



Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil
Carrera de Ingeniería Civil

Caracterización de las patologías estructurales y no estructurales ocasionadas por descenso del nivel freático en las viviendas del barrio Solanda sector n°1 y sector n°4, de la ciudad de Quito, provincia de Pichincha.

Autor: Geovanny Santiago Murillo Landeta

Tutor: Ing. Luis Alberto Soria Núñez, Msc.

Quito, septiembre 2021.



DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, GEOVANNY SANTIAGO MURILLO LANDETA, con cédula de ciudadanía número 171842838-4, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



GEVOANNY SANTIAGO MURILLO LANDETA

C.C. 171842838-4

DECLARATORIA

El presente Trabajo de Titulación titulado:

“Caracterización de las patologías estructurales y no estructurales ocasionadas por descenso del nivel freático en las viviendas del barrio Solanda sector n°1 y sector n°4, de la ciudad de Quito, Provincia de Pichincha”

Realizado por:

GEOVANNY SANTIAGO MURILLO LANDETA

Como requisito para la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Ha sido dirigido por el profesor

Ing. Luis Alberto Soria Núñez, Msc.

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor.

Ing. Luis Alberto Soria Núñez, Msc.

TUTOR

DECLARATORIA DE PROFESORES INFORMANTES

Los profesores informantes:

Ing. Diego Xavier Jara Almeida, Msc. MBA.

Ing. Hugo Marcelo Otáñez Gómez, Mag.

Después de revisar el trabajo presentado,

Lo han calificado como apto para su defensa oral ante el
tribunal examinador

Diego Xavier Jara Almeida

Hugo Marcelo Otáñez Gómez

DEDICATORIA

Con todo mi cariño y amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba a ustedes por siempre mi corazón y agradecimiento.

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por permitirme tener aún y disfrutar a mi familia en estos momentos difíciles que estamos atravesando, gracias a mi familia por motivarme en cada sueño que me he trazado y por permitirme cumplir con excelencia en el desarrollo de esta tesis.

Agradezco a mis padres los responsables de que haya preservado para el término de este proyecto, muchas gracias por su apoyo, por su paciencia, por su generosidad y por su motivación.

RESUMEN

En el presente estudio se realizó una investigación más a fondo sobre las patologías estructurales y no estructurales ocasionadas por el descenso del nivel freático en las viviendas del Barrio Solanda sector n°1 y sector n°4, de la ciudad de Quito, durante la apertura de este proyecto se encontró que las casas de estos sectores en su mayoría presentan fallas de mediana y alta severidad, por efecto de asentamientos, la mayoría son construcciones informales que no respetaron las Normas Ecuatorianas de Construcción, una de las causas de los asentamientos es producido por el descenso del nivel freático y por la consolidación del suelo a lo largo de los años, que posiblemente se originó por el crecimiento en altura de las edificaciones, esta tesis se concentró en realizar un análisis de suelos y una evaluación estructural rápida del estado actual de las viviendas afectadas para poder darles a conocer a los habitantes de Solanda.

PALABRAS CLAVE

Patologías, Análisis de Suelos, Evaluación Estructural, Nivel Freático.

ABSTRACT

The objective of this study is to analyze the structural and non-structural pathologies caused by the lowering of the water table in the houses of the Solanda neighborhood, sector n°1 and sector n°4, in the city of Quito. The houses in these sectors mostly present medium and high severity failures, because of settlements, most of them are informal constructions that did not respect the Ecuadorian Construction Norms, one of the causes of the settlements is produced by the lowering of the water table and the consolidation of the soil over the years, possibly caused by the growth in height of the buildings. This thesis will focus on conducting a soil analysis and a rapid structural evaluation of the current state of the affected houses to inform the inhabitants of Solanda.

Translated with www.DeepL.com/Translator (free version)

KEY WORDS

Pathologies, Soil Analysis, Structural Evaluation, Water Table.

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
1 CAPITULO I: GENERALIDADES	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Definición de Variables.....	3
1.3.1 Variables independientes.....	3
1.3.2 Variables dependientes	4
1.3.3 Relación entre variables	4
1.4 Justificación.....	4
1.5 Objetivos	5
1.5.1 Objetivo Principal.....	5
1.5.2 Objetivos Secundarios	5
1.6 Alcance.....	5
1.7 Limitaciones	7
1.8 Hipótesis.....	8
2 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	9
2.1 Vivienda Actual.....	9
2.2 Tipos de viviendas deL Barrio Solanda	10
2.3 Disposición de las viviendas en el sector	12
2.4 Crecimiento de las viviendas en el Barrio Solanda.....	12
2.4.1 Condiciones iniciales	12
2.5 Patologías Estructurales.....	15
2.5.1 Clasificación de las fisuras de acuerdo con su origen y momento de aparición.....	16
2.6 Definición de suelo	17

2.6.1	Clasificación de los suelos	17
2.7	Cimentaciones.....	18
2.7.1	Tipos de cimentación	19
2.8	Estado límite de servicio: asentamientos	19
2.8.1	Asentamientos inmediatos	19
2.8.2	Asentamiento por consolidación	19
2.8.3	Asentamiento por sismo	20
2.8.4	Asentamientos tolerables para las edificaciones	20
2.9	Causas de los asentamientos	21
2.9.1	Compactación.....	21
2.9.2	Consolidación	21
2.9.3	Cargas	21
2.9.4	Asentamiento (deformación), de las viviendas del Barrio Solanda a través del tiempo	22
2.10	Evaluación Estructural.....	23
2.10.1	Aspectos relacionados con la edificación	24
2.10.1.1	Número de pisos al inicio de la construcción.....	24
2.10.1.2	Características del suelo para cimentación.....	24
2.10.2	Análisis de factores que influyeron en el proceso de fisuras	25
3	CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	26
3.1	Ensayo SPT	27
3.1.1	Procedimiento del ensayo.....	27
3.1.2	Factores de corrección para el valor N	28
3.1.3	Influencia del nivel freático.....	28
3.1.4	Correlaciones del ensayo de penetración estándar (SPT).....	28
3.1.5	Cálculo de la capacidad portante en función de SPT	29
3.1.6	Factor de Seguridad	30

3.2	Inspección televisiva para las redes DE ALCANTARILLADO a través de un robot mecánico.	30
3.3	Formato para evaluación rápida estructural de viviendas informales.	31
3.3.1	Ficha descriptiva de evaluación de vulnerabilidad física de edificaciones	32
4	CAPÍTULO IV. DATOS OBTENIDOS.....	37
4.1	Trabajos de Campo	37
4.2	Geología local	37
4.2.1	Climatología de Solanda.....	39
4.2.2	Diagrama de temperatura Quito- Solanda	40
4.2.3	Tabla climática // datos históricos del tiempo Quito	41
4.2.4	Horas de sol en Quito	41
4.3	Análisis sísmico del sector	42
4.3.1	Ubicación.....	43
4.3.2	Topografía	44
4.3.3	Selección sitios de prueba	44
4.3.4	Trabajos de laboratorio y gabinete.....	45
4.4	Cálculos.....	45
4.4.1	Capacidad de Carga	45
4.4.2	Descripción del subsuelo	51
4.4.3	Perfil gráfico del subsuelo.....	51
4.4.4	Ensayos de Laboratorio	53
4.4.4.1	SUELOS EXPANSIVOS.....	53
4.4.4.2	Potencial expansivo.	54
4.4.5	Evaluación del sistema de Alcantarillado.....	58
4.4.6	Evaluación de la infraestructura sanitaria existente	59

4.4.7	Desarrollo de la ficha de evaluación de vulnerabilidad física de edificaciones y datos obtenidos.....	62
4.5	Diagnostico Geológico Geotécnico	68
4.6	Registro fotográfico de las patologías en el barrio solanda.....	69
5	CONCLUSIONES	73
6	RECOMENDACIONES	75
7	BIBLIOGRAFÍA	76
8	ANEXOS.....	83

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Vista Aérea del Barrio Marquesa de Solanda. Fuente: Google Earth, Solanda, 2021	6
Figura 2. Localización del área del Estudio. Fuente: Evren (2012).....	7
Figura 3. Calle José María Alemán. Fuente: Elaboración propia.....	9
Figura 4. Tipo cascarón. Fuente: Junta Nacional de la Vivienda.	10
Figura 5. La Vivienda Progresiva. Fuente: Junta Nacional de la Vivienda.....	11
Figura 6. Modificación de las concentraciones de viviendas Solanda. Fuente: Cacuango (2013).	12
Figura 7. Casa Inicial. Fuente: Municipio del distrito metropolitano de Quito [DMQ] (2017).	13
Figura 8. Razones de ampliación de viviendas. Fuente: Bucheli y Realpe (2018).....	14
Figura 9. Viviendas modificadas para negocio. Fuente: Elaboración Propia.	15
Figura 10. Viviendas modificadas para Departamentos. Fuente: Elaboración Propia.....	15
Figura 11. Grieta Longitudinal en la Mampostería. Fuente: Elaboración Propia.	17
Figura 12. Fisuras en la Mampostería. Fuente: Elaboración Propia.	23
Figura 13. Equipo televisivo de la EPMAPS. Fuente: El Comercio (2017).....	31
Figura 14. Parámetros Generales. Fuente: Elaboración propia.	32
Figura 15. Generalidades de cada edificación. Fuente: Elaboración propia. .	33
Figura 16. Aspectos geométricos (varias respuestas). Fuente: Elaboración propia.....	33
Figura 17. Aspecto constructivo y grado de deterioro de paredes. Fuente: Elaboración propia.	34

Figura 18. Estructura. Fuente: Elaboración propia.....	34
Figura 19. Sistema resistente: Pórtico de hormigón armado. Fuente: Elaboración propia.	35
Figura 20. Patologías Estructurales (indicar cuantas en las casillas de observaciones). Fuente: Elaboración propia.....	35
Figura 21. Asentamientos. Fuente: Elaboración propia.	36
Figura 22. Sismo. Fuente: Elaboración propia.	36
Figura 23. Valoración General. Fuente: Elaboración Propia.....	37
Figura 24. Observaciones. Fuente: Elaboración propia.	37
Figura 25. Columna estratigráfica de la cuenca del sur de Quito. Fuente: Peñafiel (2009).....	38
Figura 26. Perfil estratigráfico de la cuenca del sur de Quito. Fuente: Bucheli & Realpe (2018).	39
Figura 27. Climograma de SOLANDA. Fuente: Climate-data.org (2019).....	40
Figura 28. Diagrama de temperatura de Solanda. Fuente: Climate-data.org (2019).....	40
Figura 29. Diagrama de temperatura de Solanda. Fuente: Climate-data.org (2019).....	41
Figura 30. Horas totales de Sol. Fuente: Climate-data.org (2019).....	42
Figura 31. Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z. Fuente: ([NEC], 2015).	42
Figura 32. Ubicación del Terreno. Fuente: Google Maps.....	43
Figura 33. Ubicación de los puntos de las perforaciones en el Terreno. Fuente: Google Earth 6.0.0 1735 (beta).....	44
Figura 34. Perforaciones 1 y 2. Fuente: Elaboración Propia.....	51
Figura 35. Sondeo N° 1. Fuente: Elaboración propia.....	52
Figura 36. Sondeo N° 2. Fuente: Elaboración propia.....	52

Figura 37. Clasificación de suelos SUCS Y NEC. Fuente: Elaboración propia.	52
Figura 38. Clasificación de suelos. Fuente: Elaboración propia.....	52
Figura 39. Perfil Geotécnico del barrio Solanda. Fuente: Elaboración propia.	53
Figura 40. Calles donde se realizó la inspección televisiva. Fuente: DMQ (2017).....	58
Figura 41. Avenida José María Alemán, donde se realizó la investigación televisiva. Fuente: Elaboración propia.	59
Figura 42. Colector Av. José Alemán, tramo J7-J18 fractura longitudinal. Fuente: DMQ (2017).	60
Figura 43. En Pasaje M cambia a colector cuadrado, tiene pendiente. Fuente: DMQ (2017).	61
Figura 44. Pasaje M, al colector cuadrado ingresa tubería no hay daño. Fuente: DMQ (2017).	61
Figura 45. Colector cuadrado ingresa tubería existe taponamiento y filtraciones de agua. Fuente: Elaboración propia.	61

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Cuadro de población y vivienda en Solanda.	14
Tabla 2. Simbología de los suelos según el SUCS	18
Tabla 3. Valores máximos de asentamientos diferenciales calculados, expresados en función de la distancia entre apoyos o columnas, L.	20
Tabla 4. Mecanismos generados de asentamientos.	22
Tabla 5. Valores empíricos de ángulo de fricción interno y cohesión.	28
Tabla 6. Capacidad de carga admisible en base a ecuaciones de Meyerhof.	30
Tabla 7. Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada.	43
Tabla 8. Coeficientes de perfil de suelo Fa, Fd, Fs.	43
Tabla 9. Trabajo de Laboratorio y normas.	45
Tabla 10. Datos del ensayo de la perforación.	46
Tabla 11. Análisis de Asentamientos.	50
Tabla 12. Índice de plasticidad y Potencial expansivo.	53
Tabla 13. Ensayo de Clasificación de Suelos Muestra 1 a 2 m de profundidad.	54
Tabla 14. Ensayo de Clasificación de Suelos Muestra 1 a 5m de profundidad.	55
Tabla 15. Ensayo de Clasificación de Suelos Muestra 2 a 2 m de profundidad.	56
Tabla 16. Ensayo de Clasificación de Suelos muestra 2 a 5 m de profundidad.	57
Tabla 17. Datos de Equipo.	59

Tabla 18. inspección televisiva en donde se investigaron los siguientes tramos.....	60
Tabla 19. Ubicación.....	62
Tabla 20. Descripción Física del Predio/Sector/Zona.....	62
Tabla 21. información General y Socio Económica.....	63
Tabla 22. Sistema de Drenaje y Litología.....	63
Tabla 23. Calificación del Riesgo.....	65

1 CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

El Barrio Solanda se extiende en aproximadamente 150 hectáreas de terrenos de la hacienda Marquesa de Solanda de propiedad de María Augusta Urrutia, quien donó a la Fundación Mariana de Jesús para destinarlo a la construcción de viviendas populares para personas de escasos recursos económicos, juntamente en alianza con la Junta Nacional de la Vivienda –creada en 1973 por el gobierno militar de Guillermo Rodríguez Lara, misma que es parte del estado y el Municipio de Quito en cooperación con la Agency for International Development (AID). El organismo de cooperación internacional del gobierno de Estados Unidos diseñó, financió y ejecutó un proyecto para el Plan de Vivienda Popular de Solanda, bajo conceptos de vivienda “progresiva”, es decir viviendas para ser construidas por los beneficiarios de acuerdo con sus posibilidades. Sin embargo, transcurrió más de una década para que finalmente en el año 1985 y 1986 el Gobierno del Ing. León Febres Cordero ejecutó una solución habitacional del plan techo y empleo estimado para no más de 32.000 habitantes.

En la actualidad este barrio sobrepasa los 130.000 habitantes. Es por esto que, muchas de estas personas viven en una zona muy comprimida debido a la necesidad y estrechez que presenta. Se podría decir que se la ha denominado “una ciudad super poblada” dentro de la gran ciudad, ya que no queda casi nada de espacio ni siquiera para poder caminar. Por otro lado, uno de los factores de crecimiento del lugar tiene que ver con la construcción de edificaciones, ya que existen casas de hasta 5 pisos, las cuales han sido realizadas sin ningún tipo de sustento técnico ni profesional, aumentando así cargas a las estructuras de las viviendas, lo cual ha provocado deformaciones y fallas al suelo.

En este sentido, Guzmán (2017) menciona que en julio del 2017 como consecuencia de la extracción de grandes cantidades de agua por parte de la construcción del Proyecto del Metro de Quito se evidenció un descenso del nivel freático en la zona y se verificó grandes hundimientos en las

edificaciones existentes, causando un posible asentamiento diferencial en las fundaciones de las viviendas del Barrio Solanda.

Es más, Tovar & Crispín (2015) señalan que la falta de mantenimiento de las estructuras de las casas, hacen que las edificaciones se deterioren mucho más rápido, ocasionando desastres. Es por esta razón que, es muy importante evaluar el interior de una edificación para conocer su estado y falencias.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Barrio Solanda aproximadamente a partir de los años 90 iniciaron las construcciones informales dependiendo de la economía de los moradores y con el pasar de los años las estructuras se han venido incrementaron en alturas de 2 a 4 pisos, en la mayoría de los casos la cimentación se la realizó informalmente sin el estudio adecuado, dando lugar al incremento de cargas transmitidas al suelo de fundación.

Hoy en día, alrededor de 400 viviendas en el Barrio Solanda presentan fallas de mediana y alta severidad por efecto de asentamientos, como secuela de esto hay agrietamientos considerables en la mampostería y en las estructuras, llegando en algunos casos a poner en riesgo la vida de sus ocupantes (Chávez y Torres, 2020).

Del mismo modo, existe una problemática, en donde los moradores aseguran que con el paso del tiempo las viviendas se han venido deteriorando, por lo que se han visto comprometidos con su estabilidad, ocasionando la inquietud de conocer en qué estado estructural se encuentra la edificación. Por ende, para dar respuesta a esta problemática se realizó estudios de patologías estructurales con el fin de identificar el estado estructural de la construcción.

Además, la construcción de colectores para las lluvias y aguas servidas, han generado excavaciones más profundas en él desplante de las cimentaciones de las viviendas ya existentes; por consecuencia, se produjo el descenso del nivel freático, acelerando los asentamientos debido al incremento de la relación de vacíos y la disipación acelerada de la presión de poros en combinación con cargas altas y suelos orgánicos, produciendo así una consolidación rápida.

Del mismo modo, se podría decir que las viviendas del Barrio Solanda fueron construidas empíricamente sin respetar normas y especificaciones técnicas, en vista de que en su mayoría tienen cimentación directa mediante la utilización de zapatas aisladas, siendo ejecutadas solo con los criterios del maestro de obra, por ende, a lo largo de los años el nivel freático ha disminuido produciendo asentamientos y patologías que se estudiaron en la presente investigación.

Con respecto a la información recolectada por moradores cercanos a la construcción del Metro de Quito, la excavación que se realizó para la construcción de la galería oscila entre 25 a 35 metros, esta actividad genero el descenso del nivel freático, produciendo asentamientos adicionales y como consecuencias se presentaron mayores agrietamientos en la mampostería de las viviendas, por lo que para esta investigación fue muy necesario realizar un estudio de suelos actual y una evaluación rápida de las patologías estructurales del sector de Solanda.

Finalmente, una vez recabada la información a utilizar en este proyecto, se planteó la siguiente pregunta de investigación ¿Cuáles son las consecuencias del descenso del Nivel freático en el sector n°1 y el sector n°4 del barrio Solanda?

1.3 DEFINICIÓN DE VARIABLES

1.3.1 VARIABLES INDEPENDIENTES

Dentro de la investigación se realizó estudio y análisis de patologías estructurales y no estructurales por efectos de consolidación del suelo de fundación, a continuación, se señalan dichos estudios.

- Variaciones de la configuración estructural por el aumento de la altura de los pisos.
- Por las condiciones del estado actual de las alcantarillas del sector.
- Transferencias de cargas a la cimentación.
- Composición de los estratos del suelo
- Consolidación (deformación) por descenso del nivel freático.

1.3.2 VARIABLES DEPENDIENTES

Se señalan una serie de posibles causas que podrían explicar los asentamientos diferenciales ocasionados por el descenso del nivel freático o cargas que no están previstas en las viviendas del Barrio Solanda, llegando a producir el agrietamiento de la mampostería e incluso comprometiendo la estabilidad de las casas alrededor del sector.

1.3.3 RELACIÓN ENTRE VARIABLES

En función de las patologías estructurales y no estructurales ocasionadas por los asentamientos diferenciales de suelo son condicionantes que se generan para que se produzcan grietas en las mamposterías de las viviendas del Barrio Solanda.

Las variables independientes en conjunto permitieron obtener una evaluación rápida de las afectaciones o patologías que se generaran en las viviendas del Barrio Solanda, para llegar a conocer que viviendas son las que están comprometidas o vulnerables.

Las variables dependientes permitieron obtener datos cuantitativos mediante un estudio de suelos, además estos ayudaron hacer una comparación con los diferentes estudios que se han realizado anteriormente en torno al estado actual de las viviendas del Barrio Solanda.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Los daños en la estructura de viviendas en algunos sectores del barrio son graves por lo que actualmente son inhabitables, uno de ellos es generado por el descenso del nivel freático por lo que como consecuencia se ha provocado un asentamiento diferencial de las partículas de suelo de fundación de las viviendas.

El desarrollo de este proyecto de titulación que se realizó nació de la idea de atraer asistencia técnica a los vecinos del Barrio Solanda en áreas afectadas. El propósito de este estudio fue conocer las principales causas de daños de infraestructura que se han producido en los últimos años en las viviendas de este barrio con el fin de precautelar futuras edificaciones de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

Con el fin de obtener información de la situación de las viviendas en el Barrio Solanda, para el desarrollo de este proyecto de titulación se consideró dos aspectos importantes, la primera parte consta de la realización de una evaluación estructural, con la cual se conoció el estado actual de la estructura de las viviendas, y la segunda se complementa con un estudio de suelos (ensayo de consolidación), que permitió determinar el comportamiento del suelo a diferentes estados de carga y descarga, cuyo resultado sirvió de ayuda para los habitantes de Solanda.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO PRINCIPAL

- Analizar las patologías estructurales y no estructurales en las viviendas del Barrio Solanda sector n°1 y sector n°4, con el fin de obtener un informe técnico de las viviendas más afectadas, destacando la importancia de proceder a tomar decisiones técnicas con relación a las estructuras de las casas afectadas, considerando la Normativa Ecuatoriana de la Construcción [NEC] (2015).

1.5.2 OBJETIVOS SECUNDARIOS

- Caracterizar las diferentes patologías principales que se presentan en las edificaciones del Sector Solanda para emitir un diagnóstico en base al informe técnico.
- Determinar la capacidad de carga admisible del suelo de fundación, y establecer la presencia de niveles freáticos.
- Localizar las lesiones producidas por los asentamientos mediante una evaluación rápida, en un corto tiempo, de manera sencilla y eficiente.
- Realizar un análisis en base a la recopilación disponible de las investigaciones realizadas en el Barrio Solanda, proveniente de la Empresa Pública del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.

1.6 ALCANCE

El sector que será estudiado está ubicado al sur del Distrito Metropolitano de Quito llamado “Barrio Marquesa de Solanda” está delimitado al norte por el

Barrio Quito Sur y Barrio Nuevo, al oriente se limita con el Barrio Turubamba, al occidente con el Barrio La Gatazo y hacia el sur con el Barrio Chillogallo. Es importante aclarar que el barrio es potencialmente activo tanto económicamente y urbano (Figura1).

Con 130 mil habitantes, Solanda es el barrio más poblado del sur de Quito, está conformado de cuatro súper manzanas, 36 manzanas en total. Cada división cuenta con un parque, y a su vez el sector cuenta con un parque central llamado “Parque Ecológico de Solanda” actualmente cuenta con 3 cadenas comerciales importantes como son lo son: El Gran Akí, Supermercados Tía, Plaza Solanda y el Mercado Mayorista, además, tiene espacios deportivos en donde se encuentran asentadas como tres canchas de fútbol.

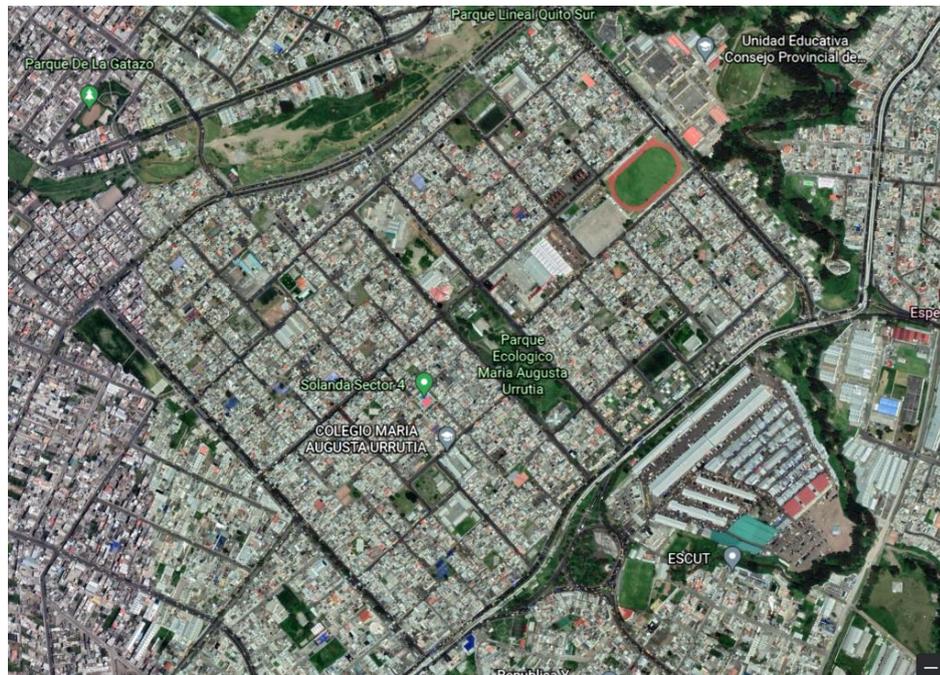


Figura 1. Vista Aérea del Barrio Marquesa de Solanda. **Fuente:** Google Earth, Solanda, 2021.

Dentro de la figura 2 se observa el sector n°1 y sector n°4, donde se evidencia las afectaciones estructurales, las cuales se concentran en aproximadamente 15 viviendas ubicadas en diferentes manzanas al interior de los sectores mencionados.

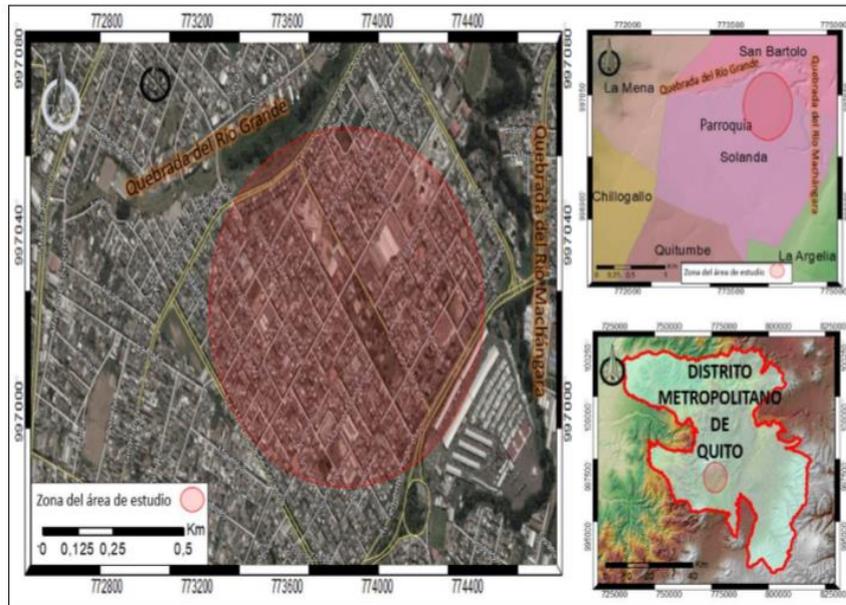


Figura 2. Localización del área del Estudio. **Fuente:** Evren (2012).

1.7 LIMITACIONES

Una de las limitaciones para el estudio de las viviendas afectadas en el Barrio Solanda, específicamente de los sectores No.1 y No. 4, son los planos estructurales de las viviendas que en su mayoría, no cuentan con respaldos de construcción, por lo que se torna difícil el acceso a la información técnica de cómo se construyeron cada una de las viviendas afectadas, adicionalmente no se puede obtener información de la administración municipal ya que ninguna vivienda cuenta con los permisos de construcción aprobados, además en la zona afectada se encuentran más de 100 casas involucradas en este caso, de las cuales se ha podido determinar con ayuda de información recabada de los moradores del barrio y de autoridades de control, que existen 15 viviendas con afectaciones considerables, como fisuras y cuarteamientos críticos.

Otra de las limitaciones es principalmente generada por los propios moradores de las viviendas afectadas, ya que se encuentran reacios al brindar información, argumentando que ya han sido visitados en más de veinte ocasiones, sin considerar que este es un proyecto académico, que tiene como finalidad aportar posibles soluciones a las problemáticas del sector.

Finalmente, debido al confinamiento a causa del COVID-19 en el País, hace que la gente del sector tenga la preocupación de ser contagiado, por lo tanto, es un poco difícil acceder a las viviendas del sector, sin embargo existen pocos moradores que están dispuestos a contribuir con la información necesaria para obtener datos mucho más apegados a la realidad, tomando las debidas precauciones del distanciamiento social y el uso de medidas de bioseguridad, para poder evitar algún contagio entre los moradores del sector.

1.8 HIPÓTESIS

H₁: Los aspectos principales que me motivan a elaborar este trabajo de investigación social y técnico, es porque soy un morador más de este sector de la ciudad, por lo cual me ha generado mucho interés y preocupación en conocer las causas que pudieron haber ocasionado estos asentamientos y las patologías estructurales.

H₂: Los estudios que serán presentados van a contribuir para información tanto para la estructura y estabilidad de las viviendas en las cuales residen los pobladores del barrio Solanda.

2 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 VIVIENDA ACTUAL

El barrio, la ciudad y la sociedad han sido víctimas de innumerables cambios tanto en aspectos políticos, sociales, culturales, técnicos y naturales. El desarrollo de los habitantes a nivel económico es la principal causa de la expansión de las casas en el barrio Solanda, ya que muchas personas al conseguir un nivel económico estable empezaron a crear nuevas estructuras habitables, es por esta razón que hoy en día el barrio se ha convertido en un lugar de cambio total, produciendo problemas al suelo y las estructuras vecinas.

Del mismo modo, dentro de la figura 3 se puede observar la calle José María Alemán, en donde muchos de los propietarios de las casas ubicadas en esta calle construyeron dentro de la totalidad de su lote edificaciones a partir de 3 niveles hasta un máximo de 6, llenando el nivel horizontal del lote total y afectando directamente a las viviendas vecinas en cuanto al aprovechamiento de luz natural estipulado en la norma de la proximidad de las viviendas (Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2004).

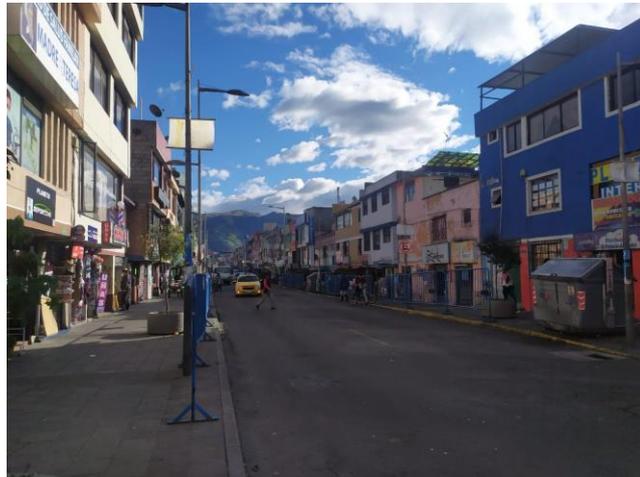


Figura 3. Calle José María Alemán. **Fuente:** Elaboración propia.

2.2 TIPOS DE VIVIENDAS DEL BARRIO SOLANDA

Se podría decir que a los propietarios de las casas del barrio Solanda anteriormente les entregaron un prototipo de vivienda “tipo cascarón” (Figura 4) que constaba únicamente de paredes perimetrales y paredes de baño, dejando las divisiones interiores para que el propietario pueda ampliarse según su disposición económica, al ver que el lugar era muy estrecho y no se podía vivir cómodamente, la gente se vio obligada a modificar las vivienda de manera casi inmediata para cumplir con sus necesidades (Trama, 1981).

En la actualidad, las viviendas del barrio Solanda son edificaciones de máximo 6 pisos, mismas que cuentan con un espacio exacto para que las personas puedan habitarlas, hoy en día la mayoría de la gente que habita en esta parte cuenta con una de estas estructuras.

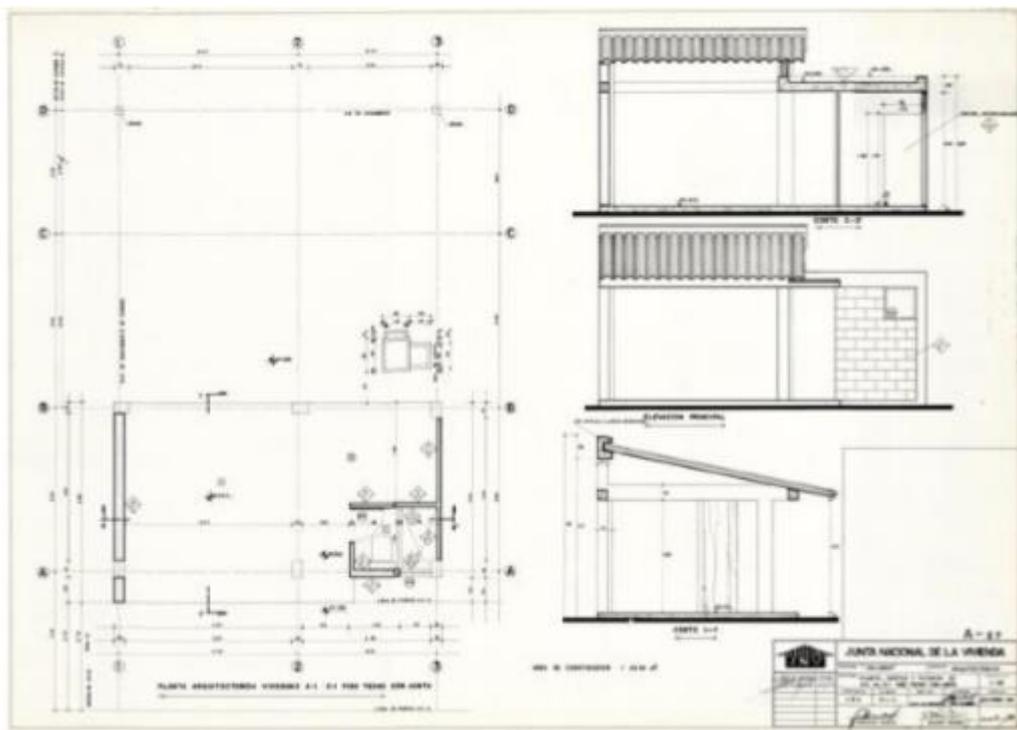


Figura 4. Tipo cascarón. **Fuente:** Junta Nacional de la Vivienda.

Del mismo modo, los tipos de vivienda de esta zona también corresponden a la capacidad de crédito de los demandantes, algunas de ellas se mencionan a continuación.

- El lote cuenta con una unidad básica sanitaria, donde el área construida es de 10.46 m², por lo que sus adjudicatarios pueden ampliarla de acuerdo con sus posibilidades económicas.
- El tipo Piso-techo, que se entrega en columnas sin paredes ni techo, con una unidad sanitaria y la superficie de construcción entregada es de 24,11m², lo que posibilita realizar ampliaciones.
- Las viviendas Trifamiliares que se levantan en lotes de 9.60 x 9.60 y de 9.60 x 12.80 y comprenden tres departamentos.
- Por último, la vivienda Puente, construida en un área de 24.09 m², destinada a negocios, oficinas, consultorios. Este tipo de viviendas por sus características no permite la ampliación de otras (Rodríguez, 1990).

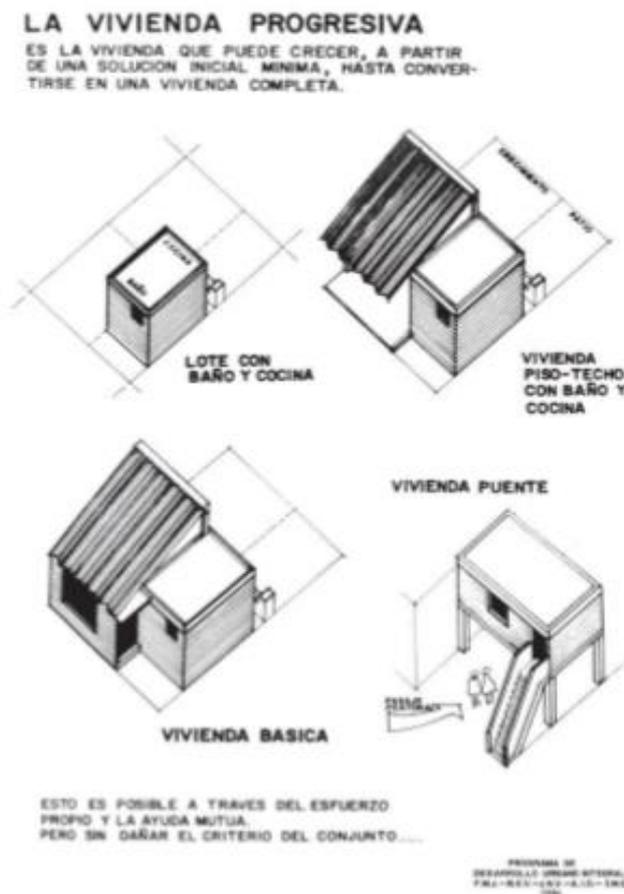


Figura 5. La Vivienda Progresiva. **Fuente:** Junta Nacional de la Vivienda.

2.3 DISPOSICIÓN DE LAS VIVIENDAS EN EL SECTOR

La distribución de viviendas de una a dos plantas en el inicio del proyecto del plan de vivienda Solanda fue esquematizado y publicado por Cacuango (2013) en donde menciona que el estado actual luego de las modificaciones de las viviendas originales creció en altura de 2 a 4 pisos con columnas de 20x30 cm, convirtiéndose en viviendas informales (Figura 5). Se podría decir que lo importante para destacar de esta transformación es el incremento de cargas a la cimentación siendo estas no uniformes en la misma área de implantación

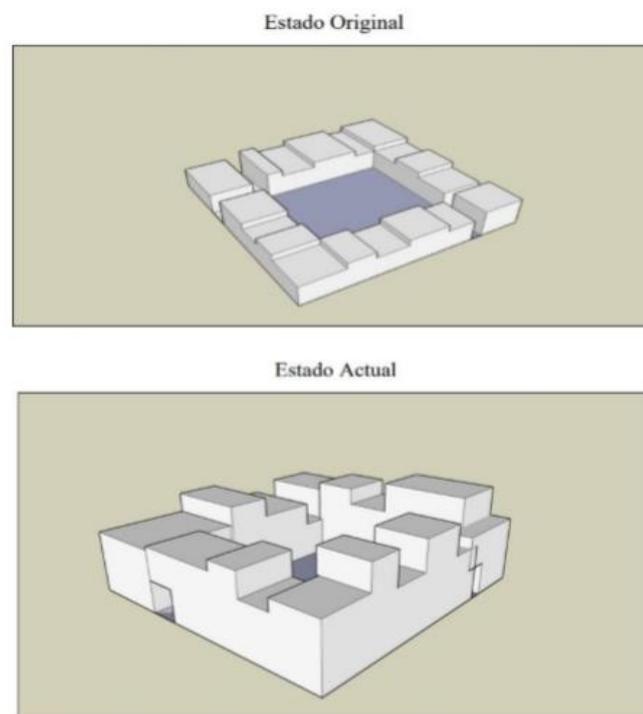


Figura 6. Modificación de las concentraciones de viviendas Solanda. Fuente: Cacuango (2013).

2.4 CRECIMIENTO DE LAS VIVIENDAS EN EL BARRIO SOLANDA

2.4.1 CONDICIONES INICIALES

Dentro de la Figura 6 se puede observar las casas originales, las cuales, fueron entregadas por la Fundación Mariana de Jesús, mismas que, eran de un nivel con proyección horizontal, con una cubierta a dos aguas, un patio y un jardín. Los materiales utilizados para su prefabricación de estas

estructuras fueron hormigón, bloques, madera, Zinc y Eternit, siendo estructuras mixtas de hormigón y acero.



Figura 7. Casa Inicial. **Fuente:** Municipio del distrito metropolitano de Quito [DMQ] (2017).

El 3 de octubre de 1988 a mayo de 1989 la Lcda. Margarita Salazar, Soc. Isabel Romero y la Lcda. Judith Rodríguez realizan su investigación titulada como “Cambios en las estrategias de vida de los habitantes del programa Solanda a partir de la adjudicación de la vivienda” en el cual señalan los motivos que generaron la ampliación de los domicilios, En la Figura 7 se observa la evaluación realizada a 269 casas del barrio (Bucheli y Realpe, 2018).

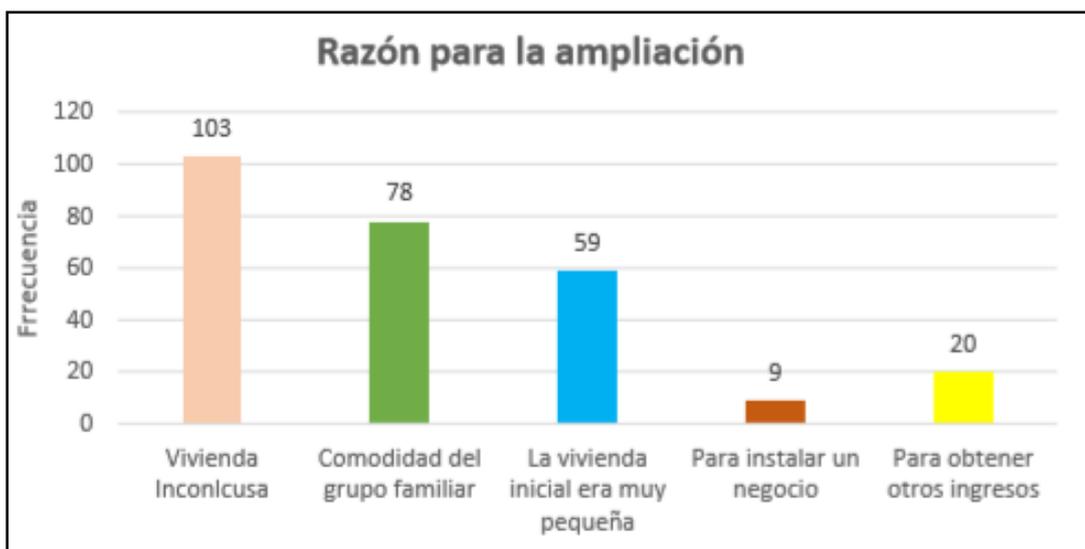


Figura 8. Razones de ampliación de viviendas. Fuente: Bucheli y Realpe (2018).

Con la realización de un censo a los moradores del Barrio Solanda, se obtiene un crecimiento desordenado de la población y la modificación de viviendas dentro del Barrio provocando un aumento de la localidad en un total del 350% entre 1990 al 2010 y en cuanto a la adaptación de los domicilios para el alquiler se obtiene un crecimiento más del 500% así como se puede observar en la Tabla 1.

Tabla 1. Cuadro de población y vivienda en Solanda.

Variables	Censo (1990)	Censo (2001)	Censo (2010)
Población	22,361	33,934	78,279
Vivienda	4,817	9,254	21,526

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC] (1990, 2010, 2001).

Por otro lado, los residentes del Barrio Solanda realizaron cambios a las viviendas con necesidades propias, obviamente dependiendo del nivel socioeconómico. Su primera planta fue predestinada para la implementación de negocios y la segunda para cuartos de arriendo y vivienda, así como se observa en la Figura 8 y Figura 9



Figura 9. Viviendas modificadas para negocio. **Fuente:** Elaboración Propia.



Figura 10. Viviendas modificadas para Departamentos. **Fuente:** Elaboración Propia.

2.5 PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES

Las patologías que se presentan en las estructuras son muy evidentes ya que se puede observar la vulnerabilidad de estas, algunas edificaciones cuentan con pequeños y grandes daños en lo que respecta a la formación de las casas, estas pequeñas fallas pueden producir un colapso parcial o total de la edificación, lo cual sería un desastre para los moradores de la zona. La cantidad de patologías que se pueden presentar pueden ser infinitas y no siempre se puede determinar las causas, ya que en varios casos ni la experiencia de un experto es lo suficientemente certera al momento de dar una solución al problema (Astorga y Rivero, 2009).

En el estudio realizado por Toirac (2004) menciona que en la mampostería y en el concreto existen grietas y fisuras causadas por una mayor tensión de la resistencia, además menciona importantes puntos de las acciones de origen físico como los mecánicos (cargas con sobrepeso) y espontáneos (Retracciones del hormigón).

2.5.1 CLASIFICACIÓN DE LAS FISURAS DE ACUERDO CON SU ORIGEN Y MOMENTO DE APARICIÓN

Las fisuras en la mampostería (Figura 10) principalmente se presentan debido a la tensión interna, expansión térmica y la contracción. Existe distintos tipos de grietas y fisuras como:

1. Fisuras originadas por la contracción plástica.
 - Retracción hidráulica durante el fraguado (contracción plástica).
 - Exceso de vibración.
 - Exceso de llana.
2. Fisuras originadas por asentamiento plástico
 - Acomodamiento.
 - Poco recubrimiento y excesivos diámetros en el acero.
 - Cambios de consistencias en vaciados continuos.
 - Desplazamiento del encofrado.
 - Deformación del terreno de sustentación
3. Fisuras producidas por cargas que originan esfuerzos.
 - Compresión.
 - Tracción.
 - Flexión.
 - Cortante.
 - Torsión.
4. Otros tipos de fisuras.
 - Fallo de adherencia-anclaje.
 - Concentración de tensiones.
 - Desplazamientos de armaduras principales.
 - Asentamientos diferenciales en fundaciones. (Toirac, 2004, p. 76)



Figura 11. Grieta Longitudinal en la Mampostería. **Fuente:** Elaboración Propia.

2.6 DEFINICIÓN DE SUELO

Se puede definir al suelo como un agregado orgánico e inorgánico constituido por un conjunto de partículas con organización definida, cuyas propiedades varían vectorialmente, apareciendo los cambios en la dirección vertical, más rápida que en la dirección horizontal (Suarez, 1993).

Del mismo modo, se puede decir que existen varios problemas geotécnicos que el suelo experimenta, algunos de estos son: la expansión y contracción del suelo de cimentación debido a cambios en la humedad del subsuelo, cambios climáticos o acciones externas como la extracción de la humedad del suelo debido a las raíces de los árboles, reducción del nivel freático y la impermeabilización de las ciudades que son asfaltadas, estos desplazamientos pueden ocurrir solos o en combinación con las cargas gravitacionales o sísmicas (Gómez, 2019).

2.6.1 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

La clasificación de los suelos se ordena según su granulometría por lo que existe dos métodos importantes:

- Sistema de clasificación según AASHTO (Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras Estatales y Transporte). La clasificación AASHTO se usa en vías.

- Sistema de clasificación según SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos). La clasificación SUCS se usa para cimentaciones (DMQ, 2017)

El sistema más utilizado es la clasificación SUCS (ASTM D 2487 y 2488), se basa en el análisis granulométrico y en los límites de Atterberg LL y LP de los suelos.

- Suelos de grano grueso (G y S): Formados por gravas arenas con menos del 50% de contenido en finos, empleando el tamiz #200 (0.07,5 mm).
- Suelos de grano fino (M y C): Formados por suelos con al menos un 50% de contenido en limos y arcillas.
- Suelos orgánicos (O, Pt): Constituidos fundamentalmente por materia orgánica. Son inservibles como terreno de cimentación (Tabla 2).

Tabla 2. Simbología de los suelos según el SUCS.

TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobrementemente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Baja Plasticidad	L
Turba	Pt	Alta Plasticidad	H

Fuente: Elaboración propia.

2.7 CIMENTACIONES

Las cimentaciones son todos los elementos estructurales que tienen la función de transmitir las cargas estructurales al suelo y distribuirlas para que no superen las tensiones permisibles o creen diferentes concentraciones de carga (principalmente hundimientos) (Proaño, 2008).

La técnica del cimentado consiste en obtener las condiciones de soporte más favorables de las propiedades tanto del suelo como de la estructura y, como resultado, el asentamiento no perjudicado.

2.7.1 TIPOS DE CIMENTACIÓN

Según Proaño (2008), dependiendo de la ubicación y de las características de los estratos resistentes de suelos, las cimentaciones se clasifican en cimentaciones superficiales y cimentaciones profundas.

Entre las cimentaciones superficiales destacan los plintos aislados, las zapatas corridas, las zapatas combinadas, las vigas de cimentación y las losas de cimentación, mientras que entre las cimentaciones profundas se suelen utilizar los pilotes prefabricados hincados o los pilotes fundidos en sitio.

2.8 ESTADO LÍMITE DE SERVICIO: ASENTAMIENTOS

Para determinar el asentamiento total se debe considerar el resultado de la suma tanto de los asentamientos inmediatos, asentamientos por consolidación (primaria y secundaria) y los asentamientos inducidos por los sismos (Alva, 2017).

2.8.1 ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

Se puede utilizar la teoría de la elasticidad para calcular este tipo de asentamiento. Los parámetros geomecánicos requeridos para este tipo de hipótesis deben basarse en la prueba del laboratorio o en la prueba de campo (Marcetti Diluter) de la muestra sin cambios. Además, los parámetros de deformación se pueden utilizar a partir de la correlación entre la prueba de penetración estándar (SPT) y la prueba de penetración estática (CPT) (Norma Ecuatoriana de la construcción [NEC], 2014).

2.8.2 ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN

Con respecto a la teoría de emplear una presión al suelo saturado cohesivo, se observará una deformación, debido al cambio de peso del material por una expulsión de agua ubicada en zonas vacías del suelo, dando lugar a la deformación primaria (Poliotti y Sierra, 2011).

Por otra parte, NEC (2014) hace mención de que además se debería hacer cálculos del asentamiento por consolidación secundaria presentes primordialmente en los suelos cohesivos saturados, dados como resultados del acomodo plástico de la composición del suelo. La aplicación de la teoría

de consolidación dará parámetros geomecánicas mismos que van a ser conseguidos en ensayos de laboratorio.

2.8.3 ASENTAMIENTO POR SISMO

El asentamiento de cargas sísmicas se puede estimar mediante procedimientos semi empíricos o empíricos, aplicando modelos numéricos, aplicando el método de elementos finitos y aplicando modelos de composición del suelo que tienen en cuenta la generación de presión alterna del agua y la disminución cíclica de la dureza (Rivera, 2017).

2.8.4 ASENTAMIENTOS TOLERABLES PARA LAS EDIFICACIONES

Para el asentamiento promedio total que experimenta la cimentación de una construcción es dentro de un lapso de 25 años considerando una de las cargas muertas de servicio y el 50% de cargas vivas máximas, tomando en cuenta que para construcciones aisladas son 20 cm y para construcciones entre medianeros 10 cm.

Se considera el asentamiento diferencial, entendiéndose este asentamiento como la diferencia vertical entre dos puntos distintos de la cimentación de una estructura. La Tabla 3 muestra los máximos de asentamientos diferenciales calculados, expresados en función de la distancia entre apoyos o columnas (NEC, 2014, p.43).

Tabla 3. Valores máximos de asentamientos diferenciales calculados, expresados en función de la distancia entre apoyos o columnas, L.

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	Δ_{max}
(a) Edificaciones con muros y acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	L /1000
(b) Edificaciones con muros de carga en concreto o en mampostería	L /500
(c) Edificaciones con pórticos en concreto, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	L /300
(d) Edificaciones en estructura metálica, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	L /160

Fuente: Norma Ecuatoriana de la construcción [NEC] (2014).

2.9 CAUSAS DE LOS ASENTAMIENTOS

Las partículas individuales se deforman bajo la acción de fuerzas que hacen que los suelos contraigan daños. La deformación que sufre un suelo es resultado de la destrucción de las partículas que la tierra posee. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que la contribución principal a la deformación general se debe a la meteorización (Lambe y Whitman, 1991).

Whitlow (1994) establece que la mayor parte del daño al edificio causado por el desplazamiento de los cimientos se debe a la ocurrencia repentina de una condición inesperada en el suelo.

Para estimar la magnitud de los asentamientos, se deben tomar en cuenta varios mecanismos de movimientos del suelo que son causas de dichos asentamientos, a continuación, se presentan dichos mecanismos.

2.9.1 COMPACTACIÓN

La compresión es el proceso por el cual las partículas del suelo son forzadas a un estado más estrictamente regulado, con la correspondiente reducción de volumen y liberación de aire, debido al efecto de cargas transitorias cortas.

2.9.2 CONSOLIDACIÓN

En suelos saturados y cohesivos, el efecto de una mayor carga aumenta la presión del agua contenida en los poros, dando como resultado que el agua se drene gradualmente de los orificios, por lo tanto, como consecuencia se da la consolidación.

2.9.3 CARGAS

Delgado (1996) señala que hay otro mecanismo de movimiento de tierra muy común que soporta la base, lo que a menudo causa hundimientos, a este se lo denomina el factor de carga. La reacción del suelo como asentamiento debido a la aplicación de las cargas, depende de la naturaleza, intensidad y duración de la aplicación de ellas; así como de las características del suelo tales como; cohesión, fricción interna y grado de compacidad. En la Tabla 4, se muestra una breve descripción de estos mecanismos y de los criterios para su manejo.

Tabla 4. Mecanismos generados de asentamientos.

Causa	Forma como se produce	Magnitud del asentamiento	Velocidad del asentamiento	
Carga estructural	Deformación (cambio de la forma de la masa del suelo)	Calcular por la teoría estática	instantánea	
		Inicial	De la curva de compresibilidad	
	Consolidación: cambio en relación de vacíos	Primaria	De la curva de compresibilidad	Calcular por la teoría de terzaghi
		Secundaria	De la curva tiempo-asentamiento	De la curva tiempo-asentamiento
Carga debido al medio	Retracción debido al secado	Estimar de la curva de compresibilidad y límite de pérdida de humedad por retracción	Igual a la velocidad de secado (rara vez se puede estimar)	
	Consolidación debido al descenso del nivel freático	Calcular de la curva de compresibilidad	Calcular por la teoría de terzaghi	

Fuente: Delgado (1996).

2.9.4 ASENTAMIENTO (DEFORMACIÓN), DE LAS VIVIENDAS DEL BARRIO SOLANDA A TRAVÉS DEL TIEMPO

El crecimiento indeseable de la infraestructura se caracteriza por alteraciones tempranas en el diseño estructural, esto se da debido al aumento de las cargas en el suelo y aumento de las cargas en los cimientos, estos movimientos son causados usualmente porque muchas de las personas empiezan a hacer nuevas construcciones que normalmente son usadas para vienes económicos, esto genera que el suelo se esponga y la zona que expuesta a posibles deslaves o inundaciones durante las lluvias. Las estructuras también muestran que están categorizadas de manera informal, como en la mayoría de los casos, sin embargo, no cumplen criterios de diseño para el registro en planos aprobados por el Municipio de Quito. Las estructuras que se realizan para vienes comerciales están categorizadas de manera informal, como en la mayoría de los casos, ya que no cumplen con criterios de diseño para el registro en planos aprobados por el Municipio de Quito, por lo tanto, existen muchos problemas debido a la calidad de la construcción a causa de la falta de control y supervisión en los procesos constructivos por parte de los encargados del territorio. Como consecuencia de estas condiciones en la figura 11 se puede observar que las casas están

empezado a perder su estructura, lo que conlleva a un gran deterioro de las cimentaciones (Bucheli y Realpe, 2018).



Figura 12. Fisuras en la Mampostería. Fuente: Elaboración Propia.

2.10 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL

Con respecto a la inspección técnica aplicada en el Barrio Solanda, la Secretaria General de Seguridad y gobernabilidad de Quito (2017) señala que se ha realizado un estudio casa por casa de lo cual se apreció que en un mayor número presentan fisuras en la mampostería, humedad en las plantas bajas, inclinación de la estructura y en algunos casos se puede observar rotura de la cerámica del piso.

Las construcciones realizadas con más de una planta de hormigón armado con el tiempo han presentado asentamientos hacia la calle Belda y otras hacia las viviendas colindantes en el lado posterior ocasionando un leve giro vertical, esto se lo ve notablemente en las fachadas, debido a la falta de rigidez de toda la estructura, sin embargo, las que giran expresan que su rigidez ayuda a la estructura a trabajar como una unidad presentando solo un giro vertical, lo cual en la parte superior alcanza a unos 3 cm.

Además, señala que, al investigar los diseños estructurales de las viviendas, se llegó a deducir que en la mayoría de la estructura de las casas presentan una interrupción vertical de la estructura, por otra parte, los propietarios de

predios colindantes han levantado construcciones en columnas compartidas, ocasionando que las edificaciones sean vulnerables a un esfuerzo cortante y a sufrir fisuras en la estructura en casos de sismos.

En la casa OE4-179 ubicada en la calle Belda, se puede observar dicho giro y en su planta baja un levantamiento del piso, debido a la presión que se dio al suelo en el momento de asentarse la estructura. Pero las viviendas que fueron inspeccionada y analizada no se pudo observar fisuras en las columnas, vigas y losa. Sin embargo, en las casas Oe4-163 y Oe4-191 si hubo grietas abiertas que se podían visualizar fácilmente.

2.10.1 ASPECTOS RELACIONADOS CON LA EDIFICACIÓN

2.10.1.1 NÚMERO DE PISOS AL INICIO DE LA CONSTRUCCIÓN.

Se podría decir que hace 20 años las viviendas en el barrio Solanda eran apenas de solo 1 piso, en ese tiempo no existían afectaciones estructurales, ya que la tierra era más amplia y desplegada, lo que favorecía mucho a las personas, sin embargo al realizar las construcciones de los cimientos de las casas, muchos de ellos simplemente las hacían sin un guía de construcción, por lo que hoy en día a brotado a la luz varios problemas que hacen que las personas puedan vivir con tranquilidad y seguridad. A medida que fue incrementándose las necesidades familiares, ya sea por vivienda o por negocio, los lotes experimentaron un proceso de aumento en las edificaciones, en la actualidad la zona es más poblada y ha sufrido un cambio drástico en lo que respecta a las estructuras de las casas (DMQ, 2017).

2.10.1.2 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO PARA CIMENTACIÓN.

Muchas de las personas a las que se ha consulado sobre los problemas que padecen debido a la cimentación, han declarado que la razón principal por la que muchas de las casas están destruyéndose es debido a que años atrás muchas de las personas de la zona de Solana construían sus moradas en lugares pantanosos y ciénegas, es por ello que en la actualidad la mayoría de las casas en el sector están destruyéndose poco a poco debido a la alta humedad que presentan (Aguaiza, 2020).

2.10.2 ANÁLISIS DE FACTORES QUE INFLUYERON EN EL PROCESO DE FISURAS

En el estudio realizado por Viviescas (2010) explica que las grietas y fisuras se presentan en cualquier construcción como en paredes, losas, vigas, columnas o taludes, estas afectan a la estabilidad y consistencia de las edificaciones. La aparición de estas aberturas en las paredes da a entender que algo en la estructura no está realizado perfectamente, por ende, es adecuado mitigar y controlar este tipo de problemáticas.

Estas grietas aparecen debido a distintos factores como asentamientos, expansiones, movimientos de sismos y pueden afectar a directamente al funcionamiento y desempeño de la edificación, debido a que existe una pérdida de impermeabilidad, desarrollando corrosión, descomposición y deterioro progresivo de la construcción.

Con respecto al barrio Solanda Viviescas (2017) en su estudio señala que los factores que deben ser tomados en cuenta para la activación del proceso de agrietamientos y asentamientos es la calidad geotécnica del suelo y en cuanto el nivel freático debe ser alto. Mismos que no fueron tomados en cuenta al realizar un diseño de cimentación en las construcciones de las viviendas.

Las construcciones originales que fueron realizadas hace varios años con el pasar del tiempo se fueron incrementando pisos por parte de los propietarios, por lo que ha producido un hundimiento de las estructuras, dado que el suelo y sus cimientos no fueron realizados con una visión de esa magnitud, por consiguiente, a eso las edificaciones empezaron a presentar fisuras tanto en las paredes y pisos.

Adicionalmente los moradores del sector manifiestan que el suelo original del lugar fue rellenado con residuos como basura, escombros, y materiales de excavaciones dando como resultado un suelo heterogéneo, por tanto, en la mayoría de las edificaciones hoy en día presentan asentamientos y complicaciones de estabilidad.

Finalmente señala que las construcciones fueron realizadas sin supervisión o aceptación de profesionales de la Ingeniería. Esta información se dio a conocer debido a que los resultados de las encuestas marcaban que ningún

propietario tenía planos arquitectónicos, estructurales o estudios del suelo, pero solo en algunos casos poseían permisos de construcción.

3 CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

El presente trabajo de titulación tuvo como fase de diagnóstico las patologías estructurales y no estructurales de los asentamientos de las viviendas en el Barrio de Solanda en el sector 1.

En la primera parte de la investigación se hace un recuento de los procesos y consideraciones a tomar al momento de recopilar la información para determinar y caracterizar las patologías estructurales y no estructurales, seguidamente se presenta material bibliográfico de los daños causados por los asentamientos y el descenso del nivel freático en la zona a estudiar.

La ejecución del ensayo de penetración estándar SPT bajo la norma ASTM D-1586 y trabajos de laboratorio como son los ensayos de clasificación de muestras alteradas en laboratorio según la norma ASTM D-2487 conlleva a la Interpretación y análisis de los resultados obtenidos (Carmona, 2014).

Los resultados del presente estudio permitieron direccionar las investigaciones de campo-laboratorio en una segunda etapa de estudios, con

el objetivo de comprobar-validar y descartar cualitativamente las variables señaladas.

Una vez comprobada las causas que generan el fenómeno, se siguió una tercera y final etapa de los resultados y análisis de las patologías y ensayos realizados.

3.1 ENSAYO SPT

Esta prueba de ensayo con sus siglas en ingles SPT (Standard Penetración Test), es el más utilizado en el estudio de la mecánica de suelos, se basa en contar el número de golpes (N) para ensartar una cuchara normalizada a diferentes profundidades en un extracto de suelo, ya que para cada número de golpes se presentará de manera distinta muchos de los asentamientos, normalmente este tipo de ensayo es utilizado en terrenos donde se ha realizado un reconocimiento geotécnico, previo a un levantamiento topográfico necesario para realizar en punto específico del terreno (Carmona, 2014).

3.1.1 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

El método de penetración estándar se lo emplea para poder tomar muestras del suelo y así poder analizarlas y conocer si la tierra contiene algún tipo de alteración, para poder realizar esta prueba se debe conocer los pasos que se debe de seguir, estos son muy importantes ya que gracias a estos se puede obtener un resultado eficaz, el cual ayuda a recopilar más información para la previa investigación del suelo, a continuación, se redactan los pasos del procedimiento del ensayo.

En primer lugar, se perfora un orificio a la profundidad especificada y se inserta una espátula estándar en el fondo de dicha perforación, después se le pincha a la cuchara en unos 15 cm. para así, poder eliminar la superficie parcialmente alterada. Por consiguiente, se hace una señal sobre los tubos normalizados con un lápiz y se procede a contar el número de golpes (N) necesarios para hincar de nuevo la cuchara utilizando la pesa de 65 kg con una altura de caída de 76.2 cm y finalmente, se abre la espátula, se toma una muestra de su interior y se realiza la prueba correspondiente. Este ensayo se debe realizar máximo hasta los 50 golpes, ya que, después de este límite,

introducir el equipo de perforación dentro del estrato puede producir daños (Calderón y Arguello, 2014).

3.1.2 FACTORES DE CORRECCIÓN PARA EL VALOR N

Para calcular la estimación de N se siguieron las directrices de Patzán (2009) en donde menciona que, el valor (N) se multiplicará por el factor de corrección de la presión real del suelo. Sin embargo, el autor señala que uno de los factores más utilizados e importantes es el factor de Liao y Whitman. A continuación, se presenta la ecuación 1 determinada por ambos actores.

$$F_c = \sqrt{\frac{P_0''}{\sigma_v'}} \quad (1)$$

σ_v' = Significa el esfuerzo efectivo o presión intergranular

$P_0'' = 2 \text{ ksf} = 95.76 \text{ kPa} = 1 \text{ ton/pie}$, significa la presión de sobrecarga de referencia tomada arbitrariamente.

3.1.3 INFLUENCIA DEL NIVEL FREÁTICO

Las excavadoras estándar pueden variar en arena fina, dependiendo de las condiciones del agua subterránea. Si se llama N al número de aciertos registrados en una prueba realizada por debajo del nivel freático, entonces en el cálculo que da la siguiente fórmula se debe tener en cuenta un valor igual a N (Carmona, 2014).

$$N = 15 + 1.2 (N' - 15) \quad (2)$$

3.1.4 CORRELACIONES DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)

El SPT puede utilizarse para determinar el ángulo de fricción interna ϕ así como también la cohesión y la densidad de los suelos (Tabla 5).

Tabla 5. Valores empíricos de ángulo de fricción interno y cohesión.

Suelo	Dr.	SPT (N)	ϕ°	γ (natural o húmedo)
-------	-----	---------	--------------	-----------------------------

		fino	medio	grueso	fino	medio	grueso	kN/m
Muy suelto	0.00	1, 2	2, 3	3, 6	26, 28	27, 28	28, 30	11, 16
Suelto	0.15	3, 6	4, 7	5, 9	28, 30	30, 32	30, 34	14, 18
Medio	0.35	7, 15	8, 20	10, 25	30, 34	32, 36	33, 40	17, 20
Denso	0.65	16, 30	21, 40	26, 45	33, 38	36, 42	40, 50	17, 22
Muy denso	0.85	-	> 40	> 45		< 50		20, 23

Fuente: Obtenido de Patzán (2009).

El ángulo de fricción máximo se calcula con la ecuación 3:

$$\varphi(\text{grados}) = 27.1 + 0.30 * N'_{60} - 0.00054 * (N'_{60})^2 \quad (3)$$

Donde la:

N'_{60} es igual al número de penetración estándar corregido.

K es igual a la constante en un rango de [3.5 – 6.5] kN/m².

N₆₀ es igual número de penetración estándar obtenido en campo.

3.1.5 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE EN FUNCIÓN DE SPT

El cálculo de la capacidad de carga del suelo se puede determinar mediante pruebas de laboratorio o pruebas de campo, como también se pueden encontrar a través de los ensayos de penetración estándar que tienen alguna correlación significativa con el número de impactos (Guerrón y Tacuri, 2012).

Por otro lado, Terzaghi también sugirió el uso de los ábacos para calcular la tolerancia del suelo basada en el norte del SPT, la anchura de la fundación y el asentamiento máximo de 2,5 cm. Estos ábacos en la actualidad son conocidas mediante las fórmulas por Meyerhof (Tabla 6), ya que este autor modifico todo lo que Terzaghi realizó, para encontrar nuevas fórmulas y adaptarlas a su estudio, a continuación, se observan las fórmulas adaptas por Meyerhof (Guerrón y Tacuri, 2012).

$$q_u = \frac{N}{0.8} * kd \quad \frac{T}{m^2} \quad \text{para } B < 1.2 \text{ m} \quad (4)$$

$$q_u = \frac{N}{1.2} * \frac{(B + 0.305)^2}{B^2} * kd \quad \frac{T}{m^2} \quad \text{para } B \geq 1.2 \text{ m} \quad (5)$$

$$kd = 1 + 0.2 \frac{Df}{B} \quad \text{para } B \leq 1.2 \text{ m} \quad (6)$$

Dónde:

q_{adm} es igual a la presión admisible neta del suelo (T/m^2).

N es igual al Número de golpes del ensayo SPT.

B es igual al Ancho de la zapata (m).

D_f : Significa la profundidad de desplante.

Tabla 6. Capacidad de carga admisible en base a ecuaciones de Meyerhof.

N	B							
	0-1.22 m		1.82m		3.04m		3.65m	
	kN/m ²	ton/m ²						
5	60	6.744	54.3	6.104	50.5	5.676	48	5.395
10	120	13.489	108.6	12.207	101.000	11.353	96.6	10.858
15	180	20.233	132.9	14.939	151.500	17.029	144.8	16.276
20	240	26.977	217.2	24.414	202.000	22.706	193.1	21.705
25	300	33.721	271.5	30.518	252.500	28.382	241.4	27.135
30	360	40.466	325.8	36.622	303.000	34.059	289.7	32.564
35	420	47.210	378.2	42.512	353.500	39.735	338	37.993

Fuente: Patzán (2009).

3.1.6 FACTOR DE SEGURIDAD

La capacidad de carga admisible, q_{adm} , consiste una reducción de la capacidad de carga última con la aplicación de un factor de seguridad FS:

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS} \quad (7)$$

Suele utilizarse un factor de seguridad respecto a la falla por corte (FS corte) que varía de 1.4 a 1.6, se usa junto con un factor de seguridad mínimo de 3 a 4 por capacidad de carga última.

3.2 INSPECCIÓN TELEVISIVA PARA LAS REDES DE ALCANTARILLADO A TRAVÉS DE UN ROBOT MECÁNICO.

La Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS), realizó una rápida inspección al sector Solanda, para evaluar si

existen fallas en los alcantarillados de la zona y a su vez realizar un mantenimiento a estos. Estas tareas son parte de las medidas preventivas desarrolladas por EPMAPS para permitir un diagnóstico completo de los colectores de drenaje profundo de la ciudad y así poder dar solución a los problemas que se presenten (Agua de Quito [EPMAPS], 2020).

El control televisivo incluye el seguimiento del estado de los colectores y las redes de alcantarillado. Dentro de la Figura 12 se puede observar que cuando los controladores de alcantarillados necesitan evaluar si existe alguna fisura dentro de alguna zona en específico, meten un aparato robot bajo el suelo y mediante micrófonos conectados pueden conocer el estado en el que el alcantarillado se encuentra (EPMAPS, 2020).



Figura 13. Equipo televisivo de la EPMAPS. **Fuente:** El Comercio (2017).

3.3 FORMATO PARA EVALUACIÓN RÁPIDA ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS INFORMALES.

El formulario de evaluación de vulnerabilidad física de edificaciones que se utilizó en esta investigación se obtuvo mediante una carta oficio dirigida a la Empresa Metro de Quito con fines educativos, la información obtenida sirvió como instrumento de investigación para la obtención de datos del estado actual de las viviendas de Barrio Solanda.

Todos los datos mostrados a continuación han sido obtenidos de distintas entidades públicas como privadas, mismas que aportaron con asistencia técnico-científica con el propósito de analizar y determinar las posibles causas que originaron las deformaciones del suelo y los consecuentes asentamientos

de las viviendas del Barrio Solanda, además está información permitió elaborar una ficha de análisis más amplia en donde se evaluó la vulnerabilidad sísmica y la subsidencia de las edificaciones.

Las entidades públicas y particulares que participaron en la elaboración de la ficha descriptiva de evaluación de vulnerabilidad física de edificaciones fueron:

- Pontificia Universidad Católica de Ecuador.
- Escuela Politécnica Nacional.
- Administración Zonal Eloy Alfaro.
- Dirección Metropolitana de Gestión de Riesgos del Municipio de Quito.
- Empresa Pública Metro de Quito.

3.3.1 FICHA DESCRIPTIVA DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA DE EDIFICACIONES

La ficha de evaluación que propone la Dirección Metropolitana de Gestión de Riesgos del Municipio de Quito sirvió para evaluar la vulnerabilidad de las estructuras existentes destinadas en generalidad a las viviendas del sector.

La ficha de evaluación se dividió en diez secciones diferentes que serán explicadas a continuación de acuerdo con los formatos oficiales.

	EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA DE EDIFICACIONES		
Evaluación de la Vulnerabilidad Física de Edificaciones			
Nombre Encuestador:	Geovanny Murillo	:	Fecha 6/6/2021
Calle / Pasaje:	Pasaje Oe4E y Joquin Lalama		
Manzana:	Sector 1	Predio No.:	189695
Casa No.:	S23-183		

Figura 14. Parámetros Generales. **Fuente:** Elaboración propia.

Dentro de la figura 14 se puede observar la primera parte del formato, donde se indica los datos informativos de la persona que realizó las siguientes fichas.

Generalidades de cada edificación				
1	Se realizó inspección interna	Si	X	No
	Observaciones			
2	Razón por la que no se realizó inspección interna:	No hubo nadie en la vivienda		
	Observaciones	No se permitió realizar la inspección		
3	Área aproximada de la edificación:	>500 m2		
		<500m2	X	
4	Uso de la edificación:	Residencial		
	Observaciones	Bodegas de almacenamiento		
		Hoteles		
		Comercial (que no sea almacenamiento o bodegaje)		
5	Formalidad de la edificación en el Municipio	Formal (con criterio profesional "Ing. Civil")		
	Observaciones	Construcción informal / artesanal		
6	Número de pisos	1 piso		
	Observaciones	2 pisos		
		3 pisos		
		4 pisos		
		5 pisos o más		
7	Año de construcción	Antes de 1977		
	Observaciones	Entre 1977 - 2000		
		Entre 2000 - 2015 (CEC)		
		2015 en adelante (NEC)		

Figura 15. Generalidades de cada edificación. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 15 se puede identificar las generalidades físicas de cada edificación dentro de esta se puede observar la inspección interna, el uso de la edificación, número de pisos y año de construcción de cada una de las casas que se observó.

Aspectos geométricos (varias respuestas)				
8	Irregularidad en planta y ejes verticales	Ninguna		
	Observaciones	Tiene retrocesos excesivos en las esquinas		
		Discontinuidad en el sistema de piso		
		Ejes estructurales no paralelos		
		Concentración de los elementos portantes		
		Desplazamiento de los planos de acción de elementos verticales		

Figura 16. Aspectos geométricos (varias respuestas). Fuente: Elaboración propia.

En la figura 16 se observa un solo ítem, el cual brinda información de cómo se encuentran actualmente las viviendas de la zona y que daños han sufrido.

Aspecto constructivo y grado de deterioro de paredes				
9	Tipo de material en paredes	Pared de ladrillo		
	Observaciones	Pared de bloque		
		Pared de piedra		
		Pared de adobe / tapial		
		Pared de bahareque / madera		
10	Grado de deterioro de la superficie de las paredes	Ningún grado de deterioro		
	Observaciones	Algún grado, se presentan algunas humedades		
		Alto grado, todas las paredes presentan humedades		
11	Se detecta si la pared es confinada o no	No se puede determinar		
	Observaciones	Si es confinada		
		No es confinada		

Figura 17. Aspecto constructivo y grado de deterioro de paredes. **Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 17 se puede observar el grado de daños ocasionados en las viviendas y el tipo de material con el que se encuentran construidas.

Estructura					
12	Sistema estructural	Hormigón armado			X
	Observaciones	Estructura metálica			
		Estructura de madera			
		Estructura de caña			
		Estructura de pared portante confinada o reforzada			
		Mampostería simple			
13	Detalle de las ampliaciones:	Hormigón / hormigón			X
	Observaciones	Mixta madera/hormigón			
		Mixta metálica/hormigón			
14	Sistema de entresijos y cubiertas	Losa plana de hormigón armado			X
	Observaciones	Losa de hormigón armado sobre vigas descolgadas			
		Vigas y entramado madera			
		Entramado de madera/caña			
		Entramado metálico			
		Entramado hormigón/metálico			
15	Estructura de cubierta de una ampliación	Estructura metálica			X
	Observaciones	Estructura de madera			
16	Existe corrosión/deterioro en anclajes o amarres en estructuras de metal/madera	Si	X	No	
	Observaciones:				
17	Es correcta la conexión de la cubierta con la estructura existente	Si		No	X
	Observaciones:				

Figura 18. Estructura. **Fuente:** Elaboración propia.

Dentro de la figura 18 se puede ver claramente el tipo de estructura con la que cada una de las casas de Solanda están construidas.

Sistema resistente: Pórtico de hormigón armado				
18	Cambio de sección a lo largo de las columnas	Si	X	No
	Observaciones:			
19	Manchas amarillentas en el hormigón	Si		No X
	Observaciones:			
20	Condiciones de los elementos estructurales: Vigas y losas	No presentan problemas aparentes		
	Observaciones	Deflexiones		
		Fisuras por flexión (dúctil)		
		Fisuras por corte (frágil)		
		Fisura por asentamiento (frágil)		
		Filtraciones		
21	Condiciones de los elementos estructurales: Columnas	No presentan problemas aparentes		
	Observaciones	Pandeo		
		Fisuras o grietas en pie o cabeza de las columnas		
		Formación de rotulas plásticas		
22	Dimensiones de columnas:	20 x 20 cm o menor		
	Observaciones	25 x 25 cm		
		25 x 30 cm o mayor		

Figura 19. Sistema resistente: Pórtico de hormigón armado. **Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 19, se puede observar que se evaluó si el pórtico de hormigón Armado es resistente en el tipo de edificaciones que la zona presenta.

Patologías Estructurales (indicar cuantas en las casilla de observaciones)				
23	Columna corta:	Si		No X
	Observaciones:			
24	Piso blando:	Si		No X
	Observaciones:			
25	Probabilidad de golpeteo de edificios	a) No tiene problemas de colindancia		
	Observaciones	b) Es una Edificación de esquina		
		c) Es una Edificación intermedia		
26	Si la respuesta anterior es (b) ó (c), responder:	Las alturas libres de los pisos coinciden		
	Observaciones	Las alturas libres de los pisos no coinciden		

Figura 20. Patologías Estructurales (indicar cuantas en las casillas de observaciones). **Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 20 se puede observar que se analizó cada una de las patologías estructurales de las viviendas visitadas.

Asentamientos				
27	Existen grietas en las paredes a 45° (pueden ser varias y paralelas, no en cruz - indique cuantas en las observaciones)	Si	X	No
	Observaciones:			
28	Existen grietas en las paredes con abertura mayor a 4 mm (en observaciones indicar cuantas)	Si	X	No
	Observaciones:			
29	A observado un progresivo incremento en la abertura de las grietas	Si	X	No
	Observaciones:			
30	La edificación se encuentra fuera de plomo	No presenta inclinación		
	Observaciones	< 3°		
		>3°		X
31	Grado de deterioro de los pisos	Ningún grado de deterioro		
	Observaciones	Algún grado, se presentan algunas fisuras / pequeños desniveles		
		Alto grado, se presentan grietas y hundimientos considerables		X
32	Se han presentado ventanas rotas :	Si	X	No
	Observaciones:			
33	Se han presentado puertas trabadas (indicar cuantas en observaciones)	Si	X	No
	Observaciones:			
34	Existe evidencia de restauración en la estructura en	Si	X	No
	Observaciones:			
35	Defina el tipo de asentamiento :	No hay asentamiento de ningún tipo		
	Observaciones	Asentamiento diferencial: grietas en varias paredes de una misma área de la infraestructura.		
		Asentamiento total con grietas: grietas en varias paredes en diferentes áreas de la infraestructura.		X
		Asentamiento total sin grietas: no hay evidencia de grietas pero hay desniveles y la estructura esta fuera de plomo.		

Figura 21. Asentamientos. Fuente: Elaboración propia.

Dentro de la figura 21 se puede observar que se evaluó cada uno de los asentamientos estructurales de cada vivienda inspeccionada.

Sismo				
26	Después del sismo del 16 de abril han aparecido grietas	Si		No
	Observaciones:			X
37	Existen grietas en las paredes a 45°, grietas en forma de cruz	Si		No
	Observaciones:			X
38	Existen grietas producto del golpeteo entre dos estructuras	Si		No
	Observaciones:			X

Figura 22. Sismo. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 22 se analizó información relevante acerca de los daños que el sismo del 16 de abril causó.

Valoración General					
39	Las condiciones de la vivienda permiten dar una	Si		No	X
40	En base a los parámetros evaluados catalogue la vulnerabilidad de la estructura PARA ASENTAMIENTOS	Bajo			
	Observaciones	Medio			
		Alto			

Figura 23. Valoración General. **Fuente:** Elaboración Propia.

En la figura 23 se puede observar que se evaluó la vulnerabilidad de cada vivienda con todos los datos anteriormente seleccionadas.

Observaciones					
Falla/Fractura de elementos estructurales: columnas, vigas y losas; y daño/desprendimiento de mamposterías					

Figura 24. Observaciones. **Fuente:** Elaboración propia.

Finalmente, en la figura 24, se puede observar que se creó un espacio para poder redactar todos los hallazgos observados y detallarlos en el cuadro de observaciones.

4 CAPÍTULO IV. DATOS OBTENIDOS.

4.1 TRABAJOS DE CAMPO

Con la finalidad de validar los resultados obtenidos en la recopilación de información en el Barrio Solanda, se realizó recorridos visuales por las diferentes casas del sector 1 y sector 4 para la evaluación estructural.

4.2 GEOLOGÍA LOCAL

En el Barrio Solanda a lo largo del tiempo se ha producido fenómenos naturales, como sismos, procesos erosivos fluviales donde se ha evidenciado extractos de origen volcánicos proveniente de los volcanes cercanos como el A tacazo y el Guagua Pichincha, así como también depósitos agrupados

dentro de las formaciones del Machángara y Cangahua (Figura 24 y Figura 25).

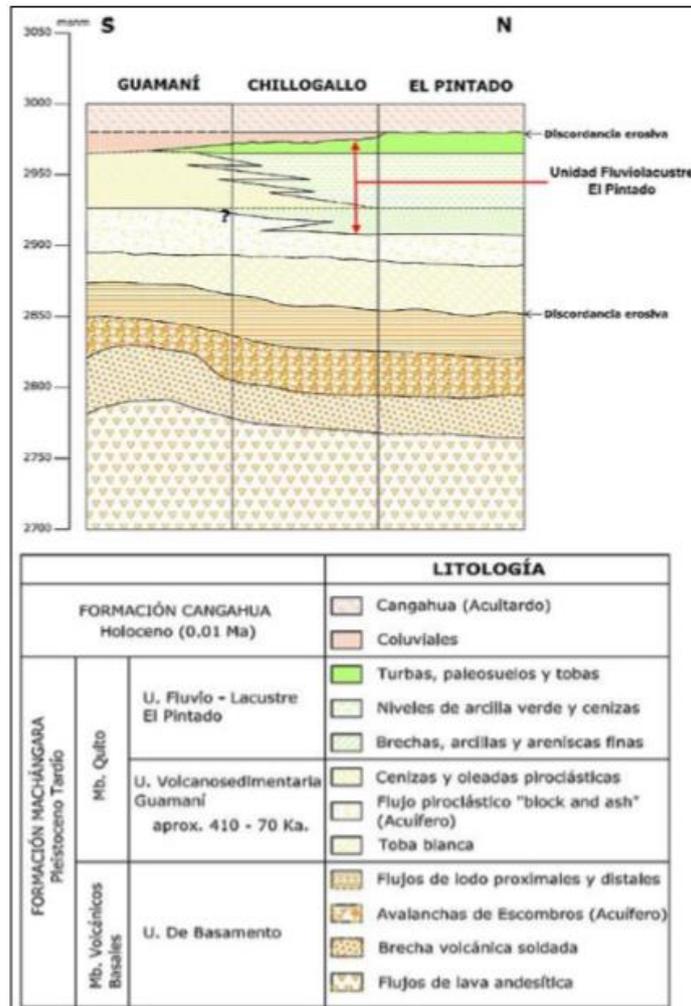


Figura 25. Columna estratigráfica de la cuenca del sur de Quito. Fuente: Peñafiel (2009).

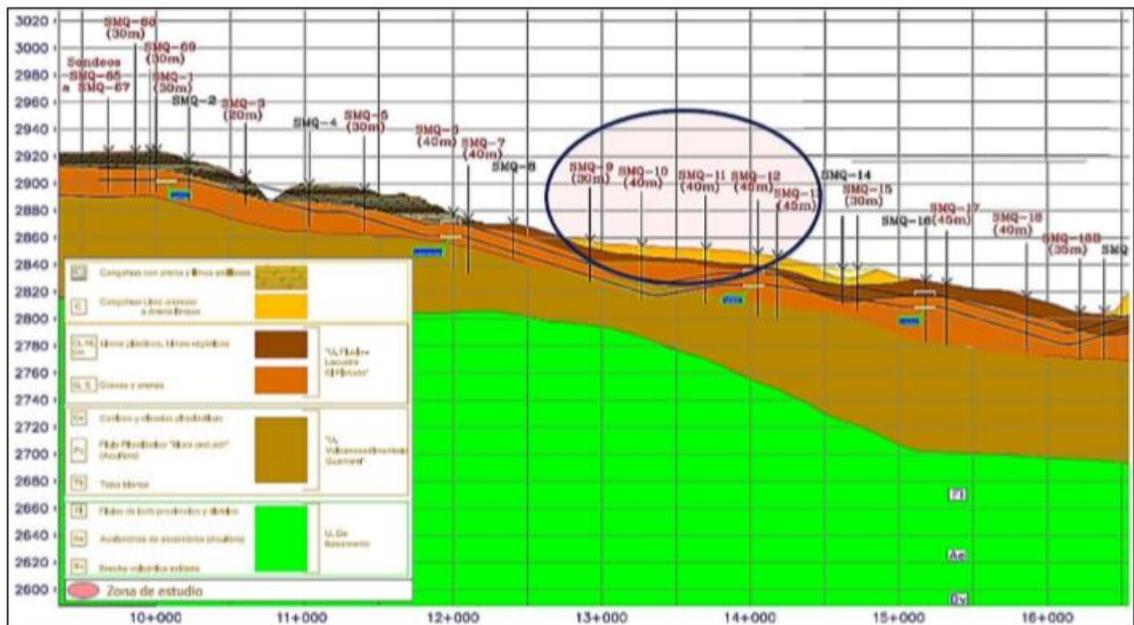


Figura 26. Perfil estratigráfico de la cuenca del sur de Quito. **Fuente:** Bucheli & Realpe (2018).

Según el perfil estratigráfico en el barrio Solanda se puede observar que la zona cuenta con 3 tipos de suelos, los cuales se mencionan a continuación.

- Cangahua Limo arenoso o Arena Limosa (C).
- Limos Plásticos y Limos Orgánicos (CL, ML, CH).
- Gravas y Arenas (G, S).

4.2.1 CLIMATOLOGÍA DE SOLANDA

Quito es una ciudad muy grande y denominada como la capital de Ecuador, en cuanto al clima se la podría describir como cálido-húmedo. Sin embargo, en la actualidad Quito ha sufrido un cambio drástico con lo que respecta al clima, ya que durante estos tiempos se han registrado una gran cantidad de lluvias muy duraderas y frías, incluso en el mes más "seco" Quito está envuelto de frío y humedad. Solanda se encuentra ubicado a un brazo de la capital, por lo que se podría decir que el clima de esta zona se asemeja mucho al de Quito, dentro de la figura 26 se puede observar claramente el Climograma de Solanda (Maldonado, 2019).

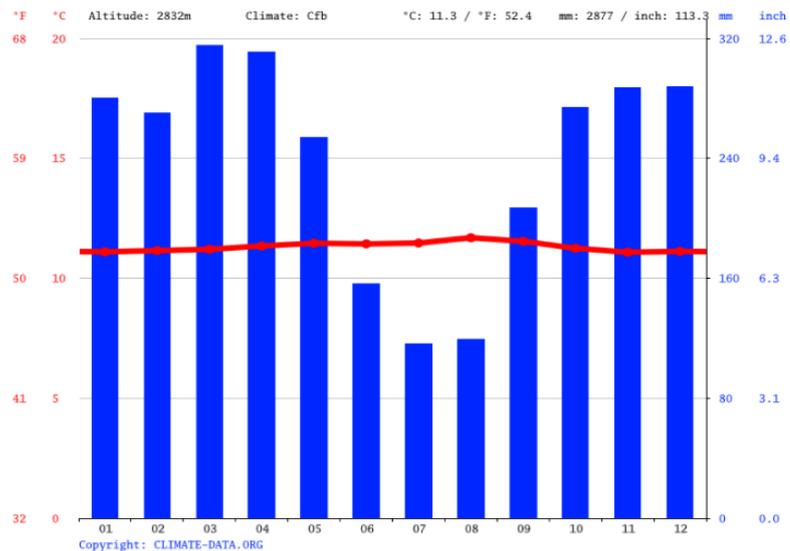


Figura 27. Climograma de SOLANDA. Fuente: Climate-data.org (2019).

4.2.2 DIAGRAMA DE TEMPERATURA QUITO- SOLANDA

En la figura 27 se puede observar el diagrama de temperatura de Solanda, en donde se puede llegar a un análisis de que agosto es el mes más cálido para esta zona ya que cuenta con un promedio de 11.7 °C, mientras que las temperaturas medias más bajas del año se producen en el mes de noviembre ya que por esas fechas la temperatura cuenta con un promedio de 11.1 °C (Climate-data.org, 2019).

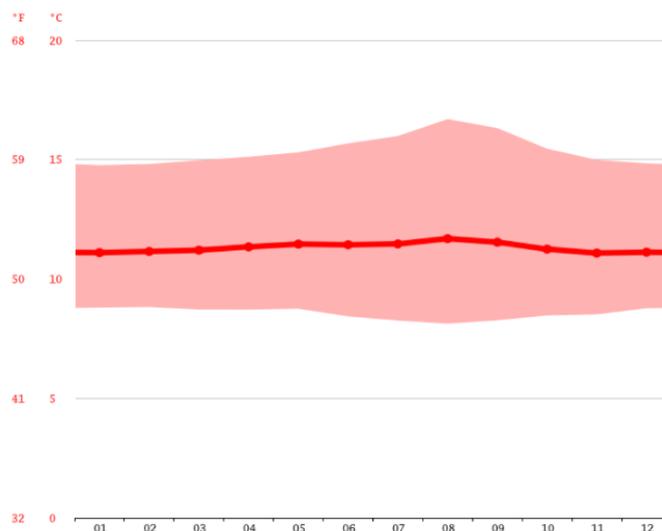


Figura 28. Diagrama de temperatura de Solanda. Fuente: Climate-data.org (2019).

4.2.3 TABLA CLIMÁTICA // DATOS HISTÓRICOS DEL TIEMPO QUITO

En la tabla climática de Quito se puede ver que la precipitación varía de 199 mm durante el mes más seco y el mes más húmedo, también se puede observar que la variación en las temperaturas durante todo el año es 0.6 °C, asimismo dentro de la figura 28 se puede evidenciar que el mes más húmedo en la ciudad de Quito es en noviembre y el mes más lluvioso es en Marzo

(
S
e
r
r
a
n
o
e
t

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	11.1	11.2	11.2	11.3	11.5	11.4	11.5	11.7	11.5	11.3	11.1	11.1
Temperatura min. (°C)	8.8	8.8	8.7	8.7	8.8	8.4	8.3	8.1	8.3	8.5	8.5	8.8
Temperatura máx. (°C)	14.8	14.8	15	15.1	15.3	15.7	16	16.7	16.3	15.5	15	14.8
Precipitación (mm)	280	270	315	311	254	156	116	119	207	274	287	288
Humedad(%)	85%	86%	85%	84%	82%	76%	72%	70%	75%	83%	86%	86%
Días lluviosos (días)	21	20	21	21	21	19	19	20	21	21	20	21
Horas de sol (horas)	5.8	5.6	6.0	6.4	6.7	7.4	7.9	8.3	7.9	6.8	5.9	5.9

al., 2012).

Figura 29. Diagrama de temperatura de Solanda. **Fuente:** Climate-data.org (2019).

4.2.4 HORAS DE SOL EN QUITO

En Quito, el mes de agosto es en el cual presenta días más soleados en una media de 8.34 horas de sol. Haciendo énfasis se concluye que hay 258.44 horas de sol en todo el mes de agosto en la capital de Ecuador. En cuanto el mes con menos horas soleadas en Quito es en enero ya que solo consta de 5.9 horas de sol al día, por lo que se puede decir que en total hay 183.02 horas de sol en enero. Finalmente, en promedio total, hay 80.73 horas de sol al mes y 2458.08 en todo el año (Climate-data.org, 2019).

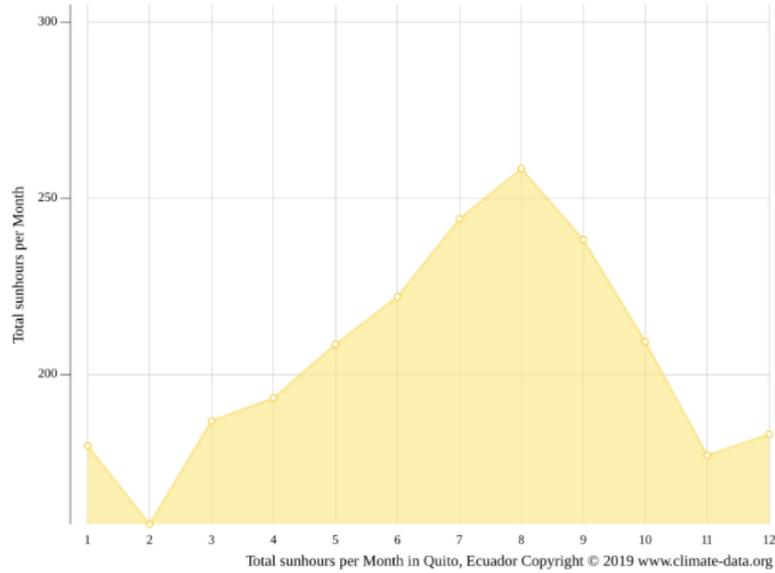


Figura 30. Horas totales de Sol. Fuente: Climate-data.org (2019).

4.3 ANÁLISIS SÍSMICO DEL SECTOR

Durante el transcurso de los años Quito se lo ha catalogado como una ciudad con más eventos sísmicos, por lo tanto, las viviendas construidas en los distintos barrios deberían ser construidas con criterios y aprobaciones técnicos o normativos, con un fin de evitar patologías que perjudiquen a la estabilidad y rendimiento estructural de las edificaciones.

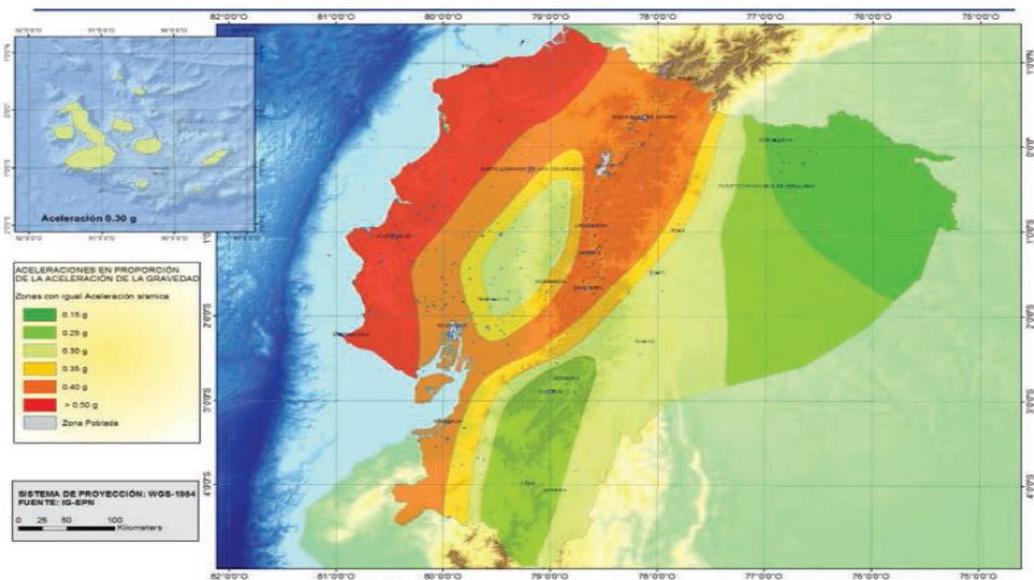


Figura 31. Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z. Fuente: (INEC), (2015).

De acuerdo con los resultados obtenidos en las Tablas 8 y 9 se puede determinar que el sector del Barrio Solanda está ubicado en una zona de intensidad sísmica de grado V, con un factor de $Z=0.40$, esto quiere decir que el coeficiente de balasto es igual aproximado a 4.84 Kg/cm^3

Tabla 7. Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada.

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

Fuente: (NEC, 2015).

Tabla 8. Coeficientes de perfil de suelo Fa, Fd, Fs.

Tipo de Suelo	Zona sísmica	Factor Z	Fa	Fd	Fs
D	V	0,40	1,00	1,6	1,9

Fuente: (NEC, 2015).

4.3.1 UBICACIÓN

El terreno donde se desarrolló la presente investigación fue en la residencia moya Jiménez Édison Patricio, Barrio Luis valencia y parroquia Solanda, provincia de pichincha (Figura 31)



Figura 32. Ubicación del Terreno. Fuente: Google Maps.

4.3.2 TOPOGRAFÍA

La presente investigación se la realizo en el barrio Solanda, ya que la mayoría de las edificaciones presentan problemas en las estructuras de las casas, además se puede decir que el predio presenta una geomorfología regular. La ubicación de los puntos de perforaciones se detalla en la Figura 32.

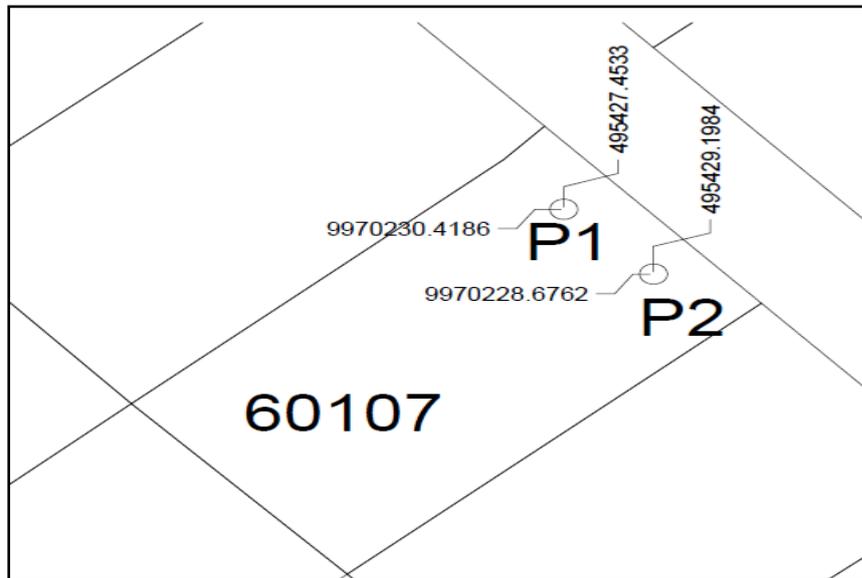


Figura 33.Ubicación de los puntos de las perforaciones en el Terreno. **Fuente:** Google Earth 6.0.0 1735 (beta).

4.3.3 SELECCIÓN SITIOS DE PRUEBA

Una vez definida el área donde se realizó los trabajos de obra para las pruebas de la casa, se hizo un recorrido del predio recopilando información esencial, dentro de dicha información se tomó en cuenta la descripción del proyecto, planos, fotografías del lugar, además se consideró los requerimientos en las Normas Ecuatorianas de la Construcción, base que sirvió para definir el número de sondeos.

Las pruebas de penetración dinámica, se las realizo con energía de impacto normalizada que se relaciona con los ensayos de SPT. Los ensayos de laboratorio se definieron en base a las características del suelo observadas en el sitio.

Con la finalidad de establecer las características del suelo del sitio, calle José María Alemán en el barrio Solanda, en donde se realizaron 2 perforaciones ubicadas de acuerdo con detalle anexo.

Durante el proceso de perforaciones se realizaron pruebas de penetración estándar basadas en el método SPT, a cada metro de profundidad, registrándose valores de “N” (número de golpes) para los últimos 30cm de penetración de acuerdo con la norma ASTM D-1586. Estos valores, así como las características de los suelos encontrados se indican en Logs de perforación adjuntos.

El método de perforación empleado consiste en hincar 0.30m de un muestreo normalizado, mediante la caída de un martillo de 65 Kg, desde una altura de 0.76m. El número de golpes necesarios para esta operación se relacionan con la capacidad de carga admisible del suelo.

Las muestras recuperadas durante el ensayo SPT fueron identificadas y clasificadas en sitio, mediante el método de Clasificación Manual Visual, además la profundidad de los sondeos fue de - 6.00m.

4.3.4 TRABAJOS DE LABORATORIO Y GABINETE

En las muestras recuperadas de los sondeos a diferentes profundidades, se realizaron las siguientes pruebas de laboratorio (Tabla 10).

Tabla 9. Trabajo de Laboratorio y normas.

TRABAJO DE LABORATORIO	NORMAS
Contenido de humedad	ASTM D 2216
Granulometría por lavado	ASTM D 422
Limites Atternerg	ASTM D 4318

Fuente: Elaboración propia.

4.4 CÁLCULOS

4.4.1 CAPACIDAD DE CARGA

En el barrio de Solanda, según la encuesta realizada se llegaron a un valor promedio de B= 1 de plintos y la profundidad de desplante Df=1.20m

Tabla 10. Datos del ensayo de la perforación.

PROFUNDIDAD (m)	"N" VALOR OBTENIDO EN EL CAMPO GOLPES PARA PENETRAR			N (SPT)	OBSERVACIONES
	15 (cm)	30 (cm)	45 (cm)		
1,00	2	3	3	8	Arcillas inorgánicas de baja a media compresibilidad arcillas con gravas, arcillas arenosas, arcillas limosas
2,00	2	3	4	9	
3,00	3	5	5	13	
4,00	1	2	2	5	Turba y otros suelos altamente orgánicos Fácilmente identificable por el color, olor, tacto esponjoso y a menudo textura fibrosa
5,00	2	4	4	10	
6,00	3	4	5	12	

El valor de N a utilizar en la ecuación de capacidad de carga es el valor promedio corregido en una zona de B/2 sobre la base y 2B debajo de la base:

Es decir, B/2 = 1/2 = 0.5 m sobre la base ⇒ Ncor1, Ncor2

2B = 2m, debajo de la base ⇒ Ncor3, Ncor4, Ncor5, Ncor6

Dado un valor de N promedio de 10 para todo el estrato de arcillas inorgánicas de baja a media compresibilidad arcillas con gravas, arcillas arenosas, arcillas limosas, por medio de la tabla 4 puede suponerse un suelo de densidad media en el rango N = [8 – 20]. Se toma entonces un peso específico de 18 kN/m³ = 1.83 ton/m³, A continuación, se detallan el cálculo para medir el valor de carga.

$$\sigma'_{v1} = \gamma * h1$$

$$\sigma'_{v1} = 1.83 * 0.5 = 0.92 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma'_{v2} = \sigma'_{v1} + \gamma * h2$$

$$\sigma'_{v2} = 0.92 + 1.83 * 0.5 = 1.84 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma'_{v3} = 1.84 + 1.83 * 0.5 = 2.76 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma'_{v4} = 2.76 + 1.83 * 0.5 = 3.68 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma'_{v5} = 3.68 + 1.83 * 0.5 = 4.60 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma'_{v6} = 4.60 + 1.83 * 0.5 = 5.52 \text{ ton/m}^2$$

Factor de corrección para el número de penetración estándar se procede a determinar:

$$F_c = \sqrt{\frac{9.77 \text{ ton/m}^2}{\sigma'_v}}$$

$$F_{c1} = \sqrt{\frac{9.77 \text{ ton/m}^2}{0.92 \text{ ton/m}^2}} = 3.40$$

$$F_{c2} = \sqrt{\frac{9.77 \text{ ton/m}^2}{1.84 \text{ ton/m}^2}} = 1.70$$

$$F_{c3} = \sqrt{\frac{9.77 \text{ ton/m}^2}{2.76 \text{ ton/m}^2}} = 1.13$$

$$F_{c4} = \sqrt{\frac{9.77 \text{ ton/m}^2}{3.68 \text{ ton/m}^2}} = 0.84$$

$$F_{c5} = \sqrt{\frac{9.77 \text{ ton/m}^2}{4.60 \text{ ton/m}^2}} = 0.68$$

$$F_{c6} = \sqrt{\frac{9.77 \text{ ton/m}^2}{5.52 \text{ ton/m}^2}} = 0.57$$

Corregir el factor N obtenido en campo:

$$N_{corr} = N_{60} * F_c$$

$$N_{corr1} = 8 * 3.40 = 27$$

$$N_{corr2} = 9 * 1.70 = 15$$

$$N_{corr3} = 13 * 1.13 = 14.7$$

$$N_{corr4} = 5 * 0.84 = 4$$

$$N_{corr5} = 10 * 0.68 = 7$$

$$N_{corr6} = 12 * 0.57 = 6.8$$

Si los valores sobrepasan a quince por presencia del nivel freático se debe corregir:

$$N_{corr} = 15 + 0.5(N_{60} - 15)$$

$$N_{corr1} = 15 + 0.5(8 - 15) = 11.5$$

$$N_{corr2} = 15 + 0.5(9 - 15) = 12$$

$$N_{corr3} = 15 + 0.5(13 - 15) = 14$$

Se mantienen los valores de corrección menores a quince:

$$N_{corr4} = 4$$

$$N_{corr5} = 7$$

$$N_{corr6} = 6.8$$

El promedio del Ncorr:

$$\bar{N} = \frac{11.5 + 12 + 14 + 4 + 7 + 6.8}{6} = \mathbf{9.21}$$

En la investigación se utilizó las fórmulas propuestas por Teng y Meyerhoff

Según Teng :

$$q_u = 3.52 * (N - 3) * \frac{(B + 0.305)^2}{2B^2} \frac{T}{m^2}$$

$$q_u = 3.52 * (9.21 - 3) * \frac{(1 + 0.305)^2}{2 * 1^2} = 18.61 \frac{T}{m^2}$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = \frac{18.61}{3}$$

$$q_{adm} = \mathbf{6.20} \frac{T}{m^2}$$

Según Meyerhoff:

$$q_u = \frac{N}{0.8} * kd \frac{T}{m^2} \quad \text{para } B < 1.2 \text{ m}$$

$$kd = 1 + 0.2 \frac{Df}{B} \quad \text{para } B \leq 1.2 \text{ m}$$

$$kd = 1 + 0.2 \frac{1.2}{1} = 1.24$$

$$q_u = \frac{9.21}{0.8} * 1.24 = 14.27 \frac{T}{m^2}$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_{adm} = \frac{14.27}{3}$$

$$q_{adm} = 4.75 \frac{T}{m^2}$$

Ángulo de fricción interna del suelo φ : Peck, Hanson, Thornburn

$$\varphi = 27.1 + 0.3 * N_{corr} - 0.00054 * (N_{corr})^2$$

$$\varphi = 29.82^\circ$$

C': Cohesión efectiva, Terzaghi

$$C' = q_{adm}/30 \quad (kg/cm^2)$$

$$C' = \frac{1.45}{30} = 0.05 \text{ kg/cm}^2$$

Para el cálculo del coeficiente de compresibilidad, se Utiliza la fórmula de Terzaghi en donde propone la siguiente correlación:

$$C_c = 0.007(LL - 10)$$

Coeficiente de Compresibilidad para la muestra 1 a los 2m de profundidad:

$$C_c = 0.007 * (31.62 - 10) = 0.15$$

Coeficiente de Compresibilidad para la muestra 1 a los 5m de profundidad:

$$C_c = 0.007 * (33.19 - 10) = 0.16$$

Coeficiente de Compresibilidad para la muestra 2 a los 2m de profundidad:

$$C_c = 0.007 * (32.095 - 10) = 0.155$$

Coeficiente de Compresibilidad para la muestra 2 a los 5m de profundidad:

$$C_c = 0.007 * (30.38 - 10) = 0.14$$

Para el cálculo del Índice de expansión expresada por Nagaraj y Murty (1985) de la siguiente manera:

$$C_s = 0.0463 \left[\frac{LL(\%)}{100} \right] \gamma_s$$

Índice de expansión para la muestra 1 a los 2m de profundidad:

$$C_s = 0.0463 \left[\frac{31.62}{100} \right] * 1.83 = 0.027$$

Índice de expansión para la muestra 1 a los 5m de profundidad:

$$C_s = 0.0463 \left[\frac{33.19}{100} \right] * 1.83 = 0.028$$

Índice de expansión para la muestra 2 a los 2m de profundidad:

$$C_s = 0.0463 \left[\frac{32.095}{100} \right] * 1.83 = 0.027$$

Índice de expansión para la muestra 2 a los 5m de profundidad:

$$C_s = 0.0463 \left[\frac{30.38}{100} \right] * 1.83 = 0.026$$

Para el cálculo del coeficiente de consolidación C_v se utiliza para estimar el tiempo necesario para que se produzca un porcentaje de consolidación.

$$C_v = \frac{0.848 * H^2}{t_{90}}$$

$$C_v = 5.50 \text{ mm}^2/\text{min}$$

Por lo que el tiempo de consolidación $T=29.33$ en años.

La relación de vacíos para las arcillas va de un rango de $e= 0.55 - 5.00$ y es determinado en laboratorio para este caso el valor es de $e=1.40$.

Se procede a calcular los asentamientos para diferentes secciones de cimentación:

$$S = \frac{C_c}{1 + e_o} * \log \left(\frac{\sigma_1}{\sigma_2} \right) * H$$

Tabla 11. Análisis de Asentamientos.

Ancho Cimentación	Coficiente de Compresibilidad	Q adm.	Relación de vacíos	Sobrecarga	Asentamiento
m		T/m2		t/m2	
2	0,15	14,27	1,4	1,84	11,12
3	0,15	14,27	1,4	2,76	13,38
4	0,15	14,27	1,4	3,68	14,71
5	0,16	14,27	1,4	4,6	16,39
6	0,16	14,27	1,4	5,52	16,50

Fuente: Elaboración Propia.

4.4.2 DESCRIPCIÓN DEL SUBSUELO

Con los datos obtenidos de los ensayos realizados en las muestras recuperadas de las perforaciones, se clasifican los suelos de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), según la norma ASTM D2487.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos in situ de los ensayos SPT junto a las perforaciones 1-2, perfiles del suelo y la litología encontrada.

PERFORACION No. 1		PERFORACION No. 2	
ESPESOR ESTRATO (metros)	CARACTERÍSTICAS DEL ESTRATO FÍSICAS	ESPESOR ESTRATO (metros)	CARACTERÍSTICAS DEL ESTRATO FÍSICAS
De -1.50m a -2.50m	Arcilla Limosa (CL)	De -1.50m a -2.50m	Arcilla Limosa (CL)
	Color Café Oscuro		Color Café Oscuro
	Suelo húmedo		Suelo húmedo
	Humedad promedio: W = 22,4%		Humedad promedio: W = 25,67%
De -4.50m a -5.50m	Limite Plástico: 20,76%	De -4.50m a -5.50m	Limite Plástico: 23,85%
	Arcilla Limosa (CL)		Arcilla Limosa (CL)
	Color Café oscuro		Color Café oscuro
	Presencia de Nivel Freático		Presencia de Nivel Freático
	Humedad promedio: W = 23,66%		Humedad promedio: W = 26,68%
	Limite Plástico: 15,82%		Limite Plástico: 21,70%

Figura 34. Perforaciones 1 y 2. Fuente: Elaboración Propia.

4.4.3 PERFIL GRÁFICO DEL SUBSUELO

Los valores de las características físicas y mecánicas de los suelos se detallan en formularios de perforación.

PROF (m)	MUESTRAS				GRANULOMETRIA			LIMITES		SUCS	NEC	DESCRIPCION
	Tipo y No	N SPT	N 60	Prof (cm)	W %	% Pasa 4 40 200	L.L. I.P.					
1.00	P. 1 - 1.0	8	6	30						CL	E	Arcilla Limosa, color café oscuro, suelo húmedo .
2.00	P. 1 - 2.0	9	7	30	22.4	100 80 53	32 26			CL	E	Arcilla Limosa, color café oscuro, suelo húmedo .
3.00	P. 1 - 3.0	13	10	30						CL	E	Arcilla Limosa, color café oscuro, suelo húmedo .
4.00	P. 1 - 4.0	5	4	30						CL	E	Arcilla Limosa, color café oscuro, suelo saturada .
5.00	P. 1 - 5.0	10	8	30	23.66	100 78 37	33 24			CL	E	Arcilla Limosa, color café oscuro, suelo parcialmente saturada
6.00	P. 1 - 6.0	12	9	30						CL	E	Arcilla Limosa, color café oscuro, suelo parcialmente saturada

Figura 35. Sondeo N° 1. **Fuente:** Elaboración propia.

PROF (m)	MUESTRAS				W %	GRANULOMETRIA			LIMITES		SUCS	NEC	DESCRIPCION
	Tipo y No	N	N 60	Prof. (cm)		4	40	200	L.L.	I.P.			
		SPT											
1.00	P. 2 - 1.0	5	4	30						CL	E	Arcilla Limosa, color café oscuro, suelo húmedo .	
2.00	P. 2 - 2.0	8	6	30	25.67	100	78	61	32	17	CL	E	Arcilla Limosa, color café oscuro, suelo húmedo .
3.00	P. 2 - 3.0	10	8	30							CL	E	Arcilla Limosa, color café oscuro, suelo húmedo .
4.00	P. 2 - 4.0	7	5	30							CL	E	Arcilla Limosa, color café oscuro, suelo satura .
5.00	P. 2 - 5.0	10	8	30	26.67	100	51	37	30	19	CL	E	Arcilla Limosa, color café oscuro, suelo parcialmente satura
6.00	P. 2 - 6.0	14	11	30							CL	E	Arcilla Limosa, color café oscuro, suelo parcialmente satura

Figura 36. Sondeo N° 2. **Fuente:** Elaboración propia.

SONDEO	PROFUNDIDAD					
	1	2	3	4	5	6
1	Arcilla Limosa (CL), Color Café Oscuro, Muy Húmedas					
2	Arcilla Limosa (CL), Color Café Oscuro, Muy Húmedas					

Figura 37. Clasificación de suelos SUCS Y NEC. **Fuente:** Elaboración propia.

Profundidad (m)	P1		P2	
	SUCS	NEC	SUCS	NEC
1	CL	E	CL	E
2	CL	E	CL	E
3	CL	E	CL	E
4	CL	E	CL	E
5	CL	E	CL	E
6	CL	E	CL	E

Figura 38. Clasificación de suelos. **Fuente:** Elaboración propia.

Perfil Geotécnico del barrio Solanda

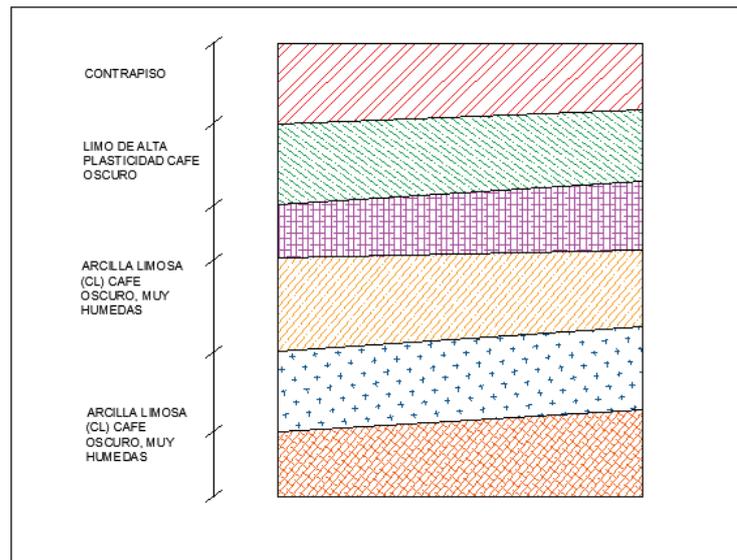


Figura 39. Perfil Geotécnico del barrio Solanda. **Fuente:** Elaboración propia.

4.4.4 ENSAYOS DE LABORATORIO

Teniendo en cuenta las experiencias encontradas en el barrio de Solanda y el tipo de suelo extraído mediante ensayos se determinó en el laboratorio la granulometría, los Límites de Atterberg y según la incidencia se clasificó el suelo.

4.4.4.1 SUELOS EXPANSIVOS

Algunos suelos, aunque se encuentran sujetos a cargas externas constantes presentan grandes cambios de volumen al cambiar su contenido de agua. No solamente aumentan su volumen cuando aumenta el contenido de agua, sino que también lo disminuyen o se contraen con la disminución del agua. Estos suelos que presentan este comportamiento en forma marcada son usualmente arcillas montmorillonita con índices elevados de plasticidad, más conocidas como arcillas expansivas (Tabla 12).

Tabla 12. Índice de plasticidad y Potencial expansivo.

Índice de plasticidad	Potencial expansivo
> 35	Muy alto
20 - 55	Alto
10 - 35	Moderado
< 15	Bajo

Conclusiones y Recomendaciones del Ensayo SPT

Luego de realizar los trabajos de campo, así como de laboratorios se pudo determinar que la cimentación es la parte de la estructura encargada de transmitir las cargas al terreno; y está constituida por dos partes:

1. El elemento estructural “cimiento” que se encarga de transmitir las cargas al suelo.
2. El “terreno de cimentación” que es afectado por dichas cargas.

Por lo tanto, las características del terreno dependen tanto de la estabilidad de la cimentación como de los asentamientos que pueda experimentar.

Una vez realizadas las perforaciones en el sitio se pudo observar que el nivel freático en el predio se encuentra a 1.40m.

4.4.5 EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

La Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS) es la encargada de realizar constantemente el mantenimiento de las redes de distribución de agua potable y redes de alcantarillado de todo el Distrito Metropolitano de Quito.

La EPMAPS fue la encargada de realizar el proceso de Diagnostico de las Redes de Alcantarillado que está ubicado en la calle José María Alemán entre el sector 1 y el sector 4 del Barrio Solanda con la finalidad de verificar las condiciones en las que se encuentra el sistema de colectores y redes auxiliares de alcantarillado, pues estas fueron construidas hace más de 35 años (Figura 39 y Figura 40).



Figura 40. Calles donde se realizó la inspección televisiva. **Fuente:** DMQ (2017).

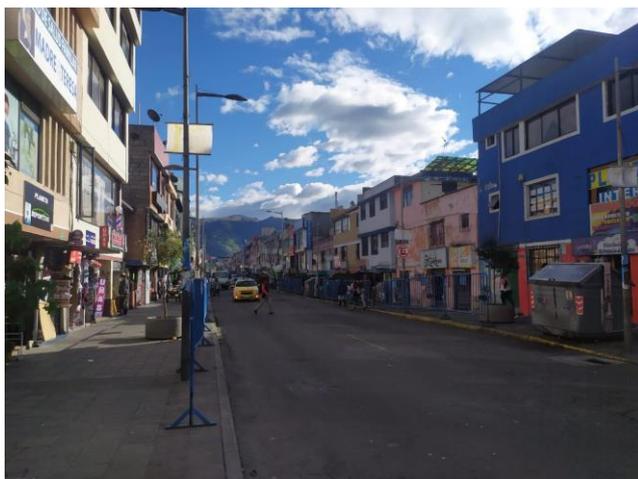


Figura 41. Avenida José María Alemán, donde se realizó la investigación televisiva. **Fuente:** Elaboración propia.

4.4.6 EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA SANITARIA EXISTENTE

De la evaluación y el recorrido de los colectores y de la inspección televisiva se investigaron los tramos que se evidencian en la Tabla 17.

Tabla 17. Datos de Equipo.

Longitud Inspeccionada:	269.29 ml.
Diámetro/Sección Elemento:	200, 400, 450, 1000 mm.
Material de la Estructura:	Red de alcantarillado Hormigón
Ubicación:	José María Alemán y varios pasajes del Barrio Solanda
Fecha de la Inspección:	19 de febrero al 07 de marzo de 2018
Equipo Utilizado:	Cámara Autopropulsada
Operador:	Diego Guanotuña Nelson Toro
Solicitante:	U.O.S

Fuente: Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento EPMAPS (2020).

Dentro de la inspección televisiva (Tabla 18) se ha podido determinar que al ser una red de alcantarillado antigua y que ha sido construida con tuberías de hormigón, estas se encuentran con fisuras grandes y pequeñas en varios

tramos, posiblemente por las condiciones del terreno donde fueron construidos estos colectores, a continuación, en las siguientes Figuras se encuentran los tramos en los que se debería intervenir para poder dar solución a las posibles fallas.

Tabla 18. inspección televisiva en donde se investigaron los siguientes tramos.

TRAMO	LONG. (m)	DIÁMETRO / SECCIÓN (mm)	ADMITIDOS (m)	REPARACIÓN PUNTUAL (m)	REHABILITACIÓ N TOTAL (m)	LIMPIEZA (m)
P2-P4	33.70	400	-	4.00	-	33.70
P4-J15	34.00	450	-	2.00	-	34.00
P2-P3	35.00	400	-	-	-	35.00
P9-P10	30.00	200	-	2.00	-	30.00
P14-P13	25.00	200	-	-	-	25.00
P14-P15	50.00	200	-	-	50.00	-
J21-J22	29.77	1000	-	-	29.77	-
B1-B2	26.30	200	-	-	26.30	-
B2-B3	35.07	200	-	-	35.07	-
B3-B4	30.50	200	-	-	-	30.50
J17-J18	30.00	1000	-	-	30.00	-
J18-J19	3.50	1000	3.50	-	-	-
J19-J20	26.00	1000	-	-	26.00	-
J20-J21	22.00	1000	-	-	22.00	-
TOTAL (m)			3.50	8	219.14	188.20
TOTAL TRAMOS			1	3	7	6
PORCENTAJE (%)			-	30	20	50

Fuente: DMQ (2017).



Foto: 1_4A
0m, Fractura longitudinal, en 09 en punto, within 200mm of joint: NO, Arrancar / Se recomienda la reparación total del tramo.

Figura 42. Colector Av. José Alemán, tramo J7-J18 fractura longitudinal. **Fuente:** DMQ (2017).



Foto: 6_12A
42,62m, Alineación de abaje, 4.5 % / Ninguna, dentro de los parámetros admisibles

Figura 43. En Pasaje M cambia a colector cuadrado, tiene pendiente. Fuente: DMQ (2017).



Foto: 6_10A
39,02m, Conexión por rotura, en O2 en punto, 150mm, within 200mm of joint: NO / Ninguna, dentro de los parámetros admisibles

Figura 44. Pasaje M, al colector cuadrado ingresa tubería no hay daño. Fuente: DMQ (2017).



Figura 45. Colector cuadrado ingresa tubería existe taponamiento y filtraciones de agua. Fuente: Elaboración propia.

4.4.7 DESARROLLO DE LA FICHA DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA DE EDIFICACIONES Y DATOS OBTENIDOS.

A continuación, se presenta el resultado de un estudio más profundo y minucioso de una vivienda del Barrio Solanda, analizando en un informe técnico de calificación de riesgo y que resulta determinante para un acertado diagnóstico.

En las siguientes Tablas se puede evidenciar que se realizó un informe de la vivienda de alto riesgo y se ha estructurado en seis apartados: Ubicación, descripción física del predio y afectaciones, calificación del riesgo amenazas y vulnerabilidades, y situación socioeconómica.

Informe Técnico

Tabla 19. Ubicación.

Ubicación	
Parroquia o Sector	Solanda Sector 1
Clave Catastral	3130706047
N° de Predio	189695
Nombre del Propietario	María Fernanda Proaño Lalangui

Fuente: Elaboración propia.

2- Descripción física del predio/sector/zona

Tabla 20. Descripción Física del Predio/Sector/Zona.

Descripción Física del Predio/Sector/Zona				
Numero de edificaciones	1			
Tipo de edificación (casa, departamentos, mediagua, etc.)	Casa			
Estado de la edificación, %	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo
Materiales predominantes de la edificación	Piso-entrepiso (sistema estructural)		Paredes	Malo
Uso de la edificación (vivienda, comercio, industria, etc.)	Losa de Hormigón Armado		Bloque	80% Cubierta
Existencia de servicio básicos(si/no)	Energía eléctrica	Agua potable	Alcantarillado sanitario	Alcantarillado Pluvial
	Si	Si	Si	Si

Fuente: Elaboración propia.

3.- Información general y socio económica

Tabla 21. información General y Socio Económica.

Nombres jefes de familia	Cédula de Ciudadanía	Tenencia Legal de vivienda	N° de miembros
Familia	MARIA FERNANDA PROAÑO LALANGUI	Propietario	4
Total personas		4	

Fuente: Elaboración Propia.

4.- Descripción de las afectaciones

Se realizó una inspección visual de monitoreo a la vivienda de la señora Proaño María Fernando y se encontró que la vivienda se encuentra habitada por la señora y sus dos hijas. El 20 de junio del año 2021 se verificó la habitabilidad de esta, encontrándose con las novedades de que existe una mayor afectación (agrietamientos) en paredes divisorias desde el anterior monitoreo, también se evidencio un incremento en el ancho de la grieta como un desplazamiento por la presión que se está ejerciendo sobre las ventanas lo que está provocando que los cubre ventanas se doblen, los vidrios se trisen y las puertas se traben, además se pudo encontrar que la columna de la edificación contiene una fisura, la cual puede llegar a comprometer la sustentabilidad de la estructura.

5.- Síndromes existentes

Los daños que se pudo observar en el interior y exterior de la casa fueron muy impactantes, ya que la estructura de la casa estaba totalmente dañada ya que el sistema de drenaje y litología (Tabla 28) tenía muchas fallas, esto se debe a que la edificación estaba asentada en una zona pantanosa, lo cual era la causa principal de que las paredes estén húmedas y el piso destruido, se llegó a la conclusión de que la estabilidad estructural de la casa estaba muy comprometida, por lo que los habitantes de aquella edificación estaban en peligro.

6.- Calificación del riesgo: Amenazas (peligros) y Vulnerabilidades

Tabla 22. Sistema de Drenaje y Litología.

Sistemas de Drenaje	Litología
Alcantarillado Pluvial y Sanitario	Tipo de suelo deposito lagunar con nivel freático alta.

Fuente: Elaboración Propia.

6.1.- Descripción de la condición de amenaza (peligro) del predio /lote (muy alta, alta, media, baja).

Amenazas naturales:

La amenaza alta, está dado por las características geotécnicas del suelo, como; capacidad portante y el nivel freático alto de la zona, los cuales pueden influir directamente en los asentamientos y deformaciones de la estructura en cuestión y las viviendas que no cuentan con un sistema estructural conforme a las condiciones del terreno.

6.2.- Elementos expuestos, y vulnerabilidades

6.2.1.- Elementos expuestos:

- (1 vivienda) Propiedad de la Sra. María Fernanda Proaño

6.2.2.- Descripción de la vulnerabilidad física de terreno (suelo, topografía, estado, estabilidad, saturación); Y EDIFICACION (tipo de edificaciones, materiales de construcción, formalidad de la construcción, cobertura de servicios básicos, accesibilidad, antigüedad de las construcciones, etc.).

TERRENO: Geológicamente determinados sectores de la Parroquia de Solanda presentan características geotécnicas deficientes por estar asentados sobre suelos granulares finos depositados en ambientes lacustres, ciénegas, con causes de antiguas quebradas, niveles freáticos altos, en algunos casos son menores a un metro de profundidad donde se encuentra el acuífero.

EDIFICACION(ES): La vivienda de la Sra. María Proaño actualmente está presentando mayor afectación en elementos estructurales y no estructurales afectando el comportamiento estructural ante una amenaza sísmica y aumentando así la vulnerabilidad ante un evento adverso.

6.2.3.- Descripción de la vulnerabilidad socioeconómica

incidencia de pobreza - de consumo; nivel de instrucción; densidad poblacional-número de familias o número de miembros de las familias; discapacidad; capacidad de respuesta a ocurrencia de eventos; capacidad de recuperación a desastres.

- Elsa María Lalangui Armijos:58 años.
- María Fernanda Proaño Lalangui:31 años.
- Cristina Abigail Proaño Lalangui:26 años.
- Elsa Consuelo Proaño Lalangui:22 años.

6.3.- Calificación del riesgo (muy alto, alto, medio, bajo), y (mitigable o no mitigable) en la Tabla 29 se menciona la calificación del riesgo de los pisos investigados en el sector de Solanda.

Tabla 23. Calificación del Riesgo.

Calificación del Riesgo	EVALUACIÓN	Tipo	Descripción
	Muy Alto	Mitigable	ALTO RIESGO de hundimientos con alta probabilidad de ocurrencia y de alta intensidad que progresivamente han provocado el daño irreversible de la vivienda, poniendo en condición de inseguridad a las personas que habitan en ellas; y, es NO MITIGABLE ya que el invertir en obras reductoras de riesgos demandarían altos costos para los afectados (sin que con ello se reduzca la condición de riesgo actual) las familias afectadas se trasladaron a un sitio seguro.
	Alto	X	
	Medio	No Mitigable	X
	Bajo		

Fuente: Elaboración propia.

6.4.- Conclusiones

- La vivienda con número de predio N° 189695 perteneciente a la Señora María Fernanda Proaño Lalangui se encuentra con graves afectaciones estructurales y no estructurales en varias áreas de la vivienda, por cuanto se evidencia una inclinación de 5°; por lo existe un daño progresivo en la estructura desde el año 2017.
- Existe una columna al interior de aproximadamente 30x30 cm que registra una falla por cortante en cabeza de columna, por esta razón podría estar comprometida la estructura, afectando a la sostenibilidad y con posible riesgo de colapso.

- Por la presión que está ejerciendo la estructura se tiene como resultado el marco de las ventanas dobladas, vidrios rotos, puertas trabadas con dinteles encorvados y desprendimiento del enlucido en varias paredes.
- En el exterior de la vivienda se presenta un fallo por asentamiento en la losa con la aparición de grietas, por lo que perjudica a la estructura.
- La vivienda actualmente se encuentra inhabitada por las afectaciones graves que conserva la estructura, de igual forma es un riesgo para las casas adosadas y los moradores que pasan por el pasaje, ya que existe desprendimiento del material enlucido proveniente de la fachada.

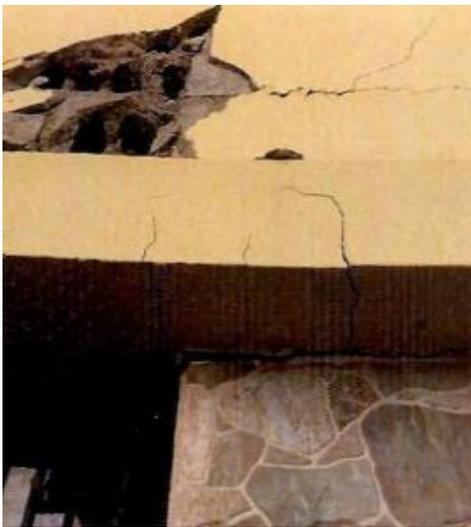


FOTO No.1 Fallo por asentamiento en la losa con la aparición de grietas.



FOTO No.2 Agrietamientos de consideración en paredes interiores.



FOTO No.3 Falla por cortante en cabeza de columna.

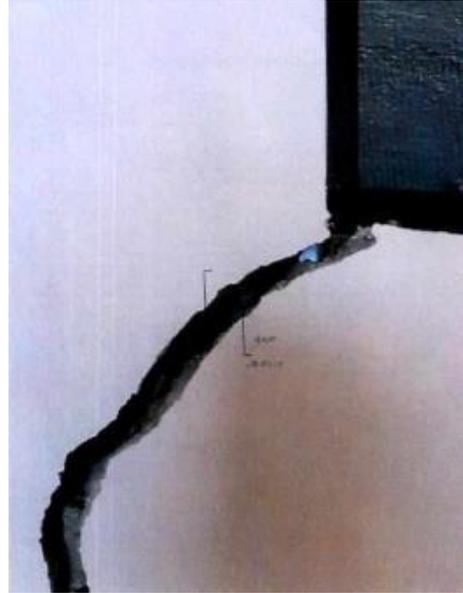


FOTO No.4 Agrietamientos de consideración en paredes interiores.



FOTO No.5 Falla por cortante en cabeza de columna y agrietamientos de consideración en paredes interiores.

4.5 DIAGNOSTICO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO

De acuerdo con las investigaciones realizadas por el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Secretaría General de Seguridad y Gobernabilidad, Dirección Metropolitana de Gestión de Riesgos en el Barrio Solanda, se ha podido determinar las causas que han dado lugar a las diferentes fisuras, algunas de ellas se mencionan a continuación.

- Los suelos presentes en los primeros metros donde se ha realizado la implantación de las diferentes estructuras son unas turbas, cuya características geológicas y geotécnicas son de un material orgánico, con una buena plasticidad y presencia de agua.
- Este material blando plástico, está actuando en toda la zona de humedad como una masa amorfa, que migra de lado a lado.
- Del análisis de suelos se ha determinado que estos tienen un alto índice de humedad y plasticidad.
- La presencia de fracturamientos abiertos, hundimientos y levantamientos en diferentes sitios especialmente en los parques, da la medida de que estos suelos blandos están sufriendo un reajuste, o denominado deslizamiento retrogresión, el mismo que se evidencia, por una serie de simples deslizamientos o acomodos de los suelos plásticos en forma de arrugas, movimiento lento de los estratos superiores blandos sobre estratos más duros; este desplazamiento esta direccionándose hacia los sitios donde existe menor esfuerzo y peso, lo que quiere decir que la masa de material plástico está sufriendo un rompimiento de su equilibrio.
- En varios sitios donde las edificaciones se realizaron bajo el nivel del suelo, se pudo ver que la masa blanda produjo la supresión del soporte lateral, formando en estos sitios arrugamientos o combas, es decir el material tiende a buscar el nivel original y se producen estos efectos.
- Es probable que la masa blanda, por la presencia de material orgánico, este descomponiéndose y la capa este deteriorándose.

4.6 REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LAS PATOLOGÍAS EN EL BARRIO SOLANDA

	
<p>FOTO No.1 Agrietamientos de consideración en paredes exteriores foto tomada 2021.</p>	<p>FOTO No.2 Agrietamientos menores en paredes exteriores foto tomada 2018.</p>
	
<p>FOTO No.3 Asentamiento e inclinación de las viviendas</p>	<p>FOTO No.4 Agrietamientos de consideración en paredes exteriores de varias viviendas</p>



FOTO No.5 Daños en sistema de alcantarillado



FOTO No.6 Subsistencia de casas en pasaje S23E



FOTO No.7 Agrietamiento e inclinación de vivienda



FOTO No.8 Agrietamiento e inclinación de vivienda en calle José Belda



FOTO No.9 Daños en bulevar de la calle Julio Alemán



FOTO No.10 Agrietamientos de consideración en paredes interiores de varias viviendas



FOTO No.11 Agrietamiento e inclinación de vivienda foto tomada 2018



FOTO No.12 Subsistencia de casas en pasaje S23E



FOTO No.13 Vivienda con cierta inclinación
en calle Lalama



FOTO No.14 Viviendas con cierta inclinación
en calle Lalama

5 CONCLUSIONES

- Este estudio identifico los suelos sobre los que están asentados las viviendas del barrio de Solanda de acuerdo con el ensayo SPT realizado en una de las casas afectadas, también se pudo encontrar Arcillas inorgánicas de baja a media compresibilidad con índice de plasticidad Alto y se pudo evidenciar que el nivel freático en el predio se encuentra a 1.40 m desde el Plan de Vivienda de Solanda, asimismo se observó numerosas deficiencias constructivas como el incremento de los pisos que sobrepasan lo establecido por regulación municipal en donde se determina una elevada vulnerabilidad sísmica y de asentamientos diferenciales.
- Entre los probables factores que aumentan los casos de subsidencia en el barrio de Solanda, principalmente están las características mecánicas del subsuelo como; alcantarillado defectuoso, el constante tráfico vehicular de carga pesada y liviana, la sobre explotación de las aguas subterráneas por los trabajos realizados por el metro en la salida de emergencia sector #4 y la falta de estudios geotécnicos de todo el sector para un apropiado diseño de obras civiles construidas en el sector.

Luego de hacer un análisis patológico de las diferentes causales que pudieron haber causado el proceso de hundimiento y fisuramiento de viviendas, se concluye que la subsidencia en las viviendas del sector n°1 y sector n°4, se debe a lo siguiente:

- Se debe por el rebajamiento freático al momento de evacuar el agua se produjo los asentamientos diferenciales por el descenso de los niveles superficiales de agua.
- El cambio del diseño estructural inicial la mayoría de los moradores optó por la cimentación de plintos aislados de un metro por un metro sin un estudio técnico de suelos y no se consideró la capacidad portante del suelo de fundación.
- Por el incremento de pisos en altura de las edificaciones, sin considerar la capacidad de carga viva (CV) y la carga muerta (CM) y el máximo asentamiento que se tendría al aumentar la carga.

- Las edificaciones de mayor carga y las más altas de Solanda, están presionando al suelo arcilloso plástico, formando un bulbo de presiones o de tensiones que supera el límite por la aproximación de las zapatas, este se hace más profundo y afecta a las casas aledañas de los niveles más blandos.
- Los agrietamientos y fisuras que se han presentado en las viviendas, vías y aceras respectivamente, se deben al proceso de asentamiento regresivo que se ha mantenido durante todos estos 35 años aproximadamente de vida del barrio Solanda, en este tiempo la masa blanda se ha venido consolidando.
- Los asentamientos y agrietamientos observados en las mamposterías, contrapisos, aceras y patios, no es un fenómeno actual ni puntual; estos han venido ocurriendo desde varios años atrás, y estarían asociados a las condiciones geomecánicas adversas de los suelos superficiales, el rebajamiento freático donde hubo la evacuación del agua freática en el sector 4, no se ha recuperado por la impermeabilización de todo Solanda que servía como campo de infiltración.
- Por consecuencia, las deformaciones y los asentamientos del suelo presentes en el barrio Solanda, han afectado a toda la infraestructura de alcantarillado, las tuberías de hormigón existentes han sufrido un deterioro y en varios puntos se evidencia fracturas longitudinales, infiltraciones de agua de los ojos de agua o de los niveles freáticos, también hay obstrucciones de las tuberías en algunos puntos según la inspección televisiva del DMQ, esto es producido por el efecto en incremento en peso de las viviendas informales.

6 RECOMENDACIONES

- La Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS), debe intervenir en forma inmediata y a corto plazo en la rehabilitación del sistema de alcantarillado en los sitios que se ha identificado durante la campaña televisiva según la gravedad detectada, utilizando tubería de PVC que pueden garantizar una mejor estabilidad en este tipo de suelo, también deben completar el monitoreo televisivo en los diferentes sistemas de drenaje del sector, por el desplazamiento regresivo que tiene el suelo blando del barrio Solanda, para verificar que no estén afectadas o exista algún taponamiento y evitar algún inconveniente a largo plazo debido a la antigüedad y a la mala calidad del terreno.
- Para nuevas edificaciones deberá exigir los estudios de suelos correspondientes y el cálculo estructural realizado sobre la base de esa información.
- Realizar un estudio de vulnerabilidad de las construcciones del sector, tomando en consideración el fenómeno suscitado y potenciales eventos sísmicos.

7 BIBLIOGRAFÍA

- Agua de Quito [EPMAPS]. (2020). *EPMAPS*. Obtenido de EPMAPS - Agua de Quito: <https://www.aguaquito.gob.ec/epmaps-realiza-inspecciones-televisivas-en-colectores-de-quito/>
- Agua de Quito(EPMAPS). (2019). *Informe de acciones inmediatas de la epmaps para atender los problemas ocasionados en el sistema de alcantarillado por asentamientos en la ciudadela de solanda*. Quito: Empresa Metropolitana de Agua Potable y Alcantarillado de Quito. Obtenido de http://www7.quito.gob.ec/mdmq_ordenanzas/Administraci%C3%B3n%202019-2023/Circulares/2019/048-BARRIO%20SOLANDA-OF.EPMAPS-GT-2019-279-2019-07-15/ANEXO.pdf
- Aguaiza, C. (2020). *Guia para la evaluación de riesgo ante subsidencias del suelo y sismo usando lógica difusa en el sector Solanda*. Obtenido de Repositorio Universidad Politécnica Nacional: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21215/1/CD%2010739.pdf>
- Alva, J. (2017). *Diseño de sigmentaciones Superficiales*. Obtenido de Repositorio Universidad Nacional de Ingeniería : http://www.jorgealvahurtado.com/files/labgeo26_a.pdf
- Andrade, C. (Noviembre de 2018). *Dianóstico y Propuesta de Solución ante efectos de asentamientos diferenciales para una vivienda de dos pisos*. Obtenido de Escuela Politecnica Nacional: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19366/1/CD-8749.pdf>
- Astorga, A., & Rivero, P. (2009). *Patologías en las Edificaciones MÓDULO III – SECCIÓN IV*. Obtenido de Centro de Investigacion en Gestión integral de Riesgo : <https://docplayer.es/8329985-Patologias-en-las-edificaciones-modulo-iii-seccion-iv-ariana-astorga-pedro-rivero-cigir.html>
- Bucheli, J., & Realpe, G. (2018). *Estudio de Diagnóstico - Preliminar "Asentamientos de viviendas en el Barrio de Solanda, en la ciudad de Quito de la provincia de Pichincha"*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Obtenido de <https://www.metrodequito.gob.ec/wp-content/uploads/PUCE-DIAGNOSTICO-SOLANDA.pdf>

- Cacuango, M. (2013). *Plataforma de arte urbano solanda* . Obtenido de Repositorio de la Universidad Católica del Ecuador : <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/6678/1.2.000588.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Calderón, L., & Arguello, D. (2014). *Estado del arte del uso del ensayo SPT con fines de correlación de parametros MOHR-COULOMB*. Obtenido de Repositorio Universidad Católica de Colombia: https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=ESTADO+DEL+ARTE+DEL+USO+DEL+ENSAYO+SPT+%E2%80%93+CON+FINES+DE+CORRELACION+DE+PARAMETROS+MOHR-COULOMB&btnG=
- Carmona, J. (2014). *Estudio de resultados de ensayo de penetración estandar para el factor de corrección y el ángulo de fricción del suelo usando diferentes tipos de correlacionales*. Obtenido de Repositorio Universidad católica de Colombia: https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2572/1/SPT_factor_CN_%C3%A1ngulo_%C3%98_diferentes_correlaciones.pdf
- Chávez, M., & Torres, H. (2020). *Carta de las afectaciones de las viviendas del Barrio de Solanda*. Quito: Suelos y suelos estudios de ingeniería civil.
- Climate-data.org. (2019). *Climate-data.org*. Obtenido de Clima: Datos Historicos del clima de Solanda: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-de-pichincha/quito-1012/>
- Delgado, M. (1996). *Ingeniería de fundaciones: fundamentos e introducción al análisis geotécnico*. Santa Fe – Bogotá: Escuela colombiana de Ingeniería. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=V6KltgAACAAJ&dq=Ingenier%C3%ADa+de+Fundaciones&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y
- El Comercio. (04 de Octubre de 2017). *El Comercio en la Actualidad*. Obtenido de 12 cámaras vigilan toda la red de alcantarillado de Quito: <https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/camaras-alcantarillado-taponamiento-lluvias-quito.html>
- Evren, K. (2012). *Modelo Conceptual. Estudio de Climatología, Hidrología, Hidrogeología, y Bombeo para el Proyecto Metro Quito*. Entregable 1.

Obtenido de https://metrodequito.gob.ec/wp-content/uploads/2021/01/PUCE-INFORME-HIDROLOGIA_SOLANDA_compressed.pdf?lang=en

Figuerola, R. (2018). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el I, tramo de canal de riego Ichik Coriac - Cantuyoc, Distrito de Anta, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash, 2018*. Huaraz - Perú: Universidad Católica los Angeles Chimbote - Facultad de Ingeniería. Obtenido de http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/6424/PATOLOGIA_CONCRETO_FIGUEROA_BONIFACIO_RUSBEL_WILDER.pdf?sequence=4&isAllowed=y

FUNEPSA. (2015). Actualización de la Zonificación por Amenaza de Deslizamiento en el Distrito Metropolitano de Quito. *Secretaría General de Seguridad y Gobernabilidad*, 246pp.

Garzón, R. (2011). *Evaluación de asentamientos por consolidación generada por descenso del nivel freático*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Ingeniería : <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/7695/296476.2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gómez, C. (2019). *Comportamiento geotécnico de suelos arcillosos compactados, respuesta a cargas estáticas y dinámicas*. Obtenido de Repositorio Universidad Complutense de Madrid: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/55931/1/T41185.pdf>

Gualoto, J., & Querembas, O. (01 de 2019). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica del barrio solanda sector 1 en el Distrito Metropolitano de Quito mediante ensayo con acelerómetro y formato de evaluación estructural*. Obtenido de Repositorio de la Universidad de las Fuerzas Armadas: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/15853/T-ESPE-040777.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Guerrón, A., & Tacuri, L. (2012). *Análisis de la Influencia del porcentaje de finos en la capacidad de carga admisible de la Cangahua en la ciudad de Quito Ecuador*. Obtenido de Repositorio Escuela Politécnica Nacional: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6166/1/CD-4818.pdf>

- Guzmán, S. (2017). *Estudios de suelos y Evaluación Estructural de viviendas del Barrio "Solanda"*. Quito: universidad Central Ecuador.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2001). *Manual de empadronador*. Quito: Inec.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2010). *Boletas Censales*. Quito: INEC.
- Kueva, F. (07 de 11 de 2017). *CIUDAD MODELO: memoria del Barrio Solanda*. Obtenido de Paralaje: <http://www.paralaje.xyz/ciudad-modelo-memoria-del-barrio-solanda/>
- Lambe, T., & Whitman, R. (1991). *Mecánica de suelos*. Limusa . Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=6cl9RwAACAAJ&dq=Mec%C3%A1nica+de+suelos.+4ta.+Edici%C3%B3n.+Lambe+T&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwj0Kr09uPyAhXoSzABHS4TDL0Q6AEwAHoEACQAg>
- Lasheras, F. (1998). *Patología y técnicas de intervención. Elementos estructurales*. Madrid: DCTA-UPM. Obtenido de http://oa.upm.es/53660/1/L04_1998_Patologia_madera_2.pdf
- Maldonado, F. (2019). *Efecto de la morfología sobre el fenómeno isla de calor en el espacio público, caso de estudio centro de Manzana del barrio Solanda en el sur de la ciudad de Quito*. Obtenido de Repositorio Universidad Católica del Ecuador: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/16161/MAESTRIA%202019%20FABIAN%20MALDONADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Monroy, R. (2007). *Patologías en estructuras de hormigón armado aplicado a marquesina del parque Saval*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Austral de Chile - Facultad de Ciencias de la Ingeniería: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/bmficim753p/sources/bmficim753p.pdf>
- Montalvo, R. (2018). *Fisuramiento de casas - solanda. Informe técnico, Secretaria General de Seguridad*. Municipalidad Metropolitana de Quito: Dirección Metropolitana de Gestión de Riesgos.

- Municipio del distrito metropolitano de Quito [DMQ]. (2017). *Informe técnico fisuramiento de casas-Solanda*. Quito: Secretaria general de seguridad. Obtenido de <https://www.metrodequito.gob.ec/wp-content/uploads/SGSG-INFORME-CASAS-FISURADAS-SOLANDA-VER1.pdf>
- Norma Ecuatoriana de la construcción [NEC]. (2014). *Geotécnica y Simentaciones*. Quito: Nec. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/08/NEC-SE-CM.pdf>
- Normas Ecuatorianas de la Construcción [NEC]. (2015). *Peligro Sísmico, diseño sísmo resistente Código NEC - SE - DS*. Quito: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-DS-Peligro-S%C3%ADsmico-parte-1.pdf>
- Patzán, J. (2009). *Guia practica para el cálculo de capacidad de carga en cimentaciones superficiales, losas de sigmentación, pilotes y pilas perforadas*. Obtenido de Repositorio Universidad de San Carlos de Guatemala: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3004_C.pdf
- Peñañiel, L. (02 de 2009). *Geología y análisis del recurso hídrico subterráneo de la subcuenca del sur de Quito*. Obtenido de Repositorio de la Escuela Politécnica Nacional (EPN): <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1147/1/CD-1987.pdf>
- Poliotti, M., & Sierra, P. (2011). *Consolidación Unidimensional de suelos*. Obtenido de Repositorio Universidad Nacional del Rosario: https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiaygeotecnia/Consolidacion%20unidim%20de%20suelos_2011s2.pdf
- Proaño, R. (2008). *Temas de hormigón armado*. Quito: Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE).
- Rivera, L. (2017). *Diseño de fundaciones superficiales corridas apoyadas sobre suelos granulares en base a asentamientos sísmicos admisibles*. Obtenido de Repositorio Universidad Andrés Bello: http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/5021/a120195_Rivera_L_Diseno_de_fundaciones_superficiales_corridas_2017_Tesis.pdf?sequence=1

- Rodríguez, L. (1990). *Las Mujeres de Solanda: mujer, barrio popular y vida cotidiana*. Quito: CEPAM-ILDIS.
- Secretaria General de Seguridad y gobernabilidad de Quito. (2017). *Informe Técnico Fisuramiento de casas - Solanda*. Quito: Alcaldía de Quito. Obtenido de <https://www.metrodequito.gob.ec/wp-content/uploads/SGSG-INFORME-CASAS-FISURADAS-SOLANDA-VER1.pdf>
- Serrano, V., Zuleta, S., Moscoso, D., Jácome, V., & Palacios, P. (2012). Analisis estadístico de datos meteorológicos mensuales y diarios para la determinación de variabilidad climática y cambio climático en el distrito metropolitano de Quito. *La granja*, 23-47. Obtenido de <https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/download/16.2012.03/232>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (2004). *Iluminación natural de edificios. Requisitos INEN 1152*. Quito: INEN. Obtenido de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1152.pdf
- Silva, J. (2017). *Guía de reforzamiento para estructuras informales aporricadas según estudio de vulnerabilidad en el Distrito Metropolitano de Quito*. Sangolquí, Ecuador.
- Suarez, J. (09 de 1993). *Comportamiento Geotécnico-Estructural de las construcciones de uno o dos niveles*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Industrial de Santander: https://tycho.escuelaing.edu.co/contenido/encuentros-suelosyestructuras/documentos/2_encuentro/15_aspecto_geotecnico.pdf
- Toirac, J. (2004). Patología de la construcción grietas y fisuras en obras de hormigón ; origen y prevención. *Ciencia y Sociedad*, 29(1), 72-114. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/870/87029104.pdf>
- Tovar, J., & Crispín, Á. (2015). Estructura territorial del turismo en San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. *Cuadernos de Turismo*, 185-209.
- Trama. (1981). Entrevista a ALAHUA 24 - 25. *Revista TRAMA, Arquitectura y diseño*, 62-79.

- Villagómez, D. (2003). *Evolución Geológica Plio-cuaternaria del Valle Interandino Central en Ecuador (zona de Quito-Guayllabamba-San Antonio de Pichincha)*. Quito - Guayllabamba: EPN. doi:10.13140 / RG.2.2.18366.43843
- Viviescas, J. (2010). *Grietas en construcciones ocasionadas por problemas geotécnicos*. Obtenido de Repositorio de la Universidad EAFIT: https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/8517/JuanCamilo_ViviescasRestrepo_2010.pdf?sequence=2
- Whitlow, R. (1994). *Fundamentos de la Mecánica de Suelos*. México: Compañía Editorial Continental.

8 ANEXOS

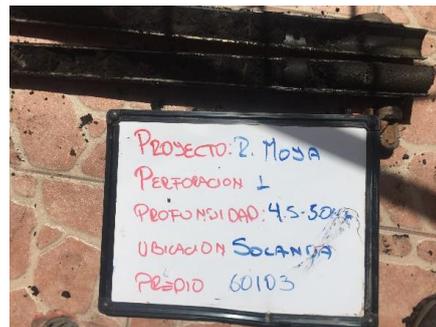
PERFORACION 1.

LABORATORIO EN MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO: SR. MOYA JIMENEZ EDISON PATRICIO
UBICACIÓN: Parroquia SOLANDA Barrio LUIS A. VALENCIA, Provincia de PICHINCHA
PERFORACIÓN: 1
FECHA: 22 al 26 de mayo de 2021

ENSAYO PENETRACIÓN (SPT) HOJA DE CAMPO

PROFUNDIDAD (m)	"N" VALOR OBTENIDO EN EL CAMPO GOLPES PARA PENETRAR			N (SPT)	OBSERVACIONES
	15 (cm)	30 (cm)	45 (cm)		
1,00	2	3	3	8	Arcillas inorgánicas de baja a media compresibilidad arcillas con gravas, arcillas arenosas, arcillas limosas
2,00	2	3	4	9	
3,00	3	5	5	13	
4,00	1	2	2	5	Turba y otros suelos altamente orgánicos Fácilmente identificable por el color,olor,tacto esponjoso y a menudo textura fibrosa
5,00	2	4	4	10	
6,00	3	4	5	12	



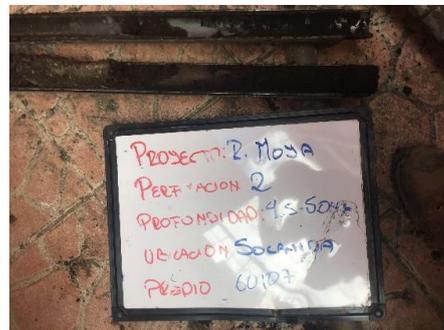
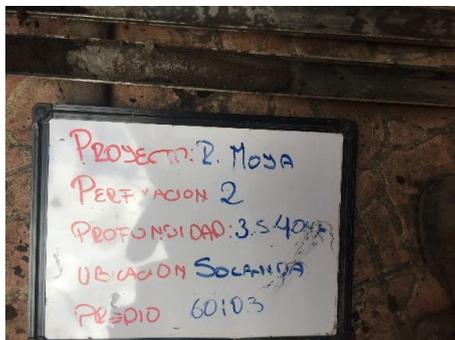
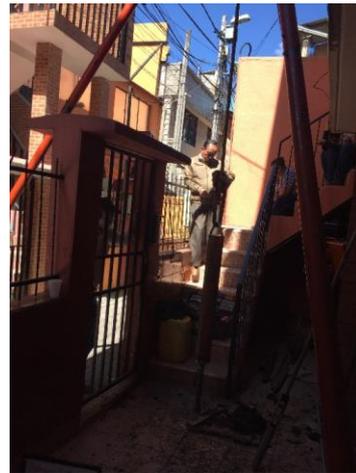
PERFORACION 2.

LABORATORIO EN MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO: SR. MOYA JIMENEZ EDISON PATRICIO
UBICACIÓN: Parroquia SOLANDA Barrio LUIS A. VALENCIA, Provincia de PICHINCHA
PERFORACIÓN: 2
FECHA: 22 al 26 de mayo de 2021

ENSAYO PENETRACIÓN (SPT) HOJA DE CAMPO

PROFUNDIDAD (m)	"N" VALOR OBTENIDO EN EL CAMPO GOLPES PARA PENETRAR			N (SPT)	OBSERVACIONES
	15 (cm)	30 (cm)	45 (cm)		
1,00	1	2	2	5	Arcillas inorgánicas de baja a media compresibilidad arcillas con gravas, arcillas arenosas, arcillas limosas
2,00	2	3	3	8	
3,00	2	4	4	10	
4,00	2	2	3	7	Turba y otros suelos altamente orgánicos Fácilmente identificable por el color,olor,tacto esponjoso y a menudo textura fibrosa
5,00	2	4	4	10	
6,00	4	5	5	14	



	EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA DE EDIFICACIONES	
Evaluación de la Vulnerabilidad Física de Edificaciones		

Nombre Encuestador:	<i>Geovany Montiel</i>	Fecha:	<i>09-06-2021</i>
Calle / Pasaje:	<i>Pasaje 523 E y 2e30</i>		
Municipio:		Perfil No.:	<i>174931</i>
Casa No.:	<i>523-74</i>		
Generalidades de cada edificación			

1	Se realizó inspección interna	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
	Observaciones:				
2	Razón por la que no se realizó inspección interna:	No hubo nadie en la vivienda			
	Observaciones:	No se permite realizar la inspección			
3	Área aproximada de la edificación:	<500 m ²			
		<300 m ²			<input checked="" type="checkbox"/>
	Uso de la edificación:	Residencial			<input checked="" type="checkbox"/>
4	Observaciones:	Bodega de almacenamiento			
		Baños			
		Comercial (que no sea almacenamiento o bodega)			
5	Formalidad de la edificación en el Municipio	Formal (con criterio profesional "Ing. Civil")			
	Observaciones:	Construcción informal / artesanal			<input checked="" type="checkbox"/>
6	Número de pisos	1 piso			
	Observaciones:	2 pisos			
		3 pisos			<input checked="" type="checkbox"/>
		4 pisos			
		5 pisos o más			
7	Año de construcción	Antes de 1977			
	Observaciones:	Entre 1977 - 2000			<input checked="" type="checkbox"/>
		Entre 2000 - 2015 (CITE)			
		2015 en adelante (NEC)			

Aspectos geométricos (varias respuestas)

8	Irregularidad en planta y ejes verticales	Ninguna			
	Observaciones:	Tiene reentradas excéntricas en las esquinas			
		Discontinuidad en el sistema de piso			
		Ejes estructurales no paralelos			
		Conexión de los elementos portantes			<input checked="" type="checkbox"/>
		Desplazamiento de los planos de acción de elementos verticales			

Aspecto constructivo y grado de deterioro de paredes

9	Tipo de material en paredes	Pared de ladrillo			
	Observaciones:	Pared de bloque			<input checked="" type="checkbox"/>
		Pared de piedra			
		Pared de adobe / tapal			
		Pared de bahareque / ramada			
10	Grado de deterioro de la superficie de las paredes	Ningún grado de deterioro			
	Observaciones:	Algun grado, se presentan algunas humedades			<input checked="" type="checkbox"/>
		Alto grado, todas las paredes presentan humedades			
11	Se detecta si la pared es confinada o no	No se puede determinar			
	Observaciones:	Si es confinada			
		No es confinada			<input checked="" type="checkbox"/>

Estructura					
12	Sistema estructural	Hormigón armado			X
	Observaciones:	Estructura metálica			
		Estructura de madera			
		Estructura de caña			
		Estructura de pared portante confinada o reforzada			
		Mampostería simple			
13	Detalle de las ampliaciones:	Hormigón / hormigón			X
	Observaciones:	Mista madera/hormigón			
		Mista metálica/hormigón			
14	Sistema de entrepisos y cubiertas	Losa plana de hormigón armado			X
	Observaciones:	Losa de hormigón armado sobre vigas descolgadas			
		Vigas y entramado madera			
		Entramado de madera/caña			
		Entramado metálica			
15	Estructura de cubierta de una ampliación	Estructura metálica			X
	Observaciones:	Estructura de madera			
16	Existe corrosión/deterioro en anclajes o amarres en estructuras de metal/madera	Si	X	No	
	Observaciones:				
17	Es correcta la conexión de la cubierta con la estructura existente	Si	-	No	X
	Observaciones:				
Sistema resistente: Placa de hormigón armado					
18	Cambio de sección a la larga de las columnas	Si		No	X
	Observaciones:				
19	Manchas amarillentas en el hormigón	Si		No	X
	Observaciones:				
20	Condiciones de los elementos estructurales: Vigas y losas	No presentan problemas aparentes			X
	Observaciones:	Deformación			
		Fisuras por flexión (diagonal)			
		Fisuras por corte (horizontal)			
		Fisuras por asentamiento (vertical)			
21	Condiciones de los elementos estructurales: Columnas	No presentan problemas aparentes			X
	Observaciones:	Fisuras			
		Fisuras o grietas en pie o cabeza de las columnas			
		Formación de rendas plásticas			
22	Dimensiones de columnas:	20 x 20 cm o mayor			X
	Observaciones:	25 x 25 cm 25 x 30 cm o mayor			
Patologías Estructurales (Indicar cuántas en las casilla de observaciones)					
23	Columna corta:	Si		No	X
	Observaciones:				
24	Piso blando:	Si		No	X
	Observaciones:				
25	Probabilidad de golpes de edificio	a) No tiene problemas de colisión/a			X
	Observaciones:	b) Es una Edificación de esquina			
		c) Es una Edificación intermedia			
26	Si la respuesta anterior es (b) ó (c), responder:	Las alfombras libres de los pisos coinciden			X
	Observaciones:	Las alfombras libres de los pisos no coinciden			

Asentamientos					
27	Existen grietas en las paredes a 45° (pueden ser varias y paralelas, o en cruz - indique cuantas en las observaciones)	Si	X	No	
	Observaciones:				
28	Existen grietas en las paredes con abertura mayor a 4 mm (en observaciones indicar cuantas)	Si	X	No	
	Observaciones:				
29	A observado un progresivo incremento en la abertura de las grietas	Si	Y	No	
	Observaciones:				
30	La edificación se encuentra fuera de plomo	No presenta inclinación			
	Observaciones:	< 3°			X
		> 3°			
31	Grado de deterioro de los pisos	Ningún grado de deterioro			
	Observaciones:	Algun grado, se presentan algunos fisuras / pequeños deterioros			X
		Alto grado, se presentan grietas y hundimientos considerables			
32	Se han presentado ventanas rotas :	Si	X	No	
	Observaciones:				
33	Se han presentado puertas trabadas (indique cuantas en observaciones)	Si	X	No	
	Observaciones:				
34	Existe evidencia de resquebrajamiento en la estructura en paredes	Si	X	No	
	Observaciones:				
35	Defina el tipo de asentamiento :	No hay asentamiento de ningún tipo			
	Observaciones:	Asentamiento diferencial: grietas en varias paredes de una misma área de la infraestructura.			
		Asentamiento total con grietas: grietas en varias paredes en diferentes áreas de la infraestructura.			X
		Asentamiento total sin grietas: no hay evidencia de grietas pero hay deterioros y la estructura está fuera de plomo.			
Síntesis					
20	Después del sismo del 16 de abril han aparecido grietas	Si	Y	No	
	Observaciones:				
37	Existen grietas en las paredes a 45°, grietas en forma de cruz	Si	X	No	X
	Observaciones:				
38	Existen grietas producto del golpeo entre dos estructuras	Si	Y	No	X
	Observaciones:				
Valoración General					
39	Las condiciones de la vivienda permiten dar una valoración	Si	X	No	X
	Observaciones:				
40	En base a los parámetros evaluados catalogue la vulnerabilidad de la estructura PARA ASENTAMIENTOS	Baja			
	Observaciones:	Medio			
		Alto			X
Observaciones					
Hempsteriu doada (grapesto y motivo de unor foliado					



EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA DE EDIFICACIONES



Evaluación de la Vulnerabilidad Física de Edificaciones

Nombre Encuestador:	Gonzalo Huerto	Fecha:	01-06-2023
Calle / Pasaje:	Ornela y José Beldi		
Manzana:	Seche	Predio No.:	101574
Casa No.:	521-62		

Generalidades de cada edificación

	Si	No
1. Se realizó inspección interna	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Observaciones:		
2. Razón por la que no se realizó inspección interna:	No hubo nadie en la vivienda	
Observaciones:	No se permitió realizar la inspección	
3. Área aproximada de la edificación:	>100 m ²	
	<500 m ²	
4. Uso de la edificación:	Residencial	
Observaciones:	Bodegas de almacenamiento	
	Hoteles	
	Comercial (que no sea almacenamiento o bodega)	
5. Formalidad de la edificación en el Municipio	Formal (con contrato profesional 'Ing. CIVIL')	
Observaciones:	Construcción informal / atípica	
6. Número de pisos	1 piso	
Observaciones:	2 pisos	
	3 pisos	
	4 pisos	
	5 pisos o más	
7. Año de construcción	Antes de 1977	
Observaciones:	Entre 1977 - 2000	
	Entre 2000 - 2015 (CIC)	
	2015 en adelante (NEC)	

Aspectos geométricos (varias respuestas)

8. Irregularidad en planta y ejes verticales	Ninguna	
Observaciones:	Tienen entrantes excesivos en las esquinas	
	Discontinuidad en el sistema de piso	
	Ejes estructurales no paralelos	
	Concentración de los elementos pesados	
	Desplazamiento de los planos de acce de elementos verticales	

Aspecto constructivo y grado de deterioro de paredes

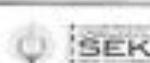
9. Tipo de material en paredes	Pared de ladrillo	
Observaciones:	Pared de bloque	
	Pared de piedra	
	Pared de adobe / tapal	
	Pared de hormigón / mampara	
10. Grado de deterioro de la superficie de las paredes	Ningún grado de deterioro	
Observaciones:	Algun grado, se presentan algunas humedades	
	Alto grado, incluso las paredes presentan humedades	
11. Se detecta si la pared es confinada o no	No se puede determinar	
Observaciones:	Si es confinada	
	No es confinada	

Estructura					
10	Sistema estructural	Hormigón armado			X
	Observaciones:	Estructura metálica			
		Estructura de madera			
		Estructura de caña			
		Estructura de pared para su continua o reforzada			
11	Detalle de las ampliaciones	Mampostería simple			
	Observaciones:	Madera y mampostería			
		Hormigón / hormigón			X
14	Sistema de entrepisos y cubiertas	Losa plana de hormigón armado			X
	Observaciones:	Losa de hormigón armado sobre vigas descolgadas			
		Vigas y entramado madera			
		Entramado de maderas/ciata			
		Entramado metálico			
15	Estructura de cubierta de una ampliación	Entramado hormigón/metálico			
	Observaciones:	Estructura metálica			X
16	Existe corrosión/alteración en anclajes o amarres en estructuras de metal/madera	Si	X	No	
	Observaciones:				
17	Es correcta la conexión de la cubierta con la estructura existente	Si		No	X
	Observaciones:				

Sistema resistente: Partes de hormigón armado					
18	Cambio de sección a lo largo de las columnas	Si	X	No	
	Observaciones:				
19	Manchas amarillentas en el hormigón	Si		No	X
	Observaciones:				
20	Condiciones de los elementos estructurales: Vigas y losas	No presentan problemas aparentes			X
	Observaciones:	Deflexiones			
		Fisuras por flexión (dilat)			
		Fisuras por corte (trágl)			
		Fisuras por asentamiento (trágl)			
21	Condiciones de los elementos estructurales: Columnas	No presentan problemas aparentes			
	Observaciones:	Pandeo			
		Fisuras o grietas en pie o cabeza de las columnas			X
22	Dimensiones de columnas:	Formación de resaca plástica			
	Observaciones:	20 x 20 cm o menor			
		25 x 25 cm			X
		25 x 30 cm o mayor			

Patologías Estructurales (indicar cuantas en las celdas de observaciones)					
23	Columna corta:	Si	X	No	
	Observaciones:				
24	Piso blanda:	Si		No	X
	Observaciones:				
25	Probabilidad de golpeo de edificios	a) No tiene problemas de colisión			
	Observaciones:	b) Es una Edificación de esquina			
		c) Es una Edificación intermedia			X
26	Si la respuesta anterior es (b) o (c), responder:	Las alturas libres de los pisos coinciden			
	Observaciones:	Las alturas libres de los pisos no coinciden			X

Asentamientos				
27	Existen grietas en las paredes a 45° (grietas ser varias y paralelas, no en cruz - indique cuantas en las observaciones)	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No
	Observaciones:			
28	Existen grietas en las paredes con abertura mayor a 4 mm (en observaciones indicar cuantas)	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No
	Observaciones:			
29	A observado un progresivo incremento en la abertura de las grietas	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No
	Observaciones:			
30	La edificación se encuentra fuera de plomo	No presenta inclinación		
	Observaciones:	= 3°		<input checked="" type="checkbox"/>
		>3°		
31	Grado de deterioro de los pisos	Ningún grado de deterioro		<input checked="" type="checkbox"/>
	Observaciones:	Algun grado, se presentan algunas fisuras / pequeños deterioros		
		Alto grado, se presentan grietas y hundimientos considerables		
32	Se han presentado ventanas rotas :	Si		No <input checked="" type="checkbox"/>
	Observaciones:			
33	Se han presentado puertas trabadas (indicar cuantas en observaciones)	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No
	Observaciones:			
34	Existe evidencia de restauración en la estructura en paredes	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No
	Observaciones:			
	Defina el tipo de asentamiento :	No hay asentamiento de ningún tipo		
35	Observaciones:	Asentamiento diferencial: grietas en varias paredes de una misma zona de la infraestructura.		
		Asentamiento total con grietas: grietas en varias paredes en diferentes zonas de la infraestructura		<input checked="" type="checkbox"/>
		Asentamiento total sin grietas: no hay evidencias de grietas pero hay desahuesos y la estructura esta fuera de plomo		
Muros				
26	Después del sismo del 16 de abril han aparecido grietas	Si		No <input checked="" type="checkbox"/>
	Observaciones:			
27	Existen grietas en las paredes a 45°, grietas en forma de cruz	Si		No <input checked="" type="checkbox"/>
	Observaciones:			
28	Existen grietas producto del golpeo entre dos estructuras	Si		No <input checked="" type="checkbox"/>
	Observaciones:			
Valoración General				
39	Las condiciones de la vivienda permiten dar una valoración	Si		No <input checked="" type="checkbox"/>
40	En base a los parámetros evaluados catalogar la vulnerabilidad de la estructura PARA ASENTAMIENTOS	Bajo		
	Observaciones:	Medio		
		Alto		
Observaciones				



EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA DE EDIFICACIONES



Evaluación de la Vulnerabilidad Física de Edificaciones

Nombre Encuestador:	Geovany Huerta	Fecha:	27-06-2021
Calle / Pasaje:	Jose María Palma y Gabriel del Río		
Muestra:	Sección 4	Predio No.:	100901
Casa No.:	577-125		

Generalidades de esta edificación

	Si	No
1 Se realizó inspección interna	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Observaciones:		
2 Razón por la que no se realizó inspección interna:	No hubo nadie en la vivienda	
Observaciones:	No se permitió realizar la inspección	
3 Área aproximada de la edificación:	>500 m ²	
	<500 m ²	
4 Uso de la edificación:	Residencial	
Observaciones:	Bodegas de almacenamiento	
	Hoteles	
	Comercial (que no sea almacenamiento o bodega)	
5 Formalidad de la edificación en el Municipio	Formal (con criterio profesional "Ing. CIVIL")	
Observaciones:	Construcción informal / artesanal	
6 Número de pisos	1 piso	
Observaciones:	2 pisos	
	3 pisos	
	4 pisos	
	5 pisos o más	
7 Año de construcción	Antes de 1977	
Observaciones:	Entre 1977 - 2000	
	Entre 2000 - 2015 (CEC)	
	2015 en adelante (NEC)	

Aspecto geométrico (varias respuestas)

8 Irregularidad en planta y ejes verticales	Ninguna	
Observaciones:	Tiene rebocos excéntricos en las esquinas	
	Discontinuidad en el sistema de piso	
	Ejes estructurales no paralelos	
	Construcción de los elementos portantes	
	Desplazamiento de los planos de acción de elementos verticales	

Aspecto constructivo y grado de deterioro de paredes

9 Tipo de material en paredes	Pared de ladrillo	
Observaciones:	Pared de bloques	
	Pared de piedra	
	Pared de adobe / tapal	
	Pared de bahareque / maderas	
10 Grado de deterioro de la superficie de las paredes	Ningún grado de deterioro	
Observaciones:	Algun grado, se presentan algunas huacaldas	
	Alto grado, todas las paredes presentan huacaldas	
11 Se detecta si la pared es confinada o no	No se puede determinar	
Observaciones:	Si es confinada	
	No es confinada	

Estructura					
12	Sistema estructural	Hormigón armado			X
	Observaciones:	Estructura metálica			
	Observaciones:	Estructura de madera			
	Observaciones:	Estructura de obra			
	Observaciones:	Estructura de panel portante colado o reforzado			
	Observaciones:	Mampostería simple			
13	Detalle de las ampliaciones:	Hormigón / hormigón			
	Observaciones:	Mista madera/hormigón			
	Observaciones:	Mista metálica/hormigón			X
14	Sistema de entrepisos y cubiertas	Losa plana de hormigón armado			X
	Observaciones:	Losa de hormigón armado sobre vigas descolgadas			
	Observaciones:	Vigas y armadura madera			
	Observaciones:	Entarado de madera/obra			
	Observaciones:	Entarado metálico			
15	Estructura de cubierta de una ampliación	Estructura metálica			X
	Observaciones:	Estructura de madera			
16	Existe corrosión/deterioro en anclajes o armados en estructuras de metal/madera	Si		No	X
	Observaciones:				
17	Es correcta la conexión de la cubierta con la estructura existente	Si		No	X
	Observaciones:				

Sistema resistente: Pórtico de hormigón armado

18	Cambio de sección a lo largo de las columnas	Si		No	X
	Observaciones:				
19	Manchas amarillentas en el hormigón	Si		No	X
	Observaciones:				
20	Condiciones de los elementos estructurales: Vigas y losas	No presentan problemas aparentes			X
	Observaciones:	Deflexiones			
	Observaciones:	Fisuras por flexión (diagonal)			
	Observaciones:	Fisuras por corte (diagonal)			
	Observaciones:	Fisuras por asentamiento (diagonal)			
21	Condiciones de los elementos estructurales: Columnas	No presentan problemas aparentes			X
	Observaciones:	Pandeo			
	Observaciones:	Fisuras o grietas en pie o cabeza de las columnas			
	Observaciones:	Formación de rotulas plásticas			
22	Dimensiones de columnas:	20 x 20 cm o menor			X
	Observaciones:	25 x 25 cm			
	Observaciones:	25 x 30 cm o mayor			

Patologías Estructurales (Indicar cuantas en las casilla de observaciones)

23	Columna corta:	Si	X	No	
	Observaciones:				
24	Piso blando:	Si	X	No	
	Observaciones:				
25	Probabilidad de golpes de edificio	a) No tiene problemas de colindancia			X
	Observaciones:	b) Es una Edificación de esquina			
	Observaciones:	c) Es una Edificación intermedia			
26	Si la respuesta anterior es (b) ó (c), responder:	Las alturas libres de los pisos coinciden			X
	Observaciones:	Las alturas libres de los pisos no coinciden			

Asentamientos				
27	Existen grietas en las paredes a 45° (pueden ser varias y paralelas, no en cruz - indique cuantas en las observaciones)	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No
Observaciones:				
28	Existen grietas en las paredes con abertura mayor a 4 mm (en observaciones indicar cuantas)	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No
Observaciones:				
29	A observado un progresivo incremento en la abertura de las grietas	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No
Observaciones:				
30	La edificación se encuentra fuera de plomo	No presenta inclinación		
Observaciones:		= 3°		<input checked="" type="checkbox"/>
Observaciones:		>3°		
31	Grado de deterioro de los plomo	Ningún grado de deterioro		
Observaciones:		Algún grado, se presentan algunas fisuras / pequeñas descricles		
Observaciones:		Alto grado, se presentan grietas y hundimientos considerables		
32	Se han presentado ventanas rotas :	Si		No <input checked="" type="checkbox"/>
Observaciones:				
33	Se han presentado puertas trabadas (indicar cuantas en observaciones)	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No
Observaciones:				
34	Existe evidencia de restauración en la estructura en paredes	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No
Observaciones:				
35	Defina el tipo de asentamiento :	No hay asentamiento de ningún tipo		
Observaciones:		Asentamiento diferencial: grietas en varias paredes de una misma área de la infraestructura.		
Observaciones:		Asentamiento total con grietas: grietas en varias paredes en diferentes áreas de la infraestructura.		
Observaciones:		Asentamiento total sin grietas: no hay evidencia de grietas pero hay descricles y la estructura está fuera de plomo.		
Sumo				
36	Después del sismo del 16 de abril han aparecido grietas	Si		No <input checked="" type="checkbox"/>
Observaciones:				
37	Existen grietas en las paredes a 45°, grietas en forma de cruz	Si		No <input checked="" type="checkbox"/>
Observaciones:				
38	Existen grietas producto del golpeo entre dos estructuras	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No
Observaciones:				
Valoración General				
39	Las condiciones de la vivienda permiten dar una valoración	Si		No <input checked="" type="checkbox"/>
40	En base a los parámetros evaluados catalogue la vulnerabilidad de la estructura PARA ASENTAMIENTOS	Baja		
Observaciones:		Medio		
Observaciones:		Alto		
Observaciones				



SEK

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA DE EDIFICACIONES

QUITO
QUITO

Evaluación de la Vulnerabilidad Física de Edificaciones

Nombre Encuestador:	Robney Rumbó	Fecha:	09-06-2024
Calle / Pasaje:	Calle José Borda y 204 F		
Manzana:	Sector 1	Proble No.:	222609
Casa No.:	203-191		

Generalidades de cada edificación

	Si	No
1. Se realizó inspección interna	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Observaciones:		
2. Razón por la que no se realizó inspección interna:	No hubo nadie en la vivienda	
Observaciones:	No se permitió realizar la inspección	
3. Área aproximada de la edificación:	>500 m ²	
	<500 m ²	
4. Uso de la edificación:	Residencial	
Observaciones:	Bodega de almacenamiento	
	Hoteles	
	Comercio (que no sea almacenamiento o bodega)	
5. Formalidad de la edificación en el Municipio	Formal (con criterio profesional "Ing. Civil")	
Observaciones:	Construcción informal / amueblada	
6. Número de pisos	1 piso	
Observaciones:	2 pisos	
	3 pisos	
	4 pisos	
	5 pisos o más	
7. Año de construcción	Antes de 1977	
Observaciones:	Entre 1977 - 2000	
	Entre 2000 - 2015 (CEC)	
	2015 en adelante (NBC)	

Aspectos geométricos (varias respuestas)

8. Irregularidad en planta y ejes verticales	Ninguna	
Observaciones:	Tiene recesos ocultos en las esquinas	
	Discontinuidad en el sistema de piso	
	Ejes estructurales no paralelos	
	Concentración de los elementos portantes	
	Desplazamiento de los pisos de acción de elementos verticales	

Aspecto constructivo y grado de deterioro de paredes

9. Tipo de material en paredes	Pared de ladrillo	
Observaciones:	Pared de bloque	
	Pared de piedra	
	Pared de adobe / tapal	
	Pared de bahareque / madera	
10. Grado de deterioro de la superficie de las paredes	Ningún grado de deterioro	
Observaciones:	Algo grado, se presentan algunas huellas	
	Alto grado, todas las paredes presentan huellas	
11. Se detecta si la pared es confinada o no	No se puede determinar	
Observaciones:	Si es confinada	
	No es confinada	

Estructura					
12	Sistema estructural	Hierro/hierro			<input checked="" type="checkbox"/>
	Observaciones:	Estructura metálica			
		Estructura de madera			
		Estructura de caña			
		Estructura de panel portento confinado o reforzado			
13	Detalle de las ampliaciones:	Hierro/hierro			
	Observaciones:	Mista madera/hierro			<input checked="" type="checkbox"/>
		Mista metálica/hierro			
14	Sistema de entrepisos y cubiertas	Losa plana de hierro/hierro			<input checked="" type="checkbox"/>
	Observaciones:	Losa de hierro armado sobre vigas desahogadas			
		Vigas entramado madera			
		Entramado de madera/caña			
		Entramado metálico			
15	Estructura de cubierta de una ampliación	Estructura metálica			
	Observaciones:	Estructura de madera			<input checked="" type="checkbox"/>
16	Existe corrosión/deterioro en anclajes o amarres en estructuras de metal/madera	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
	Observaciones:				
17	Es correcta la conexión de la cubierta con la estructura subyacente	Si		No	<input checked="" type="checkbox"/>
	Observaciones:				

Sistema resistente: Píctico de hierro armado

18	Cambio de sección a lo largo de las columnas	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
	Observaciones:				
19	Manchas amarillentas en el hierro	Si		No	<input checked="" type="checkbox"/>
	Observaciones:				
20	Condiciones de los elementos estructurales: Vigas y losas	No presentan problemas aparentes			
	Observaciones:	Deflexiones			
		Fisuras por flexión (diagonal)			
		Fisuras por corte (triángulo)			
		Fisuras por asentamiento (filigras)			
21	Condiciones de los elementos estructurales: Columnas	No presentan problemas aparentes			
	Observaciones:	Pandeo			
		Fisuras o grietas en pie o cabeza de las columnas			
22	Dimensiones de columnas:	28 x 20 cm o menor			
	Observaciones:	25 x 25 cm			
		25 x 30 cm o mayor			

Patologías Estructurales (indicar cuantas en las casillas de observaciones)

23	Columnas cortas:	Si		No	<input checked="" type="checkbox"/>
	Observaciones:				
24	Piso blando:	Si		No	<input checked="" type="checkbox"/>
	Observaciones:				
25	Probabilidad de golpes de edificios	a) No tiene problemas de colisión			
	Observaciones:	b) Es una Edificación de esquina			
		c) Es una Edificación intermedia			
26	Si la respuesta anterior es (b) ó (c), responder:	Las alturas libres de los pisos coinciden			
	Observaciones:	Las alturas libres de los pisos no coinciden			

Asentamientos				
27	Existen grietas en las paredes a 45° (pueden ser varias y paralelas, no en cruz - Indique cuantas en las observaciones)	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No
	Observaciones:			
28	Existen grietas en las paredes con abertura mayor a 4 mm (en observaciones indicar cuantas)	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No
	Observaciones:			
29	A observado un progresivo incremento en la abertura de las grietas	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No
	Observaciones:			
30	La edificación se encuentra fuera de plomo	No presenta inclinación		
	Observaciones:	< 3°		<input checked="" type="checkbox"/>
		> 3°		
31	Grado de deterioro de los pisos	Ningún grado de deterioro		
	Observaciones:	Algún grado, se presentan algunas fisuras / pequeños deterioros		
		Alto grado, se presentan grietas y hundimientos considerables		<input checked="" type="checkbox"/>
32	Se han presentado ventanas rotas :	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No
	Observaciones:			
33	Se han presentado puertas trabadas (Indicar cuantas en observaciones)	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No
	Observaciones:			
34	Existe evidencia de restauración en la estructura en paredes	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No
	Observaciones:			
35	Defina el tipo de asentamiento :	No hay asentamiento de ningún tipo		
	Observaciones:	Asentamiento diferencial: grietas en varias paredes de una misma área de la infraestructura		
		Asentamiento total con grietas: grietas en varias paredes en diferentes áreas de la infraestructura		
		Asentamiento total sin grietas: no hay evidencia de grietas pero hay deterioros y la estructura está fuera de plomo		
				<input checked="" type="checkbox"/>
Sismo				
26	Después del sismo del 16 de abril han aparecido grietas	Si		No <input checked="" type="checkbox"/>
	Observaciones:			
37	Existen grietas en las paredes a 45°, grietas en forma de cruz	Si		No <input checked="" type="checkbox"/>
	Observaciones:			
38	Existen grietas producto del golpeo entre dos estructuras	Si		No <input checked="" type="checkbox"/>
	Observaciones:			
Valoración General				
39	Las condiciones de la vivienda permiten dar una valoración	Si		No <input checked="" type="checkbox"/>
40	En base a los parámetros evaluados catalogue la valorabilidad de la estructura PARA ASENTAMIENTOS	Baja		
	Observaciones:	Medio		
		Alto		
Observaciones				
<p>Tabla Factor de elementos constructivos, columna, viga, losas y otros componentes de mampostería</p>				

Evaluación de la Vulnerabilidad Física de Edificaciones
--

Nombre Encuestador: <u>Georgina Huerto</u>	Fecha: <u>01-06-2022</u>
Calle/Paseo: <u>Paseo de 4 y Joaquín Latorre</u>	
Muestra: <u>Sección 2</u>	Predio No.: <u>184645</u>
Casa No.: <u>523-157</u>	
Generalidades de cada edificación	

	Se realizó inspección interna	Si	No	
1	Se realizó inspección interna	Si	No	
	Observaciones:			
2	Razón por la que no se realizó inspección interna:	No hubo nadie en la vivienda		
	Observaciones:	No se permitió realizar la inspección		
3	Área aproximada de la edificación:	-500 m ²		X
		<500m ²		
4	Uso de la edificación:	Residencial		
	Observaciones:	Bodegas de almacenamiento		
		Hotels		
		Comercial (que no sea almacenamiento o bodega)		
5	Formalidad de la edificación en el Municipio:	Formal (con criterio profesional "Ing. Civil")		
	Observaciones:	Construcción informal / artesanal		
6	Número de pisos:	1 piso		
	Observaciones:	2 pisos		
		3 pisos		X
		4 pisos		
		5 pisos o más		
7	Año de construcción:	Antes de 1977		
	Observaciones:	Entre 1977 - 2000		
		Entre 2000 - 2015 (CIC)		
		2015 en adelante (NBC)		

Aspectos geométricos (varias respuestas)

	Irregularidad en planta y ejes verticales	Ninguna	
8	Irregularidad en planta y ejes verticales	Ninguna	
	Observaciones:	Tiene retracciones cuadradas en las esquinas	
		Discontinuidad en el sistema de piso	
		Ejes estructurales no paralelos	
		Concentración de los elementos portantes	
		Desplazamiento de los planos de acción de elementos verticales	

Aspecto constructivo y grado de deterioro de paredes

	Tipo de material en paredes	Pared de ladrillo	
9	Tipo de material en paredes	Pared de ladrillo	
	Observaciones:	Pared de bloques	
		Pared de piedra	
		Pared de adobe / tapal	
		Pared de bahareque / madera	
10	Grado de deterioro de la superficie de las paredes	Ningún grado de deterioro	
	Observaciones:	Algun grado, se presentan algunas humedades	
		Alto grado, todas las paredes presentan humedades	
11	Se detecta si la pared es confinada o no	No se puede determinar	
	Observaciones:	Si es confinada	
		No es confinada	

Estructura					
12	Sistema estructural	Hormigón armado			<input checked="" type="checkbox"/>
	Observaciones:	Estructura metálica			
		Estructura de madera			
		Estructura de caña			
		Estructura de panel portante colado o reforzado			
		Mampostería simple			
13	Detalle de las ampliaciones:	Hormigón / hormigón			<input checked="" type="checkbox"/>
	Observaciones:	Mista madera/hormigón			
		Mista metálica/hormigón			
14	Sistema de entresijos y cubiertas	Losa plana de hormigón armado			<input checked="" type="checkbox"/>
	Observaciones:	Losa de hormigón armada sobre vigas descolgadas			
		Vigas y entramado madera			
		Entramado de madera/caña			
		Entramado metálico			
15	Estructura de cubierta de una ampliación	Estructura metálica			<input checked="" type="checkbox"/>
	Observaciones:	Estructura de madera			
16	Existe corrosión/deterioro en anclajes o amarres en estructuras de metal/madera	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
	Observaciones:				
17	Es correcta la conexión de la cubierta con la estructura existente	Si		No	<input checked="" type="checkbox"/>
	Observaciones:				

Sistema resistente: Pórtico de hormigón armado					
18	Cambio de sección a lo largo de las columnas	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
	Observaciones:				
19	Manchar amarillentos en el hormigón	Si		No	<input checked="" type="checkbox"/>
	Observaciones:				
20	Condiciones de los elementos estructurales: Vigas y losas	No presentan problemas aparentes			
	Observaciones:	Deflexiones			
		Fisuras por flexión (distal)			
		Fisuras por corte (frágil)			<input checked="" type="checkbox"/>
		Fisuras por asentamiento (frágil)			<input checked="" type="checkbox"/>
21	Condiciones de los elementos estructurales: Columnas	No presentan problemas aparentes			
	Observaciones:	Puedes			
		Fisuras o grietas en pie o cabeza de las columnas			<input checked="" type="checkbox"/>
		Formación de resacas plásticas			<input checked="" type="checkbox"/>
22	Dimensiones de columna:	20 x 20 cm o mayor			
	Observaciones:	23 x 25 cm			<input checked="" type="checkbox"/>
		25 x 30 cm o mayor			

Patologías Estructurales (indicar cuantas en las celdas de observaciones)					
23	Columna cortá	Si		No	<input checked="" type="checkbox"/>
	Observaciones:				
24	Piso blando:	Si		No	<input checked="" type="checkbox"/>
	Observaciones:				
25	Probabilidad de golpes de edificios	a) No tiene problemas de colindancia			
	Observaciones:	b) Es una Edificación de esquina			
		c) Es una Edificación intermedia			<input checked="" type="checkbox"/>
26	Si la respuesta anterior es (b) ó (c), responder:	Las alturas libres de los pisos coinciden			
	Observaciones:	Las alturas libres de los pisos no coinciden			<input checked="" type="checkbox"/>

Asentamientos				
27	Existen grietas en las paredes a 45° (pueden ser varias y paralelas, no en cruz - indique cuantas en las observaciones)	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No
	Observaciones:			
28	Existen grietas en las paredes con abertura mayor a 4 mm (en observaciones indicar cuantas)	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No
	Observaciones:			
29	A observado un progresivo incremento en la abertura de las grietas	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No
	Observaciones:			
30	La edificación se encuentra fuera de plomo	No presenta inclinación		
	Observaciones:	< 2°		<input checked="" type="checkbox"/>
		> 2°		
31	Grado de deterioro de los pisos	Ningún grado de deterioro		
	Observaciones:	Algun grado, se presentan algunas fisuras / pequeños desvíos		
		Alto grado, se presentan grietas y hundimientos considerables		<input checked="" type="checkbox"/>
32	Se han presentado ventanas rotas :	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No
	Observaciones:			
33	Se han presentado puertas trabadas (indicar cuantas en observaciones)	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No
	Observaciones:			
34	Existe evidencia de restauración en la estructura en paredes	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No
	Observaciones:			
35	Defina el tipo de asentamiento :	No hay asentamiento de ningún tipo		
	Observaciones:	Asentamiento diferencial: grietas en varias paredes de una misma zona de la infraestructura		
		Asentamiento total con grietas: grietas en varias paredes en diferentes áreas de la infraestructura		
		Asentamiento total (sin grietas): no hay evidencia de grietas pero hay desvíos y la estructura está fuera de plomo		
				<input checked="" type="checkbox"/>
Suma				
36	Después del sismo del 16 de abril han aparecido grietas	Si		No <input checked="" type="checkbox"/>
	Observaciones:			
37	Existen grietas en las paredes a 45°, grietas en forma de cruz	Si		No <input checked="" type="checkbox"/>
	Observaciones:			
38	Existen grietas producto del golpeo entre dos estructuras	Si		No <input checked="" type="checkbox"/>
	Observaciones:			
Valoración General				
39	Las condiciones de la vivienda permiten dar una valoración	Si		No <input checked="" type="checkbox"/>
40	En base a los parámetros evaluados catalogar la vulnerabilidad de la estructura PARA ASENTAMIENTOS	Baja		
	Observaciones:	Medio		
		Alto		
Observaciones				
Fallo / Fractura de elementos estructurales: columnas, vigas, losas y cimientos / desplazamiento de mamposterías				