0	0.2000	9.9000E-06	744563333.3

Material Property Data - Mass & Weight

Material Property Data - Mass & Weight		
Name	Mass per Unit Volume	Weight per Unit Volume
CONC	2.4450E+02	2.4030E+03

Material Property Data - Concrete Design

Material Property Data - Concrete Design					
Name	Lightweight Concrete	Concrete f_c	Rebar f_y	Rebar f_{yk}	Lightweight Reduc. Factor
CONC	No	21000000.000	42000000.00	42000000.00	N/A

Fuente: Ing. Muñoz, D. Análisis estructural, enero 2013

Anexo 48. Sección de vigas en concreto

ETABS® v9.7.1 Concrete Frame Design
ACI 318-08

Frame Section Property Data - Concrete Beams Part 1 of 2

Frame Section Property Data - Concrete Beams Part 1 of 2

Frame Section Name	Material Name	Beam Depth	Beam Width	Top Cover	Bottom Cover
VIGA.40X.45	CONC	0.450	0.400	4.000E-02	4.000E-02
VIGA.30X.45	CONC	0.450	0.300	4.000E-02	4.000E-02
VIGUETA12X45	CONC	0.450	0.120	2.000E-02	2.000E-02
VIGA15X45	CONC	0.450	0.150	4.000E-02	4.000E-02

Frame Section Property Data - Concrete Beams Part 2 of 2

Frame Section Property Data - Concrete Beams Part 2 of 2

Frame Section Name	Rebar AT-1	Rebar AT-2	Rebar AB-1	Rebar AB-2
VIGA.40X.45	CONC	0.450	0.400	4.000E-02
VIGA.30X.45	CONC	0.450	0.300	4.000E-02
VIGUETA12X45	CONC	0.450	0.120	2.000E-02
VIGA15X45	CONC	0.450	0.150	4.000E-02

Fuente: Ing. Muñoz, D. Análisis estructural, enero 2013

Anexo 49. Diseño de elementos no estructurales

DISEÑO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

GRUPO DE USO I
GRADO DE DESEMPEÑO MINIMO BAJO

BARANDA

$M_{max} = 90 \text{ Kgf.m}$
 $A_s = 1 \text{ } \varnothing 10 \text{ mm C1.50 cm}$



PARA BARANDA METALICA

El Tubo se anclara cada 1 m
 $\varnothing 2" e = 3 \text{ mm}$
Resistencia a traccion = $A = 0.47 \text{ cm}^2$
 $T_R = 1057 \text{ Kgf OK}$



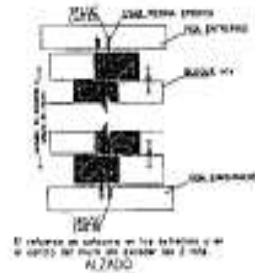
MUROS NO ESTRUCTURALES EMPOTRADO - ARTICULADO

$$F_p = 0.14 \cdot 729 = 102 \text{ Kgf}$$

$$\rightarrow A.9.4.2 \quad \frac{F_p \geq A_s f_y}{2} \text{ g MP}$$

$$F_p = \frac{a_x a_p}{R_p} \text{ g MP}$$

Anclaje Corte = $V = 27.84 \text{ Kgf}$
 $1 \text{ } \varnothing 4.5 \text{ mm C.70 cm OK}$
Traccion $570 \text{ Kg} > 446 \text{ Kg OK}$



$R_p = 1.5$
 $a_p = 1.0$
 $a_x = 0.2$

Fuente: Ing. Muñoz, D. Análisis estructural, enero 2013