

**CONTRATO DE CONSULTORIA**

**CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR UBICADO EN LA CALLE 8 Y 9 Y LAS CRAS 20ª Y 21 DEL BARRIO VILLA LUCIA**



**CONTRATISTA**  
**MARIA TERESA HIDROBO CEBALLOS**  
Ingeniera Civil

SAN JUAN DE PASTO  
DICIEMBRE DE 2011

---

*CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE  
VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA*

**CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA  
DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL  
SECTOR UBICADO EN LA CALLE 8 Y 9 Y LAS CRAS 20ª Y 21 DEL BARRIO  
VILLA LUCIA**

***ESTUDIO PATOLÓGICO Y ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD***

**CONTRATISTA  
MARIA TERESA HIDROBO CEBALLOS  
Ingeniera Civil**

SAN JUAN DE PASTO  
DICIEMBRE DE 2011

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN
2. JUSTIFICACIÓN
3. OBJETIVOS
  - GENERAL
  - ESPECÍFICOS
4. ALCANCE
5. DESCRIPCION DEL SECTOR
6. ESTUDIOS PREVIOS
7. ESTUDIO DE SUELOS
8. ANALISIS DE VULNERABILIDAD
9. PATOLOGIA EN MUROS Y PISOS
10. CONCLUSIONES
11. RECOMENDACIONES

### ANEXOS

- PLANOS LEVANTAMIENTO ARQUITECTONICO
- PLANCHAS ANALISIS DE SUELOS

Se presentan 10 carpetas individuales para cada vivienda con el siguiente contenido:

- DESCRIPCION DE LA VIVIENDA
- ESTUDIO DE VULNERABILIDAD
- FICHAS PATOLOGICAS
- PLANOS ARQUITECTONICOS
- ESTUDIO DE SUELOS

## **INTRODUCCIÓN**

El Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, según como lo refiere la Norma Colombiana Sismo resistente NSR –10 es una ciencia que nos lleva a mejorar la calidad integral del proceso constructivo y a mantener la durabilidad general de las edificaciones. Así mismo nos permite dar respuesta a las necesidades que tiene la comunidad de proteger, conservar y mantener las edificaciones.

El presente trabajo se realizó haciendo uso de los ensayos de campo y laboratorio adelantados dentro del proceso investigativo, lo cual nos llevará a obtener resultados de diagnosis e intervención reales y confiables.

## **JUSTIFICACION**

Toda construcción a lo largo de su vida útil, sufre alteraciones originadas por su deterioro normal debido a su exposición ante agentes agresivos encontrados en el medio circundante que pueden ocasionadas por los fenómenos naturales como sismos, deslizamientos y asentamientos diferenciales, o accidentales. Estas alteraciones producen diferentes tipos de lesiones que van desde las más leves afectando la parte estética, hasta las más severas que comprometen la estabilidad estructural de la edificación amenazando la pérdida de vidas humanas.

Las lesiones como fisuras, humedades, eflorescencias, asentamientos, pérdida de verticalidad entre otras, además de afectar la armonía visual de un esquema arquitectónico, algunas de ellas con el tiempo pueden avanzar hasta alcanzar un grado severo de afectación estructural sino se ejecuta una oportuna intervención.

Por lo tanto es sumamente importante que se realicen estudios encaminados a identificar todo tipo de lesiones para realizar un seguimiento a su evolución y conjuntamente analizar las causas que las originan, o definir la clausura de las viviendas. Obteniendo los resultados de dicho estudio, se procede a tomar las medidas correctivas que van a eliminar las causas o servir de argumento para la no utilización de las mismas. Este procedimiento debe desarrollarse apoyándose en las técnicas y especializaciones de la ingeniería y la arquitectura, procedimiento conocido como Estudio de Vulnerabilidad sísmica y Patología de la Construcción.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 GENERAL

Realizar los estudios para determinar el grado de vulnerabilidad y riesgo existente en el sector ubicado en la calle 8 y 9 y las Carreras 20ª y 21 del Barrio Villa Lucía de la Ciudad de Pasto.

Con el fin de proponer una intervención acorde con su importancia, basándonos en la recopilación y análisis de resultados fruto de pruebas, ensayos y laboratorios realizados a las viviendas, con el propósito de realizar un diagnóstico que conlleve a la rehabilitación o clausura de las edificaciones, basándose en los nuevos requerimientos que exige la actual norma; Norma Colombiana de Construcción Sismo resistente NSR 10.

#### 3.2 ESPECÍFICOS

- Analizar los estudios previos entregados como insumos por parte de la Alcaldía Municipal.
- Identificación, tipificación y localización de las diferentes lesiones (síntomas) que se encuentran en la edificación.
- Realizar un diagnóstico de la estructura, ayudándose de pruebas de campo y de laboratorio para constatar su veracidad
- Evaluar las deflexiones de algunos elementos estructurales.
- Valorar las propiedades físico mecánicas de los materiales, mediante ensayos tales como extracción de núcleos, esclerometría y carbonatación
- Explorar el acero de refuerzo utilizado en los elementos estructurales.
- Evaluar los niveles globales de las estructuras basados en la Norma NSR-10

#### 4. ALCANCE

Según el pliego de condiciones el alcance es "Determinar el grado de vulnerabilidad y riesgo de 10 viviendas críticas, determinadas por el DEPAED".

- Los tipos de inspecciones que se realizaron en este estudio fueron:
  - A los elementos estructurales:  
Análisis de deflexión de los elementos como vigas, columnas y losas.
  - Al refuerzo:  
Calas (Regatas en vigas y columnas) de elementos estructurales (determinación de diámetros, disposición de refuerzo y estado de conservación de los materiales)
  - Al concreto:  
Determinación de la resistencia a la compresión del concreto mediante toma de núcleos y esclerometría.  
Profundidad del frente de carbonatación mediante ensayos químicos (fenolftaleína)
- Para analizar el comportamiento general de la estructura de la edificación, se realizó un levantamiento estructural, estudiandolos estructurales como vigas, columnas y placas.
- Los ensayos realizados en las viviendas, se determinaron tanto en su tipología, número y localización por la entidad contratante, conforme a su conveniencia con el análisis de vulnerabilidad sísmica.
- Los ensayos de extracción y resistencia a la compresión de núcleos en concreto, se realizaron con el Laboratorio Suelos y Materiales; el objetivo de este estudio es la elaboración de las fichas y el análisis de resultados.
- Los ensayos para determinar la carbonatación del concreto mediante la aplicación de la fenolftaleína se realizaron en los puntos donde se extrajeron los núcleos.

## 5. DESCRIPCION DEL SECTOR

El barrio Villa Lucia es una urbanización abierta con viviendas de uno a cuatro pisos. Las viviendas objeto de este estudio son las siguientes:

VIVIENDA	DIRECCION	PROPIETARIO
VIVIENDA 1	CR 20A No. 8 - 05	LUIS ARTURO MUÑOZ
VIVIENDA 2	CLL 8 No. 20 - 67	DAVID CARVAJAL
VIVIENDA 3	CR 20A No. 8 - 10	FLOR MARIA ORTEGA
VIVIENDA 4	CRA 20A No. 8 - 11	NUBIA GOMEZ
VIVIENDA 5	CR 20A No. 8 - 04	OFELIA ORDOÑEZ
VIVIENDA 6	CR 21 No. 8 - 16	JUAN CARLOS DE LOS RIOS
VIVIENDA 7	CR 21 No. 8 - 14	BRAULIO CEBALLOS
VIVIENDA 8	CR 21 No. 8 - 57	LUIS CARLOS PATIÑO
VIVIENDA 9	CR 21 No. 8 - 63	GINNA RUALES
VIVIENDA 10	CR 21 No. 8 - 59	MARIO ROSERO

Ubicación: Barrio Villa Lucia Cras. 20ª y 21, Calle 8 - Suroccidente de la ciudad de Pasto, Departamento de Nariño.

Vías de Acceso:

Al barrio se accede por la Panamericana y por la Calle 22 de Caracha de la ciudad de Pasto.

Infraestructura de servicios públicos:

Los predios cuentan con todos los servicios de agua, luz, teléfono.

Servicio de transporte

El sector de ubicación cuenta con transporte masivo de pasajeros a 5 cuadras por la avenida Panamericana y por la Calle 22 de Caracha, con frecuencia de 5 y 10 minutos.

Usos del suelo del sector

Uso residencial

Actividades permitidas

Vivienda

Institucional

Comercio y servicio

Industrial de bajo impacto

Estratificación socioeconómica

Nivel 3

Descripción del sector

El barrio Villa Lucia es un sector residencial que cuenta con dos parques polideportivos, tiendas, papelería, parqueaderos, dos hoteles cercanos, y se encuentra cerca al Supermercado Éxito de la Panamericana.

En cuanto a educación, tiene la influencia de los Colegios INEM de Pasto, Colegio Central de Nariño, Colegio San Francisco de Asís y Jardines infantiles.

Religión: Principalmente, la población católica cuenta con la iglesia de Santiago en donde también se destacan 2 lugares para culto cristiano evangélico.

Diversión: los habitantes de la zona cuentan con parques y centros de diversión para niños y adultos.

Condiciones de seguridad:

Vigilancia privada

## 6. ESTUDIOS PREVIOS

La Alcaldía de Pasto hace entrega de los siguientes estudios previos realizados en el sector de Villa Lucia:

Análisis de fallas por colapso de túneles subterráneos en el barrio Villa Lucia de la Ciudad de Pasto – Instituto colombiano de Geología y Minería INGEOMINAS

Detección de Galerías Subterráneas barrios Villa Lucia, Los Balcones y Los Alamos – INGEOMINAS, Subdirección de Geofísica

Microzonificación sísmica de Pasto Fase 1 (Atención problema de Villa Lucia) – Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias y matemáticas y Facultad de Ingeniería

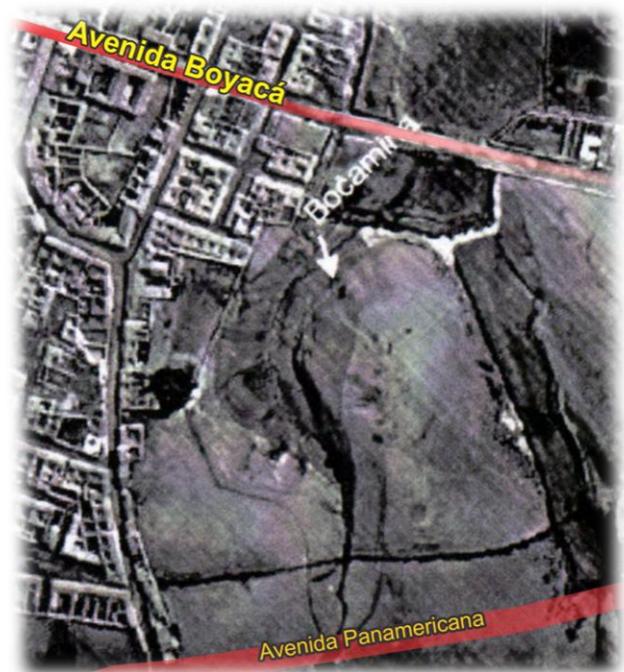
Los ítems 7, 8 y 9 y los **anexos** se presentan en carpetas individuales para cada vivienda.

- **Con base en la información de estudios previos que ha realizado INGEOMINAS podemos concluir lo siguiente:**

Según el testimonio de los operarios quienes intervinieron en el monitoreo de los momentos de exploración en los días de colapso, hay evidencia de corrientes subterráneas de agualo que indica que es un agente de desestabilización y socavación.

El sector del terreno original donde se asentó Villa Lucia era una topografía de loma con pendiente moderada rodeada de dos cauces de río, cuyo terreno se utilizaba en explotaciones de minas de arena mediante la construcción de accesos de bocaminas con respiradores o chimeneas, generando galerías y vías de circulación internas.

Según las crónicas del sector, para buscar usufructo del terreno de explotación de arenas se intentó colapsarlas con explosivos que se ubicaron en las



columnas de arena proyectadas para su estabilización, cuya actividad fue inconclusa por la muerte del propietario quedando así columnas de arena debilitadas con probabilidad de alto grado de colapso.

En el proceso de urbanización se generaron cortes del terreno en las partes altas debilitando la corona de las galerías de minas, las cuales por un posible desconocimiento, se urbanizaron generando sobrecargas que aun siendo bajas, generan una sobrepresión con alta probabilidad de colapso.

## **7. ESTUDIO DE SUELOS**

### **INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO PARA ESTUDIO DE VULNERABILIDAD CONJUNTO RESIDENCIAL VILLA LUCIA - SAN JUAN DE PASTO – NARIÑO**

**LABORATORIO INGENIERÍA DE SUELOS Y  
CIMENTACIONES LTDA**

## ESTUDIO DE SUELOS

### INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO PARA ESTUDIO DE VULNERABILIDAD CONJUNTO RESIDENCIAL VILLA LUCIA - SAN JUAN DE PASTO – NARIÑO

**LUGAR Y FECHA:** San Juan de Pasto, Enero de 2012.

**PARA:** INGENIERA MARIA TERESA HIDROBO.

**REFERENCIA:** Informe de ensayos de campo y laboratorio en el Conjunto Residencial Villa Lucia, Pasto – Nariño.

**DE:** Ingeniería de Suelos y Cimentaciones Ltda.

## CONTENIDO

Los ensayos de campo y laboratorio que a continuación se detallan se elaboraron a solicitud de la Ingeniera MARIA TERESA HIDROBO.

Los ensayos se realizaron en 10 casas seleccionadas por la ingeniera solicitante del proyecto, las edificaciones están localizadas en el Conjunto Residencial Villa Lucia. Las edificaciones, en el momento de realizar los ensayos, se encuentran habitadas por sus propietarios. Ver informe fotográfico.

### 1. TRABAJOS DE CAMPO

El trabajo de campo realizado se resume en la tabla 1.

EXPLORACIONES	No.	PROF. MÁX (m)
PERFORACIÓN (A percusión)	12	14.45
PENETRÓMETROS	23	8.30

*Tabla 1. Resumen de las exploraciones de campo realizadas.*

La ubicación general de las viviendas donde se desarrollaron las exploraciones tales como perforaciones y sondeos, se muestra en la figura 1 e informe fotográfico.

CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA

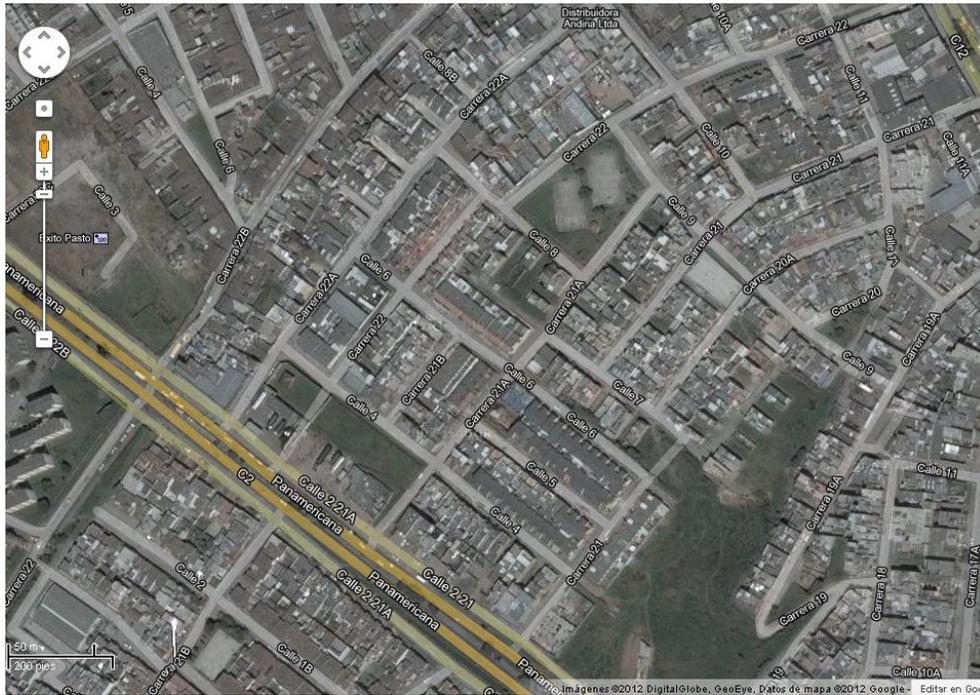


Figura 1. Localización de exploraciones de campo.

## 2. REGISTRO FOTOGRÁFICO VIVIENDAS EN ESTUDIO



CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA





## 2.1. REGISTRO FOTOGRÁFICO EXPLORACIONES REALIZADAS



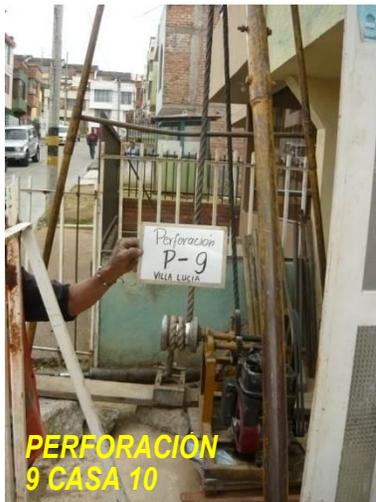
CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA



CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA



CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA



### 3. DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS DIFERENTES ESTRATOS DEL SUBSUELO

Teniendo en cuenta la estratigrafía observada, ensayos de laboratorio y de campo; ésta se presenta en general con homogeneidad en todo el lote, conformado esencialmente por arenas limosas de diferentes tonalidades, y arenas limosas bien gradadas color tabaco y café.

La estratigrafía y comportamiento de la penetración estándar en profundidad, se observa en la figura 2.

En la tabla 2. Se anotan los resultados de los diferentes ensayos de laboratorio.

Apique No.	Prof. (m)	Descripción	Humedad (%)	Granulometría % pasa		Límites LL - Ip	Clasificación U.S.C.	Peso Unitario (t/m <sup>3</sup> )	
				No. 4	No.200			Seco	Húmedo
P - 1	2.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO	31.41	75.72	35.11	NL - NP	SM		
	4.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO CLARO	32.95	100.00	45.03	NL - NP	SM		
	6.00	ARENA LIMOSA COLOR AMARILLO	22.29	85.84	45.06	NL - NP	SM		
	8.00	ARENA LIMOSA COLOR AMARILLO QUEMADO	31.53	95.31	49.51	NL - NP	SM	1.31	1.69
	14.00	ARENA LIMOSA COLOR AMARILLO QUEMADO	28.51	93.50	31.65	NL - NP	SM		
P - 2	2.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO OSCURO	46.58	96.76	40.99	NL - NP	SM		
	4.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO	31.69	95.12	45.12	38.14 - 0.40	SM		
	6.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO	49.82	93.12	43.61	43.80 - 0.25	SM		
	8.00	LIMO POCO PLÁSTICO COLOR TABACO	41.01	98.74	55.88	40.09 - 0.17	ML		
	10.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO CLARO	37.82	94.29	37.01	NL - NP	SM		
	12.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO CLARO	42.97	98.47	43.52	NL - NP	SM		
P - 3	14.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO CLARO	41.31	94.76	49.26	38.67 - 0.66	SM	1.25	1.71
	2.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO CLARO	34.35	99.31	29.31	36.21 - 8.55	SM	1.35	1.74
	4.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO OSCURO	55.36	100.00	42.89	48.17 - 14.97	SM		
	6.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO CLARO	51.89	99.60	32.10	45.78 - 11.71	SM		
P - 4	6.00	GRAVEDAD ESPECÍFICA = 2.55							
	2.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO CLARO	44.10	99.50	34.57	45.59 - 5.11	SM		
	4.00	ARENA LIMOSA BIEN GRADADA COLOR CAFÉ	22.25	78.87	6.10	40.38 - 1.64	SM - SW	1.26	1.68
	6.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO CLARO	43.28	99.68	44.96	40.16 - 1.42	SM		
P - 5	8.00	ARENA LIMOSA COLOR CREMA OSCURO	43.85	99.45	41.64	50.00 - 6.72	SM		
	2.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO OSCURO	31.19	99.57	39.54	35.65 - 7.12	SM		
	4.00	ARENA LIMOSA COLOR CREMA OSCURO	35.09	100.00	34.58	34.44 - 0.11	SM		
P - 6	6.00	ARENA LIMOSA COLOR CREMA OSCURO	29.13	98.79	33.45	32.74 - 8.22	SM	1.38	1.79
	2.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO	32.46	96.68	30.97	35.42 - 7.82	SM		
	4.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO	30.51	90.07	20.40	35.93 - 6.73	SM		
	6.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO OSCURO	31.42	98.94	15.82	NL - NP	SM		

*CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA*

Apique No.	Prof. (m)	Descripción	Humedad (%)	Granulometría % pasa		Límites LL - Ip	Clasificación U.S.C.	Peso Unitario (t/m <sup>3</sup> )	
				No. 4	No.200			Seco	Húmedo
	8.00	ARENA LIMOSA BIEN GRADADA COLOR TABACO CLARO	46.55	87.72	9.29	NL - NP	SM - SW	1.17	1.52
P - 7	2.00	ARENA LIMOSA COLOR AMARILLO QUEMADO	41.67	99.21	48.03	39.59 - 8.98	SM		
	4.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO CLARO	33.78	97.99	32.80	33.56 - 3.15	SM		
	6.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO	36.81	94.89	16.71	37.26 - 5.99	SM		
	8.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO CLARO	41.37	97.34	32.69	NL - NP	SM		
	8.00	GRAVEDAD ESPECÍFICA = 2.37							
	10.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO OSCURO	40.22	92.45	17.65	39.53 - 3.90	SM		
	12.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO	57.10	92.11	15.27	35.15 - 5.22	SM	1.22	1.58
	14.00	ARENA LIMOSA COLOR GRIS CON AMARILLO	32.47	99.77	26.16	NL - NP	SM		
P - 8	2.00	ARENA LIMOSA COLOR CREMA CLARO	52.94	98.08	28.94	55.80 - 9.17	SM		
	4.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO	42.13	97.81	28.40	49.83 - 4.27	SM	1.06	1.51
P - 9	2.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO	46.70	100.00	39.15	44.82 - 5.86	SM		
	4.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO OSCURO	41.15	95.47	13.74	42.30 - 4.95	SM		
	6.00	ARENA LIMOSA COLOR OCRE	35.92	97.95	23.31	38.15 - 5.25	SM		
	8.00	ARENA LIMOSA COLOR CREMA	30.75	96.29	35.00	30.42 - 2.49	SM		
	10.00	ARENA LIMOSA COLOR OCRE	42.82	86.94	17.01	NL - NP	SM	1.09	1.60
P - 10	2.00	ARENA LIMOSA COLOR OCRE	44.27	90.97	22.37	45.47 - 7.38	SM		
	4.00	ARENA LIMOSA COLOR OCRE CLARO	43.68	95.86	23.57	53.54 - 10.86	SM		
	6.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO	43.10	93.30	16.65	47.66 - 8.42	SM		
	8.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO OSCURO	31.81	99.07	23.56	37.57 - 0.71	SM		
	10.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO OSCURO	35.36	61.16	14.76	51.98 - 2.51	SM		
	14.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO	34.27	94.22	19.35	38.87 - 7.94	SM		
P - 11	2.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO CLARO	42.82	82.66	17.10	45.54 - 7.83	SM		
	4.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO CLARO	34.26	76.43	18.08	37.55 - 12.33	SM		
	6.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO CLARO	19.54	99.29	31.30	31.40 - 3.30	SM		
	8.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO CLARO	31.37	93.99	21.11	34.64 - 4.88	SM		
	12.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO	33.94	91.06	17.39	42.07 - 4.37	SM		
	14.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO OSCURO	34.38	88.69	29.80	NL - NP	SM		
P - 12	2.00	ARENA LIMOSA COLOR TABACO CLARO	48.31	100.00	26.07	35.58 - 7.27	SM		

**Tabla 2.** Resumen resultados exploraciones de campo.

**CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA**

PERFORACIÓN No. : 1		FECHA ENERO DE 2012	
PROF.	NSPT	ESTRATO	DESCRIPCIÓN
0.00 m			
0.50 m			
1.00 m			
1.50 m			
2.00 m	19		
2.50 m			ARENA LIMOSA COLOR TABACO A TABACO CLARO - SM
3.00 m			
3.50 m			
4.00 m	23		
4.50 m			
5.00 m			
5.50 m			
6.00 m	20		
6.50 m			
7.00 m			
7.50 m			
8.00 m	13		ARENA LIMOSA COLOR AMARILLO A AMARILLO QUEMADO - SM
9.00 m			
10.00 m	18		
11.00 m			
12.00 m	23		
13.00 m			
14.00 m	20		
FIN DE LA EXPLORACIÓN - Profundidad = 14.45 m			

PERFORACIÓN No. : 2		FECHA ENERO DE 2012	
PROF.	NSPT	ESTRATO	DESCRIPCIÓN
0.00 m			
0.50 m			
1.00 m			
1.50 m			
2.00 m	21		
2.50 m			
3.00 m			
3.50 m			ARENA LIMOSA COLOR TABACO OSCURO A TABACO - SM
4.00 m	27		
4.50 m			
5.00 m			
5.50 m			
6.00 m	6		
6.50 m			
7.00 m			
7.50 m			
8.00 m	6		LIMO POCO PLASTICO COLOR TABACO - ML
9.00 m			
10.00 m	8		
11.00 m			
12.00 m	11		ARENA LIMOSA COLOR TABACO CLARO - SM
13.00 m			
14.00 m	19		
FIN DE LA EXPLORACIÓN - Profundidad = 14.45 m			

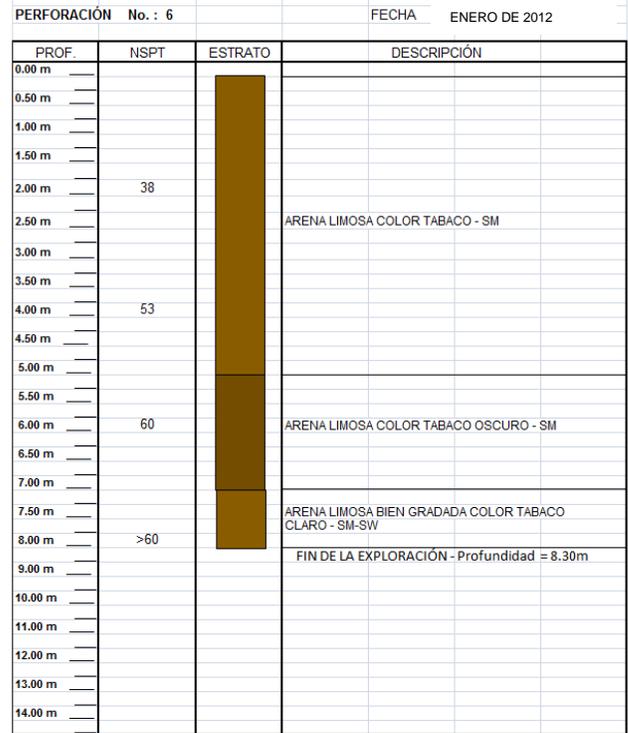
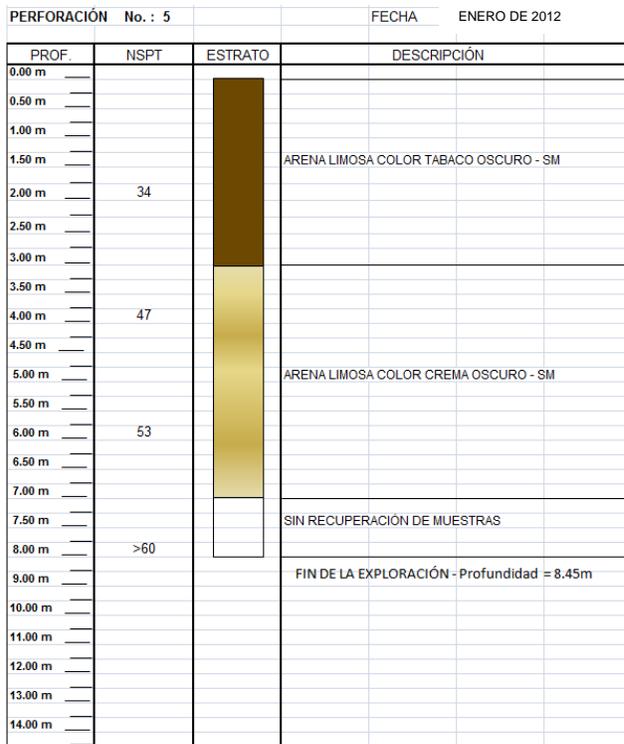
**Figuras 2 y 3. Estratigrafía y comportamiento penetración estándar en profundidad Perforaciones P-1 y P-2.**

PERFORACIÓN No. : 3		FECHA ENERO DE 2012	
PROF.	NSPT	ESTRATO	DESCRIPCIÓN
0.00 m			
0.50 m			
1.00 m			
1.50 m			ARENA LIMOSA COLOR TABACO CLARO - SM
2.00 m	23		
2.50 m			
3.00 m			
3.50 m			
4.00 m	12		
4.50 m			
5.00 m			ARENA LIMOSA COLOR TABACO OSCURO A TABACO CLARO - SM
5.50 m			
6.00 m	38		
6.50 m			
7.00 m			
7.50 m			
8.00 m	60		SIN RECUPERACION DE MUESTRAS
9.00 m			
10.00 m	60		
FIN DE LA EXPLORACIÓN - Profundidad = 10.45 m			

PERFORACIÓN No. : 4		FECHA ENERO DE 2012	
PROF.	NSPT	ESTRATO	DESCRIPCIÓN
0.00 m			
0.50 m			
1.00 m			
1.50 m			ARENA LIMOSA COLOR TABACO CLARO - SM
2.00 m	19		
2.50 m			
3.00 m			
3.50 m			
4.00 m	38		ARENA LIMOSA BIEN GRADADA COLOR CAFE - SM-SW
4.50 m			
5.00 m			
5.50 m			
6.00 m	53		
6.50 m			
7.00 m			ARENA LIMOSA COLOR TABACO CLARO A CREMA OSCURO - SM
7.50 m			
8.00 m	>60		
9.00 m			
10.00 m	>60		SIN RECUPERACIÓN DE MUESTRAS
FIN DE LA EXPLORACIÓN - Profundidad = 10.30 m			

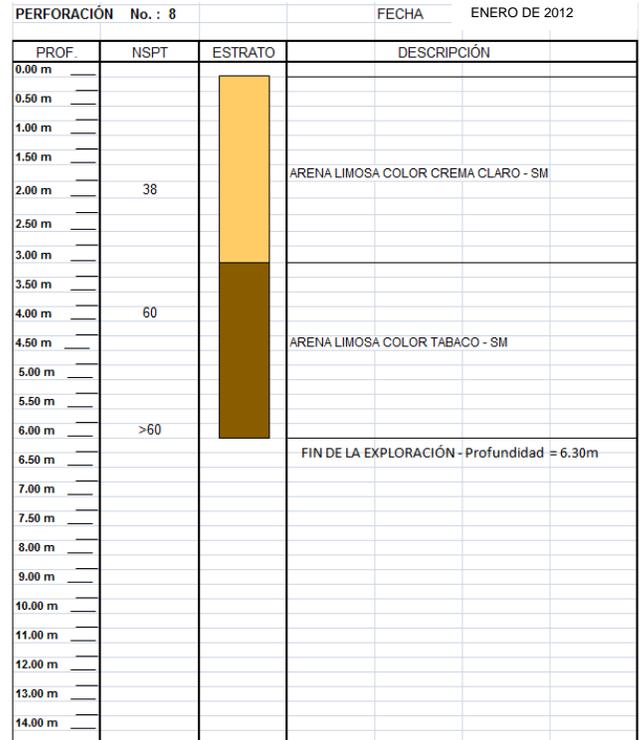
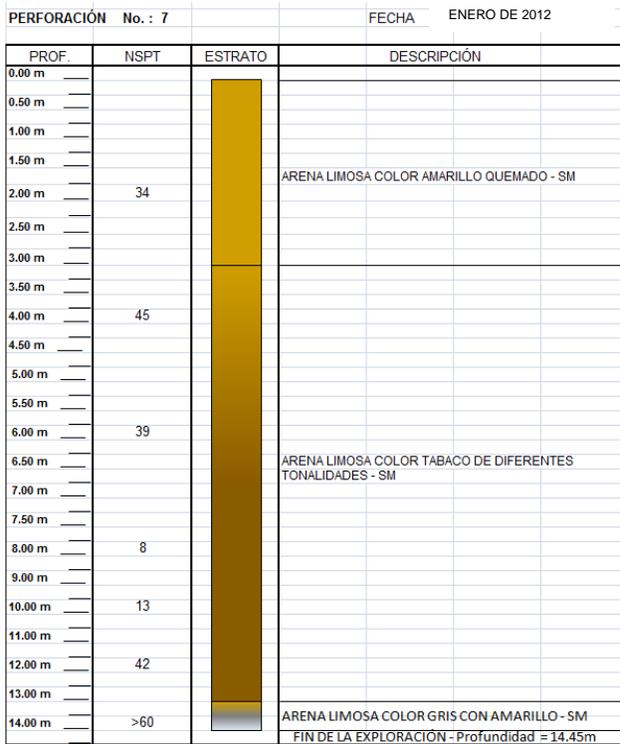
**Figuras 4 y 5. Estratigrafía y comportamiento penetración estándar en profundidad Perforaciones P-3 y P-4.**

**CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA**



**Figuras 6 y 7. Estratigrafía y comportamiento penetración estándar en profundidad Perforaciones P-5 y**

**P-6.**



**Figuras 8 y 9. Estratigrafía y comportamiento penetración estándar en profundidad Perforaciones P-7 y**

**P-8.**

**CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA**

PERFORACIÓN No. : 9		FECHA ENERO DE 2012	
PROF.	NSPT	ESTRATO	DESCRIPCIÓN
0.00 m			
0.50 m			
1.00 m			
1.50 m			
2.00 m	18		
2.50 m			ARENA LIMOSA COLOR TABACO - SM
3.00 m			
3.50 m			
4.00 m	32		
4.50 m			
5.00 m			
5.50 m			
6.00 m	27		ARENA LIMOSA COLOR OCRE - SM
6.50 m			
7.00 m			
7.50 m			
8.00 m	53		ARENA LIMOSA COLOR CREMA - SM
9.00 m			
10.00 m	>60		ARENA LIMOSA COLOR OCRE - SM
11.00 m			FIN DE LA EXPLORACIÓN - Profundidad = 10.30m
12.00 m			
13.00 m			
14.00 m			

PERFORACIÓN No. : 10		FECHA ENERO DE 2012	
PROF.	NSPT	ESTRATO	DESCRIPCIÓN
0.00 m			
0.50 m			
1.00 m			
1.50 m			
2.00 m	10		
2.50 m			ARENA LIMOSA COLOR OCRE A OCRE CLARO - SM
3.00 m			
3.50 m			
4.00 m	8		
4.50 m			
5.00 m			
5.50 m			
6.00 m	5		
6.50 m			
7.00 m			
7.50 m			
8.00 m	10		ARENA LIMOSA COLOR TABACO A TABACO OSCURO SM
9.00 m			
10.00 m	8		
11.00 m			
12.00 m	13		
13.00 m			
14.00 m	20		FIN DE LA EXPLORACIÓN - Profundidad = 14.45 m

**Figuras 10 y 11. Estratigrafía y comportamiento penetración estándar en profundidad Perforaciones P-9**

PERFORACIÓN No. : 11		FECHA ENERO DE 2012	
PROF.	NSPT	ESTRATO	DESCRIPCIÓN
0.00 m			
0.50 m			
1.00 m			
1.50 m			
2.00 m	15		
2.50 m			
3.00 m			
3.50 m			
4.00 m	14		
4.50 m			
5.00 m			
5.50 m			ARENA LIMOSA COLOR TABACO A TABACO OSCURO SM
6.00 m	13		
6.50 m			
7.00 m			
7.50 m			
8.00 m	29		
9.00 m			
10.00 m	20		
11.00 m			
12.00 m	23		
13.00 m			
14.00 m	29		FIN DE LA EXPLORACIÓN - Profundidad = 14.45m

y P-10.

PERFORACIÓN No. : 12		FECHA ENERO DE 2012	
PROF.	NSPT	ESTRATO	DESCRIPCIÓN
0.00 m			
0.50 m			
1.00 m			ARENA LIMOSA COLOR TABACO CLARO - SM
1.50 m			
2.00 m	>60		
2.50 m			FIN DE LA EXPLORACIÓN - Profundidad = 2.45m
3.00 m			
3.50 m			
4.00 m			
4.50 m			
5.00 m			
5.50 m			
6.00 m			
6.50 m			
7.00 m			
7.50 m			
8.00 m			
9.00 m			
10.00 m			
11.00 m			
12.00 m			
13.00 m			
14.00 m			

**Figuras 12 y 13. Estratigrafía y comportamiento penetración estándar en profundidad Perforaciones P-11 y P-12.**

#### 4. ESTIMACIÓN PARÁMETROS DE RESISTENCIA – CÁLCULO N<sub>60</sub> PERFORACIONES Y SONDEOS

Para estimación de los parámetros de resistencia con base en los resultados de las perforaciones y sondeos desarrollados, los valores de las figuras 2 a 13, se corrigen con base en la expresión 1, de donde A depende de factores como: longitud de la tubería (m), tipo de muestreador y diámetro del agujero (mm), y ER es la eficiencia estimada para Colombia, tomando un valor de ER=0.50, según Coduto 1994. Los factores de corrección se muestran en la tabla 3.

$$N_{60} = N \frac{ER}{60} A \quad (1)$$

Valor de A		
Longitud de la tubería (m)		Factores de corrección
> 10		1
6	10	0.95
4	6	0.87
3	4	0.75
Tipo de muestreador		
Muestreador estándar		1
U.S. Sin liners		1.2
Diámetro agujero (mm)		
65	115	1
150		1.05
200		1.15

ER% Para Colombia =	0.5
ER/60=	0.83

**Tabla 3.** Factores de corrección valor de N.

Los valores de N obtenidos en campo, también se corrigen por confinamiento mediante la expresión 2, donde  $\bar{P}$ , es la presión vertical efectiva por sobrecarga en ton/m<sup>2</sup>, a la elevación de la prueba de penetración. La ecuación es válida para  $\bar{P} \geq 2.5$  ton/m<sup>2</sup>.

Los valores de N corregidos para las perforaciones y sondeos realizados, se muestran en las tablas 4 y 6.

$$C_N = 0.77 \log_{10} \frac{200}{\bar{P}} \quad (2)$$

*CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA*

Con base en los resultados de las tablas 4 y 6, se tiene una compacidad relativa de los materiales en profundidad, como se muestra en las tablas 5 y 7.

EXPLORACIÓN			Factores de corrección			Peso unitario	Presión efectiva	CN	N60=
Prof (m)	Nspt (Golpes/pie)		longitud	Tipo	Díámetro				
<b>PERFORACIÓN P-1 - CASA 1</b>									
0	3	19	0.75	1	1	1.65	5.0	1.24	15
3	5	23	0.87	1	1	1.65	8.3	1.07	18
5	7	20	0.95	1	1	1.65	11.6	0.95	15
7	9	13	0.95	1	1	1.7	15.3	0.86	9
9	11	18	1	1	1	1.7	18.7	0.79	12
11	13	23	1	1	1	1.7	22.1	0.74	14
13	14.45	20	1	1	1	1.75	25.3	0.69	12
<b>PERFORACIÓN P-2 - CASA 4</b>									
0	3	21	0.75	1	1	1.6	4.8	1.25	16
3	5	27	0.87	1	1	1.65	8.3	1.07	21
5	7	6	0.95	1	1	1.65	11.6	0.95	5
7	9	6	0.95	1	1	1.65	14.9	0.87	4
9	11	8	1	1	1	1.7	18.7	0.79	5
11	13	11	1	1	1	1.7	22.1	0.74	7
13	14.45	19	1	1	1	1.7	24.6	0.70	11
<b>PERFORACIÓN P-3 - CASA 3</b>									
0	3	23	0.75	1	1	1.7	5.1	1.23	18
3	5	12	0.87	1	1	1.7	8.5	1.06	9
5	7	38	0.95	1	1	1.7	11.9	0.94	28
7	9	60	0.95	1	1	1.7	15.3	0.86	41
9	10.45	98	1	1	1	1.75	18.3	0.80	65
<b>PERFORACIÓN P-4 - CASA 5</b>									
0	3	19	0.75	1	1	1.65	5.0	1.24	15
3	5	38	0.87	1	1	1.65	8.3	1.07	29
5	7	53	0.95	1	1	1.7	11.9	0.94	40
7	9	68	0.95	1	1	1.75	15.8	0.85	46
9	10.3	105	1	1	1	1.75	18.0	0.80	70
<b>PERFORACIÓN P-5 - CASA 2</b>									
0	3	34	0.75	1	1	1.6	4.8	1.25	27
3	5	47	0.87	1	1	1.65	8.3	1.07	36
5	7	53	0.95	1	1	1.75	12.3	0.93	39
7	8.45	71	0.95	1	1	1.75	14.8	0.87	49
<b>PERFORACIÓN P-6 - CASA 2</b>									
0	3	38	0.75	1	1	1.5	4.5	1.27	30
3	5	53	0.87	1	1	1.5	7.5	1.10	42
5	7	60	0.95	1	1	1.5	10.5	0.99	47
7	8.3	105	0.95	1	1	1.55	12.9	0.92	76
<b>PERFORACIÓN P-7 - CASA 7</b>									
0	3	34	0.75	1	1	1.5	4.5	1.27	27
3	5	45	0.87	1	1	1.5	7.5	1.10	36
5	7	39	0.95	1	1	1.55	10.9	0.97	30
7	9	8	0.95	1	1	1.55	14.0	0.89	6
9	11	13	1	1	1	1.55	17.1	0.82	9
11	13	42	1	1	1	1.6	20.8	0.76	26
13	14.45	105	1	1	1	1.6	23.1	0.72	63
<b>PERFORACIÓN P-8 - CASA 10</b>									

CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE  
VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA

EXPLORACIÓN			Factores de corrección			Peso unitario	Presión efectiva	CN	N60=
Prof (m)	Nspt (Golpes/pie)	longitud	Tipo	Díametro					
0	3	38	0.75	1	1	1.5	4.5	1.27	30
3	5	60	0.87	1	1	1.5	7.5	1.10	48
5	6.3	105	0.95	1	1	1.55	9.8	1.01	84
<b>PERFORACIÓN P-9 - CASA 10</b>									
0	3	18	0.75	1	1	1.5	4.5	1.27	14
3	5	32	0.87	1	1	1.5	7.5	1.10	25
5	7	27	0.95	1	1	1.6	11.2	0.96	21
7	9	53	0.95	1	1	1.6	14.4	0.88	37
9	11	90	1	1	1	1.65	18.2	0.80	60
<b>PERFORACIÓN P-10 - CASA 8</b>									
0	3	10	0.75	1	1	1.6	4.8	1.25	8
3	5	8	0.87	1	1	1.6	8.0	1.08	6
5	7	5	0.95	1	1	1.6	11.2	0.96	4
7	9	10	0.95	1	1	1.65	14.9	0.87	7
9	11	8	1	1	1	1.65	18.2	0.80	5
11	13	13	1	1	1	1.65	21.5	0.75	8
13	14.45	20	1	1	1	1.7	24.6	0.70	12
<b>PERFORACIÓN P-11 - CASA 8</b>									
0	3	15	0.75	1	1	1.6	4.8	1.25	12
3	5	14	0.87	1	1	1.6	8.0	1.08	11
5	7	13	0.95	1	1	1.6	11.2	0.96	10
7	9	29	0.95	1	1	1.65	14.9	0.87	20
9	11	20	1	1	1	1.65	18.2	0.80	13
11	13	23	1	1	1	1.65	21.5	0.75	14
13	14.45	29	1	1	1	1.7	24.6	0.70	17
<b>PERFORACIÓN P-12 - CASA 9</b>									
0	2.45	140	0.75	1	1	1.7	4.2	1.29	113

**Tabla 4.** Valores de N corregidos perforaciones P-1 a P-12

EXPLORACIÓN			N60=	□ ° Deducido	Compacidad relativa
Prof (m)	Nspt (Golpes/pie)				
<b>PERFORACIÓN P-1 - CASA 1</b>					
0	3	19	15	32.1	Media
3	5	23	18	33.9	Media
5	7	20	15	32.4	Media
7	9	13	9	28.3	Suelta
9	11	18	12	30.4	Media
11	13	23	14	31.8	Media
13	14.45	20	12	30.2	Media
<b>PERFORACIÓN P-2 - CASA 4</b>					
0	3	21	16	33.1	Media
3	5	27	21	35.4	Media
5	7	6	5	24.5	Suelta
7	9	6	4	24.1	Suelta
9	11	8	5	25.3	Suelta
11	13	11	7	26.6	Suelta
13	14.45	19	11	29.9	Media
<b>PERFORACIÓN P-3 - CASA 3</b>					
0	3	23	18	33.8	Media
3	5	12	9	28.6	Suelta
5	7	38	28	38.8	Media
7	9	60	41	43.6	Compacta
9	10.45	98	65	51.1	Muy compacta
<b>PERFORACIÓN P-4 - CASA 5</b>					

*CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA*

EXPLORACIÓN			N60=	□ ° Deducido	Compacidad relativa
Prof (m)	Nspt (Golpes/pie)				
0	3	19	15	32.1	Media
3	5	38	29	39.2	Media
5	7	53	40	43.1	Compacta
7	9	68	46	45.2	Compacta
9	10.3	105	70	52.5	Muy compacta
<b>PERFORACIÓN P-5 - CASA 2</b>					
0	3	34	27	38.0	Media
3	5	47	36	42.0	Compacta
5	7	53	39	43.0	Compacta
7	8.45	71	49	46.3	Compacta
<b>PERFORACIÓN P-6 - CASA 2</b>					
0	3	38	30	39.5	Compacta
3	5	53	42	44.0	Compacta
5	7	60	47	45.6	Compacta
7	8.3	105	76	54.1	Muy compacta
<b>PERFORACIÓN P-7 - CASA 7</b>					
0	3	34	27	38.2	Media
3	5	45	36	41.8	Compacta
5	7	39	30	39.5	Compacta
7	9	8	6	25.6	Suelta
9	11	13	9	28.4	Suelta
11	13	42	26	38.0	Media
13	14.45	105	63	50.5	Muy compacta
<b>PERFORACIÓN P-8 - CASA 10</b>					
0	3	38	30	39.5	Compacta
3	5	60	48	45.9	Compacta
5	6.3	105	84	56.0	Muy compacta
<b>PERFORACIÓN P-9 - CASA 10</b>					
0	3	18	14	31.9	Media
3	5	32	25	37.6	Media
5	7	27	21	35.3	Media
7	9	53	37	42.2	Compacta
9	11	90	60	49.7	Muy compacta
<b>PERFORACIÓN P-10 - CASA 8</b>					
0	3	10	8	27.5	Suelta
3	5	8	6	26.2	Suelta
5	7	5	4	23.7	Muy suelta
7	9	10	7	26.7	Suelta
9	11	8	5	25.3	Suelta
11	13	13	8	27.7	Suelta
13	14.45	20	12	30.3	Media
<b>PERFORACIÓN P-11 - CASA 8</b>					
0	3	15	12	30.3	Media
3	5	14	11	29.8	Media
5	7	13	10	29.1	Suelta
7	9	29	20	35.0	Media
9	11	20	13	31.4	Media
11	13	23	14	31.9	Media
13	14.45	29	17	33.4	Media
<b>PERFORACIÓN P-12 - CASA 9</b>					
0	2.45	140	113	62.6	Muy compacta

**Tabla 5.** Compacidad relativa para valores de N corregidos perforaciones P-1 a P-12.

*CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA*

EXPLORACIÓN			Factores de corrección			Peso unitario	Presión efectiva	CN	N60=
Prof (m)	Nspt (Golpes/pie)		longitud	Tipo	Díametro				
<b>SONDEO S-1 CASA 1</b>									
0	1	8	0.75	1.2	1	1.65	1.7	1.60	10
1	2	12	0.75	1.2	1	1.65	3.3	1.37	12
2	3	5	0.75	1.2	1	1.65	5.0	1.24	5
3	4	4	0.81	1.2	1	1.7	6.8	1.13	4
4	5	8	0.87	1.2	1	1.7	8.5	1.06	7
5	6	11	0.91	1.2	1	1.7	10.2	1.00	10
6	7	12	0.95	1.2	1	1.75	12.3	0.93	11
7	7.8	16	0.95	1.2	1	1.75	13.7	0.90	14
<b>SONDEO S - 2 CASA 1</b>									
0	0.7	4	0.75	1.2	1	1.6	1.1	1.73	5
<b>SONDEO S - 1 CASA 2</b>									
0	1	3	0.75	1.2	1	1.6	1.6	1.61	4
1	2	2	0.75	1.2	1	1.6	3.2	1.38	2
2	3	3	0.75	1.2	1	1.65	5.0	1.24	3
3	4	3	0.81	1.2	1	1.65	6.6	1.14	3
4	5	9	0.87	1.2	1	1.65	8.3	1.07	8
5	6	8	0.91	1.2	1	1.7	10.2	1.00	7
6	7	11	0.95	1.2	1	1.7	11.9	0.94	10
7	8	16	0.95	1.2	1	1.75	14.0	0.89	14
8	8.2	20	0.95	1.2	1	1.75	14.4	0.88	17
<b>SONDEO S - 2 CASA 2 - INTENTO1</b>									
0	1	14	0.75	1.2	1	1.6	1.6	1.61	17
<b>SONDEO S - 2 CASA 2 - INTENTO2</b>									
0	0.5	18	0.75	1.2	1	1.6	0.8	1.85	25
<b>SONDEO S - 2 CASA 2 - INTENTO3</b>									
0	0.3	20	0.75	1.2	1	1.6	0.5	2.02	30
<b>SONDEO S - 3 CASA 2</b>									
0	1	6	0.75	1.2	1	1.6	1.6	1.61	7
1	1.7	31	0.75	1.2	1	1.65	2.8	1.43	33
<b>SONDEO S - 1 CASA 3</b>									
0	1	14	0.75	1.2	1	1.6	1.6	1.61	17
1	2	17	0.75	1.2	1	1.65	3.3	1.37	17
2	2.7	23	0.75	1.2	1	1.65	4.5	1.27	22
<b>SONDEO S - 2 CASA 3</b>									
0	1	8	0.75	1.2	1	1.6	1.6	1.61	10
1	2	22	0.75	1.2	1	1.6	3.2	1.38	23
2	2.5	35	0.75	1.2	1	1.65	4.1	1.30	34
<b>SONDEO S - 1 CASA 4</b>									
0	1	3	0.75	1.2	1	1.6	1.6	1.61	4
1	2	14	0.75	1.2	1	1.6	3.2	1.38	15
2	3	21	0.75	1.2	1	1.65	5.0	1.24	19
3	4	16	0.81	1.2	1	1.65	6.6	1.14	15
4	4.9	19	0.87	1.2	1	1.7	8.3	1.06	18
<b>SONDEO S - 2 CASA 4</b>									
0	1	3	0.75	1.2	1	1.6	1.6	1.61	4
1	2	13	0.75	1.2	1	1.6	3.2	1.38	13
2	2.5	37	0.75	1.2	1	1.65	4.1	1.30	36
<b>SONDEO S - 1 CASA 5</b>									
0	1	8	0.75	1.2	1	1.6	1.6	1.61	10
1	2	17	0.75	1.2	1	1.65	3.3	1.37	17
<b>SONDEO S - 2 CASA 5</b>									

*CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA*

EXPLORACIÓN			Factores de corrección			Peso unitario	Presión efectiva	CN	N60=
Prof (m)	Nspt (Golpes/pie)	longitud	Tipo	Díametro					
0	1	19	0.75	1.2	1	1.6	1.6	1.61	23
1	1.3	33	0.75	1.2	1	1.65	2.1	1.52	38
<b>SONDEO S - 1 CASA 6</b>									
0	1	2	0.75	1.2	1	1.6	1.6	1.61	2
1	2	3	0.75	1.2	1	1.6	3.2	1.38	3
2	3	4	0.75	1.2	1	1.6	4.8	1.25	4
3	4	9	0.81	1.2	1	1.6	6.4	1.15	8
4	5	11	0.87	1.2	1	1.65	8.3	1.07	10
5	6	8	0.91	1.2	1	1.65	9.9	1.01	7
6	7	9	0.95	1.2	1	1.7	11.9	0.94	8
7	8	12	0.95	1.2	1	1.7	13.6	0.90	10
8	8.3	19	0.95	1.2	1	1.75	14.5	0.88	16
<b>SONDEO S - 2 CASA 6</b>									
0	1	1	0.75	1.2	1	1.6	1.6	1.61	1
1	2	4	0.75	1.2	1	1.6	3.2	1.38	4
2	3	4	0.75	1.2	1	1.6	4.8	1.25	4
3	4	12	0.81	1.2	1	1.65	6.6	1.14	11
4	5	10	0.87	1.2	1	1.65	8.3	1.07	9
5	6	8	0.91	1.2	1	1.65	9.9	1.01	7
6	6.8	22	0.95	1.2	1	1.7	11.6	0.95	20
<b>SONDEO S - 1 CASA 7</b>									
0	1	11	0.75	1.2	1	1.6	1.6	1.61	13
1	2	17	0.75	1.2	1	1.65	3.3	1.37	17
2	2.2	13	0.75	1.2	1	1.65	3.6	1.34	13
<b>SONDEO S - 2 CASA 7</b>									
0	1	2	0.75	1.2	1	1.6	1.6	1.61	2
1	2	4	0.75	1.2	1	1.6	3.2	1.38	4
2	3	4	0.75	1.2	1	1.6	4.8	1.25	4
3	4	5	0.81	1.2	1	1.65	6.6	1.14	5
4	5	12	0.87	1.2	1	1.65	8.3	1.07	11
5	6	15	0.91	1.2	1	1.7	10.2	1.00	14
6	6.3	34	0.95	1.2	1	1.75	11.0	0.97	31
<b>SONDEO S - 1 CASA 8</b>									
0	1	18	0.75	1.2	1	1.6	1.6	1.61	22
1	2	26	0.75	1.2	1	1.65	3.3	1.37	27
2	3	26	0.75	1.2	1	1.7	5.1	1.23	24
3	3.2	56	0.75	1.2	1	1.7	5.4	1.21	51
<b>SONDEO S - 2 CASA 8</b>									
0	1	6	0.75	1.2	1	1.6	1.6	1.61	7
1	2	7	0.75	1.2	1	1.6	3.2	1.38	7
2	3	6	0.75	1.2	1	1.65	5.0	1.24	6
3	4	7	0.81	1.2	1	1.65	6.6	1.14	6
4	4.9	14	0.87	1.2	1	1.7	8.3	1.06	13
<b>SONDEO S - 3 CASA 8</b>									
0	1	6	0.75	1.2	1	1.6	1.6	1.61	7
1	2	8	0.75	1.2	1	1.6	3.2	1.38	8
2	3	8	0.75	1.2	1	1.6	4.8	1.25	7
3	4	6	0.81	1.2	1	1.65	6.6	1.14	6
4	5	7	0.87	1.2	1	1.65	8.3	1.07	6
5	6	7	0.91	1.2	1	1.7	10.2	1.00	6
6	7	12	0.95	1.2	1	1.7	11.9	0.94	11
7	7.8	32	0.95	1.2	1	1.75	13.7	0.90	27

CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA

EXPLORACIÓN			Factores de corrección			Peso unitario	Presión efectiva	CN	N60=
Prof (m)	Nspt (Golpes/pie)		longitud	Tipo	Díametro				
<b>SONDEO S - 1 CASA 9</b>									
0	1	20	0.75	1.2	1	1.6	1.6	1.61	24
1	2	27	0.75	1.2	1	1.65	3.3	1.37	28
2	2.7	39	0.75	1.2	1	1.7	4.6	1.26	37
<b>SONDEO S - 2 CASA 9</b>									
0	0.9	19	0.75	1.2	1	1.6	1.4	1.65	24
<b>SONDEO S - 1 CASA 10</b>									
0	1	22	0.75	1.2	1	1.6	1.6	1.61	27
1	2	20	0.75	1.2	1	1.6	3.2	1.38	21
2	3	11	0.75	1.2	1	1.65	5.0	1.24	10
3	4	11	0.81	1.2	1	1.65	6.6	1.14	10
4	5	23	0.87	1.2	1	1.7	8.5	1.06	21
5	5.2	31	0.87	1.2	1	1.75	9.1	1.03	28

Tabla 6. Valores de N corregidos sondeos S-1 a S-21

EXPLORACIÓN			N60=	□ ° Deducido	Compacidad relativa
Prof (m)	Nspt (Golpes/pie)				
<b>SONDEO S-1 CASA 1</b>					
0	1	8	10	28.9	Suelta
1	2	12	12	30.7	Media
2	3	5	5	24.6	Suelta
3	4	4	4	23.6	Muy suelta
4	5	8	7	27.1	Suelta
5	6	11	10	29.1	Suelta
6	7	12	11	29.6	Media
7	7.8	16	14	31.5	Media
<b>SONDEO S - 2 CASA 1</b>					
0	0.7	4	5	25.2	Suelta
<b>SONDEO S - 1 CASA 2</b>					
0	1	3	4	23.5	Muy suelta
1	2	2	2	21.4	Muy suelta
2	3	3	3	22.5	Muy suelta
3	4	3	3	22.4	Muy suelta
4	5	9	8	27.9	Suelta
5	6	8	7	27.0	Suelta
6	7	11	10	29.0	Suelta
7	8	16	14	31.4	Media
8	8.2	20	17	33.3	Media
<b>SONDEO S - 2 CASA 2 - INTENTO1</b>					
0	1	14	17	33.4	Media
<b>SONDEO S - 2 CASA 2 - INTENTO2</b>					
0	0.5	18	25	37.3	Media
<b>SONDEO S - 2 CASA 2 - INTENTO3</b>					
0	0.3	20	30	39.6	Compacta
<b>SONDEO S - 3 CASA 2</b>					
0	1	6	7	27.1	Suelta
1	1.7	31	33	40.8	Compacta
<b>SONDEO S - 1 CASA 3</b>					
0	1	14	17	33.4	Media
1	2	17	17	33.7	Media
2	2.7	23	22	35.9	Media
<b>SONDEO S - 2 CASA 3</b>					
0	1	8	10	28.9	Suelta
1	2	22	23	36.4	Media
2	2.5	35	34	41.1	Compacta
<b>SONDEO S - 1 CASA 4</b>					
0	1	3	4	23.5	Muy suelta
1	2	14	15	32.0	Media
2	3	21	19	34.7	Media
3	4	16	15	32.2	Media
4	4.9	19	18	33.7	Media
<b>SONDEO S - 2 CASA 4</b>					
0	1	3	4	23.5	Muy suelta

CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA

EXPLORACION			N60=	□ ° Deducido	Compacidad relativa
Prof (m)	Nspt (Golpes/pie)				
1	2	13	13	31.4	Media
2	2.5	37	36	41.8	Compacta
<b>SONDEO S - 1 CASA 5</b>					
0	1	8	10	28.9	Suelta
1	2	17	17	33.7	Media
<b>SONDEO S - 2 CASA 5</b>					
0	1	19	23	36.5	Media
1	1.3	33	38	42.4	Compacta
<b>SONDEO S - 1 CASA 6</b>					
0	1	2	2	22.0	Muy suelta
1	2	3	3	22.9	Muy suelta
2	3	4	4	23.7	Muy suelta
3	4	9	8	28.0	Suelta
4	5	11	10	29.3	Media
5	6	8	7	27.1	Suelta
6	7	9	8	27.7	Suelta
7	8	12	10	29.3	Media
8	8.3	19	16	32.8	Media
<b>SONDEO S - 2 CASA 6</b>					
0	1	1	1	19.9	Muy suelta
1	2	4	4	24.1	Suelta
2	3	4	4	23.7	Muy suelta
3	4	12	11	29.9	Media
4	5	10	9	28.6	Suelta
5	6	8	7	27.1	Suelta
6	6.8	22	20	35.0	Media
<b>SONDEO S - 1 CASA 7</b>					
0	1	11	13	31.3	Media
1	2	17	17	33.7	Media
2	2.2	13	13	31.2	Media
<b>SONDEO S - 2 CASA 7</b>					
0	1	2	2	22.0	Muy suelta
1	2	4	4	24.1	Suelta
2	3	4	4	23.7	Muy suelta
3	4	5	5	24.6	Suelta
4	5	12	11	29.9	Media
5	6	15	14	31.5	Media
6	6.3	34	31	40.0	Compacta
<b>SONDEO S - 1 CASA 8</b>					
0	1	18	22	35.9	Media
1	2	26	27	38.1	Media
2	3	26	24	36.9	Media
3	3.2	56	51	46.8	Muy compacta
<b>SONDEO S - 2 CASA 8</b>					
0	1	6	7	27.1	Suelta
1	2	7	7	27.0	Suelta
2	3	6	6	25.6	Suelta
3	4	7	6	26.4	Suelta
4	4.9	14	13	31.1	Media
<b>SONDEO S - 3 CASA 8</b>					
0	1	6	7	27.1	Suelta
1	2	8	8	27.9	Suelta
2	3	8	7	27.2	Suelta
3	4	6	6	25.5	Suelta
4	5	7	6	26.4	Suelta
5	6	7	6	26.3	Suelta
6	7	12	11	29.7	Media
7	7.8	32	27	38.4	Media
<b>SONDEO S - 1 CASA 9</b>					
0	1	20	24	37.0	Media
1	2	27	28	38.6	Media
2	2.7	39	37	42.2	Compacta
<b>SONDEO S - 2 CASA 9</b>					
0	0.9	19	24	36.7	Media
<b>SONDEO S - 1 CASA 10</b>					
0	1	22	27	38.1	Media
1	2	20	21	35.4	Media
2	3	11	10	29.3	Media
3	4	11	10	29.3	Media
4	5	23	21	35.6	Media
5	5.2	31	28	38.6	Media

Tabla 7. Compacidad relativa para valores de N corregidos sondeos S-1 a S-21.

*CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA*

Con los valores de N corregidos para las perforaciones y sondeos que se muestran en las tablas 4 a 7, se realiza el cálculo del periodo de vibración del suelo según el S.E.A.O.C. (1974) y Uniform Building Code (1976). Los resultados para cada una de las exploraciones se muestran en las tablas 8 y 9.

EXPLORACIÓN	Vs (m/s)	Ts (seg)	PERFIL NSR-10	N60 MIN	Vs (m/s)	PERFIL NSR-10	Aa (%g)	Av (%g)	Fa	Fv
PERFORACIÓN P-1 - CASA 1	251.34	0.23	D	9	217.90	D	0.25	0.25	1.3	1.9
PERFORACIÓN P-2 - CASA 4	220.44	0.26	D	4	167.70	E	0.25	0.25	1.45	3
PERFORACIÓN P-3 - CASA 3	314.49	0.13	D	9	220.76	D	0.25	0.25	1.3	1.9
PERFORACIÓN P-4 - CASA 5	340.85	0.12	D	15	259.40	D	0.25	0.25	1.3	1.9
PERFORACIÓN P-5 - CASA 2	349.99	0.10	D	27	317.75	D	0.25	0.25	1.3	1.9
PERFORACIÓN P-6 - CASA 2	374.55	0.09	C	30	332.09	D	0.25	0.25	1.3	1.9
PERFORACIÓN P-7 - CASA 7	304.10	0.19	D	6	186.65	D	0.25	0.25	1.3	1.9
PERFORACIÓN P-8 - CASA 10	379.11	0.07	C	30	332.09	D	0.25	0.25	1.3	1.9
PERFORACIÓN P-9 - CASA 10	321.36	0.14	D	14	256.85	D	0.25	0.25	1.3	1.9
PERFORACIÓN P-10 - CASA 8	199.00	0.29	D	4	163.19	E	0.25	0.25	1.45	3
PERFORACIÓN P-11 - CASA 8	251.17	0.23	D	10	226.65	D	0.25	0.25	1.3	1.9
PERFORACIÓN P-12 - CASA 9	523.12	0.02	C	113	523.12	C	0.25	0.25	1.15	1.55

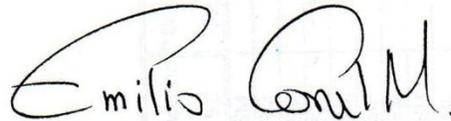
**Tabla 8.** Velocidad de ondas de corte, Periodo de vibración del suelo y parámetros para obtención del espectro de diseño perforaciones P-1 a P-12.

EXPLORACIÓN	Vs (m/s)	Ts (seg)	PERFIL NSR-10	N60 MIN	Vs (m/s)	PERFIL NSR-10	Aa (%g)	Av (%g)	Fa	Fv
SONDEO S-1 CASA 1	214.12	0.15	D	4	160.93	E	0.25	0.25	1.45	3
SONDEO S - 1 CASA 2	187.19	0.18	D	2	132.34	E	0.25	0.25	1.45	3
SONDEO S - 2 CASA 1	181.54	0.02	D	5	181.54	D	0.25	0.25	1.3	1.9
SONDEO S - 2 CASA 2 -	272.50	0.01	D	17	272.50	D	0.25	0.25	1.3	1.9
SONDEO S - 2 CASA 2 -	311.12	0.01	D	25	311.12	D	0.25	0.25	1.3	1.9
SONDEO S - 2 CASA 2 -	332.56	0.004	D	30	332.56	D	0.25	0.25	1.3	1.9
SONDEO S - 3 CASA 2	261.13	0.03	D	7	203.64	D	0.25	0.25	1.3	1.9
SONDEO S - 1 CASA 3	280.17	0.04	D	17	272.50	D	0.25	0.25	1.3	1.9
SONDEO S - 2 CASA 3	279.93	0.04	D	10	224.81	D	0.25	0.25	1.3	1.9
SONDEO S - 1 CASA 4	247.54	0.08	D	4	160.46	E	0.25	0.25	1.45	3
SONDEO S - 2 CASA 4	235.55	0.04	D	4	160.46	E	0.25	0.25	1.45	3
SONDEO S - 1 CASA 5	250.15	0.03	D	10	224.81	D	0.25	0.25	1.3	1.9
SONDEO S - 2 CASA 5	315.47	0.02	D	23	302.67	D	0.25	0.25	1.3	1.9
SONDEO S - 1 CASA 6	195.29	0.17	D	2	139.58	E	0.25	0.25	1.45	3
SONDEO S - 2 CASA 6	195.82	0.14	D	1	109.99	E	0.25	0.25	1.45	3
SONDEO S - 1 CASA 7	261.89	0.03	D	13	249.20	D	0.25	0.25	1.3	1.9
SONDEO S - 2 CASA 7	195.74	0.13	D	2	139.58	E	0.25	0.25	1.45	3
SONDEO S - 1 CASA 8	313.15	0.04	D	22	297.10	D	0.25	0.25	1.3	1.9
SONDEO S - 2 CASA 8	206.58	0.09	D	6	185.81	D	0.25	0.25	1.3	1.9
SONDEO S - 3 CASA 8	216.42	0.14	D	6	185.56	D	0.25	0.25	1.3	1.9
SONDEO S - 1 CASA 9	326.04	0.03	D	24	308.05	D	0.25	0.25	1.3	1.9
SONDEO S - 2 CASA 9	304.92	0.01	D	24	304.92	D	0.25	0.25	1.3	1.9
SONDEO S - 1 CASA 10	274.31	0.08	D	10	228.55	D	0.25	0.25	1.3	1.9

**Tabla 9.** Velocidad de ondas de corte, Periodo de vibración del suelo y parámetros para obtención del espectro de diseño sondeos S-1 a S-21.

Gustosamente se aclararán dudas referentes a este informe.

Atentamente,



**ING. EMILIO CORAL MONCAYO**  
Gerente



INGENIERIA DE SUELOS Y CIMENTACIONES LTDA.  
INGENIEROS CONSULTORES  
PASTO  
Nit: 800 042.937

## **8. ANALISIS DE VULNERABILIDAD**

### **ESTUDIO DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LAS 10 VIVIENDAS UBICADAS EN EL BARRIO VILLA LUCIA**

**D.C.C. INGENIERIA S.A.S  
ING. WILLIAM CASTILLO  
ING. IVAN CASTILLO**

---

*CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE  
VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA*

San Juan de Pasto, Diciembre 30 de 2011

Ingeniera:

**MARIA TERESA HIDROBO**

Contratista

Ref: **ESTUDIO DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LAS 10  
VIVIENDAS UBICADAS EN EL BARRIO VILLA LUCIA**

*Cordial saludo,*

Mediante la presente se hace entrega del Estudio de vulnerabilidad estructural del proyecto de la referencia, el cual se realizó bajo Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistentes NSR-10, capitulo A10, en las viviendas que se relacionan a continuación:

<b>VIVIENDA</b>	<b>DIRECCION</b>	<b>PROPIETARIO</b>
VIVIENDA 1	CR 20A No. 8 - 05	LUIS ARTURO MUÑOZ
VIVIENDA 2	CLL 8 No. 20 - 67	DAVID CARVAJAL
VIVIENDA 3	CR 20A No. 8 - 10	FLOR MARIA ORTEGA
VIVIENDA 4	CRA 20A No. 8 - 11	NUBIA GOMEZ
VIVIENDA 5	CR 20A No. 8 - 04	OFELIA ORDOÑEZ
VIVIENDA 6	CR 21 No. 8 - 16	JUAN CARLOS DE LOS RIOS
VIVIENDA 7	CR 21 No. 8 - 14	BRAULIO CEBALLOS
VIVIENDA 8	CR 21 No. 8 - 57	LUIS CARLOS PATIÑO
VIVIENDA 9	CR 21 No. 8 - 63	GINNA RUALES
VIVIENDA 10	CR 21 No. 8 - 59	MARIO ROSERO

*Si en el análisis se presenta alguna inquietud, estaremos atentos a colaborar.  
Cordialmente,*

**IVAN A. CASTILLO V.**  
Mat. 52202-69635 NR

**WILLIAM A. CASTILLO V.**  
Mat. 52202-25765 NR

## **CONTENIDO DEL ESTUDIO**

1. *DESCRIPCION DEL DISEÑO ESTRUCTURAL*
2. *PARAMETROS SISMICOS - ESPECTRO DE DISEÑO*
3. *MATERIALES*
  - 3.1 *Concreto*
  - 3.2 *Acero*
4. *ANALISIS DE CARGAS*
  - 4.1 *Carga Muerta*
  - 4.2 *Carga Viva*
5. *CONFIGURACION GEOMETRICA DE LA ESTRUCTURA*
6. *DESARROLLO DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA*
  - 6.1 *Desarrollo de Carga Muerta*
  - 6.2 *Desarrollo de carga Viva*
  - 6.3 *Desarrollo de fuerzas sísmicas*
  - 6.4 *Combinaciones de carga*
7. *CONTROL DE DERIVAS*
  - 7.1 *Desplazamientos sentido X*
  - 7.2 *Desplazamiento sentido Z*
  - 7.3 *Control de derivas e índice de estabilidad*
8. *ANALISIS DE VULNERABILIDAD*
9. *CHEQUEO DE RELACION ENTRE DEMANDA Y CAPACIDAD*
  - 9.1 *Definición del índice de sobreesfuerzo de los elementos*
  - 9.2 *Definición del índice de sobreesfuerzo de la estructura*

## 8. ANALISIS DE VULNERABILIDAD

VIVIENDA 1						
	AFECTACIÓN	INDICE DE SOBRE ESFUERZOS	FALLA	SOBRE ESFUERZO	DIAGNOSTICO	EVIDENCIA
VIGAS	Momento positivo y negativo cortante.	198%	Excede la flexión y tensión en un 98%.	Flexión y tensión diagonal cortante.	Escaso refuerzo longitudinal y flejes muy distanciados.	Probabilidad detallada por acción de cargas dinámicas en la mitad de la luz y en la intersección Viga-Columna.
COLUMNAS	Flexo Compresión	150%	Excede la Flexo Compresión en un 50%	Flexo Compresión	No cumple sección mínima y escaso refuerzo longitudinal.	Elemento débil Probabilidad de falla del elemento global por excesiva flexibilidad.

VIVIENDA 2						
	AFECTACIÓN	INDICE DE SOBRE ESFUERZOS	FALLA	SOBRE ESFUERZO	DIAGNOSTICO	EVIDENCIA
VIGAS	Momento positivo y negativo cortante.	199%	Excede la flexión y tensión en un 99%.	Flexión y tensión diagonal cortante.	Escaso refuerzo longitudinal y flejes muy distanciados.	Probabilidad detallada por acción de cargas dinámicas en la mitad de la luz y en la intersección Viga-Columna.
COLUMNAS	Flexo Compresión	199%	Excede la Flexo Compresión en un 99%	Flexo Compresión	No cumple sección mínima y escaso refuerzo longitudinal.	Elemento débil Probabilidad de falla del elemento global por excesiva flexibilidad.

CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA

VIVIENDA 3						
	AFECTACIÓN	INDICE DE SOBRE ESFUERZOS	FALLA	SOBRE ESFUERZO	DIAGNOSTICO	EVIDENCIA
VIGAS	Momento positivo y negativo cortante.	197%	Excede la flexión y tensión en un 97%.	Flexión y tensión diagonal cortante.	Escaso refuerzo longitudinal y flejes muy distanciados.	Probabilidad detallada por acción de cargas dinámicas en la mitad de la luz y en la intersección Viga-Columna.
COLUMNAS	Flexo Compresión	100%	Excede la Flexo Compresión en un 0%	Flexo Compresión	No cumple sección mínima y escaso refuerzo longitudinal.	Elemento débil Probabilidad de falla del elemento global por excesiva flexibilidad.

CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA

VIVIENDA 4						
	AFECTACIÓN	INDICE DE SOBRE ESFUERZOS	FALLA	SOBRE ESFUERZO	DIAGNOSTICO	EVIDENCIA
VIGAS	Momento positivo y negativo cortante.	171%	Excede la flexión y tensión en un 71%.	Flexión y tensión diagonal cortante.	Escaso refuerzo longitudinal y flejes muy distanciados.	Probabilidad detallada por acción de cargas dinámicas en la mitad de la luz y en la intersección Viga-Columna.
COLUMNAS	Flexo Compresión	197%	Excede la Flexo Compresión en un 97%	Flexo Compresión	No cumple sección mínima y escaso refuerzo longitudinal.	Elemento débil Probabilidad de falla del elemento global por excesiva flexibilidad.

CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA

VIVIENDA 5						
	AFECTACIÓN	INDICE DE SOBRE ESFUERZOS	FALLA	SOBRE ESFUERZO	DIAGNOSTICO	EVIDENCIA
VIGAS	Momento positivo y negativo cortante.	199%	Excede la flexión y tensión en un 99%.	Flexión y tensión diagonal cortante.	Escaso refuerzo longitudinal y flejes muy distanciados.	Probabilidad detallada por acción de cargas dinámicas en la mitad de la luz y en la intersección Viga-Columna.
COLUMNAS	Flexo Compresión	194%	Excede la Flexo Compresión en un 94%	Flexo Compresión	No cumple sección mínima y escaso refuerzo longitudinal.	Elemento debil Probabilidad de falla del elemento global por excesiva flexibilidad.

CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA

VIVIENDA 6						
	AFECTACIÓN	INDICE DE SOBRE ESFUERZOS	FALLA	SOBRE ESFUERZO	DIAGNOSTICO	EVIDENCIA
VIGAS	Momento positivo y negativo cortante.	193%	Excede la flexión y tensión en un 93%.	Flexión y tensión diagonal cortante.	Escaso refuerzo longitudinal y flejes muy distanciados.	Probabilidad detallada por acción de cargas dinámicas en la mitad de la luz y en la intersección Viga-Columna.
COLUMNAS	Flexo Compresión	197%	Excede la Flexo Compresión en un 97%	Flexo Compresión	No cumple sección mínima y escaso refuerzo longitudinal.	Elemento débil Probabilidad de falla del elemento global por excesiva flexibilidad.

CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA

VIVIENDA 7						
	AFECTACIÓN	INDICE DE SOBRE ESFUERZOS	FALLA	SOBRE ESFUERZO	DIAGNOSTICO	EVIDENCIA
VIGAS	Momento positivo y negativo cortante.	199%	Excede la flexión y tensión en un 99%.	Flexión y tensión diagonal cortante.	Escaso refuerzo longitudinal y flejes muy distanciados.	Probabilidad detallada por acción de cargas dinámicas en la mitad de la luz y en la intersección Viga-Columna.
COLUMNAS	Flexo Compresión	198%	Excede la Flexo Compresión en un 98%	Flexo Compresión	No cumple sección mínima y escaso refuerzo longitudinal.	Elemento débil Probabilidad de falla del elemento global por excesiva flexibilidad.

CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA

VIVIENDA 8						
	AFECTACIÓN	INDICE DE SOBRE ESFUERZOS	FALLA	SOBRE ESFUERZO	DIAGNOSTICO	EVIDENCIA
VIGAS	Momento positivo y negativo cortante.	198%	Excede la flexión y tensión en un 98%.	Flexión y tensión diagonal cortante.	Escaso refuerzo longitudinal y flejes muy distanciados.	Probabilidad detallada por acción de cargas dinámicas en la mitad de la luz y en la intersección Viga-Columna.
COLUMNAS	Flexo Compresión	196%	Excede la Flexo Compresión en un 96%	Flexo Compresión	No cumple sección mínima y escaso refuerzo longitudinal.	Elemento débil Probabilidad de falla del elemento global por excesiva flexibilidad.

CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA

VIVIENDA 9						
	AFECTACIÓN	INDICE DE SOBRE ESFUERZOS	FALLA	SOBRE ESFUERZO	DIAGNOSTICO	EVIDENCIA
VIGAS	Momento positivo y negativo cortante.	197%	Excede la flexión y tensión en un 99%.	Flexión y tensión diagonal cortante.	Escaso refuerzo longitudinal y flejes muy distanciados.	Probabilidad detallada por acción de cargas dinámicas en la mitad de la luz y en la intersección Viga-Columna.
COLUMNAS	Flexo Compresión	196%	Excede la Flexo Compresión en un 96%	Flexo Compresión	No cumple sección mínima y escaso refuerzo longitudinal.	Elemento debil Probabilidad de falla del elemento global por excesiva flexibilidad.

VIVIENDA 10						
	AFECTACIÓN	INDICE DE SOBRE ESFUERZOS	FALLA	SOBRE ESFUERZO	DIAGNOSTICO	EVIDENCIA
<b>VIGAS</b>	Momento positivo y negativo cortante.	191%	Excede la flexión y tensión en un 91%.	Flexión y tensión diagonal cortante.	Escaso refuerzo longitudinal y flejes muy distanciados.	Probabilidad detallada por acción de cargas dinámicas en la mitad de la luz y en la intersección Viga-Columna.
<b>COLUMNAS</b>	Momento positivo y negativo cortante.	191%	Excede la flexión y tensión en un 91%.	Flexión y tensión diagonal cortante.	Escaso refuerzo longitudinal y flejes muy distanciados.	Probabilidad detallada por acción de cargas dinámicas en la mitad de la luz y en la intersección Viga-Columna.

## **9. PATOLOGIA EN MUROS Y PISOS**

### **ELABORACION DE FICHAS PATOLOGICAS**

**ING. MARIA TERESA HIDROBO C.**

## **EN PATOLOGIA EN MUROS Y PISOS**

Los asentamientos han producido fallas primarias y secundarias en las viviendas tanto en muros como en placas de pisos y entresijos.

Hay separación de placa muro en las intersecciones de muro piso, al igual que se presenta desprendimientos de elementos metálicos como ventanas.

Se presenta asentamientos en los vanos de puertas, alterando el normal funcionamiento de las mismas.

Sumado el estado actual de abandono de algunas viviendas que se han desalojado, se manifiesta suciedad por depósito y aglutinamiento que conlleva a humedades y desprendimientos de materiales como pintura, estuco y repello.



### **SINTOMAS**

**Lesiones primarias: Fisuras, Grietas y Humedades**

**Lesiones secundarias: Desprendimientos de material de acabado, Eflorescencias.**

**Consecuencias: Pérdida de Verticalidad y Desplome de Muros**

### **INVESTIGACIÓN**

Las fisuras del mortero de repello y grietas en muros son causa de los asentamientos diferenciales presentados en la zona. La humedad se presenta por filtración.

Los asentamientos produjeron agrietamientos con desplazamiento transversal y longitudinal, que afectó tanto el material de acabado como la placa de soporte.

El estado de abandono de algunas viviendas hace que por falta de mantenimiento, el agua invada fácilmente el material de acabado del piso ocasionando goteos. Por el tipo de material, se presenta un desgaste normal por rozamiento, ya sea por tráfico peatonal, denotado en zonas de circulación, o por desplazamiento de elementos pesados arrastrados sin ningún tipo de protección.

## EXTRACCION DE NUCLEOS

La extracción de núcleos se considera la prueba más concluyente para determinar la resistencia real a la compresión del concreto presente en la estructura. En cada vivienda analizada, se extrajeron núcleos en diferentes elementos de la estructura, obteniendo los datos más representativos.



De acuerdo a las exigencias estandarizadas, para este tipo de construcciones, la resistencia a la compresión debe ser de 3000 PSI. **La mayoría de los ensayos realizados se encuentran por debajo de la resistencia mínima, en un rango hasta del 60% (1.162 PSI la resistencia mas baja); en algunas viviendas se encontraron concretos de excelente calidad pero que corresponden a reparaciones y mejoras posteriores a las fallas.**

Como característica de los materiales, las bajas resistencias de la mayoría de las viviendas se debe a que la mayoría de los concretos se fabricaron con arena de peña blanca, como uno de los factores identificados en los ensayos.



## **CONFRONTACIÓN DE ARMADURA DE REFUERZO**

Se llevaron a cabo exploraciones (regatas) en diferentes elementos que forman la estructura, con el objeto de explorar y determinar el acero de refuerzo, tanto longitudinal como transversal, para determinar la cuantía de acero, que sirvan de base para el análisis de vulnerabilidad.



Para ello se realizaron estos ensayos en forma aleatoria, tratando de darnos una idea global de cuál fue el proceso constructivo de la edificación. Como resultado

se encontraron dos tipos de sistemas constructivos: un sistema aporticado con muros de cerramiento y otro sistema mixto con dos columnas periféricas y un muro carguero en la mitad, con placa maciza y aligerada.

**Predominan columnas de 15 x 25 con refuerzo 4 N4 y 4N3 y flejes N2 con separación típica de 20 centímetros(en la Mayor parte de las viviendas, predomina varilla lisa N4 y N3).**

**La información detallada de cada vivienda se encuentra en los planos del levantamiento estructural.**

## **CARBONATACIÓN EN EL CONCRETO**

La carbonatación es la pérdida de PH que ocurre cuando el dióxido de carbono atmosférico penetra y reacciona con la humedad contenida en los poros del concreto. La pérdida del PH es muy grave, ya que el concreto, en su condición altamente alcalina (PH = 12 y 13), protege de la corrosión al acero de refuerzo embebido.



La carbonatación es un proceso natural que se ve afectado por condiciones propias del ambiente, su velocidad de avance depende principalmente de la humedad, resistividad, permeabilidad y durabilidad del concreto.

La forma más fácil y común de detectar la carbonatación es La prueba de fenolftaleína, esta se realizó en los lugares donde se extrajeron los núcleos. Las áreas carbonatadas de concreto (PH<8) cambiarán de color, mientras que áreas con un PH> 9.5 adquirirán color rojo púrpura brillante; el no cambio de color muestra hasta donde ha llegado el avance del frente de carbonatación dentro del concreto.



no  
las  
un

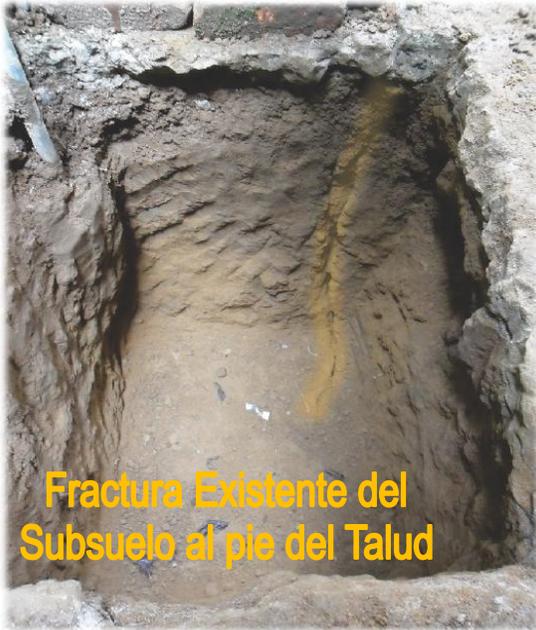
**Después de haber realizado los respectivos ensayos, se concluye que 8 de las 10 viviendas tienen los concretos carbonatados.**

**Los elementos estructurales de mayor afectación se encuentran en las *Columnas* donde la profundidad de carbonatación es de 2 a 10 cm., incluyendo el espesor de repello de promedio 1.5 cm. Esto obedece a que en este sector, se originaron grandes cantidades de dióxido de carbono y vapores de agua (humedades), esto sumado a la baja calidad del concreto (alta permeabilidad) y recubrimientos inadecuados, originan un ambiente propicio para que el frente de carbonatación avance con mayor velocidad y se presenten oxidación y corrosión en el acero de refuerzo.**

## SUELOS

En las viviendas, objeto de este estudio, se encuentra en el primer estrato bajo las viviendas, evidencias de suelo moderadamente estable, en el siguiente estrato el suelo se torna suelto y muy suelto con probabilidad de la existencia de galerías colapsadas en el estrato ultimo (Profundidad entre 8 a 14m); pudiendo concluir que en las 10 viviendas estudiadas el **suelo en general es inestable.**





**Fractura Existente del Subsuelo al pie del Talud**



**Fractura Existente del Subsuelo al pie del Talud**

Es importante anotar, que en inmediaciones con el talud del Barrio Los Balcones, la vivienda N°2 perteneciente al señor David Carvajal, evidenció fractura o corte de suelo sobre el área posterior, indicando un posible bulbo de presión sobre el terreno del área estudio. Mientras se desarrollaron los ensayos de penetración estándar sobre el lado lateral izquierdo de la vivienda, el equipo tuvo una desviación lateral, permitiendo intuir la dirección de la fractura del suelo.



En la vivienda N°7, perteneciente al señor Braulio Ceballos, el ensayo de Penetración Estandar demostró la existencia de una Galeria Subterranea bajo la vivienda, con relleno no compactado.



**TIPO DE SUELO:**

La Norma Sismo Resistente Colombiana NSR-10 califica el perfil de tipos de suelo caracterizando su comportamiento de rigidez y flexibilidad, y el efecto que se genera en la amplificación de un evento sísmico, tal como se relaciona en la siguiente tabla:

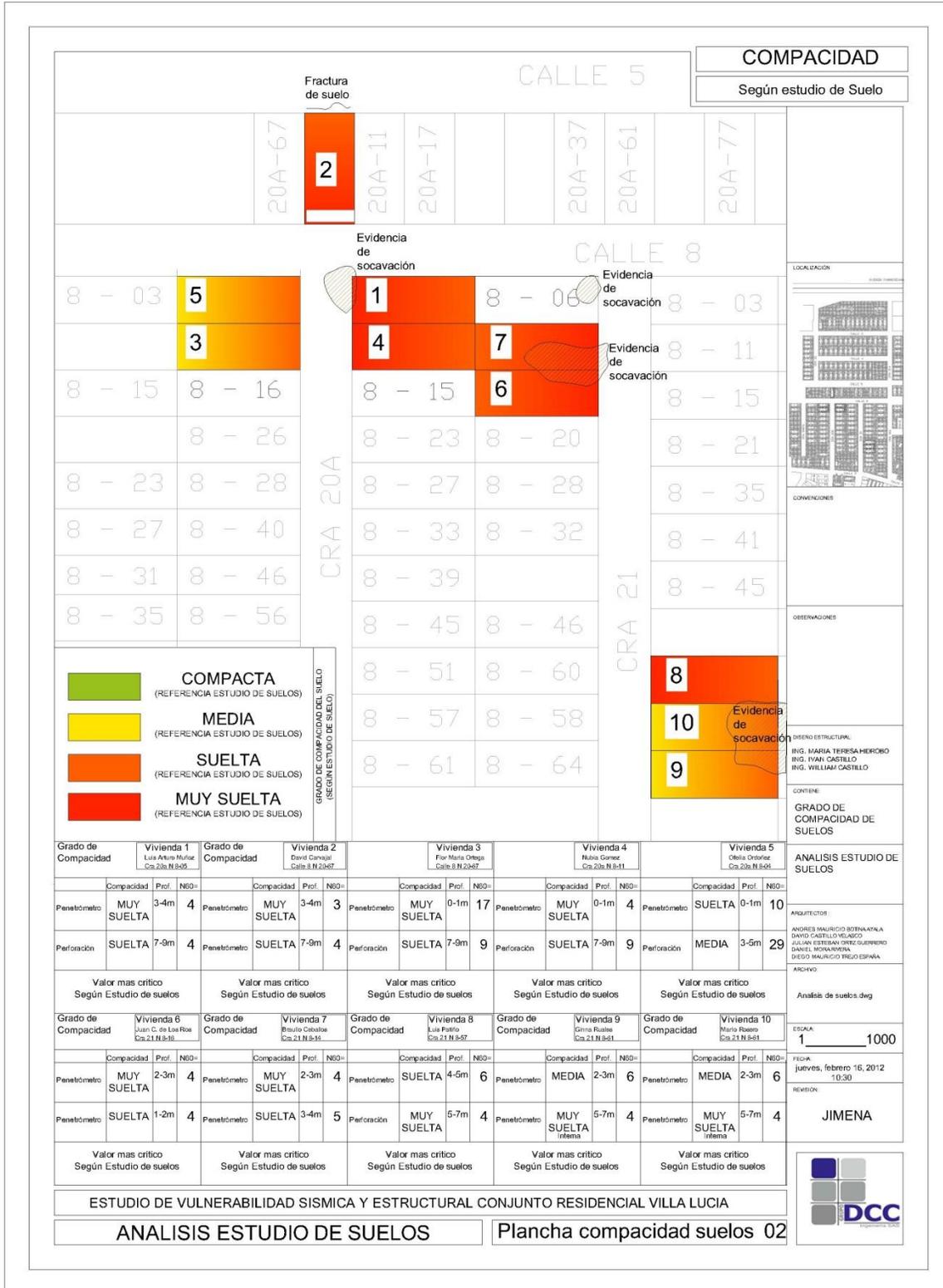
**Tabla A.2.4-1  
Clasificación de los perfiles de suelo**

Tipo de perfil	Descripción	Definición
<b>A</b>	Perfil de roca competente	$\bar{v}_s \geq 1500$ m/s
<b>B</b>	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > \bar{v}_s \geq 760$ m/s
<b>C</b>	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > \bar{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$ , o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa ( $\approx 1$ kgf/cm <sup>2</sup> )
<b>D</b>	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > \bar{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$ , o $100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{s}_u \geq 50$ kPa ( $\approx 0.5$ kgf/cm <sup>2</sup> )
<b>E</b>	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$180 \text{ m/s} > \bar{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total <b>H</b> mayor de 3 m de arcillas blandas	<b>IP</b> > 20 <b>w</b> $\geq 40\%$ $50 \text{ kPa} (\approx 0.50 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{s}_u$
<b>F</b>	Los perfiles de suelo tipo <b>F</b> requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: <b>F<sub>1</sub></b> — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. <b>F<sub>2</sub></b> — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas ( <b>H</b> > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). <b>F<sub>3</sub></b> — Arcillas de muy alta plasticidad ( <b>H</b> > 7.5 m con Índice de Plasticidad <b>IP</b> > 75) <b>F<sub>4</sub></b> — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda ( <b>H</b> > 36 m)	

Para la comprensión e interpretación de dicha clasificación, el Suelo tipo A es el que menor factor de amplificación sísmica presenta, por caracterizarse como suelo rocoso y de alta rigidez; por su parte el Suelo tipo E, el suelo de mayor factor de amplificación ante un evento sísmico, debido a sus características de suelo arcilloso y arenoso.

**En el caso de Villa Lucia( Ver Plano 1), 6 de las 10 viviendas están en la clasificación del perfil de suelo tipo E, y las 4 restantes se encuentran clasificadas entre Suelo D y E, pudiendo evidenciar la alta probabilidad de afectaciones serias a la estructura de las edificaciones.**

CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA



PLANO 2\_COMPACIDAD

## **COMPACIDAD:**

El grado de compacidad, o de compactación, hace referencia a la densidad que el suelo en general presenta, relacionando el grado de humedad y de su resistencia a la compresión por cargas verticales de la edificación, que se originan en sus estados dinámicos y estáticos.

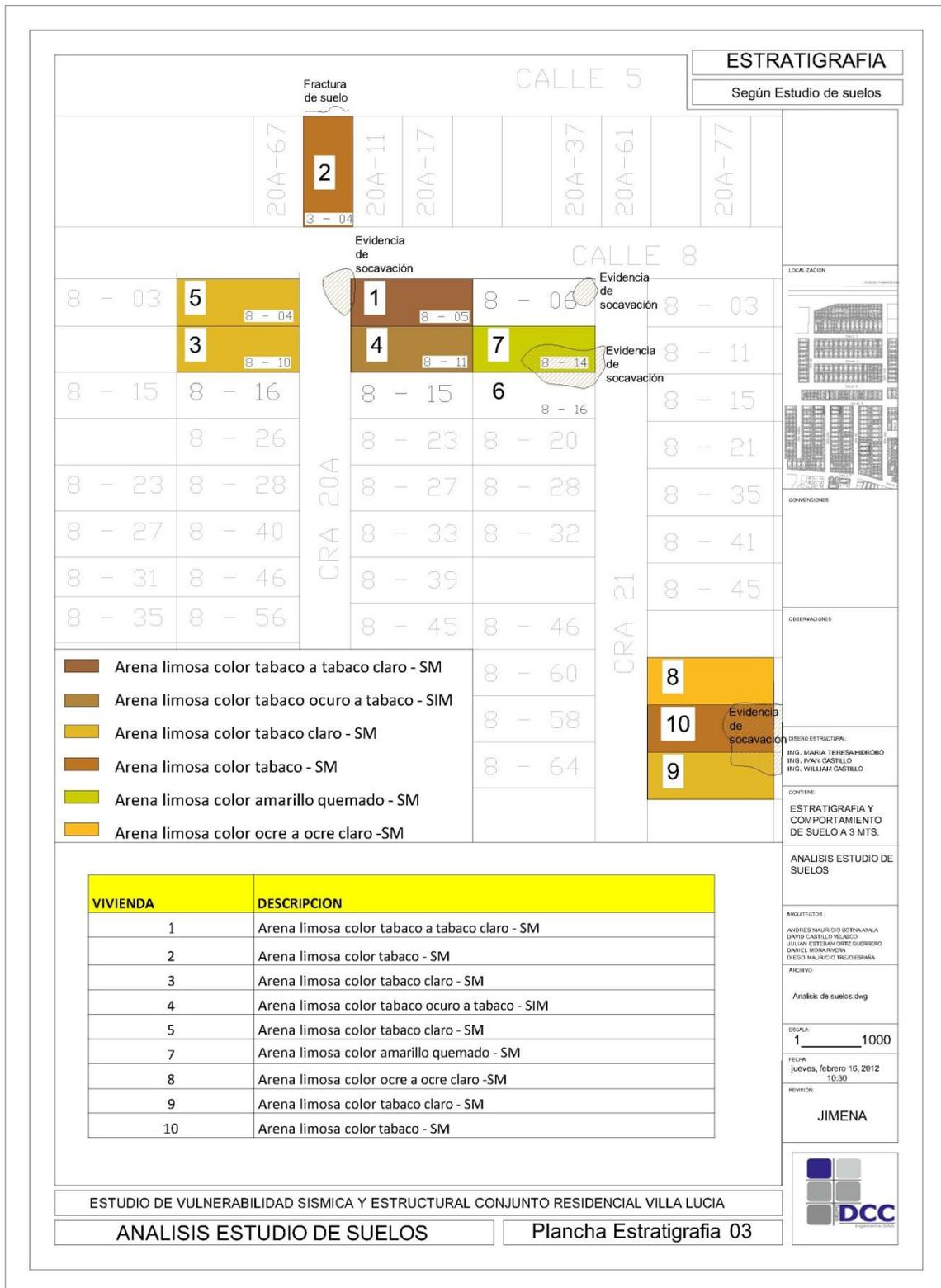
Para la determinación del grado de compacidad relativa del sector de Villa Lucia, según el estudio de suelos, los ensayos de perforación y Penetración estándar hechos a cada vivienda, se estimaron por acción de golpes manuales y mecánicos que determinaron la presión vertical efectiva del suelo.

La siguiente, es la clasificación del grado de compacidad para la zona de Villa Lucia gracias a la exploración antes mencionada:

<b>NOMENCLATURA</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>
	COMPACTA
	MEDIA
	SUELTA
	MUY SUELTA

**Los resultados finales, (Ver Plano 5 y Plano 6) permiten concluir que 6 de las 10 viviendas, presentan un nivel Muy suelto de compactación, y las 4 restantes oscilan entre un grado de compacidad medio y Muy Suelto, con evidencias de socavación. Estas afectaciones, se han manifestado en los distintos desniveles, desplomes y asentamientos diferenciales que cada una de las viviendas presenta, y por lo tanto, el suelo se constituye en un gradiente de alta probabilidad de amenaza para el colapsamiento de las edificaciones**

CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA

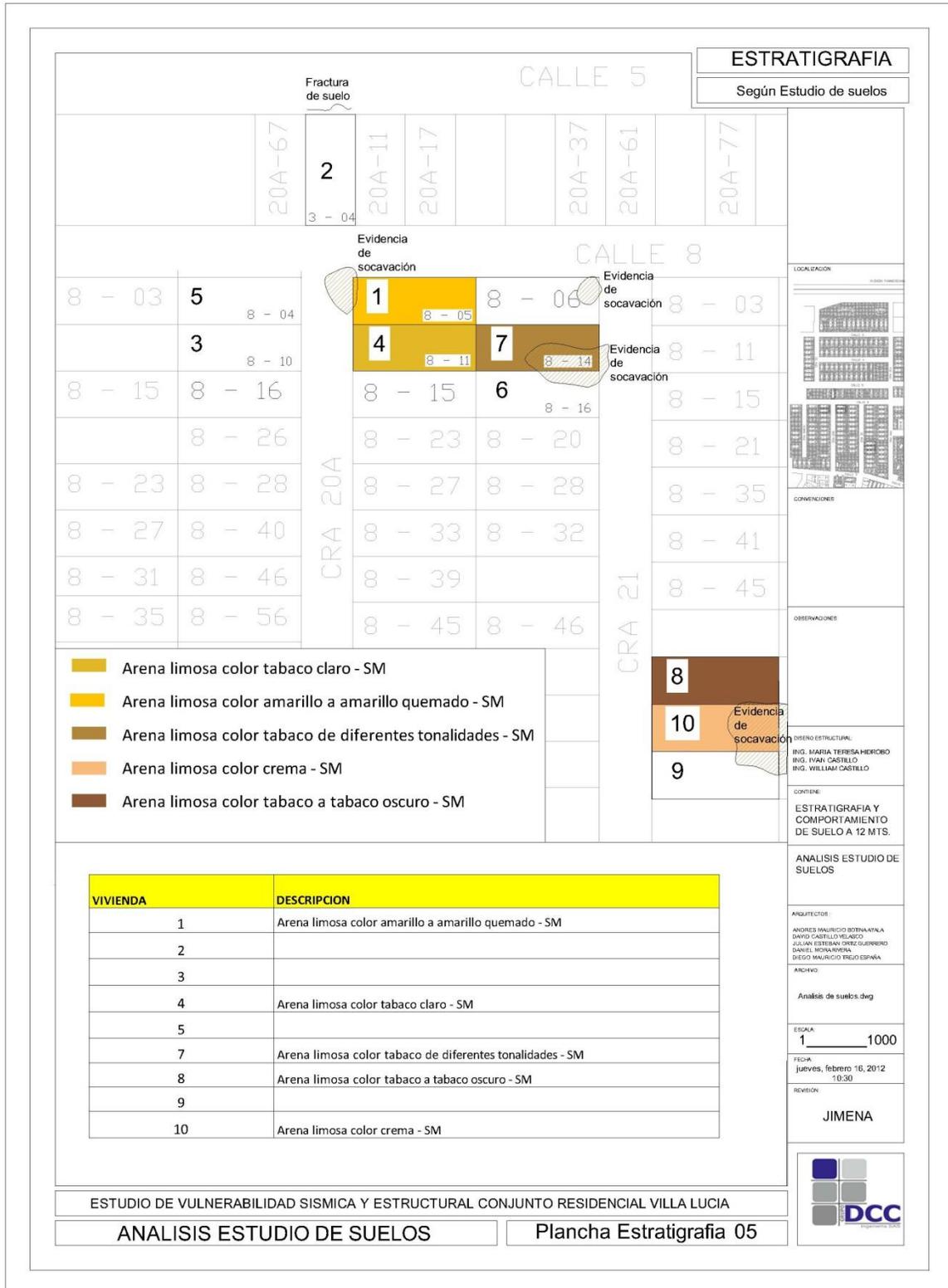


PLANO 3\_ ESTRATIGRAFIA A 3 METROS



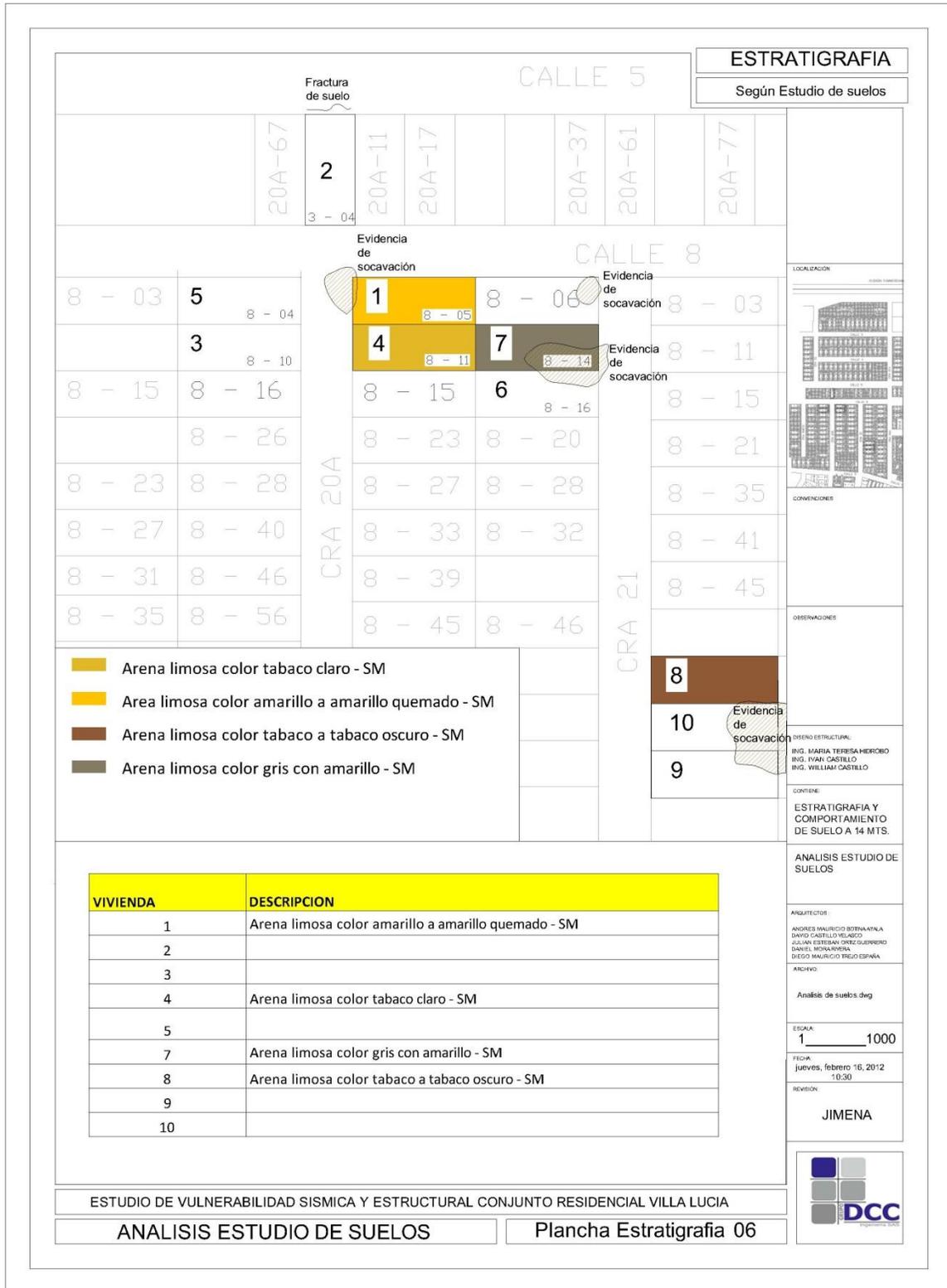
**PLANO 4\_ ESTRATIGRAFIA A 9 METROS**

CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA



**PLANO 5 \_ ESTRATIGRAFIA A 12 METROS**

CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA



PLANO 6 \_ ESTRATIGRAFIA A 14 METROS

**ESTRATIGRAFIA:**

La Estratigrafía hace referencia al estudio de sedimentación, identificación y descripción del corte vertical y horizontal de los distintos estratos que componen al suelo.

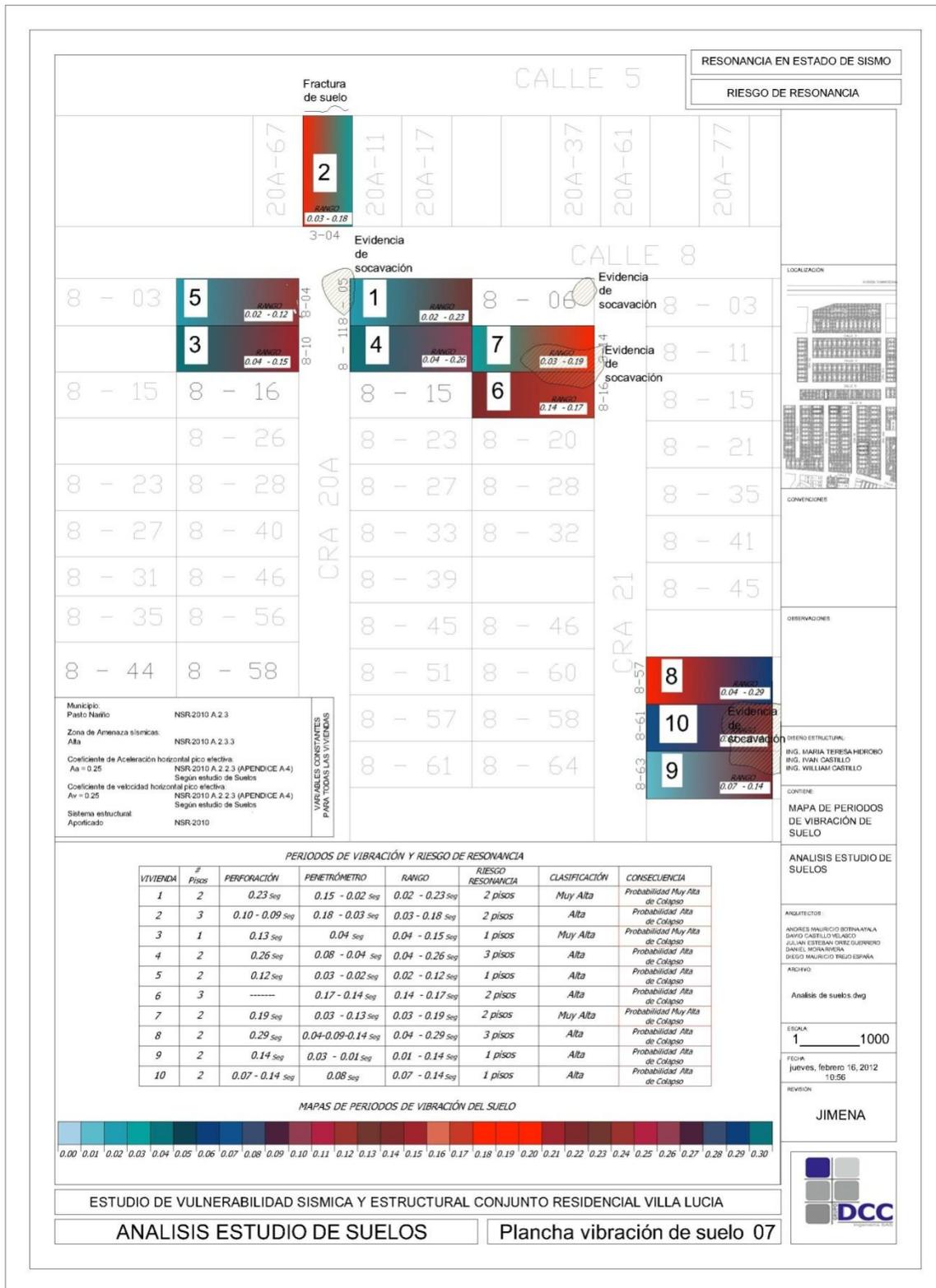
PERFORACIÓN No. : 1		FECHA : FEBRERO 07 DE 2012	
PROF.	NSPT	ESTRATO	DESCRIPCIÓN
0.00 m			
0.50 m			
1.00 m			
1.50 m			
2.00 m	19		
2.50 m			ARENA LIMOSA COLOR TABACO A TABACO CLARO - SM
3.00 m			
3.50 m			
4.00 m	23		
4.50 m			
5.00 m			
5.50 m			
6.00 m	20		
6.50 m			
7.00 m			
7.50 m			
8.00 m	13		ARENA LIMOSA COLOR AMARILLO A AMARILLO QUEMADO - SM
9.00 m			
10.00 m	18		
11.00 m			
12.00 m	23		
13.00 m			
14.00 m	20		
FIN DE LA EXPLORACIÓN - Profundidad = 14.45 m			

Esta recopilación de datos, se llevó a cabo, paralelo a la medición del grado de compacidad, mediante la extracción de muestras de suelo en diferentes profundidades (3, 9, 12 y 14 metros). Cabe anotar que hubo inexistencia de extracción de núcleos en diferentes profundidades, haciéndose notoria la presencia de galerías o de estratos de suelo no compactados.

Es también importante anotar, que en la extracción de muestras hubo presencia de agua, pudiendo intuir la filtración proveniente de las redes de aguas negras o cuerpos de agua subterráneos presentes en el sector.

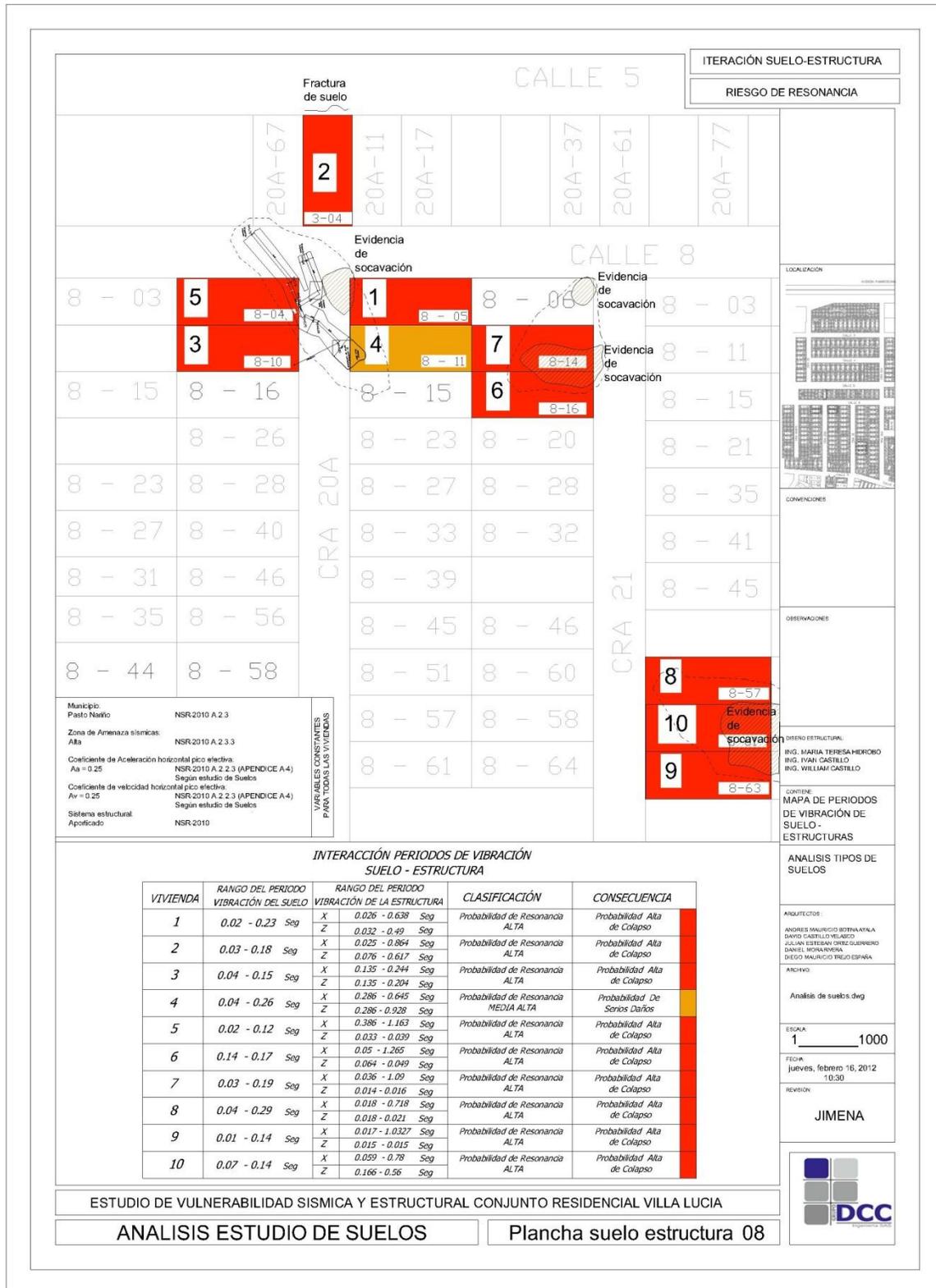
Los resultados del informe de Estratigrafía, estiman la descripción del tipo de suelo presente a diferentes profundidades, que para el caso de Villa Lucia (ver Planos 3 a 6), predomina la presencia de Arenas Limosas. Esta clasificación se puede interrelacionar con el tipo de suelo y grado de compacidad, antes visto, en donde la presencia de vacíos y bajas densidades revela la escasa capacidad portante del suelo.

CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA



PLANO 7\_VIBRACION DE SUELO

CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA



PLANO 8\_INTERACCIÓN VIBRACIÓN SUELO - ESTRUCTURA

## **INTERACCIÓN VIBRACIÓN SUELO – ESTRUCTURA:**

La Vibración del suelo, se define como la capacidad de amplificación o mitigación instantánea de la aceleración que ocurre durante un evento sísmico. Su incremento o atenuación depende de la capacidad portante, su grado de compacidad, y la caracterización de sus materiales granulométricos.

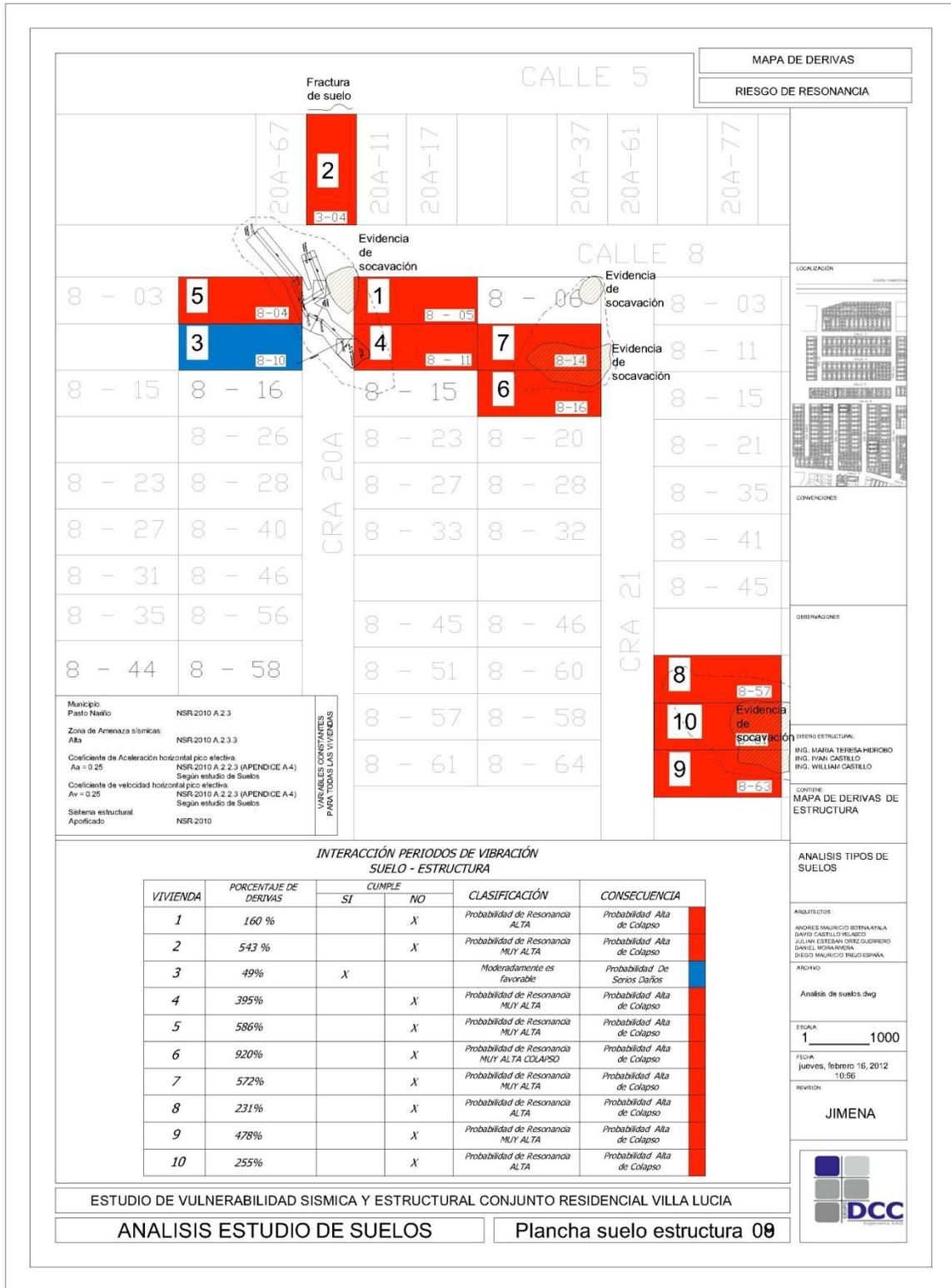
Los periodos en los que toman lugar los movimientos telúricos, afectan, según su duración, a las edificaciones que dependiendo de su altura y de los materiales con los que se encuentre proyectado, pueda presentar una capacidad de respuesta idónea frente a dicho fenómeno.



Por su parte, la Vibración de la Estructura, corresponde al grado de suficiencia para aminorar los efectos de vibración del suelo ante la eventualidad de un sismo. Para reducir los impactos que a la estructura puedan afectar, intervienen las propiedades fisicomecánicas con que se hayan diseñadas las edificaciones: cuantías de acero, modulación de elementos estructurales, irregularidades en planta y en altura, y factores de importancia de la edificación.

**Según los resultados de los diferentes ensayos y extracción de muestras de Suelos y de calidades de concreto e identificación de elementos estructurales de las edificaciones (Ver Plano 7 y 8), 9 de las 10 viviendas analizadas entrarían en resonancia con el periodo de vibración del suelo. En otras palabras, en un evento sísmico mayor o igual a 4.0 en la escala de Richter, las viviendas tendrían una alta probabilidad de colapso, poniendo en riesgo a vidas humanas**

CONSULTORIA TECNICA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PARA DETERMINAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EXISTENTE EN EL SECTOR DEL BARRIO VILLA LUCIA

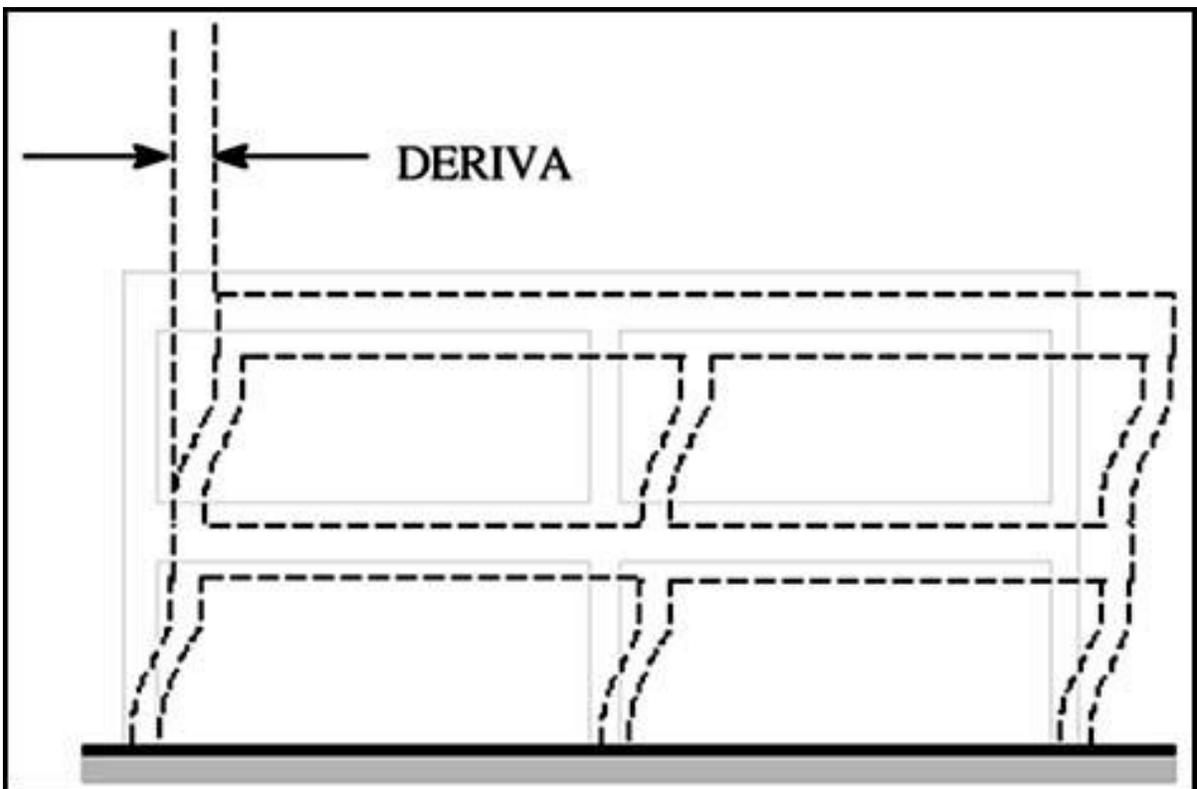


PLANO 09\_MAPA DE DERIVAS

### **DERIVAS:**

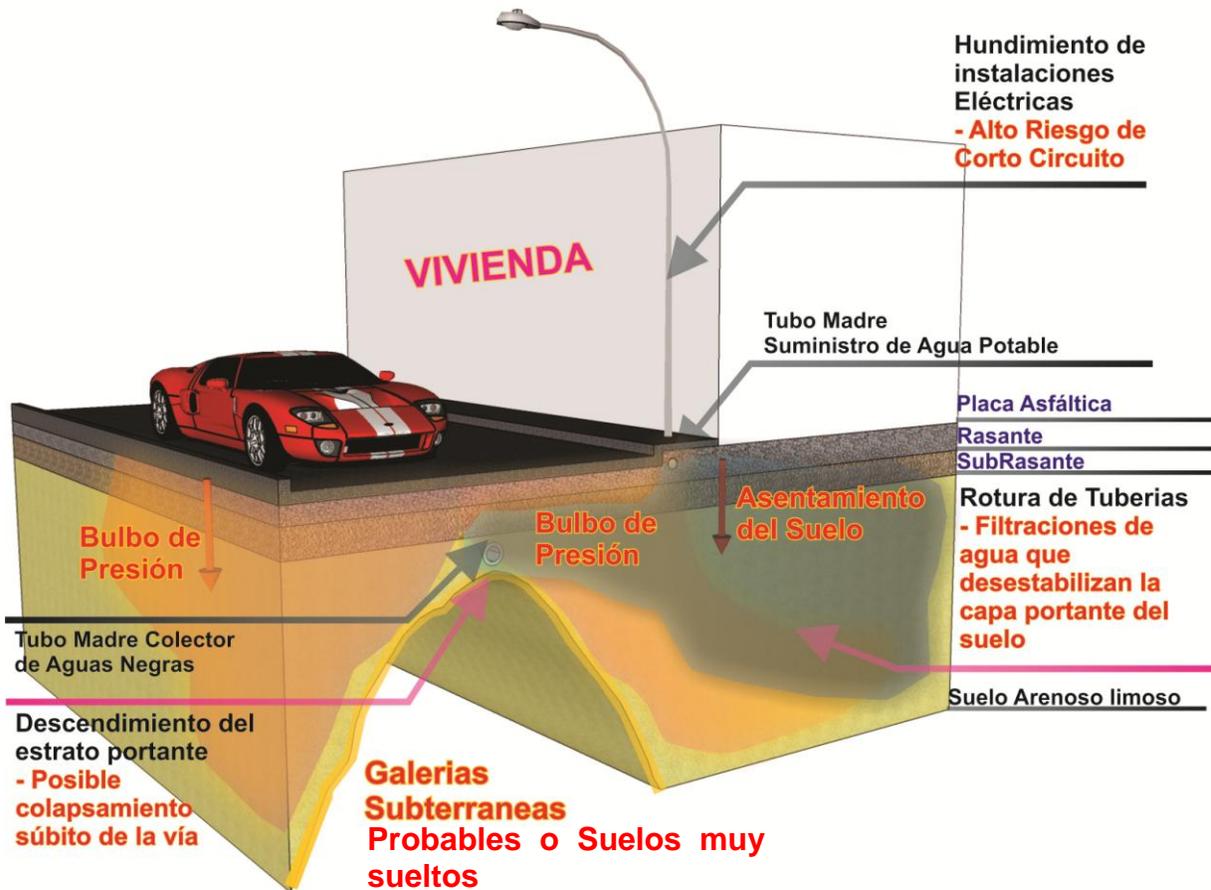
El calculo de Derivas de una edificación, hace mención al desplazamiento máximo permitido en virtud de su altura, frente a un evento sísmico. La norma NSR-10 accede para las edificaciones el 1% de desplazamiento de la altura entre pisos que la construcción pueda presentar.

Los análisis de interacción Suelo - Estructura, y los estudios de Vulnerabilidad estructural, conjunto a los estados de resistencias del concreto, periodos de vibración del suelo y la estructura, y asignación de cargas existentes en la vivienda, dan un resultado confiable y preciso del comportamiento dinámico real de la vivienda ante una eventualidad sísmica.



**Para el caso de Villa Lucia, las derivas de las edificaciones sobrepasan el límite permitido, encontrándose desfases hasta en un 920%, que determinan una alta probabilidad de colapsamiento.**

## INTERACCIÓN SUELO - INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS:

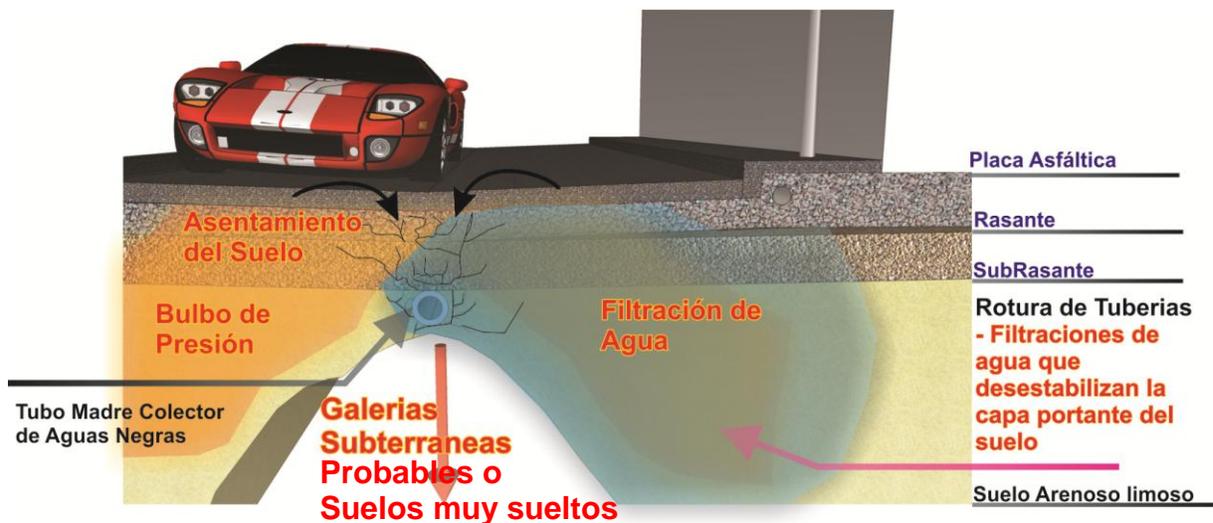


La caracterización deficitaria, antes mencionada de las propiedades fisicomecánicas del suelo, ha sido fruto de la acción conjunta de los estados precarios en los que se encuentran las distintas redes de suministro de servicios básicos que requiere el sector. Por ello, en las incidencias en detrimento del terreno y del estrato portante, la carencia de mantenimiento y del cumplimiento de la vida útil del sistema de tubería de aguas negras, hidráulicas y redes eléctricas, son elementos copartidarios que lo categorizan como de alto riesgo de vulnerabilidad.

En primera instancia, son más de 30 años desde la fundación del Barrio Villa Lucía, por lo cual, se presume el desgaste normal que pueda presentar cualquier instalación. En este desgaste, las roturas o rompimientos de las juntas de las tuberías, permiten filtraciones de agua potable y aguas negras hacia el subsuelo ocasionando una erosión y un desgaste del índice de resistividad.

Esta problemática, genera el incremento en la humedad del suelo lo que permite el aumento de su plasticidad, y por ende, impide la suficiencia y capacidad de respuesta frente a las cargas verticales normales de toda edificación. A su vez, la filtración de aguas negras, permite el establecimiento de focos de infección, que gracias a las propiedades químicas del terreno y a las disposiciones de las galerías, pueden representar un problema de salubridad, por cuanto promueven la aparición de plagas (ratas) reportadas por varios de los habitantes del barrio.

Dichos fenómenos de deterioro y malogro del sistema de redes de agua potable y sanitaria, resultan de la interacción dinámica del paso de vehículos de carga baja, mediana y pesada, debilitando el Rasante, y Subrasante de la vía, habiendo sobrepresiones que permiten el desvío, fractura o abertura súbita de los sistemas estructurales que componen la vía (Base, Sub-base y concreto Hidráulico). El debilitamiento de la corona superior de las Galerías, ha sido la posible causa principal de los desplomes precipitados registrados hasta el momento, afectando seriamente el funcionamiento y suministro de los servicios básicos y el buen funcionamiento de las vías del sector.

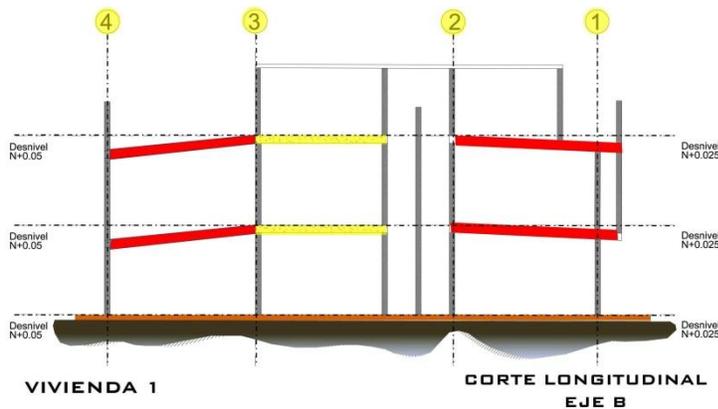


Conjunto a las redes de suministro de agua, la baja resistencia del suelo es un agente potencial que puede afectar la estabilidad de la infraestructura del servicio de energía Eléctrica. Lo anterior, se debe al bajo grado de compacidad que no permite la articulación suelo estructura, vulnerable de generar desplomes y hundimientos de los postes de energía. Esto provocaría un posible corto circuito generalizado, en el barrio, teniendo serias consecuencias para los moradores de Villa Lucia.

## DETERMINACIÓN DE DEFLEXIONES

En cada vivienda se tomaron lecturas correspondientes a las alturas (piso a piso) que comprenden desde el nivel 0 hasta el nivel de cubierta. Los elementos analizados se encuentran registrados en los planos de levantamiento arquitectónico.

Las viviendas en general, presentan un desnivel horizontal de piso entre 1 y 7 cm y un desnivel vertical entre 1 y 5 cm, lo cual es un indicio de desestabilización del suelo portante.



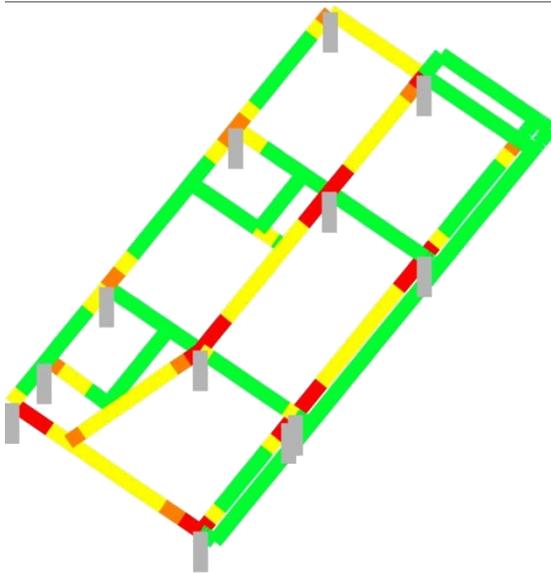
## COMPORTAMIENTO DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE

### *Índice de flexibilidad*

El Índice de flexibilidad determina el grado de recuperación de la estructura causada por un sismo, una vez sea sometido a desplazamientos horizontales causados por la flexibilidad y el grado de recuperación. Según lo establecido por la norma NSR-2010, en un comportamiento dúctil, el límite de flexibilidad debe ser  $\leq 1$ . **En este estudio de las 10 viviendas, 9 están por fuera de los límites, excediéndose hasta en un 920%; siendo un indicio de un probable colapso.** Los valores se presentan en las tablas de derivas de cada una de las viviendas.

### *Índice de Resistencia*

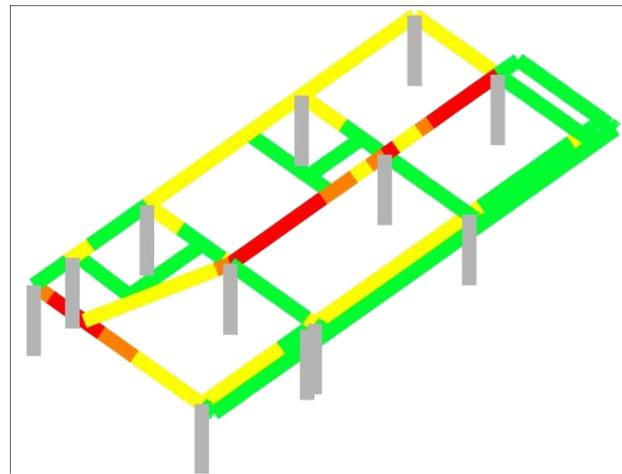
Se define como la relación entre los esfuerzos actuantes respecto a los esfuerzos resistidos, como capacidad de respuesta de cada elemento estructural, en el cual se valora momento actuante, momento resistido, cortante actuante, cortante resistido y esfuerzo de flexo compresión actuantes con esfuerzo de flexo compresión resistida. **En las viviendas se presentan resultados críticos, exceden la capacidad del límite establecido (1) hasta en un 373%, el valor Máximo encontrado fue de 4,73.**



Índice de Sobreesfuerzo Vigas Areas Negativas



### **MOMENTOS NEGATIVOS**



Índice de Sobreesfuerzo Vigas Areas Positivas



### **MOMENTOS POSITIVOS**

## 10. CONCLUSIONES

- **Con base en el análisis de los Resultados de los estudios realizados, se concluye lo siguiente:**

Por el desespero de los propietarios en el afán de recuperar sus viviendas, han optado por rellenar el suelo con escombros y en otros casos se ha construido artesanalmente sin orientación técnica, columnas esbeltas (hasta 10 m) que se cimentan en la base de la caverna o galería hasta la cimentación de la vivienda a manera de columnas, sin ningún arriostramiento; esto último concluye que se ha generado un alto grado de flexibilidad con una presunta acción de punzonamiento en el suelo portante.

Una estructura normal se ve afectada por sismos superiores a 4 en escala de Richter causados por efectos tectónico o sismo-génicos (fallas tectónicas). En el caso de Villa Lucia, los sismos de escala 3 que son causados frecuentemente por el comportamiento del Volcán Galeras generan deformaciones plásticas (no recuperables) y acumulativas, las cuales por actividad en serie volcánica o tectónica pueden generar un colapso brusco.

Pretender estabilizar el subsuelo o la cimentación bajo las viviendas, aunado a la probabilidad de licuefacción de suelos por su condición de arena limosa, equivale a construir una estructura para una edificación entre 4 y 5 pisos para estabilizar una de dos pisos, esto siempre y cuando la vivienda no presente patologías, que como se evidenció, las viviendas presentan un alto grado de falla y deterioro con lesiones de primero y segundo grado.

Dicha desestabilización del estrato portante, incide en el riesgo y grado de amenaza que se presenta sobre las vías y redes de servicios del barrio y del sector. Mediante la presunción de sistema de túneles y galerías subterráneas en toda la zona, las afectaciones sobre las redes de infraestructura tales como, hidráulicas, sanitarias, voz, datos y eléctricas, las cuales por el cumplimiento de su vida útil superior a 30 años de servicio, han sido afectadas por colapsos en múltiples ocasiones, del terreno, evidenciado por testimonio de los habitantes, generando inundaciones y



filtraciones en el subsuelo, lo cual contribuye a los procesos de socavación y debilitamiento del estrato portante.

Si bien, existe una seria afectación a las distintas viviendas analizadas, merece igual atención, las posibilidades de averías y daños irreparables a las redes primarias, de aguas negras, redes hidráulicas, eléctricas y de voz y datos, cuya incidencia no solo afectaría al barrio, sino que también al sector de la ciudad de Pasto.

COMO CONCLUSIÓN FINAL DEL TRABAJO SE DEJA EN CLARO QUE EXISTE UN RIESGO PERMANENTE Y SE DEBE TOMAR ACCIÓN PARA EVITAR UNA CATÁSTROFE.

## 11. RECOMENDACIONES

Se recomienda a la población afectada no exponerse y NO habitar las viviendas del sector y cumplir con las indicaciones de las autoridades y personal técnico autorizado.

NO se recomienda intervenir las viviendas para mejorar su condición estructural dado el estado de vulnerabilidad alta en el que se encuentran, ocasionado principalmente, por el índice potencial de inestabilidad del suelo visto como una amenaza permanente.

Se debe realizar un estudio socioeconómico para favorecer a las familias afectadas con soluciones de vivienda mediante Planes y Proyectos de reubicación.

Involucrar al Gobierno Nacional en esta problemática social del municipio de Pasto, como una amenaza que debe contemplar un plan de acción equivalente al Plan Galeras, que favorezca a las familias vulnerables de este tipo de amenazas. Debido a que los sismos causados por el comportamiento del Volcán generan deformaciones permanentes que pueden llevar a un colapso brusco.

Para hacer un diagnostico detallado de los daños sufridos en redes hidráulicas, Sanitarias, voz, datos, y Vías, se recomienda conformar un grupo interdisciplinario integrado por profesionales especialistas en estas áreas quienes analizaran los impactos y afectaciones a nivel de sector desde su valoración del sistema de presiones, cotas y pendientes de colectores múltiples, y zonas de abastecimiento, de todas las redes primarias que allí se concentran, involucrando a las entidades públicas y privadas quienes administran el suministro de los servicios en mención, (EMPOPASTO, CEDENAR, TELEFONICA) debido al impacto y al interés que pueda generar para la comunidad y el municipio.

Estudiar una sectorización de las redes hidráulicas especial para el Barrio Villa Lucia para hacer un aislamiento en caso de colapso de redes.

### RECOMENDACIONES DE REDES HIDRO-SANITARIAS

- Para la Entidad, en materia de suministro de Agua Potable (EMPOPASTO), se recomienda la instalación de Válvulas de Corte por cada una de las manzanas en donde incida la problemática para aminorar y controlar una eventual fuga de la red primaria o secundaria que cause desestabilización de suelos por

efectos de sobrepresiones que generen socavaciones, mientras se gestiona un estudio detallado por consultores especialistas en el área.

- Para la Entidad, en materia de vertimiento de aguas negras (EMPOPASTO), se recomienda un monitoreo periódico para el chequeo de cámaras y cajas de inspección que ayuden a detectar cualquier filtración de aguas negras hacia el subsuelo, permitiendo reducir el grado de vulnerabilidad de las viviendas, mientras se gestiona un estudio detallado por consultores especialistas en el área.

### **RECOMENDACIONES DE SUMINISTRO ELECTRICO**

- Para la Entidad, en materia de mantenimiento de la red eléctrica (CEDENAR), se recomienda la instalación de puntos y estaciones de control que suspendan el servicio eléctrico por cada una de las manzanas en donde incida la problemática, que pueda provocar una falla eléctrica que afecte la integridad de los habitantes y sus propiedades, mientras se gestiona un estudio detallado por consultores especialistas en el área.

# **PLANCHAS ANALISIS DE SUELOS**