

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a todas las personas que han colaborado e hicieron posible la realización del presente Trabajo Especial de Grado:

Al Ingeniero Diego Ferrer, nuestro tutor, quien nos enseñó muchas aplicaciones prácticas de los conocimientos que hemos adquirido a lo largo de la carrera, en los meses que desarrollamos este proyecto. Estamos muy agradecidos por toda su disposición, tiempo invertido y por ser un ejemplo a seguir para nuestra vida profesional que está por iniciar.

Al Ing. Roberto Centeno, por todas las explicaciones y conocimiento brindado en materia de geotecnia y mecánica de suelos; fue de gran ayuda y nos sirvió de orientación para abordar el trabajo. De igual forma, gracias por ofrecernos su laboratorio para hacer los ensayos de las muestras.

A los Ingenieros Luis Acosta, Alfredo Araya, Franck Audemard, Gianfranco Perri, José Moureau y Leonardo García, por todas sus charlas didácticas y por toda la información proporcionada, ya que fue indispensable para el desarrollo de nuestro trabajo.

A los Ingenieros Ricardo Rivas, Eduardo García y José Grases, quienes al inicio del trabajo nos ayudaron en la definición del mismo.

A todo el personal de la Alcaldía del municipio Cristóbal Rojas que nos ayudó, principalmente al Ing. Jesús Morgado, que a pesar de su apretada agenda colaboró muchísimo con nosotros; igualmente lo hicieron los T.S.U. Wilmer Molina, Zenaida López del Departamento de Ordenación Urbanística y los urbanistas Ivan Caputto y Edison, quienes nos facilitaron información que resultó ser muy valiosa para el desarrollo del trabajo.

A la Sra. Ana Preppo por su hospitalidad al recibirnos en su casa y por todo el tiempo que nos regaló acompañándonos en los recorridos por la urbanización Matalinda. También al Sr. Guillermo Flores quien nos atendió en su casa y nos dio información de gran utilidad.

A todo el personal de Protección Civil Miranda y Protección Civil del municipio Cristóbal Rojas por la información suministrada.

A nuestros padres y familiares, por toda la paciencia y el apoyo que siempre nos han brindado, sobretodo en los meses que estuvimos desarrollando el presente trabajo.

INDICE DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS.....	VII
RESUMEN.....	X
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I : ASPECTOS URBANOS, FISIOGRAFICOS Y GEOLÓGICOS DE LA REGIÓN.	
I . 1 . Crecimiento poblacional.....	3
I . 2 . Planes de Desarrollo Urbano.....	5
I . 3 . Requisitos y Normas que exige la Alcaldía del Municipio Cristóbal Rojas para permisos de construcción.....	11
I . 4 . Geografía física de la Cuenca del Tuy.....	11
I . 4 . 1 . Clima.....	12
I . 5 . Geomorfología.....	14
I . 5 . 1 . Montaña.....	14
I . 5 . 2 . Colinas.....	14
I . 5 . 3 . Lomas y tierras bajas coluvio-aluviales.....	15
I . 5 . 4 . Planicie aluvial de los cursos de agua principales.....	15
I . 6 . Geología Regional.....	15
I . 2 . 1 . Formación Las Mercedes.....	15
I . 2 . 2 . Formación Paracotos.....	15
I . 2 . 3 . Formación Tuy.....	16
I . 2 . 3 . Terrazas Aluviales.....	16
I . 7 . Sismicidad.....	16
I . 8 . Geología Estructural Regional.....	17
I . 8 . 1 . Falla de La Victoria.....	17
I . 8 . 2 . Falla de Táchata.....	18
CAPITULO II : PROBLEMAS GEOTECNICOS	
II . 1 . Problemas Geotécnicos.....	27

II . 2 . Manifestaciones de los problemas de origen geotécnicos.....	27
II . 3 . Causas y fenómenos que originan los problemas geotécnicos.....	29
II . 4 . Clasificación de los problemas geotécnicos.....	30
II . 4 . 1 . Según sus causas.....	30
II . 4 . 1 . Según su origen	32
II . 4 . 3 . Según el tipo de daño.....	33
II . 5 . Estudios necesarios para la detección del origen y características de los problemas geotécnicos.....	33
II . 5 . 1 . Inspección detallada de los daños.....	33
II . 5 . 2 . Revisión de los documentos existentes.....	34
II . 5 . 3 . Mediciones de campo.....	34
II . 5 . 4 . Inspección de las fundaciones.....	35
II . 5 . 5 . Exploración del subsuelo.....	35
II . 5 . 6 . Muestreo.....	35
II . 5 . 7 . Medición del nivel de agua subterránea.....	36
II . 5 . 8 . Pruebas de laboratorio.....	36
CAPITULO III : CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS DE LA REGIÓN	
III . 1 . Estudios Geotécnicos	41
III . 2 . Toma de muestras aleatorias en los taludes de la Intercomunal Charallave- Ocumare del Tuy	45
III . 3 . Representación de los límites de consistencia y potencial expansivo.....	50
CAPITULO IV : CASOS ESTUDIADOS	
IV . 1 . Análisis de los casos estudiados.....	53
IV . 2 . Caso N° 1: Deslizamientos de tierra manifestados en varios taludes en el Centro de Servicios O.M.Z., Carretera La Raisa, Charallave.....	55
IV . 3 . Caso N° 2: Deslizamiento sobre el talud sur, Consorcio Prewatuy, carretera La Raisa.....	66
IV . 4 . Caso N° 3: Problemática de la urbanización Colinas de Matalinda. Intercomunal Charallave-Ocumare del Tuy, a 4 km al sur de Charallave.....	74

V . 5 . Caso N° 4: Asentamiento del Restaurant Mc Donalds de Charallave, ubicado en el sector Sucúa entre las carreteras que conducen a Ocumare del Tuy-Cua-Caracas.....	96
V . 6 . Caso N° 5: Deslizamiento de la Parcela E4-B, en la calle Santa Rosa, urbanización Paso Real.....	101
V . 7 . Caso N° 6: Agrietamiento de la vivienda ubicada en la parcela BL-12, calle principal, urbanización Charallave Country Club.....	111
V . 8 . Caso N° 7: Deslizamiento de talud ubicado entre la terraza Tamanaco 5 y la autopista de los Valles del Tuy, Urbanización Residencial Caujarito II.....	115
V . 9 . Clasificación de los casos.....	120
 CAPITULO V : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
V . 1 . Conclusiones de carácter general.....	125
V . 2 . Conclusiones de carácter particular.....	126
V . 3 . Recomendaciones.....	127
 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	 129
 ANEXO A.....	 133
ANEXO B.....	147
ANEXO C.....	151

INDICE DE TABLAS, FIGURAS, MAPAS Y FOTOS**TABLAS:**

1. Municipio Cristóbal Rojas del Edo. Miranda. Lista de Urbanizaciones y Casos estudiados, así como de los sitios de toma de muestras de suelo, 6.
2. Temperatura media, máxima y mínima absoluta mensual (°C). Años: 1.951-1.995. Estación Cúa-Tovar, 13.
3. Precipitación media mensual (mm.). Años: 1.951-1.995. Estación Cúa-Tovar, 13.
4. Valores sísmicos, 17.
5. Falla de Pichao (sistema La Victoria), 18.
6. Falla de Túcata, 19.
7. Leyenda Mapa de Fallas Cuaternarias, 20.
8. Resumen Ensayos de laboratorio. REMAVENCA, 42.
9. Ensayos de expansión parcialmente controlados. REMAVENCA., 43.
10. Datos Generales, Estabilización del talud sur en la Planta O.M.Z., 43.
11. Resumen de Ensayos Límite, Estabilización del talud sur en la Planta O.M.Z., 44.
12. Resultados Ensayos de Laboratorio. Estrato 2, 44.
13. Resultados de Caracterización. Estrato 3, 45.
14. Resultados Caracterización. Estrato 4, 45.
15. Resumen de ensayos de laboratorio para las muestras, 48.
16. Grado de Expansión de Estudios y Muestras, 52.
17. Presentación de los casos, 54.
18. Clasificación de los casos, 121.

FIGURAS:

1. Crecimiento poblacional en el municipio Cristóbal Rojas, 4.
2. Temperatura media mensual y anual (°C). Años: 1.951-1.995. Estación Cúa-Tovar, 14.
3. Precipitación media mensual (mm.). Años: 1.951-1.995. Estación Cúa-Tovar, 12.
4. Carta de Plasticidad de Casagrande. Representación de los Límites de Consistencia, 51.

MAPAS:

1. Mapa Político del estado Bolivariano de Miranda. Ubicación del Municipio Cristóbal Rojas, 3.
2. Mapa del Plan de Ordenación Urbanística de los Valles del Tuy, 7.
3. Mapa de Ubicación de Urbanizaciones, Casos, Estudios y Puntos de toma de muestra, 9.
4. Mapa Geomorfológico, 21.
5. Mapa Geológico, 23.
6. Mapa de Fallas Cuaternarias, 25.
7. Mapa de Riesgo Geológico, 39.

FOTOS:

1. (a) Ensayo SPT, (b) Obtención de muestras con un muestreador de pared gruesa, 36.
2. Extracción de muestras de suelo de la Intercomunal Charallave-Ocumare. Muestras M-1 y M-2, 46.
3. Extracción de muestras de suelo de la Intercomunal Charallave-Ocumare. Muestras M-3 y M-4, 46.
4. Viviendas informales, Sector Curaciripa, 122.

5. Viviendas informales, Sector Maitana, 123.
6. Residencias Valle Verde, Urbanización Valles de Chara. Socavación, 123.
7. Residencias Valle Verde, Urbanización Valles de Chara. Asentamiento, 124.

RESUMEN

El presente trabajo especial de grado tiene como finalidad, evaluar la incidencia de factores de orden geotécnico, topográfico y de drenaje en la construcción de viviendas unifamiliares en el municipio Cristóbal Rojas del estado Miranda.

Para ello se hizo una recopilación de la información requerida, mediante entrevistas y consultas con profesionales expertos en distintas áreas, a fin de conocer los aspectos urbanos, fisiográficos y geológicos de la región. Se revisaron también estudios realizados por compañías especializadas en el área de suelos y se tomaron cuatro muestras de forma aleatoria dentro del municipio, para conocer las características ingenieriles y las propiedades expansivas de los suelos.

Finalmente, se realizó un estudio de los casos que presentaron problemas geotécnicos. La mayoría de estos casos, son los más recientes relacionados con viviendas unifamiliares. En ellos, se hicieron inspecciones de campo para verificar su situación actual. Otros casos estudiados, no corresponden a viviendas unifamiliares, pero sirvieron para identificar los tipos de suelos y conocer acerca de problemas relacionados con la estabilidad de taludes del sector y otros tipos de problemas que se presentaron.

Es importante destacar, que diversos organismos públicos, han realizado estudios donde se establece el uso de tierra, así como estudios geomorfológicos y estudios de riesgo, que no se han tomado en cuenta en el planeamiento y desarrollo de las urbanizaciones y construcción de viviendas. Por otra parte, no se hacen los estudios geotécnicos con conciencia para determinar si en ciertas áreas es posible construir.

La investigación realizada permitió, identificar las características principales de los suelos del municipio y los problemas geotécnicos que se han originado, así como la propuesta de algunas recomendaciones que puedan ser de utilidad, tanto al Departamento de Ingeniería Municipal de la Alcaldía, como a los interesados en construir nuevos desarrollos urbanísticos.

INTRODUCCIÓN

El acelerado crecimiento del área metropolitana de Caracas, ha ocasionado la escasez de terrenos para la construcción de viviendas, aunado al alto costo de los mismos. Por esta razón se ha promovido el desarrollo urbanístico de las zonas aledañas a Caracas, tal como la región de los Valles del Tuy, en especial el correspondiente al municipio Cristóbal Rojas, debido a la disponibilidad de áreas aptas para el desarrollo habitacional que éste tiene y la fuerte demanda de viviendas más económicas cercanas a Caracas.

El constante crecimiento que ha venido teniendo el municipio, particularmente la ciudad de Charallave, ha ocupado la mayoría de los espacios llanos aptos para construir, motivando al desarrollo de viviendas en áreas de colinas y zonas con topografía empinada. Esta situación ha traído como consecuencia la generación de problemas geotécnicos, como el deslizamiento de taludes, asentamientos y agrietamientos de viviendas, así como, hundimientos y deformaciones del sistema vial.

De igual manera, a pesar de los estudios y los planes urbanos realizados en el municipio Cristóbal Rojas, no se aplica un criterio definido para la concesión de permisos de construcción, ya que en diferentes zonas de los alrededores de Charallave, el municipio ha sobrellevado invasiones y asentamiento de habitantes en áreas de montañas consideradas de alto riesgo geológico.

En consecuencia a lo anteriormente expresado, el trabajo especial de grado tiene como objetivo general, realizar una evaluación de las condiciones y características geotécnicas de los terrenos desarrollados, con fines habitacionales en el Municipio Cristóbal Rojas, y la relación que existe en la ocurrencia de fenómenos de asentamiento, expansión, problemas hidráulicos y de estabilidad, los cuáles afectan a numerosas viviendas en la zona.

Para cumplir con este objetivo, el trabajo contempla hacer una revisión de los planes de desarrollo urbanísticos para identificar los terrenos con fines habitacionales construidos y por construir en la zona e indagar acerca de los requisitos y normas que exigen las autoridades municipales para la obtención de permisos de construcción. Adicionalmente, se plantea realizar una investigación mediante inspecciones de campo, consultas con las asociaciones de vecinos y autoridades de la Alcaldía del Municipio Cristóbal Rojas, a fin de evaluar el comportamiento de las viviendas e infraestructura (vialidad, drenajes, servicios etc.). Igualmente, establecer la ocurrencia, tipos y frecuencia de los problemas geotécnicos, así como conocer las características ingenieriles y las propiedades expansivas de los suelos identificados en estudios precedentes en urbanizaciones del sector.

La metodología utilizada en el presente trabajo especial de grado contempló las siguientes etapas:

1. **Recopilación de información:** mapas, estudios precedentes, informes geotécnicos, consultas bibliográficas y entrevistas con profesionales.
2. **Visitas de campo:** inspecciones y reseña fotográfica de los casos estudiados.
3. Análisis de la información.
4. Preparación de planos, tablas, gráficos, etc.
5. Realización del borrador e informe final.

CAPÍTULO I

ASPECTOS URBANOS, FISIOGRAFICOS Y GEOLÓGICOS DE LA REGIÓN

El área en estudio está definida por los límites políticos del municipio Cristóbal Rojas del estado Miranda. En el Mapa N° 1 se muestra el estado Miranda indicando la zona en estudio.

Para el año 1.950, lo que hoy se considera la ciudad de Charallave, era un pueblo pequeño. Con los años fue creciendo debido a la migración rural, aumentando la población y por ende la necesidad de construcción de viviendas.



Mapa N° 1: Mapa Político del estado Miranda. Ubicación del municipio Cristóbal Rojas. **Fuente:** www.a-venezuela.com

I . 1 . Crecimiento poblacional:

Los Valles del Tuy y el municipio Cristóbal Rojas para el período comprendido entre 1.959-1.961 crecen en menor proporción a lo que crece el

país y la Región Capital, debido a que el proceso de urbanización se concentra hacia Caracas (Ver Figura N° 1).

Charallave, en el período comprendido entre 1.971-81, casi cuadruplica su población. Para el año 1.981 el municipio Cristóbal Rojas ya era casi totalmente urbano.

El proceso urbanizador de los años 90, en la región si bien tiende a estabilizarse, siguió creciendo, ya que las familias de ingresos más bajos buscaron satisfacer su demanda de vivienda cerca del Área Metropolitana, en los Valles del Tuy.

Para el año 2.000 se genera un impacto en la región del Tuy; se reactiva el desarrollo de los planes urbanos en la región. Esto debido básicamente a la disponibilidad de áreas aptas para el desarrollo urbano y la fuerte demanda de viviendas más económicas cercanas a Caracas, en conjunción con el alto ingreso económico nacional existente en la época.

Este crecimiento se refleja en la Figura N° 1 donde se presenta el crecimiento poblacional acaecido en el municipio hasta el año 1.998. en esta figura se observa un crecimiento exponencial. El Censo del año 2.001 contabilizó 129.213 hab., (Fuente: I.N.E. (2.001)), actualmente (año 2.010) se infiere una población superior a los 250.000 hab.

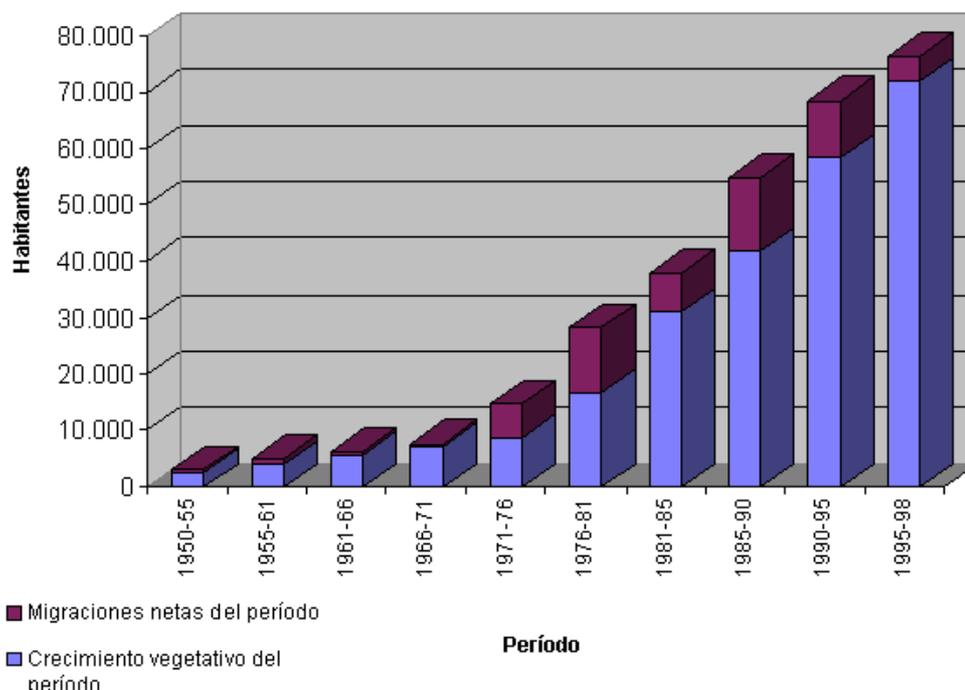


Figura N° 1: Crecimiento Poblacional en el municipio Cristóbal Rojas.
Fuente: P.D.U.L. (1.997).

I . 2 . Planes de Desarrollo Urbano:

Para el año de 1.987, se elaboró el Plan Rector de Desarrollo Urbano, el cual estableció la poligonal urbana que regulaba los espacios de desarrollo para el municipio Cristóbal Rojas.

Actualmente ha entrado en vigencia el “Plan de Ordenación Urbanística de los Valles del Tuy”, publicado en la gaceta oficial N° 39.438 con fecha del 3 de Junio de 2.010, en la cual se establecen los lineamientos de aplicación necesarios para orientar el desarrollo físico-espacial del sistema urbanístico integrado por los municipios Cristóbal Rojas, Urdaneta, Lander, Simón Bolívar, Independencia y Paz Castillo, del estado Miranda.

En el Mapa N° 2, se representa el municipio Cristóbal Rojas sobre el Mapa del Plan de Ordenación Urbanística de los Valles del Tuy en donde se indica el uso para el cual está destinada cada zona de la región.

El constante crecimiento que ha sostenido la ciudad de Charallave ha ocupado la mayoría de los espacios llanos, aptos para construir, motivando el desarrollo de viviendas en áreas de colinas y zonas con topografía empinada.

De igual manera, a pesar de los estudios y los planes urbanos realizados, en el Municipio Cristóbal Rojas, no se aplica un criterio definido para la concesión de permisos de construcción. En diferentes zonas de los alrededores de Charallave, el municipio ha sobrellevado invasiones y asentamiento de habitantes, en zonas de montañas consideradas de alto riesgo geológico.

En la Tabla N° 1 se presenta una lista de urbanizaciones ubicadas en el municipio Cristóbal Rojas, y los casos estudiados (Ver CAPÍTULO IV), así como los estudios investigados y los sitios de toma de muestra de suelo (Ver CAPÍTULO III). Esta lista fue compilada en el Departamento de Urbanismo de la Alcaldía del municipio en estudio.

La ubicación de estos puntos de interés se representa en el Mapa N° 3, el Mapa de Ubicación de Urbanizaciones, Casos, Estudios y Sitios de Toma de Muestra del municipio Cristóbal Rojas, identificados según el color correspondiente a la Tabla N° 1.

En la Tabla N° 1 junto con las Urbanizaciones, también está indicado el tipo de zona a la cual pertenece cada una de ellas y la densidad máxima admisible según el Mapa del Plan de Ordenación Urbanística de los Valles del Tuy (Ver Mapa N° 2).

Tabla N° 1: Municipio Cristóbal Rojas del Edo. Miranda. Lista de Urbanizaciones y Casos Estudiados, así como de los Sitios de Toma de Muestras de suelo.

Urbanizaciones Existentes		Casos	Zona		Densidad hab/ha
1	Alba Country (Sucua)		NDR-1	Nuevos Desarrollos Residenciales	100
2	Altos del Aguila		NDR-3	Nuevos Desarrollos Residenciales	200
3	Betania I		ACL-3	Área Central 3	300
4	Cantarrana-Matalinda		AR-1	Uso residencial unifamiliar	100
5	Charallave Country	Caso N° 6	AR-2	Edificaciones aisladas y de conjunto	150
6	Ciudad Miranda		AR-4	Viviendas Multifamiliares	250
7	Ciudad Valle de Chara		NDR-3	Nuevos Desarrollos Residenciales	200
8	Colinas de Betania		AR-2	Edificaciones aisladas y de conjunto	150
9	Colinas de Matalinda	Caso N° 3	AR-1	Uso residencial unifamiliar	100
10	Colinas de Santa Rosa		ACL-3	Área Central 3	300
11	Gran Chaparral		NDR-1	Nuevos Desarrollos Residenciales	100
12	Jardines de Betania		ND-1	Nuevos Desarrollos	100
13	Javillito		AR-1	Uso residencial unifamiliar	100
14	La Estrella		ACL-3	Área Central 3	300
15	Lomas de Santa Rosa		ACL-3	Área Central 3	300
16	María de San José I		ACL-3	Área Central 3	300
17	María de San José II		ACL-3	Área Central 3	300
18	Parcelamiento Betania II		ACL-3	Área Central 3	300
19	Parcelamiento Mara Country		NDR-1	Nuevos Desarrollos Residenciales	100
20	Paso Real	Caso N° 5	NDR-1	Nuevos Desarrollos Residenciales	100
21	Residencias Arichuna		AR-2	Edificaciones aisladas y de conjunto	150
22	Residencias Los Anaucos		AR-1	Uso residencial unifamiliar	100
23	Residencias los Samanes		ACL-3	Área Central 3	300
24	Samanes de Betania I		ACL-3	Área Central 3	300
25	Samanes de Betania II		ACL-3	Área Central 3	300
26	Urbanización Caujarito I		NDR-1	Nuevos Desarrollos Residenciales	100
27	Urbanización Caujarito II	Caso N° 7	NDR-1	Nuevos Desarrollos Residenciales	100
28	Valle Lindo (La Raiza)		APM	Area Productiva Metropolitana	250
29	Vista Linda		AR-2	Edificaciones aisladas y de conjunto	150
30	Vista Real		AR-2	Edificaciones aisladas y de conjunto	150
31	Vista Real II		AR-2	Edificaciones aisladas y de conjunto	150
32	Mc. Donalds	Caso N° 4			
33	Centro de Servicios O.M.Z	Caso N° 1			
34	Consortio Prewatuy	Caso N° 2			
Urbanizaciones en Construcción					
35	Bosque Real		AR-4	Viviendas Multifamiliares	250
36	El Refugio		AR-4	Viviendas Multifamiliares	250
37	La Roca		APM	Area Productiva Metropolitana	250
38	Las Piedras		APM	Area Productiva Metropolitana	250
39	Lomas de Matalinda		NDR-2	Nuevos Desarrollos Residenciales	150
Puntos de toma de muestra de suelo					
M-1	Muestra N° 1				
M-2	Muestra N° 2				
M-3	Muestra N° 3				
M-4	Muestra N° 4				
Estudios de suelo					
E-1	O.M.Z.				
E-2	Rio Tuy				
E-2	Ferrocarril				

Fuente: Plan de Ordenación Urbanística de Los Valles del Tuy, Departamento de Urbanismo de la Alcaldía del municipio Cristóbal Rojas.

I . 3 . Requisitos y Normas que exige la Alcaldía del Municipio Cristóbal Rojas para permisos de construcción.

En el ANEXO A se encuentran los requisitos que deben presentarse ante la Dirección de Infraestructura y Urbanismo de la Alcaldía del Municipio Cristóbal Rojas para la solicitud de permisos de construcción tanto para viviendas como para urbanismos. Igualmente en el mismo anexo se encuentran los requisitos de:

- Anteproyectos.
- Deforestación y limpieza de terrenos.
- Movimientos de tierra.
- Poda, trasplante y tala.

En cuanto a las Normas de ejecución de movimientos de tierra y urbanismo la Alcaldía se basa en los Decretos y Gacetas Oficiales vigentes:

- Gaceta Oficial N° 34.678 de fecha 19 de marzo de 1.991. Reglamento de la Ley Orgánica de Ordenación Urbanística.
- Decreto N° 2.212. de fecha 23 de abril de 1.992. Normas sobre movimientos de tierra y conservación ambiental.
- Gaceta Oficial N° 39.438 de fecha 03 de junio de 2.010. Plan de Ordenación Urbanística de Los Valles del Tuy.

I . 4 . Geografía física de la Cuenca del Tuy

La Cuenca del Tuy (Cuenca sedimentaria de Santa Lucía-Ocumare del Tuy), de aproximadamente 650km², ocupa la depresión Aragua-Tuy. Ella constituye una unidad fisiográfica bien delimitada, enclavada en la Cordillera de la Costa, entre la Serranía del Litoral y la Serranía del Interior, al norte y al sur respectivamente (Audemard, 1.984).

El drenaje principal de la región es el río Tuy, el cual fluye a lo largo del margen sur de la cuenca, siendo su principal afluente el río Guaire. Las condiciones topográficas de la región determinan que los cursos de agua presenten características de cierta torrencialidad, especialmente en los momentos de lluvias intensas, razón por la cual deberá prestarse especial atención a la asignación de usos urbanos en los márgenes de dichas ríos.

La quebrada Charallave, actúa como colector principal en el área de estudio (municipio Cristóbal Rojas). Según el P.D.U.L (1.997), el recorrido de esta quebrada es en dirección noroeste-sureste, con una distancia de 21km, de régimen permanente, con un patrón de drenaje predominantemente dendrítico y afluente del río Tuy. Atraviesa la zona urbana de Charallave, en donde se encuentra canalizada desde poco antes de entrar al casco urbano, en la zona de Alvarenga hasta pasar el puente de la vía que conduce hacia Cúa, en las inmediaciones de la urbanización Los Samanes.

I . 4 . 1 Clima.

Zambrano (1.970; cp. Audemard, 1.984) clasifica el área de estudio dentro del tipo de zona Awi1 (clasificación según Koeppen) el cual engloba zonas con las siguientes características:

- Clima tropical lluvioso cálido, de sabana y bosques tropófilos.
- Temperatura media anual superior a 18°C, y generalmente entre 24 y 26°C.
- Dos estaciones: una seca que cubre el final y el inicio del año (Diciembre-Abril) y una lluviosa que se extiende hasta Noviembre con un solo máximo de precipitación.
- La estación más calurosa se presenta antes del solsticio de verano.
- Oscilación media diaria (diferencia entre temperatura mínima y máxima) en un mes entre 10 y 20°C.
- Gradiente Térmico: 0,75°C/100m.
- Oscilación media anual: 3 a 4°C.
- Precipitación Anual: 700 a 1.200mm; inferior a 60mm mensualmente durante la estación seca.
- Humedad relativa media anual: 70 a 80%.

Igualmente, en base al informe presentado por el P.D.U.L. (1.997), se consideraron los registros de la estación climatológica Cúa-Tovar para analizar el comportamiento de las variables: temperatura, precipitación y evaporación de la zona.

Los registros de temperatura se muestran en la Tabla N° 2 y la representación gráfica en la Figura N° 2.

Tabla N° 2: Temperatura media, máxima y mínima absoluta mensual (°C). Años: 1.951-1.995. Estación Cúa-Tova

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
MEDIA	23,7	24,6	25,7	27,0	27,0	25,9	25,5	25,6	25,9	25,8	25,4	24,0	25,5
MAXIMA	40,8	38,2	38,4	39,9	37,4	38,6	35,0	35,4	39,0	37,0	34,9	35,5	40,8
MNIMA	14,0	14,8	14,4	16,6	16,8	18,2	14,4	15,2	16,5	16,6	15,6	13,7	13,7

Fuente: M.A.R.N.R. Dirección de Hidrología y Meteorología. 1.997

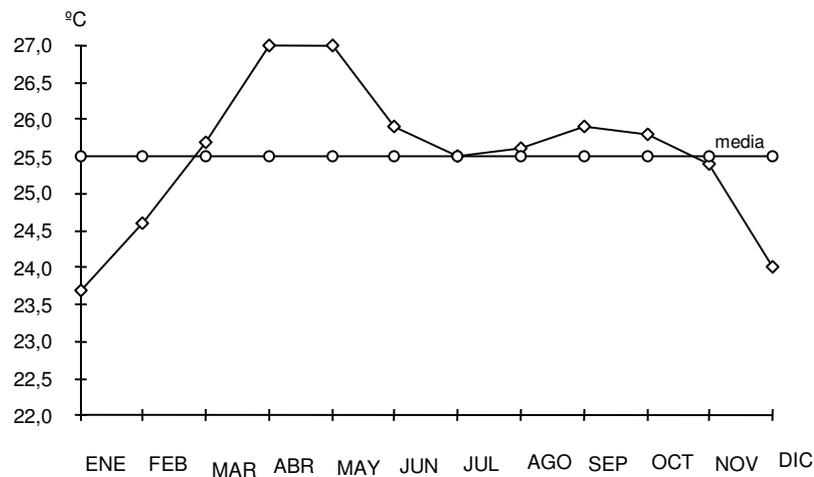


Figura N° 2: Temperatura media mensual y anual (°C). Años: 1.951-1.995. Estación Cúa-Tovar.

Fuente: M.A.R.N.R. Dirección de Hidrología y Meteorología. 1.997. Elaboración P.D.U.L.

La Tabla N° 3 y la Figura N° 3 muestran la precipitación media registrada en la zona de estudio.

Tabla N° 3: Precipitación media mensual (mm.). Años: 1.951-1.995. Estación Cúa-Tovar.

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
32,6	14,4	15,3	43,0	110,1	174,9	168,3	134,7	104,8	95,5	71,3	65,8	1.030,7

Fuente: M.A.R.N.R. Dirección de Hidrología y Meteorología. 1.997.

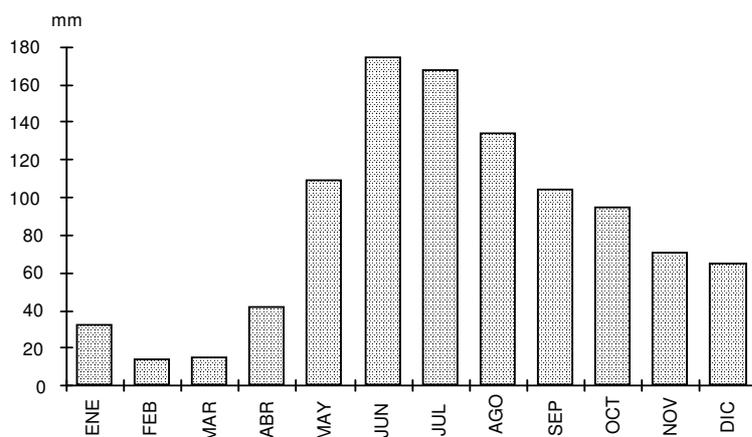


Figura N° 3: Precipitación media mensual (mm.). Años: 1.951-1.995. Estación Cúa-Tovar.

Fuente: M.A.R.N.R. Dirección de Hidrología y Meteorología. 1.997. Elaboración P.D.U.L.

Para conocer los registros de evaporación del lugar se utilizaron los datos registrados en la estación Cúa-Tovar (1.951-1.995). La evaporación media anual corresponde a 2.037mm, siendo superior a la precipitación anual. Los máximos registros de evaporación ocurren en los primeros meses del año, con valores máximos en los meses de marzo (222,6mm) y abril (211,3mm); estos meses corresponden con los que presentan temperatura máxima al final del período de sequía.

I . 5 . Geomorfología.

La geomorfología del municipio se presenta en el Mapa N° 4. El área del municipio Cristóbal Rojas presenta las siguientes unidades geomorfológicas, según el Plan de Ordenación Urbanística de los Valles del Tuy:

I . 5 . 1 . Montaña:

Esta unidad se encuentra en la región Norte y Oeste del municipio, es el relieve con mayores alturas y pendientes pronunciadas de la región, por lo cual presenta problemas de erosión e inestabilidad. En estos sectores las laderas pueden ser escarpadas con topes redondeados, la erosión hídrica es intensa cuando la cobertura vegetal ha sido desplazada por actividades antrópicas.

I . 5 . 2 . Colinas:

Son elevaciones moderadas (menores a 400msnm) de pendientes menos inclinadas que la unidad montañosa (de 16 a 35% colinas medias), delimitan el valle de la quebrada Charallave por el O, SO y E. Las laderas

presentan problemas de erosión laminar y de entallamiento profundo en cárcavas y sobre texturas finas y medias.

I . 5 . 3 . Lomas y tierras bajas coluvio-aluviales:

El relieve es de baja altura (entre 130 y 400msnm) con valores promedios de pendientes dentro del rango de 5 a 15%. Está constituida litológicamente por areniscas pobremente estratificadas, limolitas, arcillas y conglomerados, pobremente cementados y fácilmente erosionables, lo que genera una morfología típica de cerros bajos, lomas bajas y redondeadas y valles anchos con sección transversal en forma de “U”.

I . 5 . 4 . Planicie aluvial de los cursos de agua principales:

Está conformado por las zonas de acumulación aluvial y coluvial de la quebrada Charallave y el tramo distal de los diferentes afluentes temporales de la misma. Característico de estas planicies es su condición receptora por gravedad de materiales de origen coluvial y aluvial.

I . 6 . Geología Regional.

La litología que aflora en el área del Municipio Cristóbal Rojas es la correspondiente a las Formaciones Las Mercedes, Paracotos y Tuy. En las posiciones bajas de los medios de acumulación se localizan los sedimentos de origen fluvial y torrencial. El Mapa N° 5 es el Mapa Geológico realizado para el Plan de Ordenación Urbanística de los Valles del Tuy; en él están representadas las Formaciones mencionadas anteriormente.

I . 6 . 1 . Formación Las Mercedes:

Según el P.D.U.L. (1.997), los esquistos y calizas Las Mercedes aparecen en las montañas bajas al N y NO de Charallave. Data del Jurásico Superior y Cretáceo Inferior. Está caracterizada por esquistos predominantemente calcáreos, con secciones arenosas grafitosas y micáceas. La permeabilidad de la Formación Las Mercedes es muy baja. Los esquistos muy fracturados y alterados los cuales empobrecen las condiciones para las fundaciones; en cambio las calizas gruesas y macizas si son buenas para tal fin.

I . 6 . 2 . Formación Paracotos:

Según el P.D.U.L. (1.997), al O y SO de la localidad de Charallave aflora esta formación, una secuencia potente de rocas metamórficas, calizas afaníticas recristalizadas de color verde grisáceo a gris claro, meta-conglomerados de poco espesor con guijarros de rocas básicas, meta-arenitas,

meta limolitas feldespáticas, lutitas filíticas y pequeños contenidos de rocas meta-volcánicas, brechas de flujo y lavas.

Estas rocas forman estructuras estratificadas, cruzadas por las fallas de la región de Charallave. Presentan condiciones que van de moderadas a difíciles para fundaciones, según el grado de meteorización de los afloramientos y del espesor de la capa alterada. Su excavación es fácil y la permeabilidad muy baja

I . 6 . 3 . Formación Tuy.

Picard y Pimentel (1.968; cp. Audemard, 1.984) definen la Formación Tuy como consistente de una intercalación constante y monótona de capas gruesas, generalmente de 1 a 3m de espesor, con estratificación mal desarrollada de gravas y conglomerados mal consolidados (55%), arcillas generalmente impuras (30%), y areniscas margas (15%). Estos sedimentos son de origen fluvio-lacustre, de edad Mioceno Superior-Plioceno y alcanzan unos 350m de espesor. Hacia el NE de la cuenca, estos autores redefinen al conglomerado de Pichao, elevándolo a miembro (inferior) de la Formación Tuy.

I . 6 . 4 . Terrazas Aluviales:

Picard y Pimentel (1.968; cp. Audemard, 1.984) señala que en la cuenca se observan dos tipos de terrazas, reconocibles básicamente por su posición. Las más abundantes son las terrazas aluvionales de los ríos Tuy y Guaire, levantadas a distintas alturas que van desde 2 y 15m con respecto al aluvión reciente del río, en posición horizontal y presentes en ambos lados del cauce; estas terrazas son muy jóvenes, e indican un pequeño levantamiento, evidente en toda la Cordillera de la Costa. Las otras terrazas se encuentran en la parte central de la cuenca y las de mayor superficie se encuentran entre las quebradas Soapire y Tomuso.

I . 7 . Sismicidad.

Atendiendo a la Norma Venezolana (Covenin 1.756:2.001) para Edificaciones Sismorresistentes (1ª Revisión), el Municipio Cristóbal Rojas del estado Miranda se encuentra en Zona 4, correspondiéndole un coeficiente de la aceleración horizontal A_0 de 0,25. El coeficiente de la aceleración vertical se tomará como 70% del valor de A_0 . De acuerdo al grado de consistencia que evidencia el estrato arcilloso, la forma espectral se tipifica como "S3", estimándose una velocidad promedio de las ondas de corte (V_{sp}) de 300 m/s y, un factor de corrección (\square) del coeficiente A_0 igual a 1. Estos valores sísmicos se muestran en la Tabla N° 4.

Tabla N° 4: Valores sísmicos

Zona	4
Ao =	0,25
Av =	0,70 Ao
Forma espectral	S3
Vsp =	300 m/s
φ =	1

En la cuenca del Tuy se han detectado la mayoría de los terremotos importantes que han afectado la región norcentral de Venezuela. Igualmente, en la cuenca se han localizados algunos epicentros. En el ANEXO B se describen los sismos más importantes que han afectado la Cuenca del Tuy a lo largo de la historia.

I . 8 . Geología Estructural Regional.

Picard y Pimentel (1.968; cp. Audemard, 1.984) mencionan que la cuenca del Tuy es un graben que se ubica en la faja tectónica de Cauagua-El Tinaco, limitada al norte por la Falla de La Victoria que en la cuenca toma el nombre de Falla Pichao, la cual la pone en contacto con la Faja de la Cordillera de la Costa; al sur por las fallas de Agua Fría y Santa Rosa la cual la ponen con las Fajas de Villa de Cura y de Paracotos. El rumbo aproximado de estas fallas es N75°E. El límite occidental está demarcado por la Falla de Charallave, y el límite oriental lo constituye un sistema desordenado de fallas transversales. La cuenca del Tuy es una gran estructura sinclinal con orientación subparalela a la Falla de La Victoria.

I . 8 . 1 . Falla de La Victoria.

El sistema de fallas de La Victoria se extiende por 350km hacia oriente desde el sur de Barquisimeto hasta Cabo Codera. Paralela a la Cordillera de la Costa, con un rumbo promedio de N78°E +/- 17°, la falla bordea el río Tuy y el Lago de Valencia por el flanco norte.

El sistema de fallas de La Victoria tiene definida cinco secciones. La Falla de Pichao es una sección que se extiende desde Las Tejerías (oeste) hasta Cabo Codera (en la costa, Este). En la Tabla N° 5 se presentan las características de esta falla.

Tabla N° 5: Falla de Pichao (sistema La Victoria).

FALLA PICHAO (SISTEMA DE FALLA LA VICTORIA)	
EXTENSION	Las tejerías (oeste) - Cabo Codera (costa este)
LONGITUD	118 Km
RUMBO PROMEDIO	N76°E +/- 3°
INCLINACION PROMEDIO	Sub-vertical
SENTIDO DEL MOVIMIENTO	Lateral-derecho y un componente normal
INTERVALO DE RECURRENCIA	6,9 Ms cada 2300 años
TASA DE MOVIMIENTO	< 0,4mm/año
EDAD DEL ULTIMO MOVIMIENTO	Cuaternario

Fuente: Map and Database of Quaternary Faults in Venezuela and its Offshore Regions. USGS y FUNVISIS. Año 2.000.

La traza de esta falla se evidencia en las rocas metamórficas al NW de la cuenca, al norte del aeropuerto de Charallave, donde aparece señalada por escarpes bien desarrollados, valles lineales y drenajes lineales.

A lo largo del sistema de Falla de La Victoria y en la cuenca en general, se evidencia la existencia de movimientos tectónicos con un componente predominante vertical normal.

1.8.2. Falla de Tácata.

La Falla de Tácata se extiende desde la población de igual nombre, donde se intercepta con la Falla de La Victoria, hasta el límite sur de la Faja de Villa de Cura. Presenta un rumbo aproximado de N65°E, pero con una inflexión hacia el SE en las inmediaciones de El Peñon (al Este de Ocumare del Tuy). En algunos mapas es también llamada Falla de Charallave.

Tabla N° 6: Falla de Tácata.

FALLA DE TACATA	
EXTENSION	Las tejerías (oeste) - Altagracia de Orituco (suroeste)
LONGITUD	80 Km, con una ruptura que crea dos porciones de 40 km cada
RUMBO PROMEDIO	N64°E +/- 10°
INCLINACION PROMEDIO	Sub-vertical
SENTIDO DEL MOVIMIENTO	Lateral-derecho
INTERVALO DE RECURRENCIA	6,7 Ms cada 1000 años
TASA DE MOVIMIENTO	< 0,4mm/año
EDAD DEL ULTIMO MOVIMIENTO	Cuaternario

Fuente: Map and Database of Quaternary Faults in Venezuela and its Offshore Regions. USGS y FUNVISIS. Año 2.000

Audemard (1.984) señala que, en las vistas aéreas se observa un marcado contraste en el relieve entre las poblaciones de Cúa y Ocumare del Tuy, donde las rocas metavolcánicas aflorantes al Sur, están elevadas aproximadamente unos 400m con respecto a los sedimentos de origen continental de la cuenca del Tuy aflorantes al norte.

Audemard (1.984) observa además, que las fallas que cortan a las rocas metamórficas en la región al oeste de la cuenca entre las fallas de La Victoria y de Tácata, parecen estar arrastradas dextralmente por la falla de Tácata.

En el Mapa N° 6 se presentan las Fallas Cuaternarias de la Región Central de Venezuela. A continuación en la Tabla N° 7 se muestra la leyenda de este mapa, destacando las fallas antes mencionadas.

Tabla N° 7: Leyenda Mapa de Fallas Cuaternarias.

Número	Nombre de la estructura	Sentido del movimiento	Edad del último movimiento	Tasa del movimiento
		(mayor/menor)		mm/año
VE-08a	Falla La Guacamaya	Lateral Derecha	<1.6 Ma	0,6
VE-08b	Falla La Cabrera	Lateral Derecha	<15 ka	1,1
VE-08c	Falla El Horno	Lateral Derecha	<1.6 Ma	0,5
VE-08d	Falla La Victoria	Lateral Derecha	<1,6 Ma	0,55
VE-08e	Falla de Pichao	Lateral Derecha/Normal	<1,6 Ma	0,4
VE-09a	Falla Río Guárico-Sección Norte	Lateral Derecha	<1.6 Ma	0,3
VE-09b	Falla Río Guárico-Sección Sur	Lateral Derecha	<1.6 Ma	0,3
VE-10a	Falla de Tacagua	Lateral Derecha/Normal	<1.6 Ma	0,17
VE-10b	Falla El Avila	Lateral Derecha/Normal	<1.6 Ma	0,4
VE-11	Falla de Tácata	Lateral Derecha/Normal	<1,6 Ma	0,4
VE-12	Falla de Píritu	Lateral Derecha	<1.6 Ma	0,3-0,4
VE-16	Falla de San Sebastian	Lateral Derecha	<15 ka	3-5(?)

Fuente: Map and Database of Quaternary Faults in Venezuela and its Offshore Regions. USGS y FUNVISIS. Año 2.000.

CAPÍTULO II

PROBLEMAS GEOTÉCNICOS

II . 1 . Problemas Geotécnicos.

Una gran parte de los daños ocurridos en viviendas que ocupan los espacios de nuevos desarrollos del municipio Cristóbal Rojas han sido ocasionados por problemas geotécnicos. Por esta razón se considera necesario definir conceptos relacionados con este tipo de problemas.

Su origen, manifestación y daños asociados son en la mayoría de los casos diferentes. Es por ello que surge la necesidad de hacer una clasificación de dichos problemas.

Según Salcedo y Sancio (1.989), un problema geotécnico se define como cualquier evento que implique deformaciones y daños a un terreno y a las obras civiles vecinas.

II . 2 . Manifestaciones de los problemas de origen geotécnico:

Márquez (2.001), define los factores que pueden dar indicios de problemas de origen geotécnico, estos son los siguientes:

- Grietas en las estructuras, estas se pueden presentar en columnas, vigas y paredes.
- Desniveles entre las losas de piso y terrenos.
- Grietas y depresiones en el terreno. Se pueden presentar en un jardín en áreas planas o en pendiente. Estas son manifestaciones de movimientos de masa y se presentan en forma concéntrica o paralela al plano de deslizamiento. El ancho de estas grietas puede variar, desde pocos centímetros hasta varios metros. La formación de la grieta puede hacer posible determinar la falla.

- Levantamiento del terreno y de aceras, brocales y muros de lindero. En algunos casos estos levantamientos se deben a raíces de árboles, si esto no es evidente, los levantamientos pueden ser causados por expansión del suelo o empujes laterales del terreno.
- Terreno con topografía original escalonada, esto pudiera indicar un movimiento actual, lento pero continuo, en el suelo.
- Presencia de escarpas o escalones naturales que muestran el suelo húmedo, estas son evidencias de deslizamientos de tierras.
- Muros, cercas, postes, o cualquier otro elemento que no esté aplomado o alineado en su forma normal. Estos son indicios de que el suelo se está moviendo, ocasionando el empuje de obras enterradas en él.
- Árboles inclinados, aunque esto no es un indicador confiable, comparado con los postes, muros o cercas inclinados que indican con mayor seguridad el movimiento del terreno, por cuanto los árboles buscan la luz solar y se inclinan. Sin embargo cuando se presentan muy inclinados, o inclinados en diferentes direcciones, pueden ser indicios de deslizamientos o movimientos superficiales.
- Desprendimiento de material de taludes de corte y relleno. Este se considera uno de los indicios más evidentes, el cual debe ser determinado por un especialista.
- Formación de cárcavas o canales naturales excavados por escorrentía. Este fenómeno puede causar problemas más graves.
- Presencia de huecos en el terreno. Estos huecos por lo general son el producto de erosión interna en el subsuelo, causada por el agua que se infiltra.
- Humedad o filtraciones en sótanos u otras zonas, afloramientos de agua al pie de taludes. Estos pueden ser provocados por aguas propias del terreno, o provenientes de roturas de tuberías, piscinas y tanques de almacenamiento de agua.
- Socavación del pie de laderas por ríos y quebradas. Estos procesos pueden originar deslizamiento progresivos de las mismas.

Todas estas manifestaciones se pueden presentar durante la construcción o en el transcurso de la vida útil de la obra.

Al momento en que los ingenieros o propietarios detecten cualquiera de estas manifestaciones, es necesario que se proceda a su reparación antes de

que se produzcan daños mayores, es decir, cuando el Ingeniero esté a tiempo de plantear y ejecutar la solución, para así evitar que se produzcan daños irreparables.

II . 3 . Causas y fenómenos que originan los problemas geotécnicos:

Según Salcedo (1.982; cp. Márquez, 2.001), las causas principales de los principales agrietamientos en viviendas y derrumbes parciales y totales son los siguientes:

- Desconocimiento del marco geológico regional e incorrecta selección del sitio.
- Presiones hidrostáticas en el suelo originadas por filtraciones provenientes de tuberías, estanques, tanquillas, piscinas, aguas de lluvia mal drenadas, y riego excesivo.
- Resolución del problema de fundaciones, ignorando la estabilidad de los taludes cercanos.
- Modificaciones topográficas en sitios potencialmente inestables.
- Taludes de relleno no confinado, construidos en pendientes altas, sin la correcta preparación del sitio, y mal compactados.
- Meteorización a mediano y largo plazo, de taludes de corte en roca, disminuyendo progresivamente su resistencia al corte inicial.
- Construcción de viviendas en rellenos mal compactados.

Como consecuencia de lo anteriormente expuesto, Salcedo y Sancio (1.989), precisan los siguientes tipos de problemas geotécnicos:

- Asentamientos del terreno.
- Expansión del terreno.
- Agrietamientos del terreno y la estructura.
- Erosión del terreno.
- Derrumbe (Deslizamientos, volcamientos, flujos de tierra y caídas de rocas).

Cuando el agrietamiento de la vivienda es producido por deslizamientos, el problema es más grave; si el terreno se humedece y no se ha eliminado la capa vegetal esta tiende a actuar como lubricante. El efecto resultante es la combinación del asentamiento vertical y el deslizamiento del relleno, con el arrastre de las obras sobre él edificadas.

Uno de los planteamientos del presente trabajo es verificar por medio de la inspección de estudios ya efectuados, si la expansividad de las arcillas en la región es un factor importante, que podría ser causante de problemas geotécnicos y debe ser considerado en los estudios de suelos.

Según Pérez Guerra (2.006), el fenómeno de las arcillas expansivas, consiste en el hinchamiento del suelo al humedecerse los cristales de las arcillas desecadas. Cuando los cristales contienen Montmorillonita, el efecto del humedecimiento es más intenso. En estudios evaluados en este trabajo se detectó la presencia de estas arcillas y su potencial expansivo.

La expansión se manifiesta en el momento en que el suelo comienza a absorber agua, es decir cuando su contenido de humedad aumenta. Eso puede ocurrir por procesos naturales, como la lluvia, o por procesos artificiales como riegos, roturas de tuberías, etc.

II . 4 . Clasificación de los problemas geotécnicos:

Los problemas geotécnicos se pueden presentar en obras de tierra, de vialidad, estructuras y cualquier otro tipo de obra civil, y éstos pueden producirse por acción natural o por intervención antrópica. Es por esta razón, que surge la necesidad de tener una clasificación de estos problemas en forma correcta, para así poder facilitar el análisis de ellos.

Los problemas geotécnicos se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Según sus causas.
- Según su origen.
- Según el tipo de daño a la vivienda.

II . 4 . 1 . Según sus causas:

Las causas de los problemas geotécnicos pueden ser antrópicas y naturales, o una combinación de estas.

Antrópicos: son aquellos daños a viviendas o cualquier tipo de obra civil inducidos por el hombre directa o indirectamente. Entre estas acciones antrópicas, Márquez (2.001) menciona las siguientes:

- Colocación de sobrecargas sin un estudio previo en las zonas superior de los taludes, tales como construcción de rellenos, muros y viviendas.
- Colocación de rellenos sobre las laderas de gran pendiente, sin preparación previa. No se remueve la capa vegetal, creando un deslizamiento relativo entre el relleno y el suelo original. El escalonamiento sistemático de las laderas para el apoyo del relleno en muchas oportunidades no se realiza.
- Ejecución de los rellenos que no cumplen con las normas elementales de compactación y deficiencias en la selección de materiales, resultando éstos muy susceptibles al asentamiento por humedecimiento.
- Taludes de corte y relleno que pocas veces se proyectan con criterios basados en investigaciones previas.
- Cortes al pie de taludes para ganar área de construcción o áreas en jardines y recreación. Esto puede originar un deslizamiento en el talud por crear un desequilibrio en él. En muchos casos, este talud se considera zona “verde”, al ocurrir el deslizamiento, legalmente la responsabilidad es del municipio; esto origina discusiones entre los propietarios, urbanizadores y el municipio.
- Alteración en condiciones naturales de aguas tales como obstrucción de cauces de quebradas, terraceos que impiden el flujo de aguas y favorecen su infiltración.
- Drenajes defectuosos o inexistentes.
- Colocación de tuberías y tanquillas sobre un relleno sin compactar. Al asentarse el relleno en forma irregular, las tuberías se rompen ocasionando filtraciones de aguas que aceleran el asentamiento de éste.
- Errores de cálculo realizados por el Ingeniero (fallas estructurales de diseño) o vicios de construcción. Como por ejemplo problemas en las fundaciones por no haber considerado la fricción negativa generada por los rellenos.

Naturales: son todas aquellas inherentes a la calidad y características de los suelos. Como también los efectos producidos por la erosión, terremotos, lluvias, cambios de temperatura, plantas y otros.

El agua de lluvia puede afectar a un relleno sin confinar o confinado colocado sobre la ladera de una montaña, en estos casos el agua percola a través del relleno (permeable) ocasionando deformaciones angulares, toda la capa de relleno sufre un movimiento de repteo y el terreno se asienta. Los rellenos en presencia de un sismo pueden sufrir un efecto dinámico al deslizarse y reacomodarse.

La erosión superficial puede afectar un talud ocasionando derrumbes, para evitar este proceso se colocan recubrimientos vegetales, gaviones o concreto proyectado.

II . 4 . 2 . Según su origen:

Asentamiento: se define como el movimiento vertical o diferencial de las fundaciones de una vivienda, la cual causa daños menores o colapso de la estructura. El análisis del asentamiento se puede realizar a través de estudios de campo y pruebas de laboratorio, es importante realizar una comparación entre la carga actuante y la carga resistente.

El asentamiento de la estructura puede ser por aumentos no anticipados de carga o por problemas en la resistencia del suelo. Causas comunes del asentamiento son terrenos compuestos por terrenos débiles (arcillas arenosas), rellenos mal realizados u ocurrencia del fenómeno de tubificación en el subsuelo.

Movimientos laterales: se deben principalmente al movimiento de los taludes, el cual puede ser clasificado en:

- Deslizamiento de rocas: estos son movimientos extremadamente rápidos que incluyen la caída libre de rocas y el movimiento de éstas por el cuerpo del talud.
- Fallas superficiales: son un desplazamiento en la parte externa del talud, que en general no presentan una profundidad mayor a 2 metros y son paralelos a la inclinación del talud.
- Falla mayor del talud: es un desplazamiento mayor que envuelve al talud completamente.
- Derrumbes: son fallas mayores de varios taludes, ocurriendo al mismo tiempo.
- Deformaciones del talud: es un proceso de transformación con deterioro del talud, el cual es imperceptiblemente lento, continuo y que produce un deterioro no sólo a la parte superficial. Estas deformaciones son

originadas principalmente por filtraciones en el subsuelo debido a lluvias continuas, irrigaciones, aguas subterráneas y a la rotura de tuberías.

II . 4 . 3 . Según el tipo de daño:

Arquitectura: este tipo de daño afecta la apariencia de la vivienda y usualmente se relaciona con agrietamientos menores en las paredes y pisos.

Funcionales: este tipo de daño afecta o limita el uso de la vivienda, sin llegarse a materializar el colapso, pero es necesario encontrar rápidamente la causa que originó el daño antes de que se presente una falla estructural, por ejemplo puede ser la caída de un techo.

Estructural: este afecta la estabilidad de la vivienda, inutilizándola mientras se efectúan las reparaciones pertinentes, si la vivienda o la obra de contención es recuperable, o demoliéndola en caso de que los daños sean irre recuperables. Ejemplo de estos daños son: agrietamientos en columnas, vigas de riostra, fundaciones o muros estructurales.

II . 5 . Estudios necesarios para la detección del origen y características de los problemas geotécnicos.

Los requisitos necesarios para estos estudios, incluyen investigaciones previas de carácter general de la zona y otras de carácter puntual relativas al lote específico donde ocurrió el problema geotécnico en cuestión.

II . 5 . 1 . Inspección detallada de los daños.

- Ubicación de las zonas donde se localicen grietas, hundimientos de la estructura, asentamientos y desplazamientos en el terreno.
- Levantamiento topográfico y nivelación de precisión.
- Determinación de tuberías rotas, en la vivienda y en zonas adyacentes.
- Reconocimiento de las condiciones geológicas de la zona, tales como: cercanía a fallas activas, tipo y características de la formación de la zona, existencia de calizas, etc.

El Mapa N° 7 representa una valiosa ayuda para el diagnóstico de los daños. Éste corresponde al Mapa de Riesgo Geológico realizado en el Plan de Ordenación Urbanística de los Valles del Tuy, en él se ubica el municipio Cristóbal Rojas y las urbanizaciones descritas en la Tabla N° 1.

Centeno (2.006) recomienda que, cuando existen topografías en pendientes y que involucre decisiones relacionadas con inestabilidad de terrenos, o con amenaza a construcciones; utilice la información geomorfológica que proveen las fotos aéreas secuenciales del lugar.

II . 5 . 2 . Revisión de los documentos existentes.

Revisión de toda la documentación relativa a la vivienda, como:

- Levantamientos topográficos.
- Estudios geotécnicos.
- Proyecto estructural.
- Planos de plomería.
- Características de las fundaciones.
- Planos de la vivienda, tal como fue construida.

Igualmente es importante, realizar entrevistas con los ingenieros que intervinieron en el proyecto y construcción de las obras.

II . 5 . 3 . Mediciones de campo.

A fin de cuantificar la magnitud de los movimientos y evaluar si éstos continúan, así como también, para determinar la presencia de agua y sus fluctuaciones, Márquez (2.001) menciona algunos de los instrumentos que se utilizan:

Inclinómetro: este instrumento es utilizado para determinar los movimientos horizontales de un talud. El procedimiento consiste en la colocación de dicho instrumento en una tubería flexible, introducida en el terreno, lo cual permite realizar medición de las variaciones con respecto a una posición vertical inicial.

Piezómetro: son instrumentos utilizados para determinar las variaciones estacionales del nivel del agua. El más simple de todos consiste en dejar colocado un tubo plástico de 1" de diámetro, con perforaciones pequeñas a todo lo largo, esto permite la medida del nivel de agua durante mucho tiempo.

Medidor de grietas: es un instrumento utilizado para determinar el aumento o disminución del ancho de una grieta.

Medidor de asentamientos: son instrumentos utilizados para determinar los asentamientos o levantamientos.

Mediciones de nivelación en el piso: La prueba consiste en realizar mediciones a intervalos de tiempo en varios puntos del piso, para determinar el movimiento relativo de la losa, cuando estas mediciones se grafican, proveen una explicación de las condiciones de deformación de las fundaciones.

II . 5 . 4 . Inspección de las fundaciones.

Consiste en realizar una inspección detallada de las fundaciones y de ser necesario, tomar muestras de éstas para determinar la resistencia del concreto, el refuerzo de acero y cualquier otra deformación de la fundación.

II . 5 . 5 . Exploración del subsuelo.

La exploración por **calicatas** se limita a los primeros metros del subsuelo, hay muchos casos donde ésta permite obtener información valiosa, y a veces suficiente, para determinar el tipo de fundación de una estructura liviana. Una conveniencia de la excavación de ellas, es que permite hacer en el fondo el ensayo de densidad en sitio. Es posible además tomar muestras voluminosas para ensayos de compactación y CBR.

Las **perforaciones** constituyen el método más común para investigar las características del subsuelo a profundidad, y obtener muestras para los ensayos de laboratorio. El tipo y número de las perforaciones varía con las características supuestas del subsuelo y con la información preliminar del proyecto que se estudia.

II . 5 . 6 . Muestreo

El propósito principal de la exploración es la toma de muestras de los diferentes estratos que se atraviesan.

En las calicatas se pueden tomar muestras directamente en el fondo o en las paredes; estas muestras pueden ser tomadas en bloques (imperturbadas) para definir sus características expansivas.

En las perforaciones, las muestras se obtienen con un muestreador de pared gruesa que se hince en el fondo con un martillo operado desde la superficie. Este ensayo de penetración consiste en registrar el número de golpes necesarios, dados con una masa o martillo de 63,50kg de peso en caída libre desde 76cm de altura, para hincar el sacamuestras una profundidad de 30cm. Este ensayo se conoce universalmente como SPT; las Normas usadas para su aplicación han sido especificadas por la ASTM. Las muestras obtenidas con el SPT permiten la clasificación del suelo respectivo.



Foto N° 1: (a) Ensayo SPT, (b) Obtención de muestras con un muestreador de pared gruesa.

II . 5 . 7 . Medición del nivel de agua subterránea

Durante la ejecución de una perforación de pequeño diámetro se puede ir determinando la posición del agua freática, mediante lecturas diarias. Conocer el verdadero nivel de agua freática es de gran importancia en estos estudios. La capacidad de soporte de un suelo está influenciada por este nivel.

Según Centeno (2.006), la ubicación del nivel freático en el caso de terrenos en pendientes requiere del uso de técnicas diferentes a las que se utilizan en el caso de terrenos planos, por tanto resulta indispensable reportar el máximo nivel alcanzado por la línea freática después de ocurrir una lluvia de alta intensidad y de larga duración; para lo cual, es preciso emplear el piezómetro de máxima que permite obtener tal nivel sin ser estrictamente necesario realizar dicha medición cuando está ocurriendo el evento meteorológico, por ser ello riesgoso para quien toma la medida.

II . 5 . 8 . Pruebas de laboratorio

Se realizan para determinar una serie de características del suelo como son: el tipo de suelo, humedad, densidad, compresibilidad, propiedades índice, resistencia al corte y conductividad hidráulica. Con estas pruebas, es posible apreciar el carácter del subsuelo explorado y su origen.

Los ensayos más frecuentes son: granulometría, contenido de materia orgánica, corte directo, compresibilidad o consolidación, expansión, compactación y en caso de ser requerido ensayos de CBR.

Estas pruebas son importantes ya que permiten determinar los parámetros a utilizar, tanto para el diseño de las fundaciones, como los requeridos para realizar los análisis de estabilidad de los taludes. Por lo tanto, es indispensable desarrollar un efectivo plan de pruebas de laboratorio, que permita cubrir todos los aspectos u objetivos a ser investigados.

Cuando hay razones para sospechar la presencia de arcillas expansivas en un terreno, debe iniciarse la toma de muestras para realizar las pruebas de laboratorio que corresponden a este tipo de suelos.

Hay dos tipos de métodos para reconocer las arcillas expansivas: directos e indirectos.

El método directo más simple de realizar es el **ensayo de expansión** que consiste en colocar la muestra en el anillo del consolidómetro y cargarla con la presión vertical correspondiente a la profundidad donde fue tomada la muestra. Una vez estabilizado el movimiento, se comienza a humedecer la muestra por debajo y tan pronto como se inicia el hinchamiento se va aumentando la carga sobre la muestra, de manera de impedir la expansión, hasta que se consiga la estabilización. La carga necesaria para impedir la expansión se considera la presión máxima de expansión (Pérez Guerra, 2.006).

Un método indirecto es el **ensayo de azul de metileno**. Éste determina las propiedades más importantes de las arcillas desde el punto de vista de su variación volumétrica con la humedad, como son su capacidad de cambio catiónico y su superficie específica. Se basa fundamentalmente en determinar la cantidad de una solución de azul de metileno que es capaz de adsorber una porción de muestra de suelo antes de saturarse. Como existe una proporción directa entre la proporción de arcilla de un suelo y la cantidad de azul de metileno adsorbido se puede deducir el grado de expansión del suelo (Bañón, 2.007).

CAPÍTULO III

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS DE LA REGIÓN

En los estudios geológicos y geomorfológicos consultados, no se hace mención a las características de los suelos que conforman el municipio, por esta razón se consideró de importancia hacer una investigación que permitiera conocer las características ingenieriles de los suelos, en especial en lo que se refiere a la presencia de arcillas expansivas, para ello se consultó la información de estudios anteriores en la zona del Municipio Cristóbal Rojas y se tomaron en forma aleatoria 4 muestras sueltas en diferentes taludes de la Intercomunal Charallave-Ocumare del Tuy a fin de conocer las características expansivas de la arcilla.

Los estudios consultados fueron los siguientes:

- Estudio Geotécnico, de un Galpón para depósito, Refinadora de Maíz Venezolana C. A. (REMAVENCA), parcela No. 47 Urb. Río Tuy Charallave, Edo. Miranda. (SINCLINAL S.A., Marzo 1.987).
- Estudio Geotécnico para estabilización del Talud Sur de la Planta Oscar Machado Zuloaga (O.M.Z) de la C.A. La Electricidad de Caracas. (INGEOSOLUM C.A., 1.997).
- Estudio de Suelos y Condiciones de Fundación. Ferrocarril Caracas-Cúa, prog. 29+380,00 – 29+860,00. Viaducto N° 5-4. (Ing. Gianfranco Perri, 1.997).

III . 1 . Estudios Geotécnicos.

Galpón para depósito de la Refinadora de Maíz Venezolana C. A. (REMAVENCA).

Este galpón se encuentra en la Urbanización Industrial Río Tuy, Charallave. Las características del suelo encontrado, se muestran a continuación:

El subsuelo del terreno en estudio está constituido por un depósito predominantemente arcilloso, que presenta características muy uniformes tanto de extensión como de profundidad.

A partir de los pequeños espesores de conformación superficial, comienzan a aparecer los estratos de arcillas de baja a alta plasticidad (CL, CH), de consistencia dura a muy dura. Los registros correspondientes al ensayo SPT están comprendidos entre 24 y +100 golpes/30 cm. Indicativos de la rigidez del estrato arcilloso. Las arcillas detectadas presentan porcentajes variables en su contenido de arena, siendo en algunos casos bastante elevado (45%). El color predominante en el estrato arcilloso varía de marrón a marrón amarillento.

El depósito arcilloso se ve interrumpido ocasionalmente por lentes o estratos areno arcillosos (SC) de alta densidad, con valores de SPT mayores a 80 golpes.

En la Tabla N° 8 se muestran los resultados de los ensayos característicos de laboratorio realizados a los suelos de los terrenos de REMAVENCA y en la Tabla N° 9 se presenta un resumen de los ensayos de expansión parcialmente controlados.

Tabla N° 8: Resumen Ensayos de laboratorio. REMAVENCA.

RESUMEN NUMERICO DE ENSAYOS RUTINARIOS DE LABORATORIO

PERF. No	H.N %	Wl %	Wp %	I.P %	L.C %	GRAVA %	ARENA %	FINOS %	P.E -
P1-M1	14.20	36.50	19.50	17.00	-	-	-	-	2.71
P1-M2	13.80	-	-	-	-	-	-	-	-
P1-M3	18.00	51.80	22.90	28.90	-	-	-	-	-
P1-M4	10.80	46.80	23.80	23.00	15.50	5.00	33.00	62.00	2.70
P1-M5	13.70	-	-	-	-	0.00	40.20	59.80	-
P2-M1	14.10	41.30	20.10	21.20	16.70	3.20	42.10	54.70	-
P2-M2	17.10	45.90	24.60	21.30	18.20	1.20	41.50	57.30	2.72
P2-M3	18.50	-	-	-	-	-	-	-	-
P2-M4	17.90	-	-	-	-	-	-	-	-
P2-M5	16.60	41.20	23.10	18.10	17.90	-	-	-	-
P3-M1	14.10	42.70	22.40	20.30	15.60	-	-	-	2.72
P3-M2	12.40	39.50	22.00	17.50	14.20	-	-	-	-
P3-M3	11.60	-	-	-	-	-	-	-	-
P3-M4	15.70	-	-	-	-	-	-	-	-
P3-M5	15.00	-	-	-	-	-	-	-	-
P4-M1	12.70	38.20	21.10	17.10	16.50	1.50	39.40	59.10	-
P4-M2	17.90	-	-	-	-	-	-	-	-
P4-M3	8.40	-	-	-	-	10.10	59.90	30.00	-
P4-M4	8.80	-	-	-	-	7.60	61.20	31.20	-
P4-M5	11.50	45.50	23.70	21.80	-	-	-	-	2.72

Fuente: SINCLINAL S.A., 1.987.

Tabla N° 9: Ensayos de expansión parcialmente controlados. REMAVENCA.

RESUMEN DE ENSAYOS DE EXPANSION PARCIALMENTE CONTROLADOS

Muestras a humedad natural					Muestras secas al aire				
PERF. No	H.E %	D.S. k/m ³	Exp. %	Pres. k/cm ²	H.E %	D.S. k/m ³	Exp. %	Pres. k/cm ²	
P1-M1	11.2	1953	4.43	0.032	3.9	2082	8.83	0.032	
P1-M3	16.1	1855	9.13	0.033	5.4	2180	17.66	0.033	
P2-M1	13.9	1905	5.80	0.030	3.7	2054	9.46	0.030	
P2-M2	15.8	1814	6.10	0.031	3.9	1979	6.21	0.031	

LEYENDA: H.N : humedad natural D.S. : densidad seca
 H.E : humedad de ensayo Exp. : expansion en %
 Wl : limite liquido I.P : indice plastico
 Wp : limite plastico L.C : limite de contraccion

Fuente: SINCLINAL S.A., 1.987.

Estabilización de talud en la Planta O.M.Z de la C.A. La Electricidad de Caracas.

Esta planta está ubicada al noreste del Municipio Cristóbal Rojas, en el sector La Raisa. Las características de las arcillas allí encontradas, se indican a continuación:

Desde la superficie del terreno se encuentra un relleno de espesor alrededor de los 8 metros. Este relleno se encuentra constituido por una arcilla arenosa fina a gruesa. Luego del relleno se reporta una arcilla arenosa, de consistencia dura (Ver Tabla N° 10), de alta plasticidad (CH), con límites plásticos superiores al contenido de humedad natural, índices de liquidez positivos y negativos e índices de plasticidad promedio de 31% (Tabla N° 11).

Tabla N° 10: Datos Generales, Estabilización del talud sur en la Planta O.M.Z.

Perforación N°	Muestra	Profundidad (m)	Clasificación Uificada	qu (Kg/cm ²)	Porcentaje de grava	Porcentaje de arena	% < 200	% C	Color de la muestra
P-1	M-13	11.00	CH	4.0 (*)	2.00	74.00	24.00	-	Marrón y Gris
P-1	M-15	13.00	CH	4.5 (*)	-	1.00	99.00	-	Marrón y Gris
P-2	M-11	9.00	CH	1.2 (*)	11.00	21.00	68.00	-	Marrón Rojizo
P-2	M-16	14.00	CH	4.0 (*)	-	1.00	99.00	-	Marrón y Gris
C-2	M-1	1,00 a 1,50	CH	-	-	5.00	95.00	25.00	Marrón y Gris

qu = Valores de la Compresión no confinada

(*) = Valores del penetrómetro de bolsillo

%C= Porcentaje < a 2 micras

Fuente: INGEOSOLUM C.A., 1.997

Tabla N° 11: Resumen de Ensayos Límite, Estabilización del talud sur en la Planta O.M.Z.

Perforación N°	Muestra	Profundidad (m)	IL	LL	LP	IP	% < 200
P-1	M-13	11,00	-0.27	57,00	27,00	30,00	24,00
P-1	M-15	13,00	0.03	61,00	27,00	34,00	99,00
P-2	M-11	9,00	0.23	51,00	16,00	35,00	68,00
P-2	M-16	14,00	0.06	63,00	27,00	36,00	99,00
C-2	M-1	1,00 a 1,50	-0.15	46,00	26,00	20,00	95,00

Leyenda:

LC= Límite de Contracción LP= Límite Plástico IP= Índice de Plasticidad
 LL= Límite Líquido IL= Índice de Liquidez o Fluidéz % < 200= Porcentaje que pasa por el tamiz # 200

Fuente: INGEOSOLUM C.A., 1.997.

Estudio de suelos y condiciones de fundación del Viaducto N° 5-4 del Ferrocarril Caracas-Cúa. Se hace mención al Tramo A (prog. 29+380 - 29+410).

Este viaducto está ubicado en la salida sur de la Estación Sur de Charallave. Los resultados obtenidos de la exploración y de los ensayos de laboratorio efectuados, revelan que el subsuelo del sector explorado se encuentra constituido por un depósito de sedimentos.

Superficialmente se localiza un manto de suelos de relleno el cual presenta un espesor máximo de 7.0 m. (Estrato 1). Estos suelos son de compacidad media a densa y se clasifican como una arena arcillosa (SC) con grava angular fina y media.

Seguidamente se localizan los sedimentos en sitio, evidenciándose un primer estrato de espesor variable entre 3.0 m y 9.0 m de arcilla arenosa (CL) de baja a media plasticidad y consistencia dura (Estrato 2). En la Tabla N° 12 se muestran los resultados obtenidos de los ensayos realizados en este estrato.

Tabla N°12: Resultados Ensayos de Laboratorio. Estrato 2.

Ø	C (Kg/cm ²)	γ (T/m ³)	LL (%)	LP (%)	W (%)	% Arena	% Grava
0°	2.5	2.15	37-47	18-19	10-16	22-30	3-4

Fuente: Ing. Gianfranco Perri, 1.997.

A continuación se localiza un estrato de 6m de espesor aproximadamente, de arena arcillosa de compacidad muy densa a juzgar por los valores del Índice de Penetración SPT comprendidos entre 45 y 57 golpes (Estrato 3).

Este material ha sido caracterizado basado en correlaciones con el Índice de Penetración SPT y a los resultados de los ensayos de laboratorio de la siguiente manera (Ver Tabla N° 13):

Tabla N° 13: Resultados de Caracterización. Estrato 3.

Ø	C (Kg/cm ²)	γ (T/m ³)	% Finos	Ip Finos
34°	0	2.25	15-40	8%-20%

Fuente: Ing. Gianfranco Perri, 1.997.

Finalmente hasta las profundidades investigadas, se detectó un estrato de arcilla poco arenosa (CL) de baja a media plasticidad y de consistencia muy dura con valores del Índice de Penetración SPT comprendidos entre 57 y más de 60 golpes (Estrato 4); habiéndose caracterizado este material con los parámetros presentados en la Tabla N° 14.

Tabla N° 14: Resultados Caracterización. Estrato 4.

Ø	c (Kg/cm ²)	γ (T/m ³)	LL (%)	LP (%)	W (%)	% Arena	% Grava
0°	2.5	2.25	37-41	18-21	≈14	24-31	0-1

Fuente: Ing. Gianfranco Perri, 1.997.

III . 2 . Toma de muestras aleatorias en los taludes de la Intercomunal Charallave –Ocumare

Para conocer las características del suelo de la región se tomaron 4 muestras de los taludes de corte del margen oriental de la Intercomunal Charallave-Ocumare del Tuy. La separación entre cada punto de extracción fue de aproximadamente 1km a lo largo de la vía, de manera de abarcar parte de la zona norte y sur de la ciudad de Charallave. En el mapa de ubicación se señalan los puntos de extracción de cada muestra (Ver Mapa N° 3).

Ubicación de las muestras:

- Muestra N° 1 (M-1): Talud entrada Urbanización Colinas de Betania.
- Muestra N° 2 (M-2): Talud al Sur de la Redoma Santa Rosa.
- Muestra N° 3 (M-3): Talud Sector Parcelamiento Paraíso.
- Muestra N° 4 (M-4): Talud frente a la Estación Charallave Norte del Ferrocarril Caracas-Cúa.



M-1



M-2

Foto N° 2: Extracción de muestras de suelo de la Intercomunal Charallave-Santa Teresa. Muestras M-1 y M-2.



M-3



M-4

Foto N° 3: Extracción de muestras de suelo de la Intercomunal Charallave-Ocumare. Muestras M-3 y M-4.

El proceso de extracción consistió en remover 30cm del material superficial expuesto a las condiciones ambientales y tomar aproximadamente 5kg de muestra en estado suelto, que inmediatamente se guardó en bolsas plásticas y en una cava para conservar la humedad.

Estas muestras de suelos fueron analizadas en el laboratorio de la oficina CENTENO-RODRIGUEZ & ASOCIADOS S.C., los ensayos de clasificación de los suelos practicados fueron los siguientes:

- humedad natural.
- granulometría por tamizado e hidrómetro.
- límites de consistencia (líquido y plástico).
- peso unitario.
- gravedad específica.
- azul de metileno
- presión de expansión.

A continuación se muestran los resultados arrojados por dichos ensayos (Ver Tabla N° 15).

Tabla N° 15: Resumen de ensayos de laboratorio para las muestras.

RESUMEN DE ENSAYOS REALIZADOS PARA LAS MUESTRAS											
MUESTRA	% W	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Gs	% más fino cedazo 200	P (g/100g)	% COLOIDES	Índice de nocividad In	A ext. total moléc. coloides (m²/g)	Máx. presión de expansión (kg/cm²)
M1	13,29	37,35	23,84	13,51	2,72	73,88	3,88	28	13,85	338,77	0,031
M2	12,95	38,76	23,24	15,52	2,68	64,52	5,04	22	22,92	560,78	0,071
M3	13,84	36,41	26,28	10,12	2,74	88,88	5,95	26	22,89	560,01	0,137
M4	8,50	33,36	25,78	7,58	2,78	71,48	2,91	10	29,06	711,07	0,047

Fuente: CENTENO RODRÍGUEZ & ASOCIADOS S.C. (2.010).

Descripción de las muestras:**Muestra N° 1:**

Esta muestra presentaba un color rojizo, no característico de los suelos de la zona; por lo que se infiere que el talud de donde se extrajo esta muestra corresponde a uno de relleno (Ver Foto N° 2 M-1).

El contenido de humedad resultó en 13,29%, con un 73,88% del material que pasa por el tamiz #200. Según la carta de plasticidad, este suelo se considera una arcilla arenosa de media a baja plasticidad (CL).

Los resultados de superficie específica e índice de nocividad del ensayo azul de metileno para la muestra, determinó un mineral del tipo Vermiculita con coloides nocivos. Por medio del ensayo de presión de expansión, el resultado fue de 0,031 kg/cm², que es considerada una presión baja.

Muestra N° 2:

El talud donde fue extraída la muestra es de corte, el color que presenta esta muestra es de beige claro a gris (Foto N° 2 M-2), La humedad natural determinada fue 12,95%.

En el ensayo granulométrico el 64,52% del material pasa por el tamiz #200, por lo cual se considera una arcilla arenosa (CL) de media a baja plasticidad.

El ensayo de azul de metileno permite identificar la muestra con coloides muy nocivos con características, según su superficie específica, de un mineral que está entre Vermiculita y Montmorilonita. Sin embargo el ensayo de presión de expansión para esta muestra resultó en 0,071 kg/cm², que se considera un potencial de expansión bajo.

Muestra N° 3:

La muestra fue extraída de un talud de corte. Presenta coloración ocre, y un contenido de humedad igual a 13,84% (Ver Foto N° 3 M-3).

El porcentaje de finos que pasa del cedazo #200 es 88,88%, según la carta de plasticidad se considera un limo arcilloso con trazas de arena de baja a mediana plasticidad (ML).

La superficie específica e índice de nocividad del ensayo azul de metileno resultaron prácticamente igual a los mostrados en la muestra N° 2.

El ensayo de presión de expansión resultó en $0,137 \text{ kg/cm}^2$, que se considera como un potencial expansivo bajo.

Muestra N° 4:

La muestra fue extraída de un talud de corte, ubicado frente a la Estación Norte de Charallave del Ferrocarril Caracas-Cúa. Presenta coloración beige a marrón claro. Foto N° 3 M-4.

El contenido de humedad es de 8,50%. El 71,48% del material pasa el tamiz #200, según el Índice Plástico y el Límite Líquido, un limo arenoso de baja a media plasticidad (ML).

La superficie específica y el índice de nocividad determinado con el ensayo de azul de metileno indican que la fracción arcillosa contiene un mineral con características muy cercanas a la Montmorilonita y presenta coloides muy nocivos respectivamente. Sin embargo, el ensayo de expansión restringido arroja una máxima presión de expansión de $0,047 \text{ kg/cm}^2$, siendo éste un potencial expansivo muy bajo.

En el ANEXO C se presentan los detalles de los ensayos de laboratorio realizados a las muestras, incluyendo fotografías.

III . 3 . Representación de los Límites de Consistencia y Potencial expansivo:

A fin de conocer las características del suelo del municipio se revisaron los estudios presentados anteriormente, cuya ubicación permitió cubrir la mayor parte del municipio. Los valores obtenidos en los ensayos de límites de consistencia se representaron en la Carta de Plasticidad de Casagrande, mostrada en la Figura N° 4. De esta revisión, se deduce que los suelos son predominantemente arcillosos, de consistencia dura, con variaciones que van desde arcillas arenosas de mediana a alta plasticidad, hasta arenas arcillosas.

Igualmente, los valores de los ensayos de expansión mostrados en dichos estudios se representaron en la Tabla N° 16. De éstos, los suelos que presentaban mayor potencial expansivo fueron los del Centro de Servicios O.M.Z; el resto resultaron de mediana y baja expansividad.

Lo anteriormente expresado indica que los suelos del municipio Cristóbal Rojas son predominantemente arcillosos con características muy variables, por lo tanto es importante exigir para las construcciones de futuros desarrollos urbanísticos, en especial las de viviendas livianas o de interés social, estudios de suelos completos, que incluyan la determinación de las características de

expansividad de los suelos, bien sea por método directos (expansión en el consolidómetro) o indirecto (ensayo de azul de metileno).

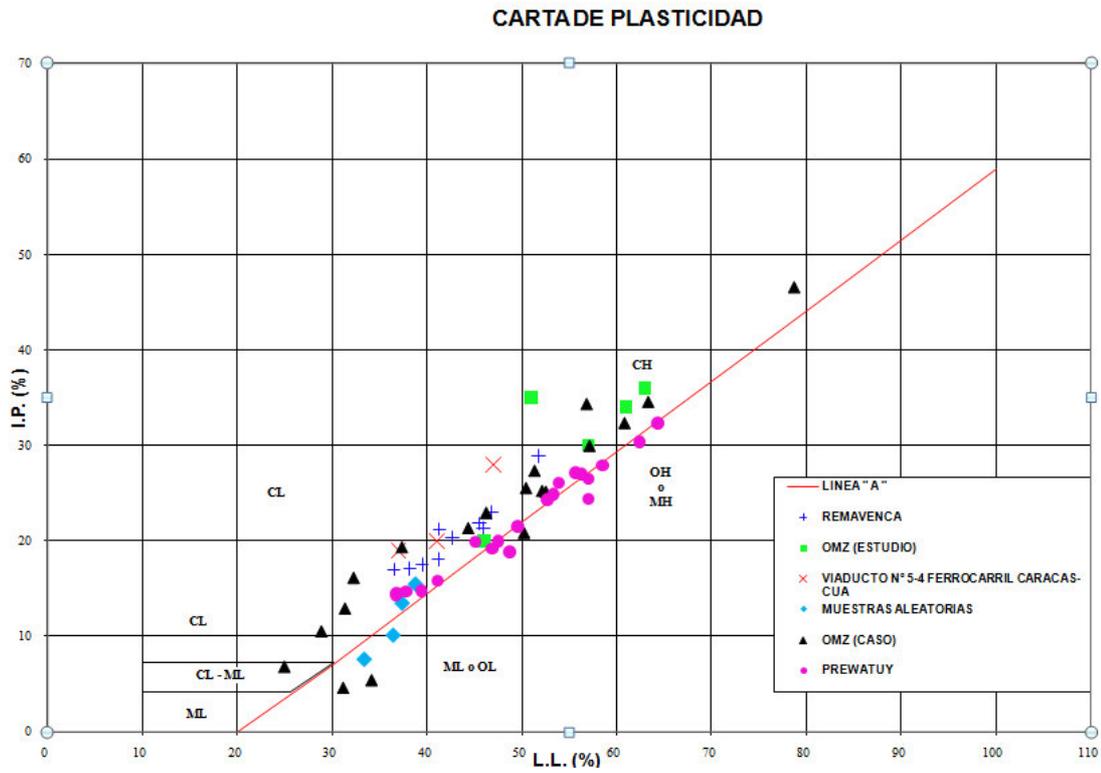


Figura N° 4: Carta de Plasticidad de Casagrande. Representación de los Límites de Consistencia.

Tabla N° 16: Grado de Expansión de Estudios y Muestras

ESTUDIO	MUESTRA	TIPO DE ENSAYO	MUESTRAS A HUMEDAD NATURAL		PRESIÓN DE EXPANSIÓN (kg/cm ²)	GRADO DE EXPANSIÓN			
			% HUMEDAD (%)	% EXPANSIÓN (%)					
REMAVENCA	P1-M1	Expansión restringida, carga controlada	11,20	4,43	0,032	BAJO			
	P1-MB		16,10	9,13	0,033	BAJO			
	P2-M1		13,90	5,80	0,030	BAJO			
	P2-M2		15,80	6,10	0,031	BAJO			
MUESTRAS ALEATORIAS	M1	Expansión restringida, deformación controlada	13,29	0,00	0,031	BAJO			
	M2		12,95	0,00	0,071	BAJO			
	M3		13,84	0,00	0,137	BAJO			
	M4		8,50	0,00	0,047	BAJO			
O.M.Z. (CASO)	MONOLITO 1	Expansión libre	12,20	1,03	0,156	ALTO			
		Expansión restringida, carga controlada			1,883				
	MONOLITO 2	Expansión libre			3,30		0,04	2,878	ALTO
		Expansión restringida, carga controlada						0,154	
				6,27	2,434				
				0,07	6,668				

CAPÍTULO IV

CASOS ESTUDIADOS

IV . 1 . Análisis de los casos estudiados.

En este capítulo se presentan los casos seleccionados relativos a la investigación de la incidencia de factores de orden geotécnico topográficos y de drenaje en el Municipio Cristóbal Rojas.

El proceso de trabajo consistió en la recopilación de información de distintas fuentes, estudios realizados por compañías especializadas, inspecciones de los funcionarios de la Alcaldía del Municipio, Protección Civil y asociaciones de vecinos. Luego se hicieron inspecciones a las viviendas de manera de poder constatar las condiciones actuales del caso presentado. Seguidamente se procesó la información con que se contaba para cada caso.

Para el desarrollo de cada caso se describen los siguientes aspectos:

- Ubicación.
- Fecha de ocurrencia.
- Antecedentes (si los tiene).
- Características generales de la vivienda.
- Características de afectación o manifestación del problema.
- Estudios realizados para determinar las causas (si existen los estudios).
- Causas de los daños.
- Soluciones adoptadas o recomendaciones.

Seguidamente se presentan los esquemas y fotos que ponen en evidencia los daños sufridos por las estructuras y las soluciones adoptadas en algunos casos.

Debido a que se encontraron pocos estudios referentes a problemas geotécnicos presentes en viviendas unifamiliares, se incluyeron algunos casos de otro tipo de estructuras afectadas, con estudios completos ya que las manifestaciones eran similares.

En la Tabla N° 17 se presentan los casos evaluados ordenados cronológicamente, de igual forma se pueden encontrar las ubicaciones de los mismos dentro del Municipio en el Mapa N° 3.

Tabla N° 17: Presentación de los casos

CASO N°	TÍTULO	AÑO
1	Deslizamientos de tierra manifestados en varios taludes en el Centro de Servicios O.M.Z., carretera La Raisa, Charallave.	1.993
2	Deslizamiento sobre el talud sur, Consorcio Prewatuy, carretera La Raisa.	1.998
3	Problemática de la urbanización Colinas de Matalinda.	2.006
4	Asentamiento del Restaurant Mc. Donalds de Charallave.	2.008
5	Deslizamiento de la Parcela E4-B, urbanización Paso Real.	2.008
6	Agrietamiento de la vivienda ubicada en la parcela BL-12, calle principal, urbanización Charallave Country Club.	2.010
7	Deslizamiento de talud ubicado entre la terraza Tamanaco 5 y la autopista de los Valles del Tuy, Urbanización Residencial Caujarito II.	2.010

Al final de este capítulo, una vez expuestos los casos, se clasifican los casos de acuerdo a lo presentado en el **numeral II . 4**

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

V . 1 . Conclusiones de carácter general.

- En el municipio Cristóbal Rojas del estado Miranda, existen viviendas unifamiliares y otros tipos de estructuras que han presentado problemas geotécnicos, topográficos y de drenaje.
- Las áreas destinadas para desarrollos habitacionales en la región estudiada es extensa, por lo que se infiere, que continuará el crecimiento de la construcción de viviendas en la zona.
- En el municipio Cristóbal Rojas se han realizado estudios que incluyen mapas de usos del suelo, geológicos, geotécnicos, de riesgo geológico, entre otros. Sin embargo estos estudios no han sido tomado en cuenta para la construcción de viviendas.
- Una vez ocupados los terrenos planos, los nuevos desarrollos habitacionales se extenderán hacia las áreas de colinas y de mayores pendientes; por lo cual, los problemas geotécnicos se acentuarán al intervenir las áreas con variaciones topográficas.
- Las deficiencias en los sistemas de recolección de aguas de origen pluvial (drenajes) estuvieron presentes en todos los casos analizados que involucraban viviendas unifamiliares.
- Los propietarios de las viviendas que han tenido problemas, los han solucionados por sus propios medios, en algunas oportunidades sin el consentimiento de las autoridades y sin estudios previos que indiquen los parámetros de diseño.
- En el momento en que las personas van a comprar o adquirir viviendas, no recurren a profesionales especializados, que puedan asesorarlos adecuadamente. Asimismo, una vez comprada la parcela, no recurren a dichos profesionales para la realización del proyecto y la construcción.

- En la mayoría de las urbanizaciones ubicadas en áreas de colinas, se otorgaron permisos indiscriminadamente para el desarrollo de parcelas, sin haber tomado en cuenta la planificación urbanística, los posibles riesgos geológicos y geotécnicos.
- Algunos proyectos de urbanizaciones efectuados en las áreas de colinas del municipio, como es el caso de la Urbanización Colinas de Matalinda, han sido realizados irrespetando las normas fundamentales de diseño que exige la mecánica de suelos y las características geotécnicas del sitio.

V . 2 . Conclusiones de carácter particular.

De la Tabla N° 18, Clasificación de casos:

- Al ocurrir el problema geotécnico, sólo en tres de los casos estudiados se hicieron los estudios adecuados y ninguno de éstos se hizo en vivienda unifamiliar.
- Todos los casos de viviendas unifamiliares estudiados, indican que hubo malas prácticas constructivas.
- De los siete (7) casos estudiados, un solo caso indica que se construyó en una zona inestable (Caso N° 6); los otros seis (6) casos indican que obedecen a causas antrópicas, es decir producto de la alteración y las condiciones topográficas y geológicas para la construcción del proyecto.
- En los casos de analizados, se encontró que los problemas geotécnicos fueron originados por desplazamiento de masas en cinco (5) de los casos, mientras que en dos (2) de los casos se presentaron problemas de deslizamiento y por asentamientos, caso N° 3 y caso N° 4.
- Según la clasificación por *tipos de daños*, la mayoría de las viviendas afectadas fueron por daños de arquitectura; sólo en tres (3) de los casos corresponden a daños de tipo funcional, y en dos (2) viviendas de Caujarito (Caso N° 7) fueron de carácter estructural (crítico).

De las características de los suelos (Capítulo III):

- Los suelos del municipio Cristóbal Rojas, son predominantemente arcillosos, de consistencia dura, con variaciones que van desde arcillas arenosas de mediana a alta plasticidad, hasta arenas arcillosas.
- En los estudios investigados de REMAVENCA y O.M.Z. se constató la presencia de arcillas expansivas. De igual manera en los estudios de los casos N° 1 y N° 2, se encontraron arcillas con potencial expansivo.

- Los ensayos de expansión realizados a las muestras de suelo tomadas en sitio, resultaron con potencial expansivo bajos, sin embargo, el valor obtenido de máxima presión de expansión en la Muestra N° 3 podría afectar a una vivienda liviana.

V . 3 . Recomendaciones.

De carácter General:

- Para mitigar los efectos de fenómenos que producen asentamientos o deslizamiento de taludes, se deben construir drenajes adecuados y se debe hacer especial énfasis en el control de calidad de la compactación de los rellenos.
- En todos los movimientos de tierra que se realicen, debe tomarse en cuenta el control de la humedad, la recolección de las aguas de lluvia y la protección de los taludes contra la erosión.
- Hacer una recopilación de todas las normas de construcción existentes, a fin de unificarlas para establecer una de uso obligatorio que contemple entre otras cosas, la relativa a la construcción de rellenos y estabilidad de taludes.
- Establecer responsabilidad profesional, para que se hagan estudios geotécnicos adecuados y se cumplan las recomendaciones que arrojen dichos estudios. Es posible que de acuerdo a los resultados de los estudios se recomiende no construir en un área determinada.
- Para garantizar que las construcciones se hagan conforme a los proyectos, debe existir una supervisión periódica a los proyectistas durante la realización de la obra y al final una constancia firmada por ellos.
- Establecer responsabilidad de todos aquellos profesionales que intervengan en la construcción de la estructura y sistema de fundaciones, así como también la construcción de la vialidad y los servicios públicos. Para lograr esto, se debe exigir al final de la construcción, una constancia firmada por todos los profesionales.
- Hacer un estudio del aspecto jurídico y legal de la situación, para lo cual se requiere del concurso de diversos organismos públicos y privados, así como también de la participación efectiva del Colegio de Ingenieros, de la Sociedad Venezolana de Geotecnia y la Sociedad Venezolana de Geólogos.

- Crear conciencia colectiva, de que la magnitud de los costos para resolver los problemas no son cuantificables en términos económicos.

Para la Alcaldía:

- Reforzar el departamento de Geotecnia en la Ingeniería Municipal del municipio en cuestión, de manera que puedan realizar un riguroso control de construcciones en áreas de colinas; así mismo, institucionalizar estos departamentos, a fin de que se tengan profesionales de carrera y de alta calidad técnica.
- Hacer periódicamente, un riguroso recorrido por todas las urbanizaciones del municipio, para determinar los lugares donde se han presentado problemas geotécnicos y verificar que no se esté irrespetando el Plan de Ordenación Urbanística, con invasiones y construcciones sin permiso y control. De ser así se deben tomar las medidas legales necesarias.
- Instruir al personal de Protección Civil dependiente de la Alcaldía del municipio, para que mejoren las inspecciones de riesgo, mediante cursos técnicos especializados y creen un registro y una base de datos de todas las inspecciones que se han hecho.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Alcaldía del Municipio Cristóbal Rojas, Departamento de Infraestructura y Urbanismo (2.008). *Acta de Inspección, calle La Peña, Urbanización Paso Real, ubicada en la Intercomunal Charallave-Ocumare*. Charallave.
- Alcaldía del Municipio Cristóbal Rojas, Dirección Municipal de Protección Civil y Administración de Desastres (2.010). *Inspección de Riesgo, Urbanización Residencial Caujarito II, Casa N° 28-B*. Charallave
- AUDEMARD M., Franck (1984). *Evaluación Geológica de la Cuenca del Tuy para fines de Investigaciones neotectónicas*. Caracas. Trabajo Especial de Grado, UCV.
- AUDEMARD M., Franck (1985). La falla de Táchata: Evidencias geomorfológicas diagnósticas de actividad cuaternaria. *VI Congreso Geológico Venezolano*. Caracas.
- AUDEMARD M., Franck (1985). Neotectónica de la cuenca del Tuy. *VI Congreso Geológico Venezolano*. Caracas.
- AUDEMARD M., Franck (2002). *Ruptura de los grandes sismos históricos venezolanos de los siglos XIX y XX revelados por la sismicidad instrumental contemporánea*. Caracas: FUNVISIS.
- AUDEMARD M., Franck. MACHETTE, Michael N. COX, Jonathan W. DART, Richard L. y HALLER, Kathleen M. (2000). *Map and database of quaternary faults in Venezuela and offshore regions*. Denver, Colorado, USA. U.S. Geological Survey (USGS).
- BAÑÓN B. Luís (2.007). *Caracterización del potencial expansivo de un suelo mediante el ensayo de azul de metileno (MBV)*. Recuperado en agosto 17 de 2.010
http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/id/35526427.html
- CENTENO W., Roberto (2006). Información geotécnica necesaria para el análisis de estabilidad de taludes y laderas naturales. En J. Grases (Ed.). *Ingeniería forense y estudios de sitios, guía para la prevención y gestión de riesgos*. (Vol. 2, pp. 157-172) Caracas: publicaciones Banesco seguros C. A.
- FERROCAR, y MATEO Arquitectos (1.997). Plan de Desarrollo Urbano Local (P.D.U.L.). Informe No publicado.
- Fredlund, D. G. (1995). *The scope of unsaturated soil mechanics: an overview*. In: *Proceedings of the First International Conference on*

Unsaturated Soils. Recuperado en septiembre 20 de 2010. http://www.accefyn.org.co/revista/Vol_32/125/471-482.pdf.

- GEOPROYECTOS, C.A. (2007). Estudio Geotécnico y Controles Topográficos para el Diagnóstico de la Problemática del subsuelo y propuesta de solución en la Tienda de comida Mc Donald's de Charallave. Informe Inédito.
- GEOPROYECTOS, C.A. (2009). "Evaluación de las características geomecánicas del subsuelo y dimensionado de fundaciones para la nueva tienda de comida rápida de Mc Donald's en Charallave". Informe Inédito.
- INGEO SOLUM C.A. (1997). "Estudio Geotécnico para la estabilización del Talud Sur de la Planta Oscar Machado Zuloaga (O.M.Z.) de la C.A. La Electricidad de Caracas". Informe Inédito.
- Instituto de Estudios Regionales y Urbanos (IERU); Colegio de Ingenieros de Venezuela (CIV). (2006). "Diagnóstico de la situación actual y formulación de recomendaciones para la urbanización Colinas de Matalinda, Valles del Tuy, estado Miranda". Informe Inédito.
- MÁRQUEZ O., Gabriela (2001). *Investigación de los problemas de origen geotécnicos en algunas viviendas ubicadas en el área metropolitana*. Caracas. Trabajo Especial de Grado, UNIMET.
- Moreau D., José. (1987). "Estudio geotécnico galpón para depósito Refinadora de maíz venezolana C.A. (REMAVENCA), parcela N° 47, Urbanización Industrial Río Tuy, Charallave, estado Miranda". Informe Inédito.
- Moreau D., José; Muguera, Alejandro. (1994). "Estudio global de estabilidad de taludes Centro de Servicios O.M.Z. sector norte, Carretera la Raisal, Charallave, estado Miranda". Informe inédito.
- Moreau D., José. (1998). "Trabajo de investigación geotécnica deslizamiento del talud sur, Consorcio Prewatuy, Carretera Nacional La Raisal, Charallave, estado Miranda". Informe Inédito.
- PEREZ GUERRA, José (2006). Arcillas expansivas. En J. Grases (Ed.). *Ingeniería forense y estudios de sitios, guía para la prevención y gestión de riesgos*. (Vol. 1, pp. 197-208) Caracas: publicaciones Banesco Seguros C. A.
- PÉREZ GUERRA, J. (2006). Requisitos mínimos para los informes de estudios geotécnicos. En J. Grases (Ed.) *Ingeniería forense y estudios de*

sitios, guía para la prevención y gestión de riesgos (Vol. 2, pp. 145-156) Caracas. Publicaciones Banesco Seguros C. A.

- Perri, Gianfranco; Cardola, Eden. (1.997). "Ferrocarril Caracas-Cúa. Prog. 29+380.00 – 29+860.00. Viaducto N° 5-4. Estudio de Suelos y Fundación". Informe Inédito.
- PICARD, Xavier y PIMENTEL, Nelly (1.968). *Geología de la cuenca de Santa Lucía-Ocumare del Tuy*. Boletín 10 de Geología.
- Protección Civil y Administración de desastres del Estado Miranda (2.010). *Inspección Técnica, carretera vieja Paracotos, sector Maitana, frente al colegio José Félix Rivas, Municipio Cristóbal Rojas, Estado Miranda*. Charallave.
- Protección Civil y Administración de desastres del Estado Miranda (2.010). *Inspección Técnica, sector Curaciripa A, calle Diosdado, parroquia Charallave, Municipio Cristóbal Rojas, Estado Miranda*. Charallave.
- Protección Civil y Administración de desastres del Estado Miranda (2.010). *Inspección Técnica, Conjunto Residencial Valle Verde, Urb. Valles de Chara, Charallave, Municipio Cristóbal Rojas, Estado Miranda*. Charallave.
- SALCEDO, Daniel y SANCIO, Rodolfo (1.989). *Guía simplificada para la identificación y prevención de problemas geotécnicos en desarrollos urbanos*. Caracas. Publicado por LAGOVEN S.A., Filial de Petróleos de Venezuela S.A.
- SANTALLA P., Zuleyma (2.005). *Guía para la elaboración formal de reportes de investigación* (1º ed.). Caracas. Publicaciones UCAB.

ANEXO A
REQUISITOS Y NORMAS QUE EXIGE LA ALCALDIA DEL MUNICIPIO
CRISTÓBAL ROJAS

FUTURA TRAMITACIÓN DE PERMISOS DE CONSTRUCCIÓN

PLANOS

- 1.- Planos de Arquitectura (03 Juegos) (Esc: 1:50)
 - a.- Situación geográfica de la parcela respecto a la ciudad y ubicación de la construcción dentro de la parcela (Especificando retiros). En caso de que la situación de la parcela sea a orillas de carretera Nacional necesita la autorización previa de la Dirección del MINISTERIO DE INFRAESTRUCTURA.
 - b.- Planos de Plantas.
 - c.- Perfil del terreno si este no es plano.
 - d.- Fachadas
 - e.- Cortes: Longitudinal y Transversal (uno de cada uno) .
 - f.- Memoria Descriptiva.
- 2.- Planos Estructurales (03 Juegos) (Esc: 1:50) (Firmados por profesional en la materia).
 - a.- Planta de fundaciones, vigas de riostra y detalles.
 - b.- Índices estructurales de losas de entrepisos y techos.
 - c.- Detalles de los elementos estructurales: fundaciones, columnas, vigas y losas
 - d.- Memoria Descriptiva.
- 3.- Planos de Instalaciones Sanitarias (03 Juegos)
 - a.- Planta de Distribución de aguas blancas y aguas negras
 - b.- Isometría de aguas blancas, aguas negras y ventilaciones
 - c.- Detalles de aguas negras .Escala:1:20
 - d.- Detalles de estanque séptico y sumidero
 - e.- Memoria Descriptiva.
- 4.- Planos de Instalación Eléctricas (03 Juegos) (Firmados por profesional en la materia)
 - a.- Planta (s) de distribución de las instalaciones eléctricas.
 - b.- Cuadro explicativo de los símbolos empleados.
 - c.- Memoria descriptiva

*** TODOS LOS PLANOS DEBEN SER FIRMADOS Y SELLADOS POR EL PROPIETARIO Y EL PROFESIONAL RESPONSABLE**

DOCUMENTOS:

- 1.- Carta de solicitud
- 2.- Planilla de solicitud de permiso y de información sobre la Construcción
- 3.-Copias de Variables Urbanas emitidas por la Dirección Planificación, Catastro y Tenencia de la Tierra (ORIGINAL Y COPIA)
- 4.- Copia Fotostática del Documento de Propiedad (ORIGINAL Y COPIA)
- 5.- Copia Inscripción de Catastro (ORIGINAL Y COPIA)
- 6.- Solvencia Municipal Vigente (ORIGINAL Y COPIA)
- 7.- Solvencia del profesional responsable (C.I.V) (ORIGINAL Y COPIA)
- 8.- Copia de la cedula de identidad del profesional responsable y del propietario
- 9.- Copia Cálculos Estructurales
- 10.- Estudio de Suelos
- 11.- Constancia de la capacidad de suministro de los servicios público
 - Factibilidad de Servicios de CORPOELEC (Vigente) (ORIGINAL Y COPIA)
 - Factibilidad de Servicios de HIDROCAPITAL (Vigente) (ORIGINAL Y COPIA)
- 12.- El proyecto (planos) debe consignarlo en digital (CD).

REQUISITOS**PLANILLA DE INFORMACIÓN PARA PERMISOS DE CONSTRUCCIÓN**

Nombre del Profesional.....
 Dirección del Profesional.....
 Nombre del Propietario.....
 Teléfonos.....

	M ²	%
Superficie del terreno.....	_____	_____
“ de Ubicación.....	_____	_____
“ Planta Baja.....	_____	_____
“ Plantas Tipo de m2 c/u.....	_____	_____
“ Otras Plantas.....	_____	_____
“ Mezzanina.....	_____	_____
“ Pent-House.....	_____	_____
“ Sótano.....	_____	_____

Densidad de Construcción Bruta.....
 Densidad de Construcción Neta.....

Unidades de Viviendas	_____	Altura de Fachada	_____
Área Neta destinada a oficina	_____	m2.Nº. de Plantas	_____
Área Neta destinada a Comercio	_____	m2 Retiro Frente	_____
Área Neta destinada a Industria	_____	m2 Retiro Fondo	_____
_____	Ascensores con capacidad	_____	Retiro Lateral
_____	Estacionamientos Cubiertos con	_____	
_____	Estacionamientos Descubiertos con	_____	

Si no existe acueducto, especifíquese detalladamente como se dispondrá el abastecimiento _____

Si no existe cloaca pública, especifíquese detalladamente como se dispondrá de _____ las _____ aguas servidas _____

Firma del Profesional

Firma del Propietario

Ciudadano**DIRECTOR DE INFRAESTRUCTURA Y URBANISMO
MUNICIPIO CRISTÓBAL ROJAS**

En acatamiento a lo dispuesto por el artículo de la Ordenanza sobre Arquitectura, Urbanismo y Construcción en general Vigente, solicito de usted el permiso reglamentario para efectuar obras de:

- ___CONSTRUCCIÓN: según planos anexos
___REPARACIÓN: según descripción y planos anexos
___MODIFICACIÓN: según descripción y planos anexos
___EMPOTRAMIENTO: según planos anexos

En un Edificio de mi propiedad, destinado a _____, Bajo la dirección del Profesional _____, en terreno ubicado en

De recibir dicho permiso, me comprometo a efectuar las obras de acuerdo a los planos aprobados por esta Dirección de Gestión Urbana y a cumplir con las disposiciones contenidas en el Reglamento Sanitario para la Construcción, reparación o Reforma de Edificios y otras obras; así como dar cumplimiento a las Normas para la Construcción de Edificios del Ministerio de Obras Públicas.

Charallave, _____ de _____ de _____

Firma del Profesional

Firma del Propietario

REQUISITOS PARA ENTREGA DE PROYECTOS

- 1.- Los documentos y planos deben ser presentados en estricto orden de requerimiento y los documentos debidamente encarpetao y/o encuadernado, identificando cada documentación con un separador. (En caso de que el proyecto presente gran volumen de planos, estos deben de venir en una caja Archi-office, debidamente identificada).
- 2.- Los documentos deben venir sin tachaduras ni enmendaduras.
- 3.- Todas las carpetas presentadas ante esta dirección deben venir identificadas con una calcomanía que contenga el **nombre del proyecto y propietario** en la portada.
- 4.- En una hoja en blanco debe venir:
 - ✓ Nombre y Apellido completo del responsable del proyecto.
 - ✓ Teléfono celular.
 - ✓ Teléfono CANTV.
 - ✓ Dirección de oficina o Habitación.
 - ✓ Correo Electrónico.
- 5.- Toda solicitud debe ser dirigida a la DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y URBANISMO, ING. JESÚS MORGADO. (Teléfono 0239-2200524).
- 6.- Los tramites a ser solicitados ante esta dirección deben ser procesados e introducidos por el propietario y/o beneficiario del proyecto, en caso contrario de ser un tercero consignar poder notariado del propietario y/o beneficiario del proyecto.

NOTA: de no cumplir con lo especificado, no podrá ser recibida la solicitud.

ESTAMOS PARA SERVIRLES.
DIRECCIÓN DE ORDENACIÓN URBANÍSTICA

REQUISITOS PARA URBANISMOS (PARCELAMIENTOS)

- 1.-Copia del título de propiedad del terreno y autorización del propietario en documento autenticado cuando no sea el promotor.
- 2.- Planilla de inscripción de Catastro.
- 3.- Solvencia Municipal Vigente
- 4.- Plano de ubicación en escala 1:25000 ó sobre copia del Plan Rector.
- 5.- Plano topográfico en escala 1:1000 con curvas de 2 en 2 mts. Especificar vialidad existente, vegetación, cursos de agua, construcciones existentes y la toponimia correspondiente.
- 6.- Plano de análisis topográfico: Pendientes mayor 60%
Entre 60% y 40%
Menor 40%
Drenajes naturales, cursos de agua, zonas arboladas ó los árboles importantes señalados.
- 7.- Plano general de la cuenca hidrográfica de influencia directa en escala no menor de: 1:25000.
- 8.- Informe de reconocimiento geotécnico de superficie en aquellas áreas de comprobada inestabilidad geológica y plano anexo escala 1:25000.
- 9.-Planos de Parcelamiento, zonificación y los necesarios para definir los elementos siguientes:
 - Número y área de las parcelas o conjuntos
 - Identificación de los servicios: Educacional, Social, Comercial, deportivo, Parques y zonas verdes.
 - Determinación de la vialidad interna, de acuerdo con la jerarquía y la articulación con los sistemas de vías públicas existentes y propuestos.
 - Determinación de las reservas para el sistema de drenaje natural propuesto y las modificaciones que se pretendan introducir en el patrón de escurrimiento natural.
 - Expresión de los conjuntos de edificaciones.

Esta propuesta se debe realizar usando como base la topografía modificada y se deben presentar reducciones en escala 1:2500 y 1:5000 cuando requiera más de una hoja.

- 10.-Plano de vialidad sobre topografía modificada en escala 1:1000, terraceo, geometría de las vías con indicación de jerarquía, derechos de vía, secciones típicas, ejes, progresivas, distancias, pendientes, radios de giro, dispositivos viales, curvas de pavimento, estacionamiento, aceras y zonas verdes, condiciones de acceso y vinculación de las vías con las áreas colindantes.
- 11.-Planos de perfiles longitudinales de las vías, escala 1:1000 horizontal y vertical 1:10 con indicación de rasantes vértices, cotas, pendientes y curvas verticales.
- 12.-Plano de movimiento de tierra con indicación de cortes, rellenos y sus magnitudes, sistemas de compactación, tratamientos de cortes y taludes, planilla de cálculos métricos.
- 13.- Estudios de suelos

- 14.-Plano de tratamiento de áreas verdes, espacios de recreación, arborización y paisajismo, escala 1:1000.

- 15.-Memoria descriptiva que contenga una exposición clara y precisa del objeto y alcance de la propuesta, así como una explicación de los planos e informes anteriores; la información referente a las posibles etapas del desarrollo y en general toda aquella que permita conocer las características del desarrollo propuesto.

- 16.-Carta de solicitud (explicativa) y dos (2) timbres fiscales de (Bs. 600 c/u).

- 17.-La propuesta deberá ser consignada acompañada de Diskette o CD que contenga el plano digitalizado y Georeferenciado (Coordenadas UTM) del Urbanismo, expresados en el requisito N° 7
- 18.-Todos los planos deben estar filmados por el propietario y profesional responsable.
- 19.-Copia de la Solvencia del profesional responsable.

NOTA: TODOS LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCION DEBERAN SER PRESENTADO ANTE ESTA DIRECCION CON LOS PLANOS DEBIDAMENTE DOBLADOS Y SEPARADOS POR JUEGOS DE PLANOS, AMARRADO CON LIGAS ROJAS Y ARCHIVADOS EN CAJAS ARCHI-OFFICE.

DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y URBANISMO **REQUISITOS PARA ENTREGA DE PROYECTOS**

1.- Los documentos y planos deben ser presentados en estricto orden de requerimiento y los documentos debidamente encarpetao y/o encuadernado, identificando cada documentación con un separador. (En caso de que el proyecto presente gran volumen de planos, estos deben de venir en una caja Archi-office, debidamente identificada).

2.- Los documentos deben venir sin tachaduras ni enmendaduras.

3.- Todas las carpetas presentadas ante esta dirección deben venir identificadas con una calcomanía que contenga el **nombre del proyecto y propietario** en la portada.

4.- En una hoja en blanco debe venir:

- ✓ Nombre y Apellido completo del responsable del proyecto.
- ✓ Teléfono celular.
- ✓ Teléfono CANTV.
- ✓ Dirección de oficina o Habitación.
- ✓ Correo Electrónico.

5.- Toda solicitud debe ser dirigida a la DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y URBANISMO, ING. JESÚS MORGADO. (Teléfono 0239-2200524)

NOTA: de no cumplir con lo especificado, no podrá ser recibida la solicitud.

ESTAMOS PARA SERVIRLES.
DIRECCIÓN DE ORDENACIÓN URBANÍSTICA

REQUISITOS PARA ANTEPROYECTOS

- 1.- CARTA DE SOLICITUD POR ESCRITO
- 2.- DOCUMENTO DE PROPIEDAD
- 3.- COPIA DE LA PLANILLA DE INSCRIPCIÓN DE CATASTRO
- 4.- SOLVENCIA MUNICIPAL VIGENTE
- 5.- TIMBRES FISCALES (600,00 Bs.)
- 6.- PLANOS DE ANTEPROYECTO: **TODOS** A ESCALA 1:50

CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIÓN

- PLANO DE UBICACIÓN
- PLANTAS GENERALES

- PLANTAS TIPO

- FACHADA

URBANISMOS

- PLANO DE UBICACIÓN
- PLANO DE TOPOGRAFÍA ORIGINAL
- PLANO DE TOPOGRAFÍA MODIFICADO
- PLANO DE URBANISMO O PARCELAMIENTO

DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y URBANISMO

REQUISITOS PARA ENTREGA DE PROYECTOS

1.- Los documentos y planos deben ser presentados en estricto orden de requerimiento y los documentos debidamente encarpetao y/o encuadernado, identificando cada documentación con un separador. (En caso de que el proyecto presente gran volumen de planos, estos deben de venir en una caja Archi-office, debidamente identificada).

2.- Los documentos deben venir sin tachaduras ni enmendaduras.

3.- Todas las carpetas presentadas ante esta dirección deben venir identificadas con una calcomanía que contenga el **nombre del proyecto y propietario** en la portada.

4.- En una hoja en blanco debe venir:

- ✓ Nombre y Apellido completo del responsable del proyecto.
- ✓ Teléfono celular.
- ✓ Teléfono CANTV.
- ✓ Dirección de oficina o Habitación.
- ✓ Correo Electrónico.

5.- Toda solicitud debe ser dirigida a la DIRECCIÓN DE ORDENACIÓN URBANÍSTICA, ING. JESÚS MORGADO. (Teléfono 0239-2200524).

6.- Los tramites a ser solicitados ante esta dirección deben ser procesados e introducidos por el propietario y/o beneficiario del proyecto, en caso contrario de ser un tercero consignar poder notariado del propietario y/o beneficiario del proyecto.

NOTA: de no cumplir con lo especificado, no podrá ser recibida la solicitud.

ESTAMOS PARA SERVIRLES.
DIRECCIÓN DE ORDENACIÓN URBANÍSTICA

REQUISITOS PARA DEFORESTACIÓN Y LIMPIEZAS DE TERRENO

- 1.- Solicitud por escrito
- 2.- Copia de Documento de propiedad
- 3.- Planilla de inscripción de Catastro
- 4.- Solvencia Municipal vigente
- 5.- Croquis de ubicación
- 6.- Estudio de impacto ambiental avalado por el Ministerio de Ambiente.

DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y URBANISMO

REQUISITOS PARA MOVIMIENTOS DE TIERRA

- 1.- Carta de solicitud
- 2.- Copia del Documento de propiedad
- 3.- Planilla de Inscripción de Catastro
- 4.- Solvencia Municipal Vigente
- 5.- Tres (3) juegos de Planos de Topografía Original, indicando mínimo tres (3) perfiles del terreno y zona de relleno y de cortes
- 6.- Tres (3) juegos de Planos de Topografía Modificada
- 7.- Cálculo de volúmenes de tierra a mover.
- 8.- 600 Bs. En timbres fiscales
- 9.- Presupuesto de la Obra a ejecutar
- 10.- Los planos deben ir firmados por el Propietario y por un Profesional Responsable.

DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y URBANISMO

**REQUISITOS NECESARIOS PARA LAS SOLICITUDES DE
PODA, TRANSPLANTE Y TALA DE ÁRBOLES EN ÁREAS
URBANAS
DEL MUNICIPIO CRISTOBAL ROJAS**

- SOLICITUD DIRIGIDA A LA UNIDAD DE CONTROL URBANO DE LA DIRECCIÓN DE ORDENACIÓN URBANÍSTICA
 - ✓ Motivo de la Solicitud
 - ✓ Dirección de la problemática presente
 - ✓ Número y Especies de Árboles
 - ✓ Nombre y Número de Teléfono del Solicitante
- CROQUIS DE UBICACIÓN
- CARTA AVAL DE LA ASOCIACIÓN DE VECINOS O DE LA PARROQUIA.
- EN CASO DE TRATARSE DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL LA SOLICITUD DEBERÁ ESTAR AVALADA POR EL 75% DE LOS PROPIETARIOS.
- TIMBRE FISCAL DE (Bs.600)

DIRECCIÓN DE ORDENACIÓN URBANÍSTICA

ANEXO B
HISTORIA SÍSMICA EN LA REGIÓN TUY

Fecha y Hora	Según	Area epicentral o epicentro	Magnitud	Intensidad	Observaciones Varias
11/06/1641 08:15	Centeno-Grau	En Caracas			Daños: Arruino la primera ciudad de Cúa situada en Marín, a 1 Km al norte de su posición actual.
10/09/1837 14:00	Centeno-Grau				Daños: ruinoso en Santa Teresa y Santa Lucía, cayendose algunas casas.
	Fiedler (1961)	10,3 ^º - 66,60 ^º	5,6	8-9 MCS	
	?				Asociado a la Falla de La Victoria, en la región al Norte de El Placer de Siquire.
12/04/1878 20:41	Centeno-Grau	Cúa y otras poblaciones del Tuy			Asociado a la Falla de Táchata. El movimiento se sintió en dirección NE y SW y minutos antes del terremoto se sintieron temblores suaves. <u>Area de influencia:</u> Caracas, La Guaira, Pto Cabello, Valencia, Maracay, La Victoria, Los Teques y pueblos intermedios. <u>Daños:</u> estragos en Charallave y también en san Diego, Yare, Santa Lucía y santa Teresa.
	Fiedler (1961)	10,3 - 66,8 ^º	5,9	8,9 MCS	asociado a la Falla de La Victoria.
	The Times (18/05/1878)				Daños: se da la cifra de 600 muertos
28/04/1878 20:30					Severa sacudida se sintió en Caracas. Daños: destruyó una parte importante de la ciudad de Ocumare.
29/10/1900	Grases (1990)	Mar Caribe-Falla de San Sebastian (al este de la ruptura del sismo de Caracas de Julio de 1967)	7,6		Area de Influencia: produjo numerosos daños en poblaciones costeras del Litoral Central (Chuspa, Naiguata, Macuto, La Guaira, Maiquetía), en poblaciones de la depresión de Barlovento (Curiepe, Chuspa, Carenero, Higuero, Río Chico), en poblaciones de la región central (Caracas, San Casimiro, Cúa, Charallave, Guarenas, Guatire) y en poblaciones tan alejadas como Clarines y Barcelona
12/03/1906	Centeno-Grau				Tres temblores en Santa Lucía
16/08/1906 - 08:42	Centeno-Grau				Dos temblores en Santa Lucía. Se sintieron en Caracas.
12/12/1915 - 10:00	Centeno-Grau	Isla Los Roques			Area de influencia: fuerte temblor de trepidación en Caracas, La Guaira, Macuto, Río Chico, Higuero, Ocumare del Tuy, Santa Lucía, Macanilla, Capaya-Guatire, Guarenas, Petare, Caucagua, Santa Teresa y otros lugares cercanos. Este terremoto abarcó una zona parecida pero más reducida que la del terremoto de 29/10/1900

Fecha y Hora	Según	Area epicentral o epicentro	Magnitud	Intensidad	Observaciones Varias
22:30	Fiedler (1961)	10,9° - 66,8°	5,1	6	
08/08/1933 - 15:30	Centeno-Grau				Fuerte temblor en Higuerote y Santa Teresa. Relacionado con el del mismo día y misma hora en Cumaná.
19/04/1951 - 15:10	El Nacional (20/04/1951)				Pequeños temblores se han dejado sentir en algunas regiones de Los Teques, especialmente en la región montañosa de Santa Lucía. Duró 4 segundos.
18/06/1960 - 21:18	Cagigal	10,75° - 67,17°		5,5 MCS	Caracas, Arrecife, Junco Country Club, La Guaira, Maiquetía y Charallave, provocando pánico en algunos de estos sitios.
07/02/1964 - 07:16:45	Fiedler (1968)	10,8° - 67,1°	4,9	6 MCS	
	Cagigal	10,3° - 67,0°		4 MCS	asociado a la Falla de La Victoria. Se sintió en Ocumare del Tuy con intensidad 4 MCS
03:16	Fiedler (1968)	10,3° - 67,0°	4,5		Se sintió con 4 MCS en Ocumare del Tuy y Caracas.
16/09/1969 - 13:37:14	Cagigal		4,6		Area de influencia: Valencia, Barquisimeto y Caracas con 3 a 4 MCS de intensidad.
09:37 (Caracas)	El Nacional (17/09/1969)				Daños: dos heridos en Ocumare del Tuy; agrietamientos en Charallave especialmente en la iglesia y en el Hotel Italia. El Temblor fue leve en Santa Lucía y Santa Teresa.
20/05/2.009 - 04:40	FUNVISIS	10,2° - 67,1°	5,4		Asociado a la Falla de la Victoria. Se sintio en Caracas, Los Teques, Los Valles del Tuy. Daños menores en Cúa, Paracoto, Lomas de Niquel.
04:57		10,2° - 67,1°	4,0		
10:16		10,2° - 67,1°	4,3		

ANEXO C
ENSAYOS DE LABORATORIO

CENTENO - RODRIGUEZ & ASOCIADOS S.C.
Ingenieros Consultores

OBRA: UCAB
UBICACIÓN: Charallave - Edo. Miranda

FECHA: 26/07/2010

EN SAYO DE HUMEDAD NATURAL
ASTM D-2216-98

MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)		ENVASE N°	PESO (g)					W (%)
	DE	A		TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	
M1			H-110	20,32	67,21	61,71	5,50	41,39	13,29
M2			H-111	20,40	97,74	88,87	8,87	68,47	12,95
M3			H-112	21,40	91,30	82,80	8,50	61,40	13,84
M4			H-113	19,87	98,48	92,32	6,16	72,45	8,50

CENTENO - RODRIGUEZ & ASOCIADOS
Ingenieros Consultores
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA
ASTM D-854-00

OBRA: UCAB
UBICACIÓN: Charallave - Edo. Miranda

FECHA: 29/07/2010

MUESTRA		M1	M2	M3	M4
PICNÓMETRO N°		1	2	6	7
CAPACIDAD PICNÓMETRO (cm ³)		250	250	250	250
PESO (g)	TARA DEL PICNÓMETRO	87,77	90,82	89,21	90,96
	PICNÓMETRO + SUELO SECO	137,92	140,90	139,58	142,03
	SUELO SECO (P _s)	50,15	50,08	50,37	51,07
	PICNOM. + AGUA + SUELO (P ₁)	368,49	371,48	370,44	372,76
	PICNOM. LLENO DE AGUA (P ₂)	336,75	340,08	338,41	340,06
TEMPERATURA DEL ENSAYO (°C)		23,0	23,0	23,0	23,0
GRAVEDAD ESPECÍFICA REFERIDA A TEMPERATURA DE ENSAYO (G _s)		2,72	2,68	2,75	2,78
GRAVEDAD ESPECÍFICA REFERIDA A TEMPERATURA DE 20 °C (G _s 20°)		2,72	2,68	2,74	2,78

CENTENO - RODRIGUEZ & ASOCIADOS S.C.

Ingenieros Consultores

OBRA : Tesis UCA B
 UBICACIÓN: Charallave - Edo. Miranda
 26/07/2010

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D-4318-95

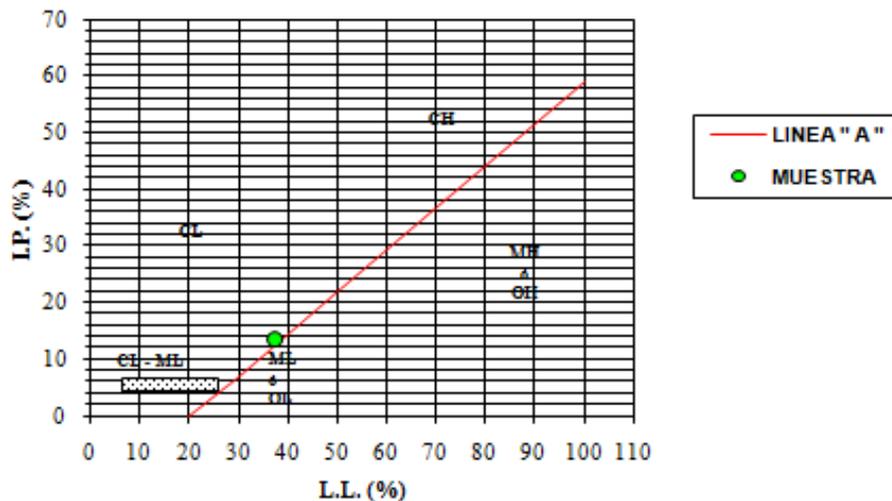
PERFORACIÓN: MUESTRA : M1

GOLPES PLATILLO	TARA Nº	PE SO EN GRAMOS					HUMEDAD (%)	LIMITE LIQUIDO (%)
		PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO		
25	LL8	29,08	41,47	38,09	3,38	9,01	37,51	
28	LL10	26,93	40,07	36,53	3,54	9,60	37,38	
30	LL2	26,14	39,42	35,88	3,54	9,74	37,15	

TARA Nº	PE SO EN GRAMOS					LIMITE PLASTICO (%)
	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	
LP10	10,56	16,78	15,58	1,20	5,02	23,90
LP9	10,61	17,22	15,94	1,28	5,33	24,02
LP46	10,71	17,10	15,88	1,22	5,17	23,60

RE SULTADOS (%)	
LL =	37,35
LP =	23,84
IP =	13,51

CARTA DE PLASTICIDAD



CENTENO - RODRIGUEZ & ASOCIADOS S.C.
Ingenieros Consultores

OBRA: Tesis UCAB
UBICACIÓN: Charallave - Edo. Miranda
26/07/2010

EN SAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D-4318-95

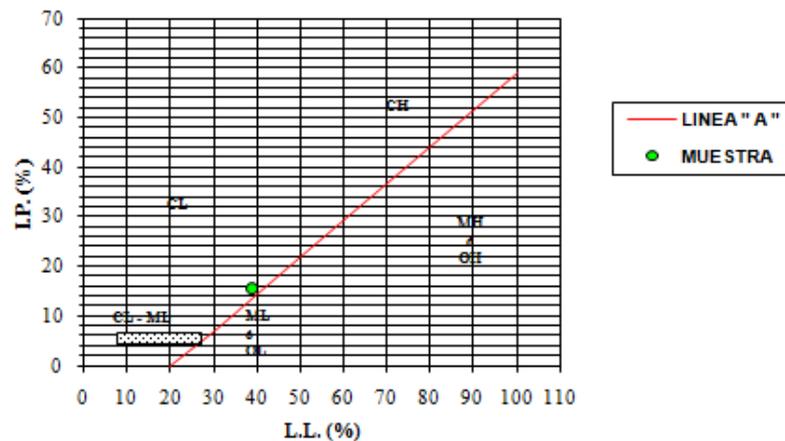
PERFORACIÓN: MUESTRA: M2

GOLPES PLATILLO	TARA Nº	PESO EN GRAMOS					HUMEDAD (%)	LIMITE LIQUIDO (%)
		PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO		
25	LL16	29,25	40,91	37,62	3,29	8,37	39,31	
27	LL203B	23,96	39,11	34,90	4,21	10,94	38,84	
30	LL1	22,48	38,38	34,06	4,32	11,58	38,13	

TARA Nº	PESO EN GRAMOS					LIMITE PLÁSTICO (%)
	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	
LP49	10,73	15,95	14,95	1,00	4,22	23,70
LP49	10,61	16,02	15,02	1,00	4,41	22,68
LP38	8,91	13,98	13,02	0,96	4,11	23,36

RESULTADOS (%)	
LL =	38,76
LP =	23,24
IP =	15,52

CARTA DE PLASTICIDAD



CENTENO - RODRIGUEZ & ASOCIADOS S.C.

Ingenieros Consultores

OBRA: Tesis UCA B
 UBICACIÓN: Charallave - Edo. Miranda
 26/07/2010

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

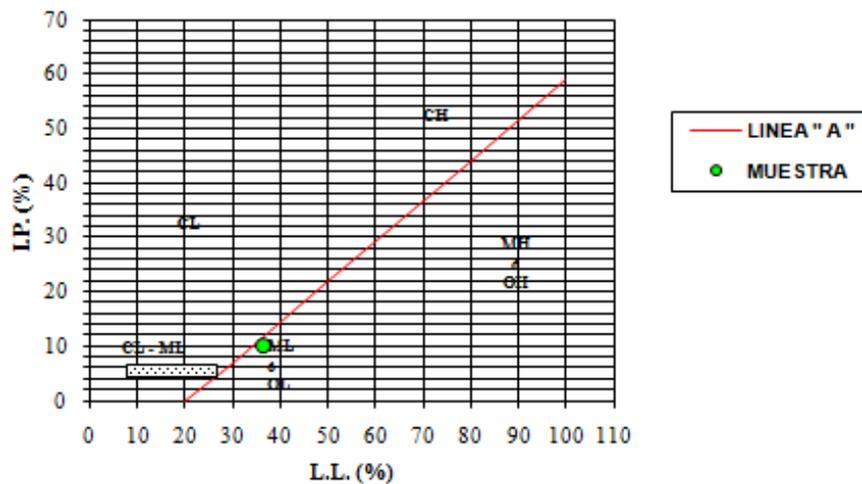
ASTM D-4318-95

PERFORACIÓN: MUESTRA: M3

GOLPES PLATILLO	TARA Nº	PE SO EN GRAMOS					HUMEDAD (%)	LIMITE LIQUIDO (%)
		PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO		
25	LL 12	23,75	35,67	32,45	3,22	8,70	37,01	37,01
27	LL 15	23,20	35,08	31,93	3,15	8,73	36,08	36,42
30	LL 6	22,96	34,18	31,27	2,91	8,31	35,02	35,79

TARA Nº	PESO TARA	PE SO EN GRAMOS			AGUA	SUELO SECO	LIMITE PLASTICO (%)
		TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO				
LP 5	10,76	17,36	15,99	1,37	5,23	26,20	
LP 28	10,75	16,84	15,58	1,26	4,83	26,09	
LP 29	10,67	16,53	15,30	1,23	4,63	26,57	

RE SULTADOS (%)	
LL =	36,41
LP =	26,28
IP =	10,12

CARTA DE PLASTICIDAD

CENTENO - RODRIGUEZ & ASOCIADOS S.C.

Ingenieros Consultores

OBRA: Tesis UCAB
 UBICACIÓN: Charallave - Edo. Miranda
 26/07/2010

EN SAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

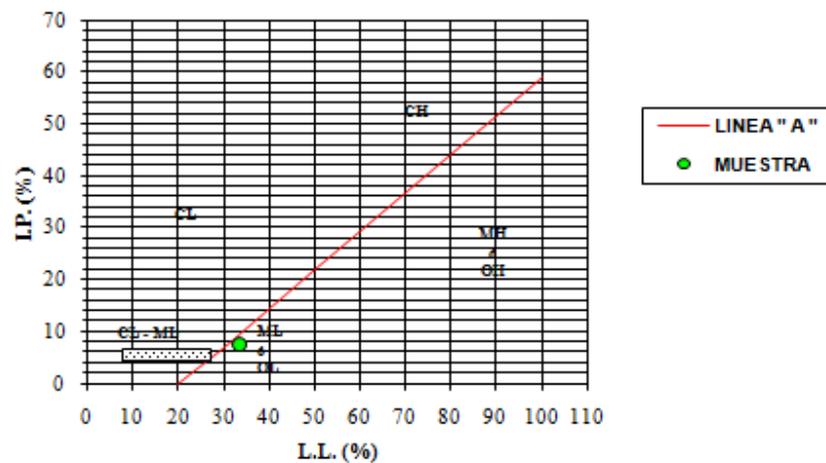
ASTM D-4318-95

PERFORACIÓN: MUESTRA: M4

GOLPES PLATILLO	TARA Nº	PESO EN GRAMOS					HUMEDAD (%)	LIMITE LIQUIDO (%)
		PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO		
25	LL 4	28,08	38,80	36,12	2,68	8,04	33,33	33,33
28	LL 221	25,43	37,82	34,75	3,07	9,32	32,94	33,39
30	LL 233	22,78	37,49	33,87	3,62	11,09	32,64	33,36

TARA Nº	PESO EN GRAMOS					LIMITE PLASTICO (%)
	PESO TARA	TARA + SUELO HUMEDO	TARA + SUELO SECO	AGUA	SUELO SECO	
LP 17	9,03	14,85	13,67	1,18	4,64	25,43
LP 32	10,73	16,30	15,15	1,15	4,42	26,02
LP 36	8,96	14,21	13,13	1,08	4,17	25,90

RESULTADOS (%)	
LL =	33,36
LP =	25,78
IP =	7,58

CARTA DE PLASTICIDAD

CENTENO - RODRIGUEZ & A SOCIADOS

Ingenieros Consultores

OBRA: UCAB

Fecha: 03/08/2010

UBIC.: Charallave - Edo. Miranda

ENSAYO DE HIDROMETRO

CALICATA N°: -

MUESTRA N°: 1

Cápsula N°: H-67

Cilindro N°: 1 Hidrómetro: 152H Correc. Menisco (Cm): 1,00 (cm) g/l

Agente

Defloculante: Polifosfato de Sodio Cantidad(ml): 100,00

Correc. agente defloculante y punto cero (Cd): -2,90

Peso Cápsula + suelo seco

(g): 73,20 Gravedad Específica (-): 2,72

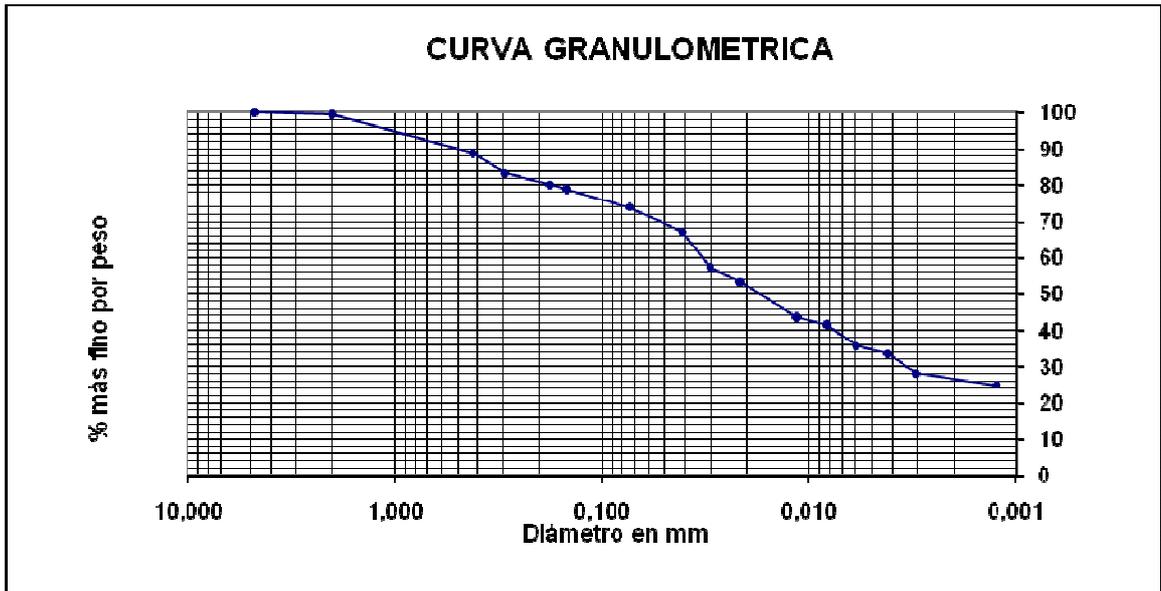
Peso Cápsula (g): 23,20 Valor "a" para Hidrometro 152H 0,986

Peso Suelo Seco (g): 50,00 Porcentaje mas Fino que Cedazo 10 99,48 %

Granulometría por lavado en tamiz 200

Cedazo	4	10	40	50	80	100	200
Porcentaje más fino	100,00	99,48	88,86	83,28	80,22	78,96	73,88

Hora	Tiempo Transcurrido (min)	Temp. (°C)	Lectura Hidrometro R'	Lectura Corregida (R) (R' + Cm)	Profundidad Efectiva L	Valor K Viscosidad g.s/cm ²	Diámetro de Partícula (mm)	Ct	R - Cd ± Ct	Porcentaje más fino	
										Parcial	Total
10:30	1	23,6	35	36,00	10,4	0,009893	0,04118	1,13	34,23	67,51	67,16
10:32	2	23,6	30	31,00	11,2	0,009893	0,03025	1,13	29,23	57,65	57,35
10:34	4	23,6	28	29,00	11,5	0,009893	0,02170	1,13	27,23	53,71	53,43
10:45	15	23,6	23	24,00	12,4	0,009893	0,01160	1,13	22,23	43,85	43,62
11:00	30	23,5	22	23,00	12,5	0,009894	0,00825	1,10	21,20	41,81	41,59
11:30	60	23,4	19	20,00	13,0	0,009895	0,00595	1,07	18,17	35,82	35,64
12:30	120	23,3	18	19,00	13,2	0,009896	0,00423	1,03	17,13	33,78	33,61
02:30	240	23,9	15	16,00	13,7	0,009890	0,00305	1,24	14,34	28,28	28,13
10:30	1440	24,8	13	14,00	14,0	0,009880	0,00126	1,56	12,66	24,97	24,84

**CENTENO - RODRIGUEZ & A SOCIADOS**

Ingenieros Consultores

OBRA: UCAB

Fecha: 03/08/2010

UBIC.: Charallave - Edo. Miranda

ENSAYO DE HIDROMETRO

CALICATA N°: -

MUESTRA N°: 2

Cápsula N°: H-53

Correc. Menisco

(Cm):

1,00

(cm) g/l

Cilindro N°: 2

Hidrómetro: 152H

Agente

Defloculante: Polifosfato de Sodio Cantidad(ml): 100,00

Correc. agente defloculante y punto cero (Cd): -2,90

Peso Cápsula + suelo seco

(g): 73,47

Gravedad Específica (-

): 2,68

Peso Cápsula (g): 23,47

Valor "a" para Hidrometro 152H 0,994

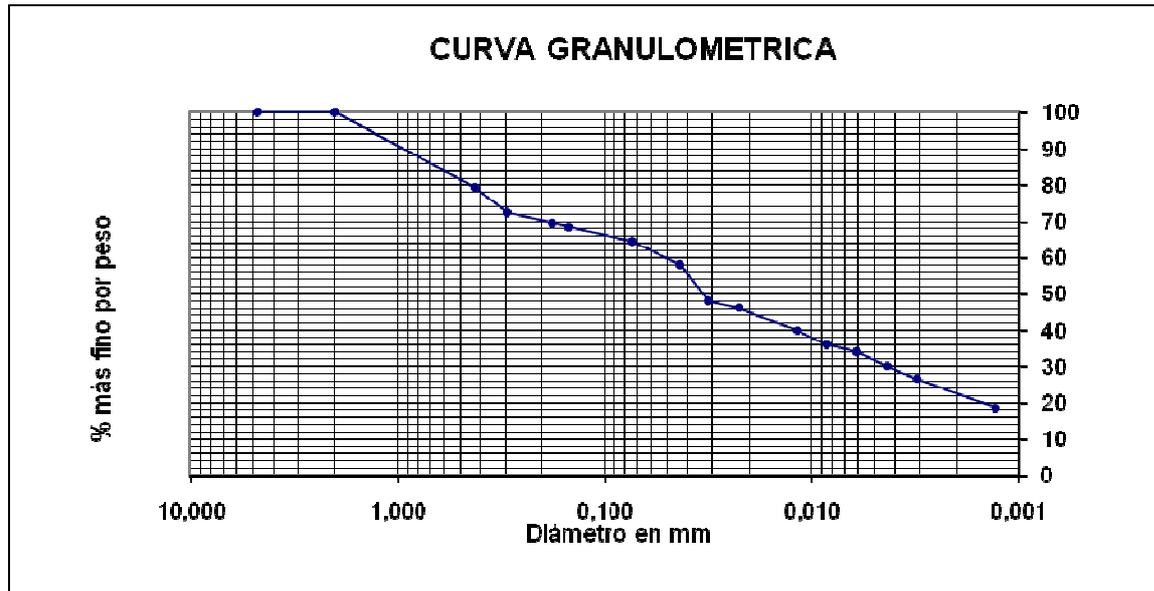
Peso Suelo Seco (g): 50,00

Porcentaje mas Fino que Cedazo 10 100,00 %

Granulometría por lavado en tamíz 200

Cedazo	4	10	40	50	80	100	200
Porcentaje más fino	100,00	100,00	79,34	72,38	69,52	68,54	64,52

Hora	Tiempo Transcurrido (min)	Temp. (°C)	Lectura Hidrometro R'	Lectura Corregida (R) (R' + Cm)	Profundidad Efectiva L	Valor K Viscosidad g.s/cm ²	Diámetro de Partícula (mm)	Ct	R - Cd ± Ct	Porcentaje más fino	
										Parcial	Total
11:00	1	23,5	30	31,00	11,2	0,010011	0,04328	1,10	29,20	58,05	58,05
11:02	2	23,5	25	26,00	12,0	0,010011	0,03170	1,10	24,20	48,11	48,11
11:04	4	23,5	24	25,00	12,2	0,010011	0,02257	1,10	23,20	46,12	46,12
11:15	15	23,5	21	22,00	12,7	0,010011	0,01189	1,10	20,20	40,16	40,16
11:30	30	23,4	19	20,00	13,0	0,010012	0,00851	1,07	18,17	36,11	36,11
12:00	60	23,3	18	19,00	13,2	0,010013	0,00606	1,03	17,13	34,06	34,06
01:00	120	23,2	16	17,00	13,5	0,010014	0,00434	1,00	15,10	30,01	30,01
03:00	240	24,1	14	15,00	13,8	0,010005	0,00310	1,31	13,41	26,66	26,66
11:00	1440	23,8	10	11,00	14,5	0,010008	0,00130	1,20	9,30	18,50	18,50

**CENTENO - RODRIGUEZ & A SOCIADOS**

Ingenieros Consultores

OBRA: UCAB

Fecha: 03/08/2010

UBIC.: Charallave - Edo. Miranda

ENSAYO DE HIDROMETRO

CALICATA N°: -

MUESTRA N°: 3

Cápsula N°: H-54

Correc. Menisco

Cilindro N°: 3

Hidrómetro: 152H

(Cm):

1,00

(cm) g/l

Agente

Defloculante: Polifosfato de Sodio Cantidad(ml): 100,00

Correc. agente defloculante y punto cero (Cd): -2,90

Peso Cápsula + suelo seco

(g): 73,01

Gravedad Específica (-)

2,75

Peso Cápsula (g): 23,01

Valor "a" para Hidrometro 152H 0,980

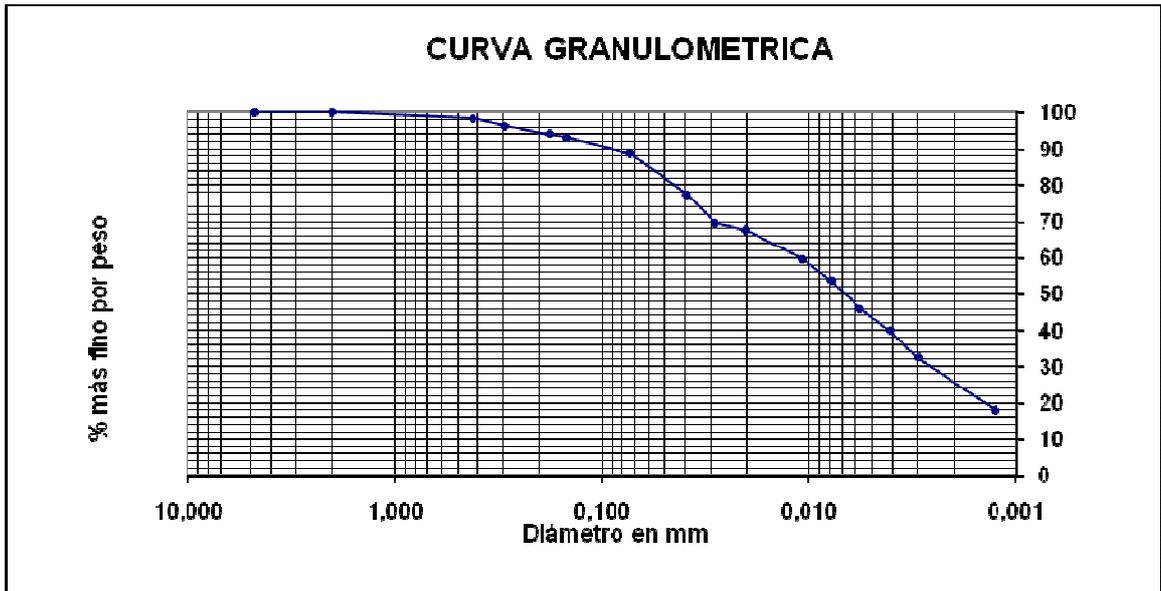
Peso Suelo Seco (g): 50,00

Porcentaje mas Fino que Cedazo 10 100,00 %

Granulometría por lavado en tamiz 200

Cedazo	4	10	40	50	80	100	200
Porcentaje más fino	100,00	100,00	98,30	96,28	94,16	93,14	88,88

Hora	Tiempo Transcurrido (min)	Temp. (°C)	Lectura Hidrometro R'	Lectura Corregida (R) (R' + Cm)	Profundidad Efectiva L	Valor K Viscosidad g.s/cm ²	Diámetro de Partícula (mm)	Ct	R - Cd ± Ct	Porcentaje más fino	
										Parcial	Total
11:00	1	24,3	40	41,00	9,6	0,009801	0,03916	1,38	39,48	77,38	77,38
11:02	2	24,3	36	37,00	10,2	0,009801	0,02862	1,38	35,48	69,54	69,54
11:04	4	24,3	35	36,00	10,4	0,009801	0,02040	1,38	34,48	67,58	67,58
11:15	15	24,2	31	32,00	11,1	0,009802	0,01086	1,35	30,45	59,67	59,67
11:30	30	24,1	28	29,00	11,5	0,009803	0,00785	1,31	27,41	53,72	53,72
12:00	60	24,1	24	25,00	12,2	0,009803	0,00571	1,31	23,41	45,88	45,88
01:00	120	24,0	21	22,00	12,7	0,009804	0,00412	1,27	20,37	39,93	39,93
03:00	240	24,5	17	18,00	13,3	0,009799	0,00298	1,45	16,55	32,45	32,45
11:00	1440	23,4	10	11,00	14,5	0,009810	0,00127	1,07	9,17	17,96	17,96

**CENTENO - RODRIGUEZ & A SOCIADOS**

Ingenieros Consultores

OBRA: UCAB

Fecha: 03/08/2010

UBIC.: Charallave - Edo. Miranda

ENSAYO DE HIDROMETRO

CALICATA N°: -

MUESTRA N°: 4

Cápsula N°: H-29

Correc. Menisco

(Cm):

1,00

(cm) g/l

Cilindro N°: 3

Hidrómetro: 152H

Agente

Defloculante: Polifosfato de Sodio Cantidad(ml): 100,00

Correc. agente defloculante y punto cero (Cd): -2,90

Peso Cápsula + suelo seco

(g): 72,65

Gravedad Específica (-

): 2,78

Peso Cápsula (g): 22,65

Valor "a" para Hidrometro 152H 0,974

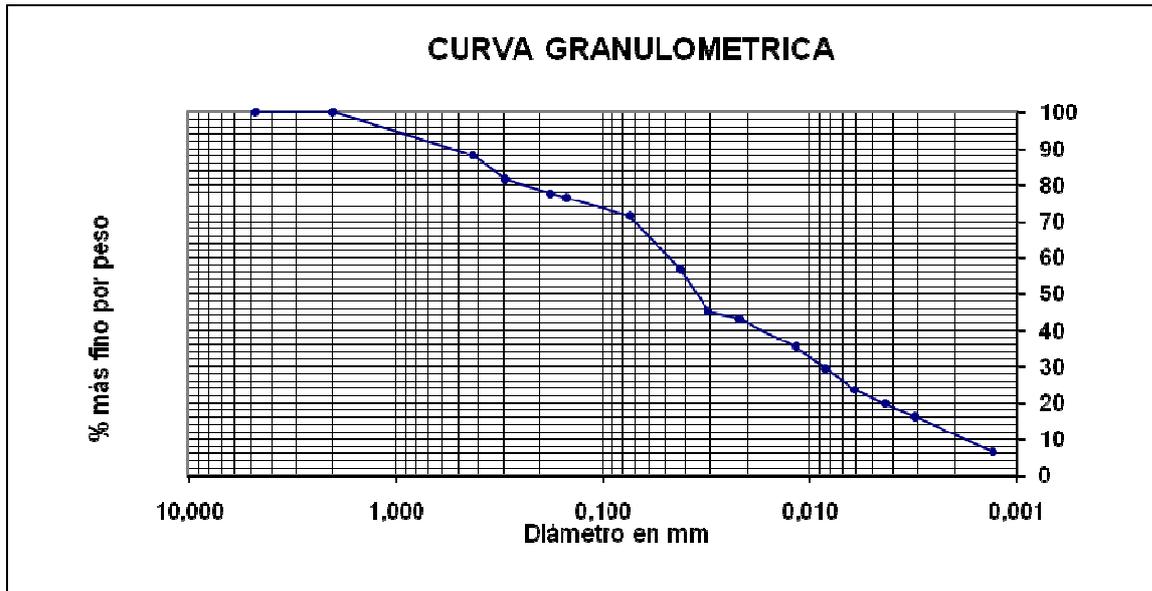
Peso Suelo Seco (g): 50,00

Porcentaje mas Fino que Cedazo 10 100,00 %

Granulometría por lavado en tamíz 200

Cedazo	4	10	40	50	80	100	200
Porcentaje más fino	100,00	100,00	88,22	81,62	77,78	76,50	71,48

Hora	Tiempo Transcurrido (min)	Temp. (°C)	Lectura Hidrometro R'	Lectura Corregida (R) (R' + Cm)	Profundidad Efectiva L	Valor K Viscosidad g.s/cm ²	Diámetro de Partícula (mm)	Ct	R - Cd ± Ct	Porcentaje más fino	
										Parcial	Total
11:30	1	23,4	30	31,00	11,2	0,009727	0,04206	1,07	29,17	56,81	56,81
11:32	2	23,4	24	25,00	12,2	0,009727	0,03102	1,07	23,17	45,13	45,13
11:34	4	23,4	23	24,00	12,4	0,009727	0,02208	1,07	22,17	43,18	43,18
11:45	15	23,4	19	20,00	13,0	0,009727	0,01170	1,07	18,17	35,39	35,39
12:00	30	23,3	16	17,00	13,5	0,009728	0,00843	1,03	15,13	29,47	29,47
12:30	60	23,3	13	14,00	14,0	0,009728	0,00607	1,03	12,13	23,63	23,63
01:30	120	23,4	11	12,00	14,3	0,009727	0,00434	1,07	10,17	19,80	19,80
03:30	240	23,9	9	10,00	14,7	0,009722	0,00310	1,24	8,34	16,25	16,25
11:30	1440	23,8	4	5,00	15,5	0,009723	0,00130	1,20	3,30	6,44	6,44



CENTENO - RODRIGUEZ & ASOCIADOS																
Ingenieros Consultores																
ENSAYO AZUL DE METILENO																
OBRA: UCAB										Realizado por: Lic. Erika Osoric						
Charallave - Edo. Miranda										Revisión: Ing. Roberto Centeno W.						
Calicata N°:																
Muestra N°:		1		Reacción al H ₂ O ₂ :					(+)		Humedad Natural: 13,29 %					
Tamaño máximo de los granos de la muestra:				PASA 40			(Referido al cedazo U.S. GAUGE. Indicando la abertura mínima por la que pasa el 95 % del suelo).									
Peso del suelo húmedo:				10,52 g (M)			No mayor de 15 gramos si todo pasa el cedazo # 200.									
Peso del suelo seco:				9,29 g (M)												
Reacción para dosis gruesa de 5 c.c. y dosis fina de 2 c.c. : Marcar (+) = Positivo; (-) = Negativo																
5 cc	10 cc	15 cc	20 cc	25 cc	30 cc	1 min	2 min	32 cc	34 cc	1 min	2 min	3 min	4 min	36 cc	1 min	
-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+	+	
2 min	3 min	4 min	5 min	38 cc												
+	+	+	+	+												
Resultado																
36 cc																
Fracción Arcillosa (<0.002mm) = 28,0 %																
Valor Azul : V = 36 cc																
$I_n = \frac{P}{\% \text{ coloides}} = 13,85 \text{ NOCIVO}$																
$P = \frac{V}{M_s} = 3,88 = \text{g} / 100 \text{ g}$																
$M_o = \frac{I_n}{319,86} = 0,0433 \text{ moles}$																
Número de Moléculas de A.de M absorbidas por los coloides = 2,61E+22																
Área de cada molécula de Azul de Metileno puro = 1,30E-20																
Área Externa Total de Moléculas de coloides = 338,77 m ² /g																
Superficie específica de los coloides = VERMICULITA 289,79 m ² /g																

CENTENO - RODRIGUEZ & ASOCIADOS															
Ingenieros Consultores															
ENSAYO AZUL DE METILENO															
OBRA: UCAB										Realizado por: Lic. Erika Osorio					
Charallave - Edo. Miranda										Revisión: Ing. Roberto Centeno W.					
Calicata N°:															
Muestra N°:		2		Reacción al H ₂ O ₂ :				(+))		Humedad Natural: 12,95 %					
Tamaño máximo de los granos de la muestra:				PASA 40				(Referido al cedazo U.S. GAUGE. Indicando la abertura mínima por la que pasa el 95 % del suelo).							
Peso del suelo húmedo:				10,08 g (M)				No mayor de 15 gramos si todo pasa el cedazo # 200.							
Peso del suelo seco:				8,92 g (M)											
Reacción para dosis gruesa de 5 c.c. y dosis fina de 2 c.c. : Marcar (+) = Positivo; (-) = Negativo															
5 cc	10 cc	15 cc	20 cc	25 cc	30 cc	35 cc	1 min	37 cc	1 min	39 cc	1 min	41 cc	1 min	2 min	3 min
-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-
43 cc	1 min	2 min	3 min	45 cc	1 min	2 min	3 min	4 min	5 min	47 cc					
+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+					
Resultado															
45 cc															
Fracción Arcillosa (<0.002mm) = 22,0 %															
Valor Azul : V = 45 cc															
$I_n = \frac{P}{\% \text{ coloides}} = 22,92 \text{ MUY NOCIVO}$															
$P = \frac{V}{M_s} = 5,04 = \text{g} / 100 \text{ g}$															
$M_o = \frac{I_n}{319,86} = 0,0717 \text{ moles}$															
Número de Moléculas de A. de M absorbidas por los coloides = 4,31E+22															
Área de cada molécula de Azul de Metileno puro = 1,30E-20															
Área Externa Total de Moléculas de coloides = 560,78 m ² /g															
Superficie específica de los coloides = 479,72 m ² /g															

CENTENO - RODRIGUEZ & ASOCIADOS																	
Ingenieros Consultores																	
ENSAYO AZUL DE METILENO																	
OBRA: UCAB										Realizado por: Lic. Erika Osorio							
Charallave - Edo. Miranda										Revisión: Ing. Roberto Centeno W.							
Calicata N°:																	
Muestra N°:		3		Reacción al H ₂ O ₂ :				(+)		Humedad Natural: 13,84 %							
Tamaño máximo de los granos de la muestra:				PASA 40				(Referido al cedazo U.S. GAUGE. Indicando la abertura mínima por la que pasa el 95 % del suelo).									
Peso del suelo húmedo:				10,33 g (M)				No mayor de 15 gramos si todo pasa el cedazo # 200.									
Peso del suelo seco:				9,07 g (M)													
Reacción para dosis gruesa de 5 c.c. y dosis fina de 2 c.c. :																	
Marcar (+) = Positivo; (-) = Negativo																	
5 cc	10 cc	15 cc	20 cc	25 cc	30 cc	35 cc	40 cc	1 min	2 min	3 min	42 cc	44 cc	46 cc	1 min	2 min		
-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+		
3 min	48 cc	50 cc	1 min	2 min	3 min	52 cc	54 cc	1 min	2 min	3 min	4 min	5 min	56 cc				
-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+				
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Resultado</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">54 cc</td> </tr> </table>																Resultado	54 cc
Resultado																	
54 cc																	
Fracción Arcillosa (<0.002mm) = 26,0 %																	
Valor Azul : V = 54 cc																	
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">$I_n = \frac{P}{\% \text{ coloides}} = 22,89$ MUY NOCIVO</td> </tr> </table>																$I_n = \frac{P}{\% \text{ coloides}} = 22,89$ MUY NOCIVO	
$I_n = \frac{P}{\% \text{ coloides}} = 22,89$ MUY NOCIVO																	
$P = \frac{V}{M_s} = 5,95 = \text{g} / 100 \text{ g}$																	
$M_o = \frac{I_n}{319,86} = 0,0716 \text{ moles}$																	
Número de Moléculas de A. de M absorbidas por los coloides = 4,31E+22																	
Área de cada molécula de Azul de Metileno puro = 1,30E-20																	
Área Externa Total de Moléculas de coloides = 560,01 m ² /g																	
Superficie específica de los coloides = 479,05 m ² /g																	

CENTENO - RODRIGUEZ & ASOCIADOS															
Ingenieros Consultores															
ENSAYO AZUL DE METILENO															
OBRA: UCAB										Realizado por: Lic. Erika Osorio					
Charallave - Edo. Miranda										Revisión: Ing. Roberto Centeno W.					
Calicata N°:															
Muestra N°:		4		Reacción al H ₂ O ₂ :				(+))		Humedad Natural:				8,50 %	
Tamaño máximo de los granos de la muestra:				PASA 40				(Referido al cedazo U.S. GAUGE. Indicando la abertura mínima por la que pasa el 95 % del suelo).							
Peso del suelo húmedo:				10,08 g (M)				No mayor de 15 gramos si todo pasa el cedazo # 200.							
Peso del suelo seco:				9,29 g (M)											
Reacción para dosis gruesa de 5 c.c. y dosis fina de 2 c.c. :															
Marcar (+) = Positivo; (-) = Negativo															
5 cc	10 cc	15 cc	1 min	2 min	17 cc	19 cc	1 min	2 min	21 cc	1 min	2 min	3 min	23 cc	1 min	2 min
-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+
3 min	4 min	25 cc	1 min	2 min	3 min	27 cc	1 min	2 min	3 min	4 min	5 min	29 cc			
+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+			
Resultado															
27 cc															
Fracción Arcillosa (<0.002mm) = 10,0 %															
Valor Azul : V = 27 cc															
$I_n = \frac{P}{\% \text{ coloides}} = 29,06 \text{ MUY NOCIVO}$															
$P = \frac{V}{M_s} = 2,91 = \text{g} / 100 \text{ g}$															
$M_o = \frac{I_n}{319,86} = 0,0909 \text{ moles}$															
Número de Moléculas de A. de M absorbidas por los coloides = 5,47E+22															
Área de cada molécula de Azul de Metileno puro = 1,30E-20															
Área Externa Total de Moléculas de coloides = 711,07 m ² /g															
Superficie específica de los coloides = 608,28 m ² /g															

CENTENO - RODRIGUEZ & ASOCIADOS

Ingenieros Consultores

OBRA: Tesis UCAB**UBICACIÓN:** Charllave - Edo. Miranda**Fecha:** 19/08/2010**ENSAYO DE EXPANSIÓN RESTRINGIDO (CONSOLIDÓMETRO)**
DEFORMACIÓN CONTROLADA

Suelo húmedo, pasante #10, compactado en tres capas con 30 golpes.

h anillo =	2,53	cm	Área anillo=	31,57	cm ²
D anillo =	6,34	cm	Volúmen anillo=	79,87	cm ³

MUESTRA	PESO EN GRAMOS							MÁX. PRESIÓN DE EXPANSIÓN (kg/cm ²)
	PESO ANILLO + SUELO	PESO ANILLO	PESO NETO SUELO	PESO ANILLO + SUELO SATURADO	PESO AGUA	CARGA INICIAL	PESO BALINES	
M1	308,3	142,08	166,22	315,1	6,8	326,7	662,5	0,031
M2	315	140,24	174,76	321,42	6,42	337	1899	0,071
M3	312,3	142,1	170,2	324,8	12,5	338,9	4000	0,137
M4	306,15	142,57	163,58	312,04	5,89	338,88	1150	0,047

IV . 2 . Caso N° 1

DESLIZAMIENTOS DE TIERRA MANIFESTADOS EN VARIOS TALUDES EN EL CENTRO DE SERVICIOS OSCAR MACHADO ZULOAGA O.M.Z., CARRETERA LA RAISA, CHARALLAVE.

Fecha: Noviembre 1.993

Antecedentes:

Debido al deterioro y los deslizamientos de tierra que se manifestaron en varios de los taludes que conforman las terrazas del sector Norte, específicamente en las terrazas N° 5, 6, 7 y 8. La Electricidad de Caracas solicitó el estudio y la investigación de los taludes o terrazas con problemas. En la Figura N° 1-1 se presenta el esquema general del sector.

Descripción del problema:

Los problemas de estabilidad comenzaron a manifestarse durante la ejecución del movimiento de tierras.

El primer movimiento de masas inició en la cara del talud comprendido entre las Terrazas 6 y 7 (Foto N° 1-1), abarcando una longitud de 30m, y situado en una zona de corte. La superficie de falla está localizada en el contacto entre el material de carácter granular (Estrato Superior) y lutita muy meteorizada, fracturada y parcialmente descompuesta.

Una semana después, comenzó un desprendimiento hacia la esquina noreste sobre la cara del talud comprendido entre las Terrazas 5 y 6 (Foto N° 1-2). Este talud tiene una altura de 12m y está interrumpido por una berma de 2m de ancho. Las cuñas movilizadas tienen una extensión de 35m y el plano de falla, del tipo rotacional, está limitado entre la superficie de la terraza 6 y la berma intermedia.

En el flanco Este de la Terraza 6, el talud colapsó de forma similar al deslizamiento descrito en el párrafo anterior. En este caso el talud es de menor altura, no existe berma y la falla está limitada entre la superficie de la terraza 6 y la calle 1 (Foto N° 1-3). De igual forma, en la esquina opuesta noreste entre la 5 y 6 ocurrió un desprendimiento superficial del material (Foto N° 1-5).

En el talud comprendido entre la terraza 8 y la calle de acceso al helipuerto (al Este) ocurrió un deslizamiento que fue corregido durante la ejecución del movimiento de tierras (Foto N° 1-6).

El talud de corte, localizado en la zona norte de la Terraza 7, con características litológicas diferentes al resto, se encuentra deteriorado por las

cárcavas que se originaron en la cresta y en la cara del mismo. Este talud alcanza los 15m de alto y tiene una berma de 5m de ancho (Foto N° 1-4).

Estudios realizados:

Se programó la ejecución de doce perforaciones. Los 12 puntos de exploración fueron replanteados topográficamente en el terreno como se muestra en la Figura N° 1-1. Todas las perforaciones se ejecutaron a máquina con equipo estándar de perforación, recuperando muestra a cada metro de profundidad. En el proceso de recuperación de cada muestra se realizó la prueba normalizada o ensayo de penetración normal SPT. En la Figura N° 1-2 se muestran los resultados de las perforaciones P-1 a P-4. No se encontró nivel freático en las perforaciones realizadas.

También, se tomaron dos muestras imperturbadas tipo monolito sobre los materiales arcillosos que afloran en los cortes (Figura N° 1-1).

Todas las muestras recuperadas fueron inspeccionadas visual y táctilmente en el laboratorio, y se ejecutaron los siguientes ensayos de clasificación: humedad natural, granulometrías por tamizado, límites de consistencia (líquido y plástico) y peso unitario. La planilla resumen de estos ensayos se pueden ver en las Figuras N° 1-3 y 1-4.

En las muestras imperturbada, además de los ensayos rutinarios de clasificación, efectuaron ensayos especiales de corte directo, expansión, límites de retracción, doble hidrómetro y Pin Hole. En las Figuras N° 1-5 y 1-6 se pueden apreciar los ensayos de expansión libre que se aplicaron a los monolitos 1 y 2 respectivamente.

Se evaluaron las condiciones de estabilidad, considerando 6 perfiles representativos de todo el sector. Comprendiendo taludes de relleno y taludes de corte en arcillas y depósitos de terrazas.

Causas de los deslizamientos:

Un denominador común en las fallas presentes, es que todas se han manifestado en zonas de corte, al poco tiempo de haberse alterado las condiciones originales del terreno durante la ejecución del movimiento de tierras para conformar las terrazas.

En los sectores afectados predominan condiciones litológicas de materiales arcillosos, los cuales por las propiedades geotécnicas e ingenieriles que poseen, resultan realmente delicados.

Entre los factores contribuyentes a los deslizamientos y desprendimientos de cuñas de tierra, tenemos los siguientes:

- a) Descompresión lateral del terreno, por una disminución de los esfuerzos normales originales de carácter geostático.
- b) Presencia de arcillas duras preconsolidadas, fisuradas y lutitas muy meteorizadas y descompuestas, con abundantes discontinuidades estructurales heredadas. Formación de grietas de tensiones.
- c) Propiedades expansivas y dispersivas de los estratos arcillosos.
- d) Orientación y disposición desfavorables de los planos de estratificación.

El desprendimiento en el talud comprendido entre las Terrazas 6 y 7 se debe a una combinación de los factores (a) y (d), mientras que el resto de los deslizamientos ocurrieron por una combinación de los factores (a), (b) y (c).

Solución adoptada:

Se consideró que la forma más adecuada de corregirlos y estabilizarlos es mediante la remoción de los sectores colapsados, sustituyéndolos con un relleno hasta lograr la conformación de los niveles de proyecto en topografía modificada. Pudiendo usarse el mismo material removido de la terraza como material de relleno, efectuando controles de compactación durante la ejecución del relleno.

Toda medida preventiva que se aplique, sobre todo en el control de humedad (drenajes) en la superficie de las terrazas, favorecerá positivamente a disminuir el riesgo de que se produzcan nuevos deslizamientos.

Una vez finalizados los trabajos de corrección propuestos, se procedió a proteger la cara de los taludes reconstruidos con el mismo tipo de fajines que se ha venido utilizando en todo el desarrollo del Centro de Servicios O.M.Z.

El caso más crítico resultó el talud de corte en arena, identificado como T-1, localizado entre la Terraza 7 y la cresta de coronación de la ladera, el cual se considera en equilibrio límite para condiciones a largo plazo o de servicio. El cálculo del factor de seguridad está en el orden de 1,09; valor indicativo de un estado límite de equilibrio. A fin de incrementar el factor de seguridad a 1,50, se estudió el efecto que produce la aplicación de un esfuerzo estabilizador externo por medio de anclajes (Figura N° 1-7).

Fuente de Información:

SINCLINAL S.A. (Marzo 1.994). "Estudio global de estabilización de taludes, Centro de Servicios O.M.Z. Sector Norte. Carretera La Raisa, Charallave, Estado Miranda".

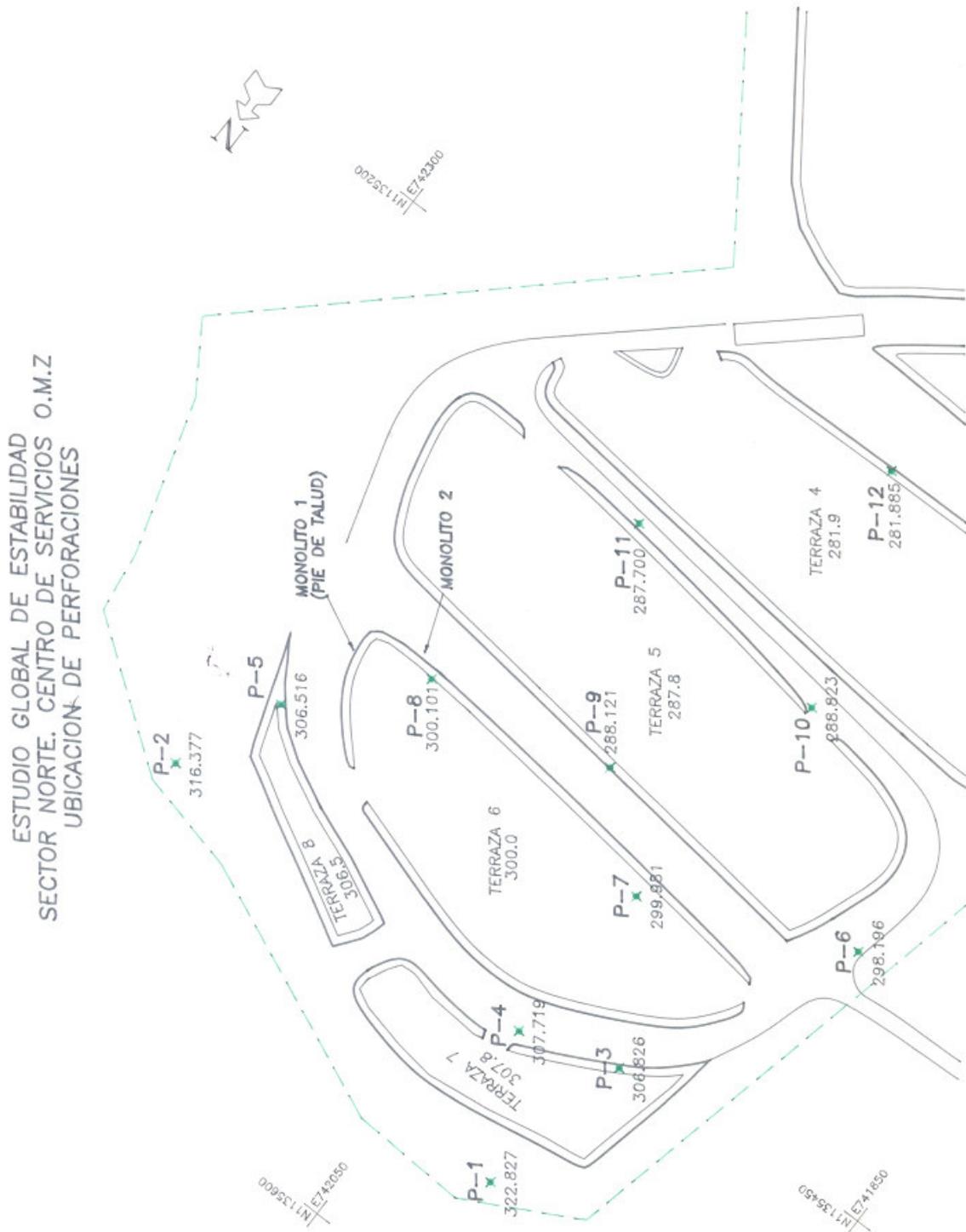


Figura N° 1-1: Esquema de planta del sector norte Centro de Servicios O.M.Z. Ubicación de las perforaciones.

Fuente: SINCLINAL S.A. (Marzo 1.994).

RESUMEN DE PERFORACIONES
SECTOR NORTE
PERFORACIONES P-1 A P-4

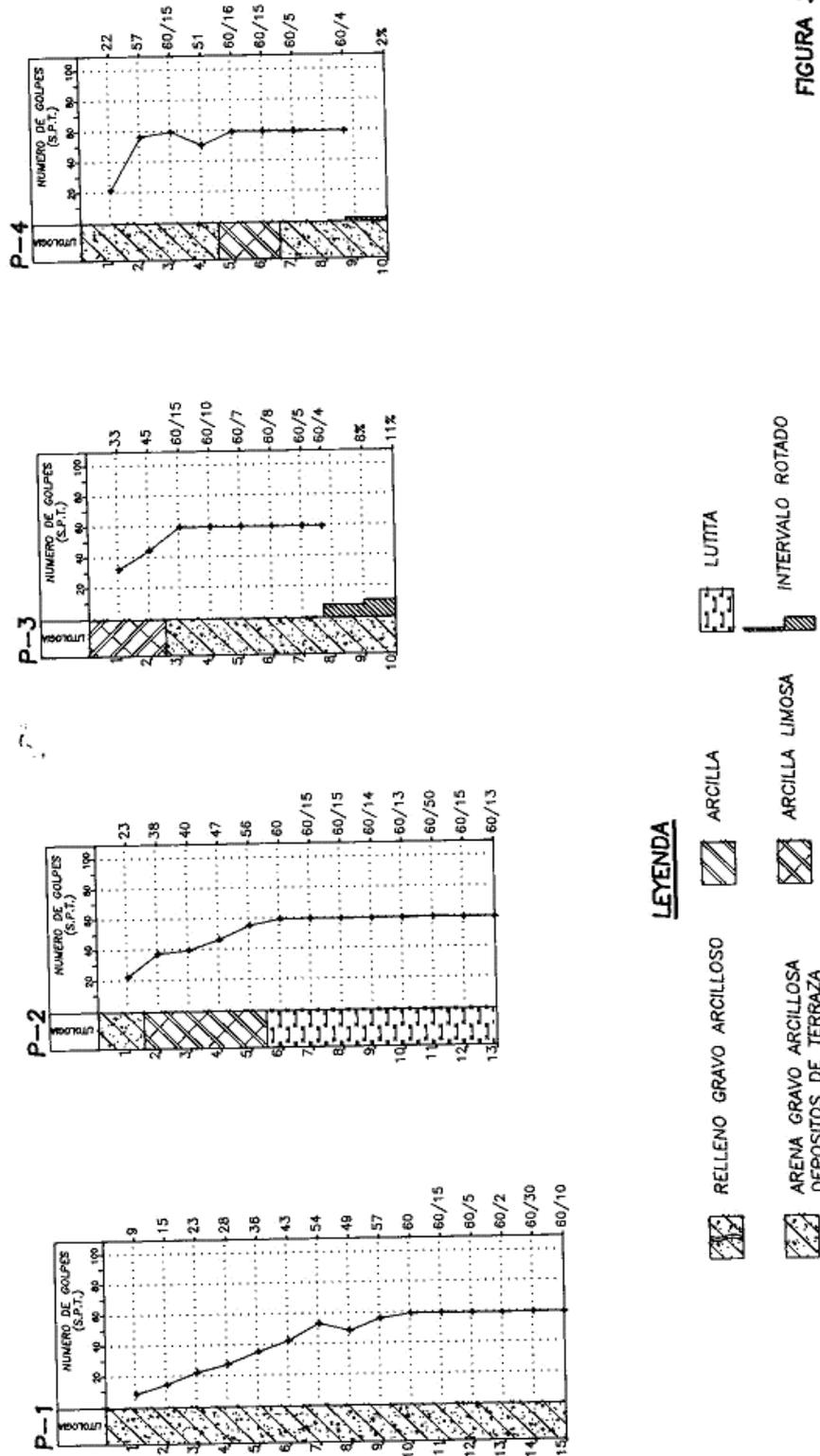


Figura N° 1-2: Perforaciones P-1 a P-4, Sector norte.
Fuente: SINCLINAL S.A. (Marzo 1.994).

RESUMEN DE ENSAYOS RUTINARIOS DE LABORATORIO
CENTRO DE SERVICIOS O.M.Z.
SECTOR NORTE (P1 a P9)

Muestra N°	Cota -	Wn %	L.L. %	L.P. %	I.P. %	DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA						γ1 kg/m3	γ2 kg/m3	Clasif. S.U.
						G. Gr. %	G. F. %	A. Gr. %	A. M. %	A. F. %	Finos %			
P1-M1	321.8	6.40	32.2	16.1	16.1	0.0	6.7	6.8	27.1	29.1	30.3	2210	2080	SC
P1-M2	320.8	11.30												SC
P1-M4	318.8	5.70										2280	2160	SC
P1-M6	316.8	4.80				0.0	14.3	14.3	26.7	18.4	26.3	2310	2210	SC
P1-M8	314.8	6.60				0.0	18.8	9.8	19.6	22.2	29.6			SC
P1-M12	310.8	5.10				5.0	18.7	17.5	24.0	14.7	20.1	2330	2220	SC
P1-M14	308.8	3.90				0.0	20.7	18.1	30.8	16.5	14.0			SC
P2-M1	315.8	7.50				0.0	12.1	7.4	29.3	0.8	50.4			SC
P2-M2	314.8	14.00	44.3	23.0	21.3									CL-CH
P2-M4	316.8	9.50				0.0	0.0	0.0	1.0	5.6	93.4	2260	2070	CL-CH
P2-M6	310.8	17.40										2150	1830	LUTITA
P2-M12	304.8	7.20	34.1	28.7	5.4									LUTITA
P3-M2	304.8	5.80	24.9	18.1	6.8									CL
P3-M3	303.8	14.60				0.0	9.1	12.7	31.7	20.9	25.6	2140	1860	SC
P3-M4	282.8	7.60				11.2	22.1	16.8	21.7	15.2	12.9			SC
P3-M6	300.8	9.10				0.0	26.7	21.0	24.3	14.2	13.8			SC
P4-M2	305.7	4.20				0.0	21.6	16.0	29.9	17.8	14.8			SC
P4-M3	304.7	4.10				0.0	7.7	12.5	28.5	25.1	26.2	2250	2170	SC
P4-M5	302.7	12.90	31.1	26.5	4.6	0.0	0.0	2.4	2.3	38.0	57.4	1990	1760	CL
P4-M9	298.7	7.30				0.0	22.1	18.7	26.5	15.9	16.8			SC
P5-M2	304.5	18.90	52.1	26.9	25.2									CH
P5-M3	303.5	18.70										2050	1730	CH
P5-M6	300.5	10.40	52.5	27.4	25.1							2190	1980	LUTITA
P5-M7	299.5	11.00										2150	1930	LUTITA
P6-M2	296.2	12.80				0.0	6.0	5.5	11.0	11.7	65.8			CL
P6-M3	295.2	17.50										2030	1730	CL
P6-M6	292.2	14.30	46.2	23.3	22.9							1980	1730	CL-CH
P6-M8	290.2	15.80												LUTITA
P6-M11	287.2	6.90	28.8	18.3	10.5	0.0	0.0	0.0	4.3	47.5	48.2			LUTITA
P6-M12	286.2	14.00				0.0	1.1	1.6	5.3	50.9	41.1			LUTITA
P7-M2	298.0	15.00				0.0	4.9	5.9	10.2	14.8	64.2	2160	1880	CL
P7-M3	297.0	9.70										2200	2000	CL
P7-M6	294.0	6.00				0.0	6.4	15.0	39.9	21.1	17.6			SC
P7-M8	292.0	19.30	60.8	28.5	32.3	0.0	0.0	2.6	3.9	17.3	76.2	2090	1760	CH
P7-M12	288.0	6.50				0.0	24.3	14.5	19.0	19.5	22.8			SC
P7-M13	287.0	5.40				0.0	22.5	14.4	19.1	19.5	24.5			SC
P8-M2	298.1	27.80	63.3	28.8	34.5							1950	1530	CH
P8-M3	297.1	21.30	78.7	32.2	46.5									CH
P8-M4	296.1	20.60				0.0	0.0	0.8	0.3	0.5	98.4			CH
P8-M9	291.1	21.90				0.0	2.4	3.9	8.6	13.6	71.6	2050	1680	LUTITA
P9-M2	286.1	13.00	51.3	24.0	27.3							2140	1890	CH
P9-M4	284.1	12.70										2150	1910	LUTITA

Figura N° 1-3: Planilla Resumen de Ensayos de Laboratorio. Perforaciones P-1 a P-9.

Fuente: SINCLINAL S.A. (Marzo 1.994).

Muestra N°	Cota -	Wn %	L.L. %	L.P. %	I.P. %	DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA						γ1 kg/m3	γ2 kg/m3	Clasif. S.U.
						G. Gr. %	G. F. %	A. Gr. %	A. M. %	A. F. %	Finos %			
P10-M1	287.8	8.70				0.0	5.3	7.9	17.9	20.2	48.8			SC-CL
P10-M3	285.8	9.60				0.0	7.9	4.1	8.5	19.7	59.7			CL
P10-M9	279.8	10.20	31.3	18.4	12.9							2070	1810	SC
P10-M10	278.8	14.10												SC
P11-M2	285.7	13.10				0.0	4.0	5.3	15.5	16.1	59.1			CL
P11-M3	284.7	10.40	37.3	18.0	19.3									CL
P11-M6	282.7	9.40				0.0	0.0	2.6	21.2	44.4	31.8			SC
P11-M8	280.7	4.80				0.0	2.3	6.3	21.0	21.2	49.2	2050	1960	SC-CL
P11-M11	277.7	16.60	57.1	27.2	29.9							1980	1700	CH
P12-M3	278.9	19.90				0.0	12.1	9.0	15.4	15.8	47.7	2060	1720	SC-CL
P12-M5	276.9	18.50				0.0	6.9	6.4	15.7	23.4	47.6	2030	1710	SC-CL
P12-M8	273.9	11.80	50.4	24.9	25.5									CH
P12-M10	271.9	15.30				0.0	6.3	6.2	10.4	8.5	68.5	2100	1820	CL
MONOLITO 1		11.30	50.2	29.4	20.8	0.0	0.0	0.0	0.7	3.1	96.2	1949	1751	CH
MONOLITO 2		15.50	56.8	22.5	34.3	0.0	0.0	0.2	2.8	5.8	91.1	2056	1780	CH

Figura N° 1-4: Planilla Resumen de Ensayos de Laboratorio. Perforaciones P-10 a P-12.
Fuente: SINCLINAL S.A. (Marzo 1.994).

TARA:	11.22 g.	P. ANILLO	44.72 g.	AREA	10.07 Cm2
PSH+TAR/	34.56 g.	ALTURA	17.50 mm	VOLUMEN	17.62 Cm3
PSS+TAR/	32.02 g.	DIAMETRO	3.58 Cm.	DIAL DEF.	0.00 PULG.
HUM.INI	12.2 %	P.S.H.+AN	79.00 g.	PRESION	0.156 Kg/Cm2
DENS.HUM	1.946 Kg/m3			TARA	11.5 g.
				PSH+TARA	45.0 g.
				PSS+TARA	38.0 g.
				HUM.FIN	26.7 %
DENS.SEC	1.734 Kg/m3		Hc = 18 mm.		
FECHA	HORA	TIEMPO MINUTOS	DIAL DEFORM	EXPANSION %	
20/12/93	12.20 am	0	98	0.00	
	1.15 pm	55	114	2.32	
	4.00 pm	220	116	2.61	
	11.05 pm	645	118	2.90	
21/12/93	8.00 am	1180	119	3.05	
22/12/93	9.30 am	2710	119	3.05	
23/12/93	11.00 pm	3520	120	3.19	
24/12/93	9.00 am	5560	120	3.19	
25/12/93	3.00 pm	7360	120	3.19	
26/12/93	9.00 am	8440	120	3.19	
27/12/93	9.00 am	9880	120	3.19	
28/12/93	10.00 am	11380	120	3.19	
28/12/93	11.00 pm	12160	120	3.19	
30/12/93	9.00 am	14200	120	3.19	

Figura N° 1-5: Ensayo de expansión libre. Monolito 1. Centro de Servicios O.M.Z.
Fuente: SINCLINAL S.A. (Marzo 1.994).

TARA:	10.29 g.	P. ANILLO	59.94 g.	AREA	8.867 Cm ²
PSH+TARA	11.55 g.	ALTURA	19.00 mm	VOLUMEN	16.85 Cm ³
PSS+TARA	11.51 g.	DIAMETRO	3.36 Cm.	DIAL DEF.	0.001 PULG.
HUM.INI	3.3 %	P.S.H.+AN	94.33 g.	PRESION	0.154 Kg/Cm ²
DENS.HUM.	2.041 Kg/m ³			TARA	11.4 g.
				PSH+TARA	46.3 g.
				PSS+TARA	40.0 g.
DENS.SEC.	1.977 Kg/m ³			HUM.FIN	22.1 %
Hc = 19 mm.					
FECHA	HORA	TIEMPO MINUTOS	DIAL DEFORM	EXPANSION %	
20/12/93	12.20 am	0	50	0.00	
	1.15 pm	55	59	1.20	
	4.00 pm	220	65	2.01	
	11.05 pm	645	75	3.34	
21/12/93	8.00 am	1180	95	6.02	
22/12/93	9.30 am	2710	125	10.03	
23/12/93	11.00 pm	3520	132	10.96	
24/12/93	9.00 am	5560	141	12.17	
25/12/93	3.00 pm	7360	146	12.83	
26/12/93	9.00 am	8440	147	12.97	
27/12/93	9.00 am	9880	149	13.23	
28/12/93	10.00 am	11380	151	13.50	
28/12/93	11.00 pm	12160	152	13.64	
30/12/93	9.00 am	14200	152	13.64	

Figura N° 1-6: Ensayo de expansión libre. Monolito 2. Centro de Servicios O.M.Z.

Fuente: SINCLINAL S.A. (Marzo 1.994).

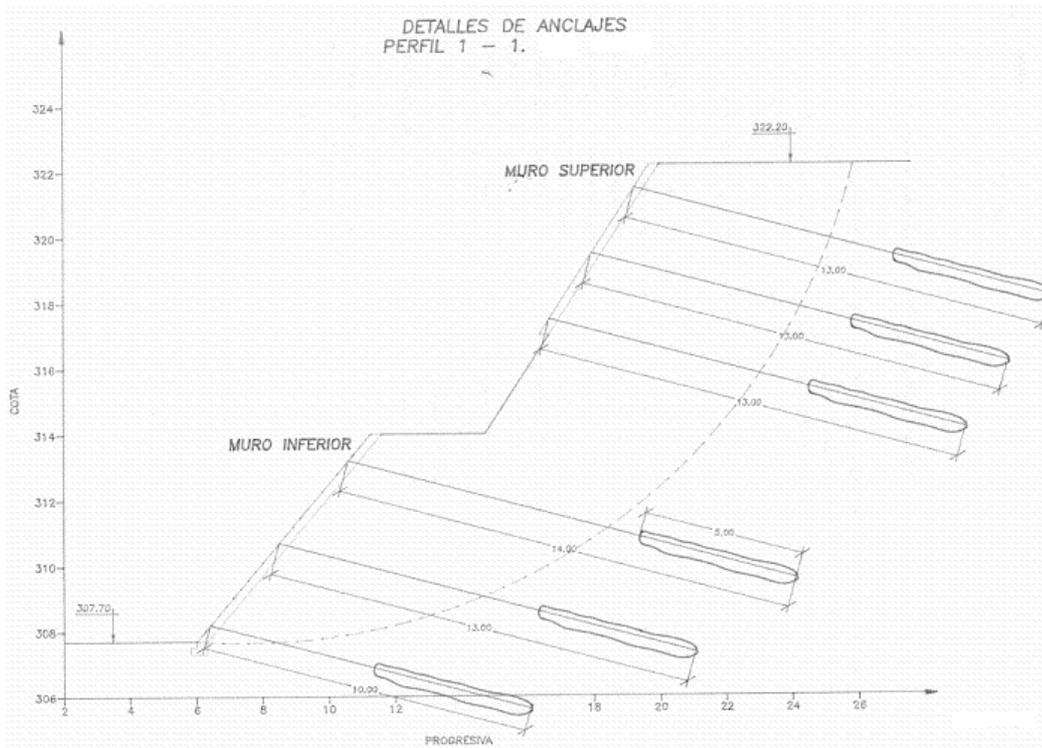


Figura N° 1-7: Detalles de anclajes propuestos para el talud T-1 en la Terraza 7.

Fuente: SINCLINAL S.A. (Marzo 1.994).



Foto N° 1-1: Primer deslizamiento ocurrido sobre el talud de fondo, entre las Terrazas 6 y 7 (Octubre 1.993).



Foto N° 1-2: Deslizamientos en la cara del talud de corte sobre el flanco sur de la Terraza 6 (Octubre 1.993).



Foto N° 1-3: Deslizamiento sobre el flanco Este de la Terraza 6 (Noviembre 1.993).



Foto N° 1-4: Sector superior del talud de corte localizado entre la Terraza 7 y el sector que se destina para la caseta y la torre de microondas (Noviembre 1.993).



Foto N° 1-5: desprendimiento y corrimiento de material en la Noreste de la Terraza 5. Material de corte arcilloso (Noviembre 1.993).



Foto N° 1-6: Vista parcial del Talud sobre la Terraza 7. En la esquina superior derecha se aprecia el talud reconstruido sobre la Terraza 8 (Noviembre 1.993).

IV . 3 . Caso Nº 2

DESLIZAMIENTO SOBRE EL TALUD SUR, CONSORCIO PREWATUY, CARRETERA NACIONAL LA RAISA.

Fecha: Julio 1.998.

Antecedentes:

Este trabajo se fundamentó en el deterioro y deslizamiento de tierra que se presentó en el talud de corte que define la terraza donde actualmente se encuentran los galpones de la Empresa Prewatuy. Dicha falla se produjo algunos años después de que se realizó el corte.

Características del talud:

El talud en estudio tiene una longitud aproximada de 320m, con una altura variable entre 10m en el sector Oeste y 25m hacia el Este y fue construido con un pendiente del 100% ($\angle 45^\circ$) prácticamente en toda su extensión.

Manifestación del problema:

El talud presentaba básicamente dos sectores colapsados, de los cuales, el de mayores dimensiones afecta el tramo donde la altura está comprendida entre 17 y 22m. El otro, de menor proporción, se localiza en el sector donde la altura del corte varía entre 8 y 11m. (Ver Foto Nº 2-1 y 2-2). En ambos casos las superficies de fallas tienen su inicio en el borde del talud del corte o muy cercano a él, acumulándose el material al pie del talud. En la Figura 2-5 se puede apreciar un esquema del perfil de deslizamiento.

La litología que se aprecia en el escarpe del deslizamiento del talud Este está constituida por depósitos de terrazas, principalmente por arcillas duras, con fisuras que definen bloques de diferentes tamaños (ver Fotos Nº 2-3 y 2-4). En algunas zonas se observan intervalos escasos de gravas redondeadas en una matriz areno-arcillosa (Foto Nº 2-5).

Estudios realizados:

Inicialmente fue necesaria la ejecución del plano de topografía detallada del talud en toda su extensión.

Se ejecutaron 4 sondeos exploratorios, las perforaciones (P-1 y P-2) se ubicaron en la cresta del talud en la falla Este, con profundidades de 20 y 15m respectivamente, complementadas con la perforación P-4 ubicada al pie y con una profundidad de 10m. La perforación P-3, de 15m de profundidad, se ubicó en la cresta del talud en la falla Oeste.

Todas las perforaciones se ejecutaron a máquina, con equipo estándar de perforación, recuperando muestra a cada metro de profundidad. En el proceso de recuperación se efectuó el ensayo de penetración normal SPT.

Adicionalmente de las muestras tomadas durante la exploración profunda del subsuelo, se tomaron muestras inalteradas, tipo monolito, de los materiales arcillosos que afloraban en el escarpe del deslizamiento.

Todas las muestras recuperadas se inspeccionaron visual y táctilmente en el laboratorio a fin de describirlas y seleccionar las más representativas para efectuar los ensayos previstos. En este sentido, los ensayos de clasificación fueron los siguientes: humedad natural, granulometría por tamizado, límites de consistencia (líquido y plástico) y peso unitario. En las Figuras N° 2-2 y 2-3 se presenta la tabla resumen de los resultados de estos ensayos.

De las muestras tomadas del escarpe del deslizamiento se realizaron dos ensayos de compactación (Proctor Normal y Proctor Modificado), además de un ensayo de corte directo de tres puntos con muestras remoldeadas.

Causas del deslizamiento:

Las fallas del talud se han producido principalmente por los siguientes factores:

- Desmejoramiento y disminución de la resistencia al corte en los planos de contacto de planos de bloques de arcilla aparente.
- Fuerte pendiente del talud de corte ($i= 100\%$, $\angle 45^\circ$)
- Deficientes condiciones de drenaje superficial.

El mecanismo de falla de taludes constituidos por arcillas duras, fracturadas o fisuradas en bloques de alta resistencia, está controlado inicialmente por la dimensión de los bloques. En los casos donde los bloques son grandes, los taludes pueden mantenerse estables por muchos años y posteriormente fallar. Sin embargo, si los bloques son de pequeñas dimensiones, las fallas son prácticamente inmediatas a la ejecución del corte.

El origen de las fracturas es diverso, principalmente se deben al fenómeno de contracción o encogimiento que experimentan durante los períodos de verano o secos. No obstante, estas grietas o fracturas solo son visibles cuando se realiza el corte, es decir cuando se producen esfuerzos de relajación por falta de confinamiento lateral, situación que induce el desplazamiento entre bloques (Figura 2-1).

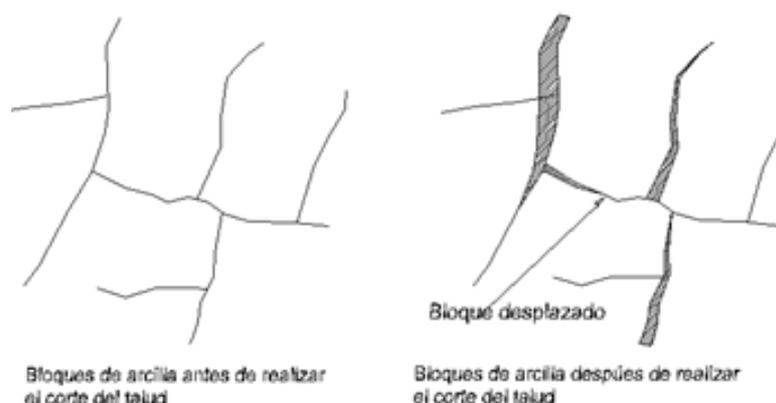


Figura N° 2-1: Grietas en bloques de arcillas.

Fuente: SINCLINAL S.A. (Agosto 1.998).

Asimismo, en períodos de lluvia las grietas se llenan de agua, desmejorando y disminuyendo la resistencia al corte en los planos de contacto de bloques, situación que induce o produce la falla del talud.

Solución adoptada:

Se propuso la rectificación progresiva de la pendiente del talud, removiendo el material deslizado sobre la superficie de falla de abajo hacia arriba. La pendiente adoptada para rectificar y reconstruir el talud es de 1,5(H):1(V).

Como material de relleno se utilizó el mismo material removido del deslizamiento, encontrándose libre de materia orgánica. Dado que se requerirá material de préstamo, este debe ser seleccionado y analizado con los ensayos pertinentes al control del movimiento de tierras (ensayos de clasificación y compactación).

Otras opciones contempladas para estabilizar y soportar los empujes de las masas inestables, fueron en base a la construcción de obras de contención, tales como muros de gaviones, de concreto en voladizo, etc. Sin embargo tales soluciones se descartaron, principalmente porque los bajos valores de resistencia al corte del material del talud determinan obras de contención de considerable costo y magnitud.

Una vez finalizados los trabajos correctivos y constructivos se procedió a proteger la cara del talud reconstruido mediante siembra de gramíneas.

Fuente de información:

SINCLINAL S.A. (Agosto 1.998). "Trabajo de investigación geotécnica. Deslizamiento sobre talud sur, Consorcio Prewatuy carretera nacional La Raisa, Charallave, Estado Miranda".

Estudio Geotécnico - Taluzes Prewatuy - La Ransa
Resumen de ensayos rutinarios de laboratorio

Muestra Nº	W %	Límites de Atterberg			Granulometría por tamizado			γ_w kg/m ³	γ_d kg/m ³
		LL %	LP %	IP %	grava %	arena %	<#200 %		
P-1-M1	17,3								
P-1-M2	14,2								
P-1-M3	15,2								
P-1-M4	7,9								
P-1-M5	19,0								
P-1-M6	17,6	49,6	28,1	21,5					
P-1-M7	22,5								
P-1-M8	15,1								
P-1-M9	16,0	55,1	25,0	27,1			1904	1,747	
P-1-M10	20,5	62,4	32,0	30,4			1855	1,631	
P-1-M11	18,9								
P-1-M12	15,1	57,0	30,5	26,5			1944	1,722	
P-1-M13	16,8								
P-1-M14	6,0								
P-1-M15	7,5								
P-1-M17	3,4								
P-1-M18	13,0								
P-1-M19	12,2				22,5	63,0	14,4		
P-1-M20	11,4								
P-2-M1	20,1								
P-2-M2	24,6						1,981	1,593	
P-2-M3	31,6	53,3	27,8	26,1			1,943	1,592	
P-2-M4	13,4								
P-2-M5	13,3								
P-2-M6	15,0	39,4	24,6	14,3					
P-2-M7	19,4	56,3	29,3	27,0					
P-2-M8	17,4						1,878	1,626	
P-2-M9	13,3								
P-2-M10	8,4								
P-2-M11	29,5	36,7	22,4	14,3					
P-2-M12	34,9								
P-2-M13	5,5								
P-2-M14	14,3								

%W : contenido de humedad

γ_w : peso unitario húmedo

%LL : límite líquido

γ_d : peso unitario seco

%LP : límite plástico

Gs : peso específico

%IP : índice plástico

Figura N° 2-2: Tabla de Ensayos de Laboratorio. Perforaciones P-1 y P-2.
Fuente: SINCLINAL S.A. (Agosto 1.998).

Muestra N°	W %	Límites de Atterberg			Granulometría por tamizado			γ_w kg/m ³	γ_d kg/m ³
		LL %	LP %	IP %	grava %	arena %	<#200 %		
P-3-M1	14,1								
P-3-M2	10,3								
P-3-M3	13,4								
P-3-M4	17,0	52,7	28,4	24,3			1,927	1,673	
P-3-M5	14,9	64,3	32,0	32,3					
P-3-M6	26,2	57,0	32,6	24,4					
P-3-M7	18,5	58,5	30,6	27,9			2,006	1,712	
P-3-M8	15,9								
P-3-M9	17,6								
P-3-M10	25,6	48,7	29,9	18,8					
P-3-M11	18,4	47,5	27,5	20,0					
P-3-M12	18,8								
P-3-M13	15,9								
P-3-M14	10,6								
P-3-M15	7,8								
P-4-M1	11,9	45,1	25,2	19,9					
P-4-M2	17,9								
P-4-M3	13,7	37,8	23,1	14,7					
P-4-M4	15,3								
P-4-M5	14,9	41,1	25,3	15,8			2,184	1,907	
P-4-M6	17,5								
P-4-M7	21,4	46,9	27,7	19,2			2,061	1,693	
P-4-M8	15,9	53,3	28,4	24,9			2,172	1,886	
P-4-M9	20,3	36,8	22,3	14,5					
P-4-M10	16,4								

Figura N° 2-3: Tabla de Ensayos de Laboratorio. Perforaciones P-3 y P-4.
Fuente: SINCLINAL S.A. (Agosto 1.998).

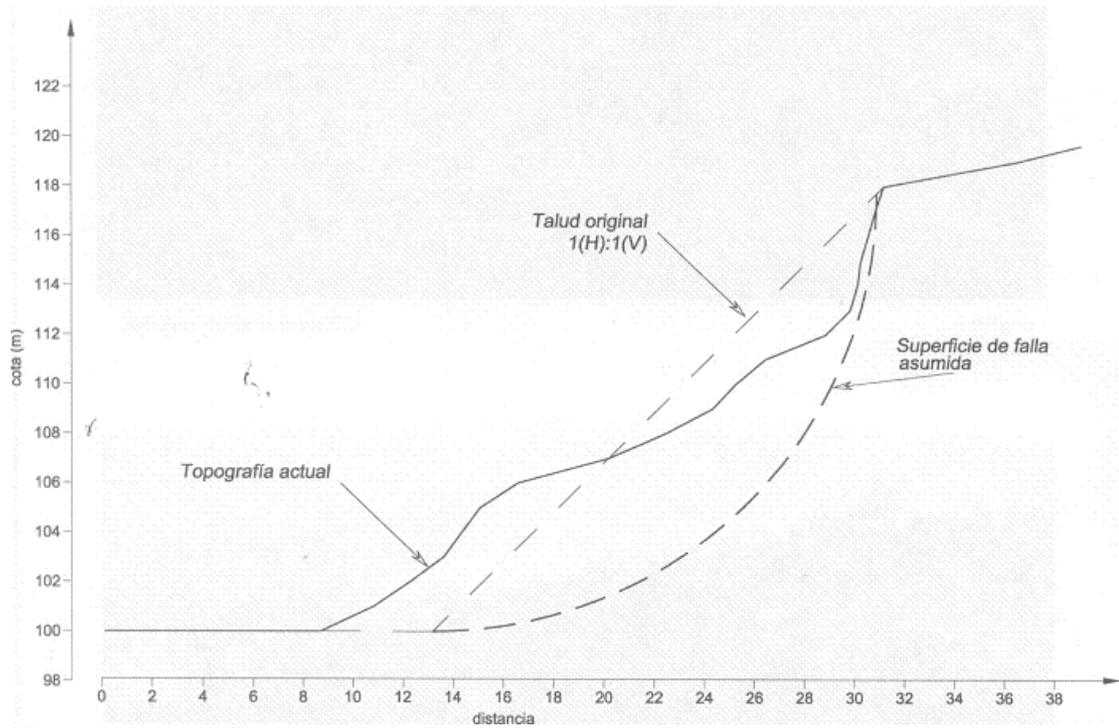


Figura N° 2-5: Ejemplo Falla Talud Consorcio Prewatuy.
Fuente: SINCLINAL S.A. (Agosto 1.998).

Fotos:

Foto N° 2-1: Vista panorámica de la falla Este (1.998).



Foto N° 2-2: Vista panorámica de la falla Oeste (1.998).



Foto N° 2-3: Escarpe del deslizamiento Este. Obsérvese las fracturas de los bloques de arcilla (1.998).



Foto N° 2-4: Estrato de gravas arenosas redondeadas, algo cementadas (1.998).



Foto N° 2-5: Escarpe del deslizamiento del talud Este (1.998).

IV . 4 . Caso N° 3

PROBLEMÁTICA DE LA URBANIZACIÓN COLINAS DE MATALINDA. INTERCOMUNAL CHARALLAVE-OCUMARE DEL TUY, SITUADA A 4 KILÓMETROS AL SUR DE LA CIUDAD DE CHARALLAVE.

Fecha: Junio 2.006.

Antecedentes

El desarrollo de la urbanización fue permitido por la Ingeniería Municipal del municipio Cristóbal Rojas en el año 1.999, incluyendo dentro de estos permisos: La Constancia de Cumplimiento de las Variables Urbanas (Tabla: 3-1) y el permiso para movimiento de tierras; la construcción del desarrollo iniciaría en febrero de 2.000 y entregada la primera etapa al Municipio y a los compradores desde el año 2001.

En la urbanización se identificaron varios problemas que generaron malestar en los propietarios y residentes (los más importantes relacionados con aspectos geotécnicos e hidráulicos).

Como resultado, después de un período de negociación y establecimiento de acuerdos, la promotora-constructora accedió a financiar el diagnóstico de los problemas presentados en dicha urbanización, que realizaron en conjunto el Instituto de Estudios Regionales y Urbanos de la Universidad Simón Bolívar (USB-IERU) y la Dirección de Acción Gremial del Colegio de Ingenieros de Venezuela (CIV) en el año 2.006.

Tabla 3-1.- Condiciones de Desarrollo de Colinas de Matalinda

Área Bruta	211.479,81 M2	
Área Neta	147.802,19 M2	
Parcelas	558	
Áreas Comunes	33.949,06 M2	
Uso	Residencial con Vivienda Unifamiliar aislada, pareada o continua.	
Densidad	250 Hab/Ha	
Altura Máxima	Dos (2) pisos	
Construcción	80% Máximo	
Ubicación	50% Máximo	
Retiros	Frente	3 m
	Fondo	2,5 a 3 m
	Lateral (opcional)	2,5 a 3 m (se permite construir sobre retiro lateral respetando frente y fondo).
Estacionamiento	Un puesto por vivienda	
Vialidad	Ancho mínimo acera	1,2 m
	Pendiente longitudinal	Hasta 12% en longitudes < 100 m
	Pendiente transversal	2% mínimo promedio
	Sección de calzada	6,6 m mínimo

Fuente: USB-IERU, CIV (2.006).

Características de la Urbanización:

Colinas de Matalinda es una urbanización residencial de 558 viviendas unifamiliares localizada en 21 hectáreas. Está conformada por ocho macroparcels que funcionan de manera independiente, con un eje estructurador que es la Avenida Principal Las Colinas (Ver Mapa 3-1).

La urbanización se localiza en una zona de colinas y terrazas de pendientes moderadas. Los suelos son variables, entre materiales granulares constituidos por arenas arcillosas finas a arcillas limosas fácilmente erosionables por la acción de las aguas.

El Mapa 3-1 representa las características en que se encontraban las viviendas de la urbanización, para el año 2.006 cuando se realizó el estudio diagnóstico USB-IERU, CIV. Este mapa también tiene el objetivo de representar la ubicación de las viviendas evaluadas.

Los desarrollos habitacionales corresponden a la tipología de vivienda aislada de 1 piso, que contempla 3 habitaciones, 2 baños y un área de sala-comedor-cocina y un puesto de estacionamiento que ocupan un área aproximada de 80 m² en un área de terreno entre 160 y 240 m².

Características de las viviendas:

El sistema estructural de las viviendas está conformado por techo de losa maciza de concreto a dos aguas que descansa sobre viga de corona del mismo material que se apoyan sobre paredes de carga de bloque de arcilla, rigidizadas por machones verticales de concreto. Todo el conjunto descansa sobre una losa de fundación de aproximadamente 80 m² (menos estacionamiento) elaborada en concreto con zapatas corridas.

Problemas Manifestados:

La mayor parte de los problemas que se originaron en la urbanización están referidos a aspectos hidráulicos y geotécnicos, afectando viviendas taludes y servicios en la urbanización.

Los problemas de carácter prioritario indicados por los propietarios en el diagnóstico del año 2.006, fueron:

- Desplome de paredes divisorias.
- Erosiones y deslizamientos de taludes.
- Agrietamientos de viviendas.
- Dificultades en el sistema de drenajes.

Metodología de Trabajo:

El enfoque metodológico del trabajo diagnóstico realizado por USB-IERU y CIV (2.006), se fundamentó en la opinión sobre observaciones de campo y discusión interdisciplinaria de los expertos, quienes formularon explicaciones conclusiones y recomendaciones de la problemática. El esquema metodológico general del estudio se muestra en la Figura N° 3-2.

Toda esta información fue procesada por los expertos y paralelamente se presentaron avances del trabajo a cada representante involucrado, con quienes se realizaron talleres de discusión y de construcción de visión compartida.

Al evaluar estas situaciones se hicieron nuevas visitas de campo para verificar resultados, recoger datos más ajustados a las preocupaciones expresadas por los representantes y definir mejor las causas de los problemas y el mapa de responsabilidades.

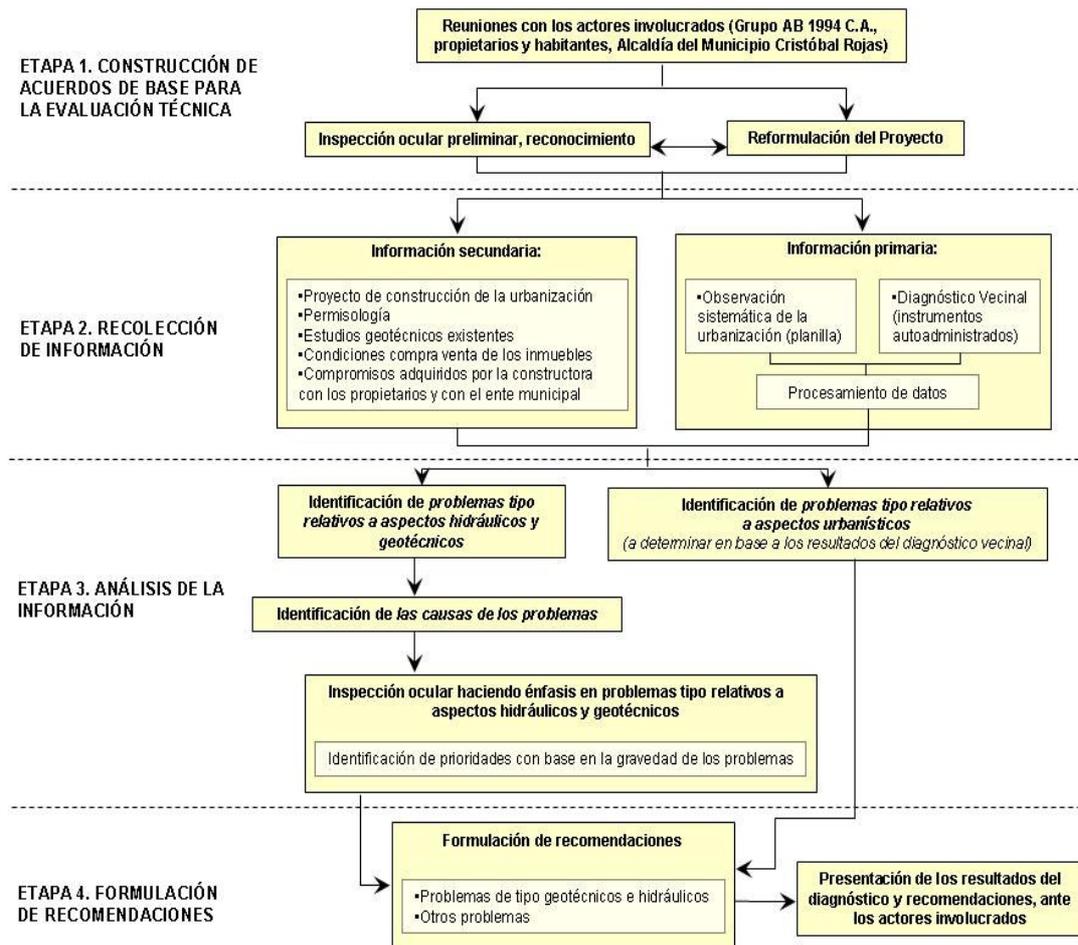


Figura N° 3-1: Esquema metodológico general del estudio.

Fuente: USB-IERU, CIV (2.006).

Causas de los problemas.

Los problemas observados correspondían principalmente a la ausencia de un adecuado funcionamiento de los drenajes internos, externos y del entorno, en viviendas, parcelas, calles y áreas externas a la urbanización, lo cual ha causado: asentamiento del terreno, volcamiento de paredes perimetrales, erosión de los taludes, humedad en las viviendas y deterioro de la vialidad.

- **Drenajes Internos:**

En la gran mayoría de las parcelas, las aguas de lluvia que caen en el patio no drenan hacia la calle y percolan en el terreno, taludes y debajo de las placas y pisos de las viviendas. Esta condición de vulnerabilidad opera por igual en viviendas y parcelas que mantienen el diseño original o viviendas intervenidas por los propietarios.

- **Drenajes Externos:**

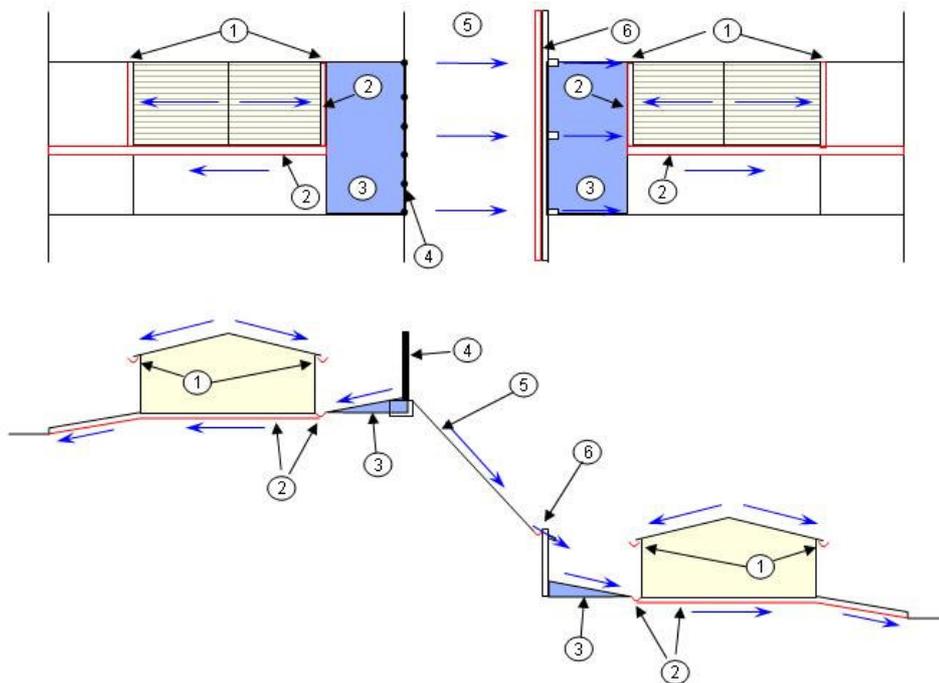
Existen sectores en donde las aguas de lluvia que drenan por las calles represan las aguas de las parcelas impidiendo que las mismas drenen con facilidad. Este problema no solo afecta las parcelas sino la vialidad en sí, ya que al empozarse en agua tiende a buscar ranuras por donde escurrir y muchas veces las encuentra, produciendo la erosión del suelo debajo de las calles que favorece el hundimiento de las mismas, acentuando el problema.

Flujo de aguas de lluvia que no ha sido adecuadamente canalizado en las zonas exteriores a la urbanización afecta el oeste de la urbanización, específicamente a la altura de las macroparcels H1 y G1.

Recomendaciones.

- **Drenajes Internos.**

En la Figura N° 3-3 se indican las recomendaciones generales para mejorar las condiciones de drenajes dentro del área de las parcelas.



- ① Recoger las aguas de lluvia de los techos a través de canales que conduzcan a 2
- ② Colocar un canal de recolección, para conducir a la calle las aguas de lluvia que caigan en el patio posterior y lateral
- ③ Rellenar el patio posterior hasta conseguir una pendiente que permita que las aguas de lluvia que caen sobre el mismo escurran hacia el canal de recolección
- ④ Sustituir la pared de bloques volcada por mala metálica (alfajol) y vegetación apropiada
- ⑤ Rectificar el talud y protegerlo reforestando con gramíneas
- ⑥ Colocar un canal de recolección al pie del talud y sobre el muro para evitar que las aguas se infiltren

Figura N° 3-2: Recomendaciones generales en materia de drenajes internos, taludes y paredes perimetrales.

Fuente: Memoria Descriptiva de Colinas de Matalinda (2.006).

- **Drenajes externos.**

Estas recomendaciones pretenden restablecer el drenaje en aquellos lugares donde se han identificado acumulación de aguas de lluvia por fallas de construcción del sistema de drenajes externo:

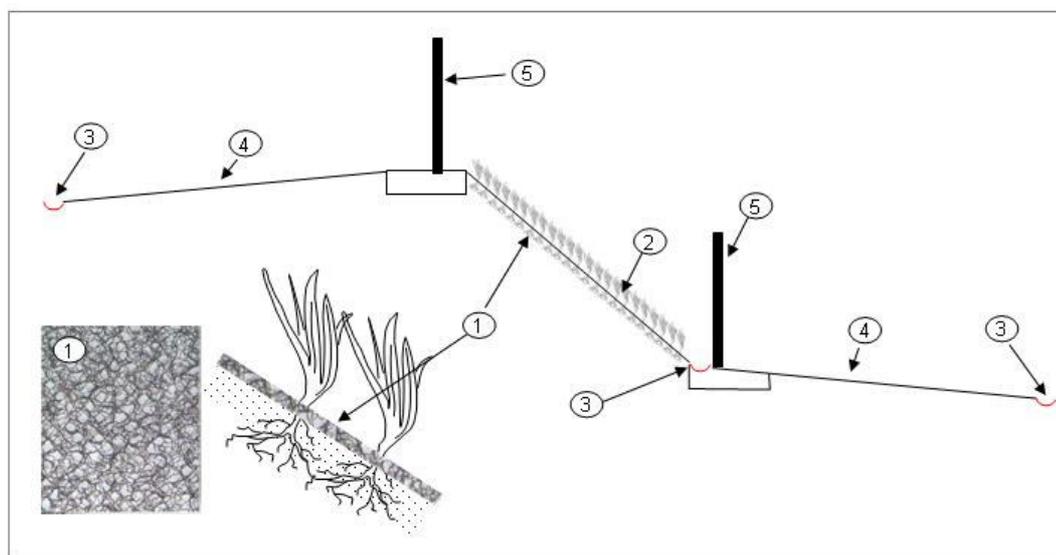
1. Construir cuatro colectores en las macroparcelas F1, G1, G2 y H1, con sus respectivas obras de captación (sumideros de reja).

2. Captar y canalizar el agua de lluvia al final de los taludes laterales a la vialidad principal (Av. Principal las Colinas), para lo cual se requiere un estudio detallado en esos puntos.

3. Mantenimiento adecuado de la red de drenajes externos.

- **Taludes**

En la figura N° 3-3 se reflejan cuales son las recomendaciones establecidas para mejorar las condiciones de los taludes en la urbanización.



- ① Protección de la parte superior del talud con el uso de geomanta y vegetación gramínea
- ② Talud no intervenido en buen estado de conservación
- ③ Canal de recolección para las aguas de lluvia
- ④ Pendiente en los fondos de las parcelas, que permita el escurrimiento de las aguas de lluvia hacia el canal de recolección
- ⑤ Cerca metálica (alfajol) en sustitución del muro de bloques

Figura N° 3-3: Recomendaciones generales para la rectificación y protección de taludes con procesos erosivos.

Fuente: Memoria Descriptiva de Colinas de Matalinda (2.006).

Situación actual de las Viviendas de la urbanización Colinas de Matalinda.

Para la verificación del estado actual de la urbanización primero se realizó una visita de reconocimiento de la zona, efectuada el 16 de marzo de 2.010, las siguientes fueron visitas para diagnosticar la situación actual de la urbanización, efectuadas el 12 de junio y el 16 de septiembre de 2.010. Estas

visitas se hicieron en compañía de algunos vecinos y miembros del Consejo Comunal del sector Colinas de Matalinda.

A continuación se evalúa la situación y el estado actual de algunas de las viviendas que presentaban mayores problemas en el diagnóstico del año 2.006.

SECTOR H1

➤ **Parcela 27, 28 y 29:**

Las características de afectación de las viviendas en el diagnóstico 2.006 eran las siguientes:

- Asentamiento del patio posterior, evidente en las grietas horizontales de la losa de piso en concreto, hundimiento de la losa de piso (ver Foto N° 3-1).
- Desplome de la pared de lindero de fondo de la parcela, separación de la pared lindero lateral con respecto a la casa (ver Foto N° 3-2).
- Socavamiento del talud lindero detrás de la pared.

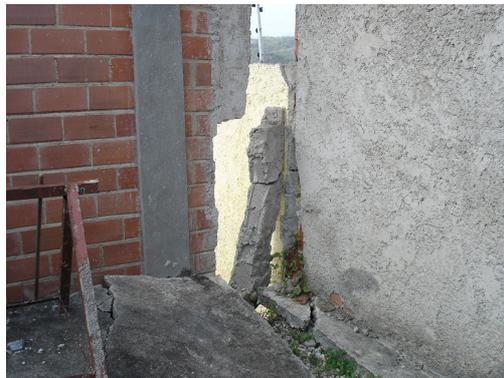


Foto N° 3-1 (izq.): Grieta horizontal en las losas de piso, patio trasero (Enero 2.007).

Foto N° 3-2: Desplome de paredes lindero (Enero 2.007).

➤ Junio 2.010, **Parcela 27:**

- En la vivienda se construyó un pequeño muro de concreto armado enterrado y más adentro de forma tal que pueda sostener el patio, pero acortando la parcela (ver Foto N° 3-3).
- La pared perimetral original fue sustituida por una cerca alfajor para delimitar la parcela, la cual se encontraba caída (ver Foto N° 3-4).

- No se había hecho ningún estudio o trabajo para corregir la inestabilidad del talud.



Foto N° 3-3 (izq.): Parcela 27. Muro de concreto armado enterrado al borde del patio trasero (Junio 2.010).

Foto N° 3-4: Parcela 27. Cerca alfajor caída (Junio 2.010).

En una nueva visita en septiembre de 2.010, el propietario de la vivienda construyó un muro ecológico de tierra armada con piezas de concreto prefabricadas, con el objeto sostener el talud al fondo de la parcela (ver Foto N° 3-5).



Foto N° 3-5: Muro de contención talud en zona posterior, parcela 27. (Septiembre 2.010).

➤ **Parcela 28 y 29:**

El problema persiste, pero se construyeron techos que recogen las aguas y evita que se acumule al borde del talud (ver Foto N° 3-6 y 3-7).



Foto N° 3-6 (izq.): Patio trasero vivienda (Enero 2.007).

Foto N° 3-7: Patio trasero vivienda (Septiembre 2.010).

➤ **Parcelas 23 y 35A:**

Para el momento del estudio en el año 2.006, el talud divisorio entre las parcelas 35A, 36, 38, 23, 21 y 19 presentaba deslizamientos leves. En ese entonces, se recomendaron tres alternativas:

1. Pared lindero con machones con fundaciones muy profundas y sistema de drenaje que evita la inestabilidad del talud.
2. Muros bajos de contención para estabilizar el talud y reemplazar la pared lindero con machones con fundaciones normales.
3. Muros altos de contención para eliminar el talud y reemplazar la pared lindero sobre el muro de contención.

Además se recomendó instalar un canal de recolección de las aguas de lluvia de los techos de las viviendas.

Para la fecha junio 2.010, no se han hecho las correcciones pertinentes en el talud y tampoco han colocado las canaletas para recoger el agua de los techos (ver Foto N° 3-8 y 3-9); las manifestaciones del problema son las siguientes:

- El talud se sigue socavando y se forman grietas en paredes perimetrales como se puede observar en la Foto N° 3-10.
- Volcamiento en pared divisoria y pared lateral hacia la calle en vivienda 35A (ver Foto N° 3-11).
- Ninguna de las viviendas capta el agua del techo.



Foto N° 3-8 (izq.) viviendas 23, 21 y 19 (Junio 2.010).

Foto N° 3-9: patio trasero Parcela 35 A (Junio 2.010).



Foto N° 3-10 (izq.): Deslizamiento del talud entre viviendas 23 y 35 A, con agrietamiento en la pared (Junio 2.010).

Fotos N° 3-11: Vivienda 35 A, pared lateral volcada hacia la calle (Junio 2.010).

SECTOR G1

➤ **Talud entre parcelas 26 (H1) y 31 (G1):**

Características de afectación diagnóstico 2006:

- Pequeños asentamientos de los patios noreste y sureste, evidente en las grietas horizontales del suelo en tierra.
- Socavamiento en el talud, notándose que la parte del patio posterior de la casa 26, se encontraba en el aire (Foto N° 3-12).

En la inspección de junio 2010, se observó que el problema fue corregido con una pantalla de concreto (Foto N° 3-13).



Foto N° 3-12: Talud socavado por el agua entre la parcela 26 (H1) y la parcela 31 (G1) (Marzo 2.007).



Foto N° 3-13: Pantalla de concreto entre parcelas 26(H1) y 31(G1) (Junio 2010).

➤ **Parcela 35:**

Característica de afectación diagnóstico 2006:

- El talud del patio presentaba deslizamientos, socavamiento en la parte superior del talud que exponía parte de la losa de piso de la parcela 22 (H1). Foto N° 3-14.

Para junio 2.010 el problema persiste (ver Foto N° 3-15).



Foto N° 3-14 (izq): Talud parcela 35 (Marzo 2.007).



Foto N° 3-15: Parte superior izquierda del talud, Parcela 35 (Junio 2.010).

➤ **Parcelas 24, 25 y 26:**

El talud de los patios traseros externos presenta cárcavas y deterioro por el agua que puede generar futuros problemas (ver Fotos N° 3-16 y 3-17).



Foto N° 3-16 (izq): Cárcavas en talud externo a parcelas las 24, 25 y 26 (Junio 2.010).

Foto N° 3-17: Cárcava en talud externo a la parcela 25 (Junio 2.010).

SECTOR F1:

➤ **Parcela 30:**

Condiciones actuales del problema:

- Grieta en pared de lindero ubicada en el patio trasero que evidencia asentamiento del patio hacia el talud (Ver Foto N° 3-18 y 3-19).
- Grietas en paredes de lindero en la parte posterior de la vivienda que evidencian volcamiento de la pared hacia el talud del patio trasero (Foto N° 3-20).

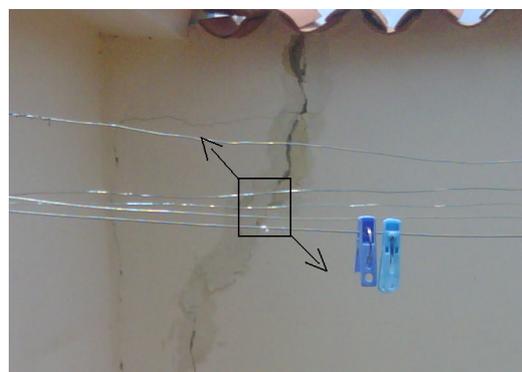


Foto N° 3-18 (izq): Grieta en pared lindero (Septiembre 2.010).

Foto N° 3-19: Detalle de grieta en pared lindero construida sobre el talud (Septiembre 2.010).



Foto N° 3-20: grieta en la pared ubicada sobre el talud (Septiembre 2.010).

➤ **Parcela 33A y 33B:**

Características actuales de afectación:

- Grietas horizontales de piso y grietas con 45° en paredes internas y externas que evidencian asentamientos diferenciales hacia el centro de la vivienda 33B (Foto N° 3-21 y 3-22).
- Talud de patio trasero presenta deslizamientos (Foto N° 3-23).
- Humedad en paredes internas de las viviendas en zonas por donde no pasan tuberías (Foto N° 3-24).

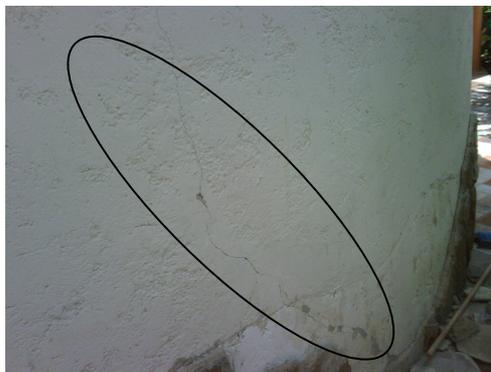


Foto N° 3-21 (izq): Grieta horizontal de piso vivienda 33 B (Septiembre 2.010).

Foto N° 3-22: Grieta pared externa de la vivienda 33 B a 45° y desprendimiento de piedras de fachada (Septiembre 2.010).



Foto N° 3-23 (izq): Deslizamiento talud patio trasero vivienda 33B (Septiembre 2.010).

Foto N° 3-24: Filtración vivienda 33B (Septiembre 2.010).

SECTOR F2:

➤ **Parcela 41:**

Características actuales de afectación:

- Presencia de grietas en paredes internas de la vivienda por posibles asentamientos diferenciales o mala calidad de frisos (ver Foto N° 3-25).
- Exceso de humedad por filtraciones en zonas donde aparentemente no pasan tuberías (ver Foto N° 3-26).
- Talud del patio posterior socavado.

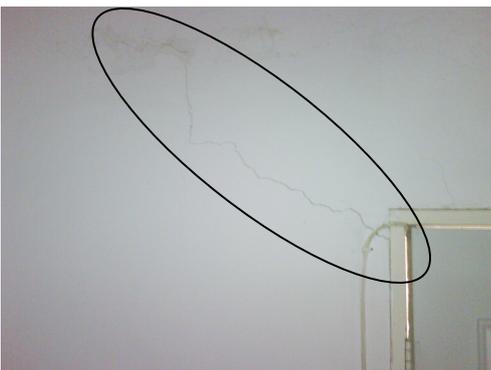


Foto N° 3-25 (izq): Grieta pared adentro de la casa (Septiembre 2.010).

Foto N° 3-26: Humedad en las paredes internas de la vivienda (Septiembre 2.010).

➤ **Parcela 69:**

Características de afectación:

- Grietas en paredes internas y externas de la vivienda, en las esquinas de los marcos de puertas, en paredes de lindero externas y en la losa de piso en la acera de la entrada (ver Foto N° 3-27 y 3-28).
- Posee canaletas que recogen las aguas de lluvia en el techo de la vivienda y todo el patio exterior está cubierto de concreto. Los drenajes subterráneos de la casa están aparentemente obstruidos.
- El drenaje del patio de la parcela 68, cae directamente en la parcela 69 y no está canalizado hacia el colector de drenaje externo (ver Foto N° 3-29 y 3-30).
- Existen filtraciones por humedad en paredes externas e internas (ver Foto N° 3-31).



Foto N° 3-27 (izq): Grietas internas (Septiembre 2.010).



Foto N° 3-28: Grietas externas (Septiembre 2.010).



Foto N° 3-29 (izq): Tubo de drenaje de la parcela 68 que descarga en la parcela 69 (Septiembre 2.010).



Foto N° 3-30: Detalle tubería de descarga en la parcela 69 (Septiembre 2.010).



Foto N° 3-31: Humedad reflejada en las paredes dentro de la vivienda (Septiembre 2.010).

➤ **Parcela 77:**

Características de afectación:

- Se presentan grietas en el interior de la vivienda, cocina, sala, etc; estas grietas reaparecen al año unas que son reparadas. Son de 45° y evidencian asentamientos hacia el centro de la vivienda. Posiblemente, se deben también a materiales de construcción deficientes como por ejemplo poco cemento en los frisos. Grietas en paredes de los linderos (ver Foto N° 3-32 y 3-33).
- Dificultades al abrir y cerrar puertas, lo que evidencia posibles asentamientos diferenciales.
- Acumulación de agua permanentemente en el muro posterior de la vivienda (ver Foto N° 3-34).



Foto N° 3-32 (izq): Grietas en paredes externas de la vivienda.

Foto N° 3-33: Grietas en paredes internas de la vivienda.



Foto N° 3-34: Humedad permanente en muro del patio trasero (Septiembre 2.010).

Situación actual de la vialidad (Av. Principal La Colina)

En el Diagnóstico del año 2.006 se manifestó la ausencia de un drenaje externo competente en la urbanización, esto afectó la vialidad y generó un deterioro progresivo manifestándose con grietas y hundimientos en el pavimento. En ese diagnóstico se recomendó realizar obras de canalización y captación de aguas de lluvia en los laterales de la Av. principal Las Colinas.

Para septiembre de 2.010, todavía no se han realizado las medidas correctivas, en las fotos se aprecian las malas condiciones en que se encuentra la Avenida Principal Las Colinas.



Foto N° 3-35 (izq): Grietas longitudinales en el pavimento, Av Principal Las Colinas (Febrero 2.003).

Foto N° 3-36: Nótese que el lateral de la vialidad no cuenta con algún brocal recolector (Febrero 2.003).



Foto N° 3-37 (izq): Condiciones de la vialidad a la entrada de la urbanización Colinas de Matalinda (Junio 2.010).

Foto N° 3-38: Fractura del pavimento (Junio 2.010).

Fuente: Instituto de Estudios Regionales y Urbanos (IERU); Colegio de Ingenieros de Venezuela (CIV) (Octubre 2.006). “Diagnóstico de la situación actual y formulación de recomendaciones para la urbanización Colinas de Matalinda, Valles del Tuy, estado Miranda”.

IV . 5 . Caso Nº 4

ASENTAMIENTO DEL RESTAURANT Mc. DONALDS DE CHARALLAVE, UBICADO EN EL SECTOR SUCÚA ENTRE LAS CARRETERAS QUE CONDUCEN A OCUMARE DEL TUY-GUA-CARACAS.

Fecha: Marzo 2.008

Antecedentes:

En la visita técnica realizada por la Empresa Geoproyectos, C.A. en fecha 18/04/2.007 se puso de manifiesto lo siguiente:

- Han ocurrido agrietamientos a nivel de cerámica de piso, paredes y tabiquería de la tienda.
- Ha ocurrido separación de los vidrios en ventanas de sus correspondientes marcos.
- Hundimientos a nivel de la caminería perimetral de la tienda en su contacto con la losa de fundación de la estructura.
- Hundimientos y descalce en losas de pavimento.
- Distorsiones y fracturas en elementos varios de la estructura.

Como parte del programa de investigación y diagnóstico de la problemática, se realizaron:

- 10 sondeos exploratorios de 3,5 m. de profundidad cada uno.
- Controles topográficos realizados sobre puntos instalados en el área de la parcela, que permitieron reflejar los desplazamientos verticales ocurridos en un período de dos meses.

Las propuestas de mejoramiento y remediación de las condiciones de soporte del suelo de fundación fueron dos:

- Contracimentación de la estructura, utilizando micropilotes.
- Colocación de una zanja drenante que intercepte, controle, conduzca y evacue adecuadamente los flujos de percolación a través del subsuelo.

Estudios realizados para determinar la causa de los daños:

En Marzo de 2.008, se realizó un estudio geotécnico de diagnóstico.

- Se realizaron 2 perforaciones a máquina, en la esquina NE de la estructura y en la esquina SW (más próxima a la quebrada).
- Se efectuó el ensayo de penetración normal (SPT).
- Para la fecha de la exploración de campo (Marzo 2008), el nivel freático se detectó a 10m y 10,5m en la perforación NE y SO respectivamente.

Profundidades	Espesores
0,00 a 5,5m/9,5m	Espesores de rellenos con características areno limosas a areno arcillosas
5,5m/9,5m a 6,5m/10,5m	Estrato de limo-arcilloso de color gris con características orgánicas
6,5m/10,5m a 9,5m/10,5m	Estrato de espesos variable de limo arcilloso-arenoso
9,5m/10,5m a 10,5m/11,5m	Estrato de arenas medias algo arcillosas
10,5m/11,5m a 12m/13m	Estratos de gravas areno arcillosas

Figura 4-1: Caracterización de los estratos.

Fuente: GEOPROYECTOS C.A. (Febrero 2009).

Causa del problema:

- Alta compresibilidad del suelo de fundación bajo la edificación.
- Existencia de capa vegetal enterrada en pendiente, pudo haber propiciado empujes.
- Altos contenidos de humedad a nivel de relleno.

Solución adoptada:

- Demolición de la edificación existente y construcción de una nueva.
- Selección de un nuevo sistema de fundación profunda, del tipo pilotes excavados y vaciados en sitio con el uso de lodo bentonítico; pilotes de diámetro 0,65 m. y profundidad mínima L=13,5 m.

- Se recomendó un porcentaje de acero 0,6% a 0,7% del área de concreto, que resulta en el uso de 8 cabillas de $\varnothing \frac{3}{4}$ " armado al pilote a lo largo de los 12m. superiores, resulta espaciado cada 0,19m. a lo largo de la armadura. Como acero transversal nominal se usarán zunchos de $\varnothing \frac{3}{8}$ " espaciados cada 0,20m con excepción de los 2 metros superiores del pilote donde la separación será de 0,15m.
- Las fundaciones se conectarán entre si mediante vigas de riostra y las losas de piso serán auto portante apoyándose en las riostra.

Drenaje superficial:

- No se permitirán áreas no cubiertas en las inmediaciones de la edificación.
- Para las caminerías y áreas perimetrales a la edificación revisar que posean la pendiente adecuada y que no presenten fisuras o juntas abiertas que permitan el paso del agua hacia el subsuelo.
- La siembra de árboles de paisajismos se limitaron a zonas alejadas de la estructura y, en lo posible, se realizaran en maseteros independientes del suelo de fundación.
- Diseñar adecuadamente los drenajes de aguas de lluvias y escorrentía. Se recomienda la colocación de canales de concreto visitables en el alineamiento de las tuberías de aguas blancas, aguas negras y de drenaje de lluvias y que se considere dotar a las tuberías con juntas flexibles en su transición de las estructuras hacia el terreno circundante.

Fuente de información:

GEOPROYECTOS, C.A. (Octubre, 2007). Estudio Geotécnico y Controles Topográficos para el Diagnóstico de la Problemática del subsuelo y propuesta de solución en la Tienda de comida Mc Donald's de Charallave. Informe Inédito.

GEOPROYECTOS C.A. (Febrero 2009). Evaluación de las características geomecánicas del subsuelo y dimensionado de fundaciones para la nueva tienda de comida rápida Mc Donald's en Charallave. Informe Inédito.

Prof. (m)	Tipo Mues.	Símbolo Litológ.	Nivel Freát.	Descripción	Nspt % Rec.	Prueba de Penetración Normal													
						10	20	30	40	50	60	70	80	90					
1,00	PS			Relleno Areno Limoso. Compacidad muy Suelta. Color marrón. Húmedo	5														
2,00	PS			Relleno Areno Limoso. Compacidad muy Suelta. Color marrón. Húmedo	6														
3,00	PS			Relleno Areno Limoso. Compacidad Suelta. Color marrón. Húmedo	9														
4,00	PS			Relleno Areno Arcilloso. Compacidad Medianamente Densa. Color marrón. Húmedo	13														
5,00	PL			Relleno Areno Arcilloso. Compacidad Medianamente Densa. Color marrón. Húmedo	12														
6,00	PL			Limo Arcilloso orgánico. Presencia de materia vegetal y fragmentos de madera. Gris	11														
7,00	PL			Limo Arcilloso. Presencia de Arena Media y fragmentos de cuarzo. Olor Orgánico. Gris	15														
8,00	PL			Limo Arcilloso. Presencia de Arena Media y fragmentos de cuarzo. Olor Orgánico. Gris	17														
9,00	PL			Limo Arcilloso. Presencia de Arena Media y fragmentos de cuarzo. Olor Orgánico. Gris. Consistencia Medianamente rígida	11														
10,00	PL		- 10,0	Arena Media algo limosa. Compacidad medianamente densa. Color abigarrado	14														
11,00	PL			Grava Arcillosa, de compacidad densa. Color abigarrado	30														
12,00	PL			Grava Arcillosa, de compacidad densa. Color abigarrado	38														

Proyecto: Estudio Geotécnico para Contracimentación CENTRO DE COMIDA MC DONALD'S CHARALLAVE, EDO. MIRANDA					GEOPROYECTOS, C.A. <i>Gerencia, Obras y Proyectos de Ingeniería</i>
Sitio: Charallave, Edo. Miranda					
Propietario: Alimentos Arcos Dorados de Venezuela, C.A.					
Perforación:	P-1	Peso Martillo:	140 lb.	Observaciones Sondeo ubicado en la Esquina Nor Este de la Edificación, externo a la misma.	
Cota:		Caída.:	76 cm.		
Longitud (m):	12,0 m.	SacaMuestra:	φext. 2,00"		
Nivel Freát.:	- 10,0 m		φint. 1,45"		
Fecha:	Marzo 2008	Forro:	φ 4,00"		

Figura 4-2: Planilla de perforación P-1. Esquina Noreste.
Fuente: GEOPROYECTOS C.A. (Febrero 2009).

Prof. (m)	Tipo Mues.	Símbolo Litológ.	Nivel Freát.	Descripción	Nspt % Rec.	Prueba de Penetración Normal														
						10	20	30	40	50	60	70	80	90						
1.00	PS			Relleno Areno Arcilloso. Compacidad Densa. Color marrón. Húmedo	34															
2.00	PS			Relleno Areno Arcilloso. Compacidad Densa. Color marrón. Húmedo	32															
3.00	PS			Relleno Areno Limo-arcilloso. Compacidad Medianamente Densa. Color abigarrado. Húmedo	25															
4.00	PS			Relleno Areno Limo-arcilloso. Compacidad Medianamente Densa. Color abigarrado. Húmedo	19															
5.00	PL			Relleno Areno arcilloso. Compacidad Medianamente Densa. Color abigarrado. Húmedo	20															
6.00	PL			Relleno Areno arcilloso. Compacidad Medianamente Densa. Color abigarrado. Húmedo	23															
7.00	PL			Relleno Areno arcilloso. Compacidad Medianam.Densa. Color abigarrado. Húmedo	25															
8.00	PL			Relleno Areno arcilloso. Compacidad Medianam.Densa. Color abigarrado. Húmedo	22															
9.00	PL			Relleno Areno arcilloso. Compacidad Medianam.Densa. Color abigarrado. Húmedo	23															
10.00	PL			Limo arenoso, trazas orgánicas. Consistencia medianamente rígido. Color marrón	20															
11.00	PL		- 10,5	Arena media algo arcillosa. Fragmentos de cuarzo. Compacidad medianamente densa	22															
12.00	PL			Arena media con gravilla. Compacidad densa Color marrón	43															
13.0	PL			Arena media con gravilla. Compacidad densa Color marrón	48															

Proyecto: Estudio Geotécnico para Contracimentación CENTRO DE COMIDA MC DONALD'S CHARALLAVE, EDO. MIRANDA					GEOPROYECTOS, C.A. <i>Gerencia, Obras y Proyectos de Ingeniería</i>
Sitio: Charallave, Edo. Miranda					
Propietario: Alimentos Arcos Dorados de Venezuela, C.A.					
Perforación:	P-2	Peso Martillo:	140 lb.	Observaciones Sondeo ubicado en la Esquina Sur Oeste de la Edificación, externo a la misma.	
Cota:		Caída.:	76 cm.		
Longitud (m):	13,0 m.	SacaMuestra:	$\phi_{ext.}$	2,00"	
Nivel Freát.:	- 10,5 m		$\phi_{int.}$	1,45"	
Fecha:	Marzo 2008	Forro:	ϕ	4,00"	

Figura 4-3: Planilla de perforación P-2. Esquina Suroeste.

Fuente: GEOPROYECTOS C.A. (Febrero 2009).

IV . 6 . Caso Nº 5**DESLIZAMIENTO DE LA PARCELA E4-B, EN LA CALLE SANTA ROSA, URBANIZACIÓN PASO REAL.**

Fecha: Agosto 2.008.

Antecedentes.

La urbanización Paso Real fue desarrollada en la cuenca de una quebrada que tiene dirección Noreste-Suroeste. La urbanización está conformada por una avenida principal, que sigue la dirección de la quebrada, y terrazas ubicadas a diferentes niveles en ambos lados de la avenida, siendo el lado noroeste de la avenida Principal el que está más intervenido por cortes en la topografía original.

La parcela E-4 está ubicada en la terraza más alta hacia el oeste de la urbanización como se observa en la Figura 5-1.

Esta parcela fue subdividida en dos, las parcelas E-4A y E-4B, siendo la E-4B la vivienda visitada. En ésta se construyó una casa sin estudios geotécnicos previos en agosto de 2.005, culminando en agosto de 2.006.

Dos años después de construida la casa (agosto 2.008) se manifestó el problema. Se trata de un deslizamiento en el talud posterior a la vivienda, el cual afectó al menos cinco parcelas, tres de ellas en la parte superior del talud (siendo la parcela E-4B, la parcela central) y las otras dos en la parte inferior de dicho talud.

El talud inicial presentaba una inclinación menor a 45°, la superficie del talud está integrada por áreas de las parcelas en sus dos extremos (superior e inferior), quedando la zona central de esa superficie zonificada como área verde. Todas las parcelas que sufrieron daños con el movimiento de la masa de suelo deslizada, realizaron intervenciones a las condiciones originales de la superficie inicial vendida por la urbanizadora, sin ningún tipo de estudio y sin permiso alguno por parte de la alcaldía.

Entre estas intervenciones se pueden mencionar:

- Las parcelas ubicadas en la parte alta, intervinieron el talud con rellenos sobre la cresta, con el fin de formar áreas planas que permitieran extender el lindero de la parcela y utilizar esos espacios para la recreación (jardines, parrilleras, etc.), estas masas de relleno se confinaron con distintos tipos de estructuras de contención (muros de concreto armado, muros de estructura viga–columna y bloques de concreto).

- Las parcelas de la parte baja, intervinieron el pie del talud, con cortes y muros de contención; con el mismo fin que el de las parcelas superiores, incluyendo en una de ellas la construcción de una piscina y áreas de parrilleras.

Características de la vivienda.

- Vivienda unifamiliar de dos plantas con 200 m² de construcción.
- Fundada sobre un corte utilizando zapatas a 1,5m de profundidad.
- La estructura es de tipo aporticada con concreto armado.
- Presenta buenos acabados exteriores, jardín en la parte posterior con un área de recreación que incluye un caney, parrillera, cuarto de baño.

Manifestaciones del problema:

El terreno en el área posterior de la vivienda se fracturó en dirección paralela a la fachada de la vivienda, llegando a un desplazamiento del terreno de más de 1m en vertical y 0,20m en horizontal (ver Foto 5-1).

Rotura y volcamiento de las paredes de lindero entre las parcelas laterales (ver Fotos 5-2 y 5-3). En las fotos también se pudo apreciar a la izquierda el baño y a la derecha el caney con parrillera, ambos construidos encima del relleno.

La estructura de la casa no presentó ningún tipo de daño.

Estudios realizados para determinar la causa de los daños:

No existen documentos técnicos-ingenieriles, como los estudios geotécnicos básicos, para construir rellenos en la parte superior del talud, cortes en la parte baja y para la implantación de estructuras de importancia como una piscina en media ladera, no se tiene un respaldo de investigación previa a estas construcciones, que dieran los parámetros geotécnicos, con los que se debe hacer los cálculos estructurales de contención, estabilización y fundación, de cualquier obra civil que se fuera a construir sobre el talud afectado.

Solo se cuenta con el informe de inspección de la alcaldía después de acontecido el evento y un Informe Técnico realizado por un especialista, basado en la observación directa del problema y en las observaciones sobre gran parte de la urbanización, para obtener una visión más amplia.

Causas del problema:

El Informe Técnico realizado por el especialista, manifiesta que en la parte posterior de una de las parcelas ubicadas al pie del talud, existe una fosa excavada que tiene construida una piscina, con un espesor de relleno de 1,5 a 2,0m, dicho relleno está contenido con muros de poca confiabilidad geotécnica. La revisión del perfil de esta fosa sugiere dos eventos de relleno, esto por presentar una capa orgánica en la parte media de la excavación.

También en el Informe Técnico se constata que la gran mayoría de los muros, construidos sobre el talud, tienen deficiencias estructurales que los clasifican como elementos de contención de baja calidad y están fuera de norma.

La inspección geológica permitió identificar una serie de evidencias geomorfológicas, que permiten sugerir un deslizamiento de tipo rotacional (circular), con superficie posiblemente mayor a 7m en su parte central, es un deslizamiento con longitud no mayor a 80m. Estas características dimensionales y del tipo de deslizamiento, con las observadas en los taludes cercanos al sitio en estudio; el especialista realizó un recorrido por la ladera norte de la urbanización Paso Real, y constató sobre taludes de corte, numerosas evidencias de deslizamientos (Ver Foto 5-4), cinco de estos deslizamientos presentan características similares al tipo de deslizamiento en estudio (zona afectada).

Esta observación del tipo geológico-geotécnico, demuestra que las características de estabilidad del material litológico, que compone la ladera norte de la urbanización, son de baja confiabilidad geotécnica, con moderado a elevada factibilidad de ocurrencia de inestabilidades de taludes de corte.

Las laderas originales de la urbanización, cuando se cortan, pueden presentar deslizamientos sólo por el cambio de pendiente, esto queda demostrado por las evidencias recabadas en taludes de corte, de la misma ladera que conforma la zona en estudio.

Otra observación, es la deficiencia en el drenaje del jardín, lo que conlleva a saturación del suelo al regarse o en época de lluvia, lo cual contribuye a la inestabilidad del talud (ver Foto 5-5)

Solución Adoptada.

Demolición de las estructuras construidas en el área del jardín (caney y baños). Excavación del terreno hasta una profundidad aproximada de 3m, para remover el material de relleno en el lugar donde ocurrió la falla; y la construcción de un muro de contención de concreto armado.

Situación Actual (Visita realizada a la vivienda en Julio 2.010).

En la Figura 5-2 se observa un esquema en planta y perfil de la situación actual de la parcela E-4B. Un muro de 3m de alto divide el jardín en dos partes, debido al desnivel formado por la remoción del material de relleno (Foto 5-6).

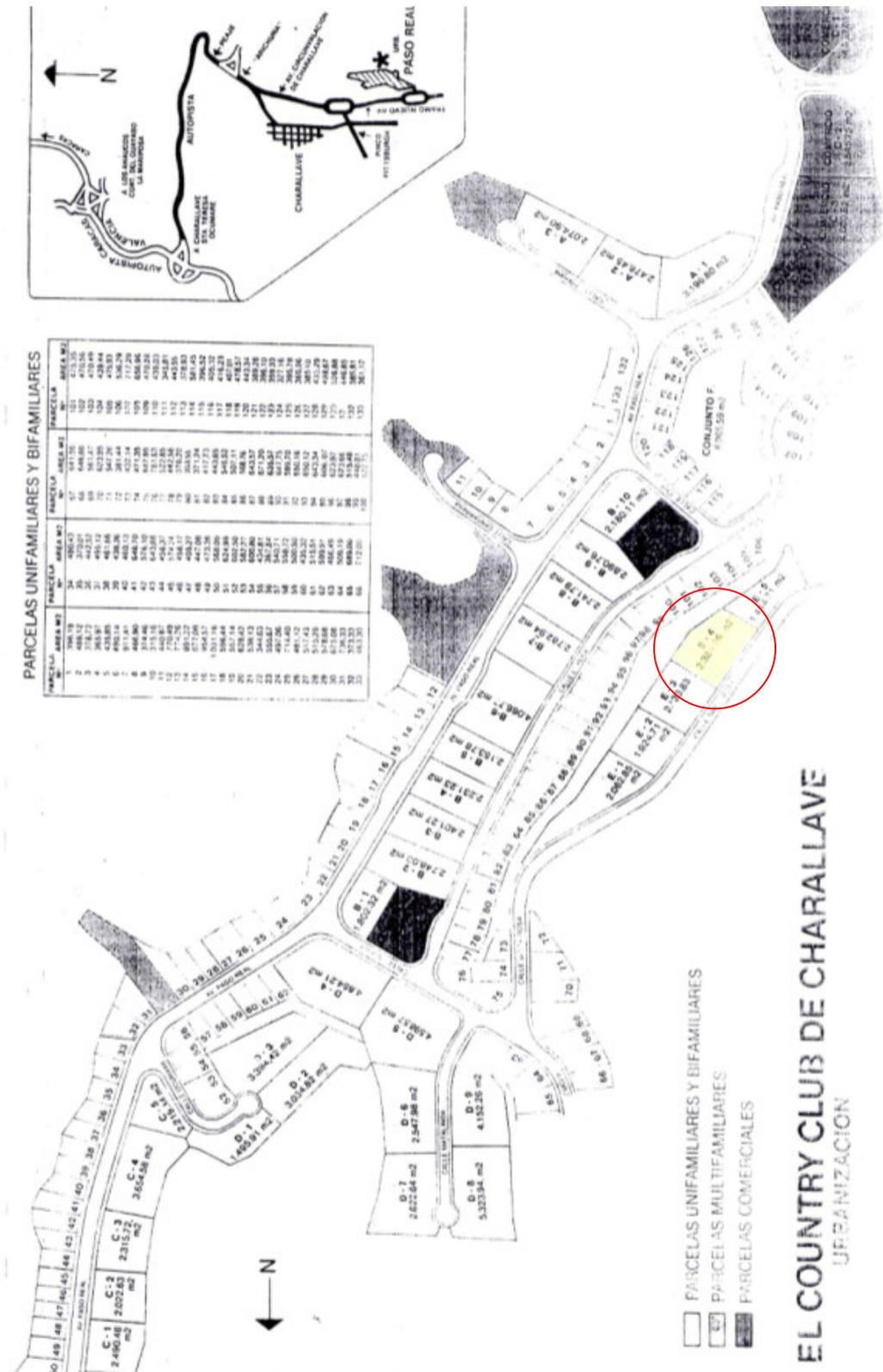
En la parte superior del jardín se construyó un sistema de drenaje, conformado por 6 sumideros de reja, y se impermeabilizó el subsuelo con un manto asfáltico colocado a 1m de profundidad, evitando así que se sature el terreno. Sin embargo, la zona inferior del jardín carece de drenaje.

Actualmente, persiste el movimiento del terreno. Se observa una deformación en el muro de contención y en los muros de los linderos laterales evidenciando un volcamiento entre la parte superior y la parte inferior del jardín (ver Foto 5-7).

Fuente de información:

Acta de inspección: Departamento de infraestructura y Ordenación urbanística de la Alcaldía del municipio Cristóbal Rojas.

Acosta, Luís (Mayo 2.010). "Informe para la comisión de expertos designados por el tribunal 3º, en lo civil mercantil y transito, Circunscripción Judicial, estado Miranda".



Fotos:

Foto N° 5-1: Asentamiento del terreno en el jardín (Agosto 2.008).



Foto 5-2: Rotura de pared del lindero izquierdo (izq) (Agosto 2.008).



Foto 5-3: Rotura y volcamiento pared de lindero derecho (Agosto 2.008).



Foto 5-4: Vista panorámica de corte de la ladera norte de la urbanización Paso Real (Mayo 2010).



Foto N° 5-5: Vista del jardín el día en que se presentó la falla, sólo existían dos sumideros (Agosto 2.008).



Foto N° 5-6: Vista del muro divisor de 3m de alto. Foto tomada desde el jardín inferior al lado del baño (Julio 2.010).



Foto N° 5-7: Vista muro lateral derecho entre la parte superior y la parte inferior del jardín al lado izquierdo de las escaleras (Julio 2.010).

IV . 7 . Caso N° 6

AGRIETAMIENTO DE LA VIVIENDA UBICADA EN LA PARCELA BL-12, CALLE PRINCIPAL, URBANIZACIÓN CHARALLAVE COUNTRY CLUB

Antecedentes:

La vivienda se construyó en el año 2.005. Está implantada entre el lindero de la urbanización, y el borde de una ladera de pendiente fuerte sobre el margen de la quebrada Sucúa (Foto N° 6-1). Esta vivienda viola el artículo 17 de la Ley forestal de suelos y aguas, por no respetar el retiro mínimo de 25 metros al margen de la quebrada.

Por otra parte, se conoce que en el año 2.007 una de las viviendas ubicada más arriba, sobre la misma ladera, cedió a causa de un deslizamiento de igual naturaleza al que se presenta en esta vivienda.

Características generales de la vivienda:

- Vivienda de carácter unifamiliar con 80m² de construcción en planta.
- Estructura en concreto armado de tipo aporticada.
- 2 plantas y evidencia de construcción de una tercera.
- Implantada en una ladera natural al margen de una quebrada.
- No presenta buenos acabados exteriores, con exposición de cabillas, bloques e instalaciones eléctricas sin protección al ambiente (Foto N° 6-2).
- No se aprecia que tipo de fundación se utilizó en la vivienda

Toda el área externa de la vivienda está acabada con una losa de concreto, no existe un área de jardín. La ladera, en la parte posterior de la vivienda, no ha sido modificada y tampoco posee alguna obra colectora del agua de escurrimiento.

Se aprecia que la vivienda, en general, presenta baja calidad en la construcción.

Manifestación del problema:

En la pared lindero izquierda de la vivienda se observa una grieta pronunciada, con dirección normal a la pendiente de la ladera (Foto N° 6-3). Esta grieta se extiende por la escalera externa y la losa del patio (Foto N° 6-4),

la grieta se adentra en la parcela, atravesando el patio de la casa en aproximadamente 45° en dirección hacia la ladera. En el interior de la casa no se aprecia esta grieta.

Se evidencia un leve volcamiento en la pared del lindero hacia la quebrada, al igual que un asentamiento en la parte fracturada de la escalera con respecto a su posición original, lo que da certeza de un movimiento existente de la estructura hacia la ladera.

Estudios que se realizaron para determinar la causa de los daños:

Actualmente (agosto 2.010), solo se ha realizado la inspección por lo funcionarios de la Alcaldía. No existen estudios realizados en la etapa de proyecto y construcción de la vivienda, como tampoco después de aparecidos los problemas.

Causa del problema:

No se pueden deducir las causas del movimiento del terreno debido a la falta estudios que lo determinen. Además de violar las leyes y ordenanzas municipales, la vivienda está situada en una zona que se considera riesgosa.

Solución adoptada:

No se ha realizado ninguna reparación, el problema actualmente persiste.

Fuente de información:

Departamento de infraestructura y ordenación urbana del municipio Cristóbal Rojas. (Febrero 2.010).

Fotos:

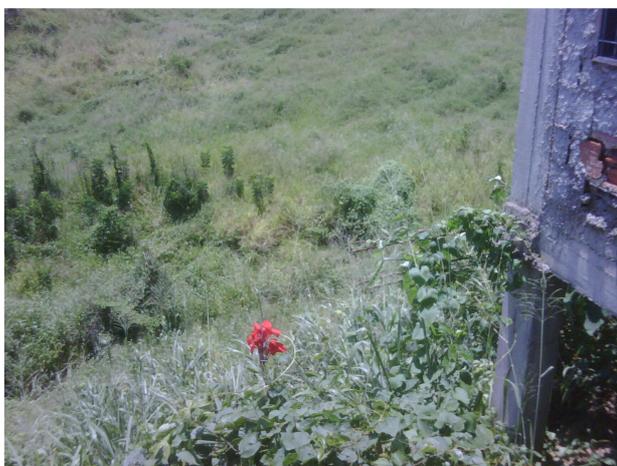


Foto N° 6-1: Margen quebrada Sucúa al pie de la vivienda (Agosto 2.010).



Foto N° 6-2: Malos acabados constructivos (Agosto 2.010).



Foto N° 6-3: Grieta en pared de lindero (Agosto 2.010).



Foto N° 6-4: Grieta atravesando escalera exterior de la vivienda (Agosto 2.010).

IV . 8 . Caso N° 7

DESLIZAMIENTO DEL TALUD UBICADO ENTRE LA TERRAZA TAMANACO 5 DE LA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL CAUJARITO II Y LA AUTOPISTA DE LOS VALLES DEL TUY.

Fecha: Agosto 2.010.

Antecedentes:

La urbanización residencial Caujarito II es un desarrollo habitacional destinado para la reubicación de familias damnificadas de catástrofes naturales ocurridas en diferentes partes de la región capital.

Las viviendas fueron entregadas a las familias en el año 2.001.

Características de las viviendas:

Viviendas unifamiliares fundadas en una losa de fundación directa, cada losa es compartida por dos viviendas separadas por un pared conjunta, las columnas son perfiles de acero tubulares, paredes de bloques y techos de machihembrado.

El talud tiene una longitud aproximada de 200 metros y una altura aproximada entre 8 a 10 metros en dirección Noroeste-Sureste respectivamente, fue construido con una pendiente 1V:2H en toda su extensión.

Manifestación del problema:

La falla del talud se activó en el momento en que se abrió una zanja al pie del talud, que colinda la autopista de los Valles del Tuy con la urbanización. Esta zanja se abrió para la instalación de un gasoducto que alimentaría la Planta Termoeléctrica La Raisa (Foto N° 7-1 y N° 7-2).

El talud presenta colapso a lo largo de la extensión por donde se realizó la zanja. La superficie de falla se genera aproximadamente a 3 metros del borde del talud; esta superficie de falla se encuentra en el punto donde llega la losa de fundación de la vivienda, dejando, en algunas viviendas, a la losa de fundación en voladizo (Foto N° 7-3).

Hasta la fecha (Septiembre 2.010), han sido afectadas 14 viviendas. Las losas de fundación y las paredes no presentaban fisuras ni grietas, las obras agrietadas y colapsadas corresponden a extensiones de las viviendas y losas de piso en los patios realizadas por los propios habitantes de las viviendas.

Actualmente los habitantes perciben asentamientos continuos de la ladera que da hacia el talud (Foto N° 7-5).

Las viviendas con afectación más crítica son la vivienda 29-A y la vivienda 28-B (Foto N° 7-4).

Estudios realizados para determinar la causa de los daños.

Para la fecha no se han realizado los estudios que determine el origen del problema. Corpoelec, responsable del proyecto de la Planta Termoeléctrica La Raisa, Caujarito, se comprometió con la comunidad de Caujarito II a realizar los estudios del problema ocurrido.

Fuente de Información:

Dirección Municipal de Protección Civil y Administración de Desastres. (Agosto, 2.010).

Fotos:



Foto N° 7-1: Zanja al pie del talud (Septiembre 2.010).



Foto N° 7-2: Colapso de la zanja al pie del talud (Septiembre 2.010).



Foto N° 7-3: Vivienda 28-B. Losa en voladizo (Septiembre 2.010).



Foto N° 7-4: Vivienda 28-B (adelante) y 29-A (fondo) (Septiembre 2.010).



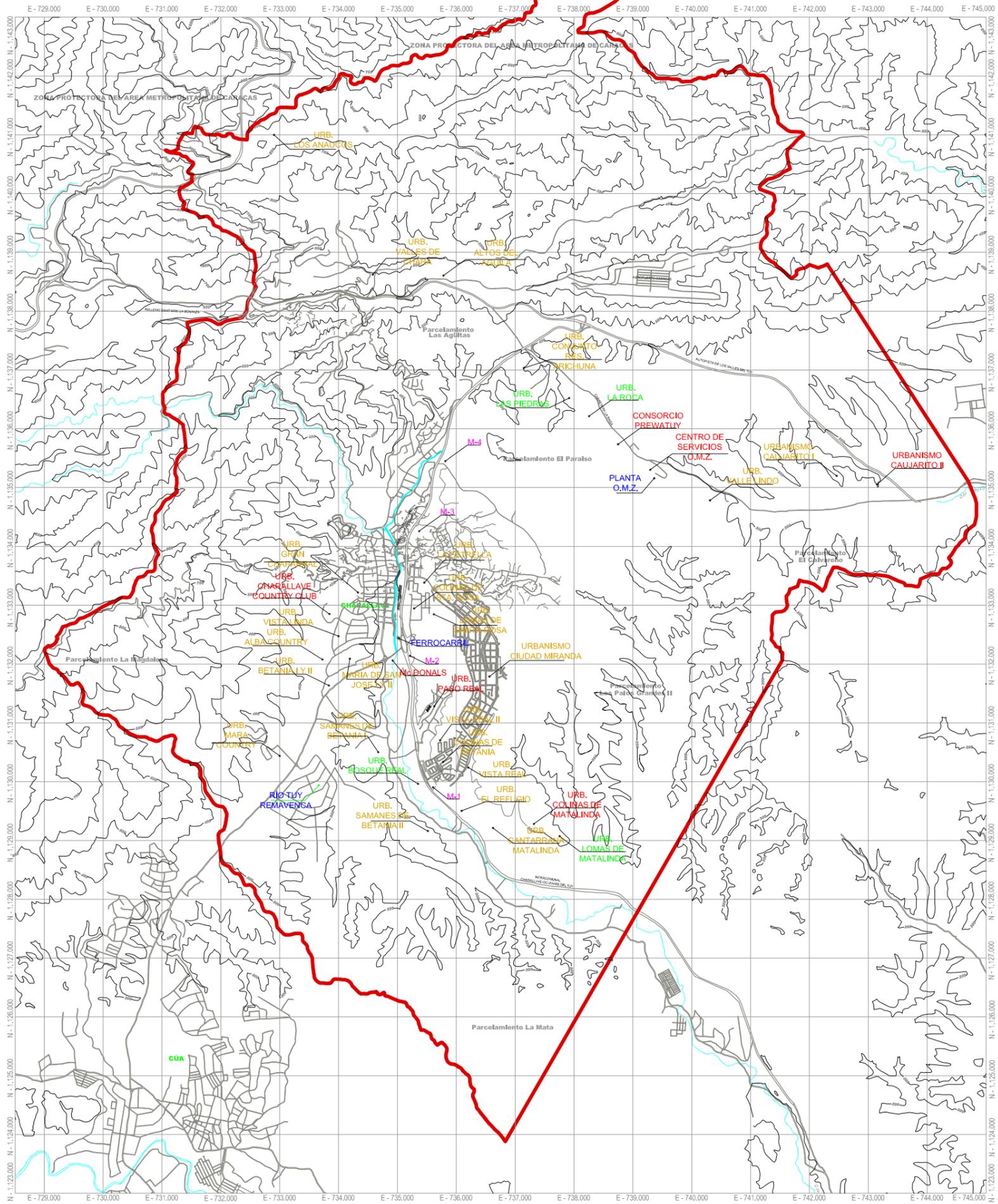
Foto N° 7-5: Vivienda 29-B (Septiembre 2.010).



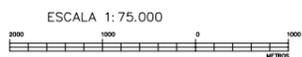
Foto N° 7-6: Vivienda 31-A (Septiembre 2.010).

MUNICIPIO CRISTOBAL ROJAS

ESTADO MIRANDA



FUENTES DEL PLANO BASE:
 - Ortofotomapas a escala 1:25.000 del I.G.V.S.B. de Febrero 1994.
 - Actualización a partir de imágenes del satélite SPOT 4: 658-329 y 659-329 del 22 y 31/03/2001. Elaborado por Fundación Instituto de Ingeniería.
 - Levantamiento aerofotogramétrico hecho por Aerografías de Venezuela C.A. con fotografías aéreas Abril 1991
 - Información incorporada en base a Urbanismos Aprobados.



ESCALA
 1:75.000
 FECHA (Plano Base):
 MAR, 2003



MAPA N° 3
 MAPA DE UBICACION DE URBANIZACIONES, CASOS,
 ESTUDIOS Y PUNTOS DE TOMA DE MUESTRA

FUENTE: DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUCTURA Y
 ORDENACION URBANISTICA DE LA ALCALDIA DEL
 MUNICIPIO CRISTOBAL ROJAS



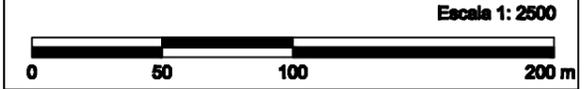
LEYENDA

	Limita parcela		Parcela original (sin construcciones)
	Parcela		Parcela con vivienda en construcción
	Original		
	Con modificaciones dentro del esquema sugerido por la constructora		
	Con modificaciones fuera del esquema sugerido por la constructora, respetando las variables urbanas fundamentales		
	Con modificaciones fuera del esquema sugerido por la constructora, sin tomar en cuenta las variables urbanas fundamentales con construcciones en fondos de la parcela, sin ocupación completa de la parcela		
	Con modificaciones fuera del esquema sugerido por la constructora, con ocupación completa de la parcela		
	Sin información		
	Número de plantas		
	> una (1) planta		

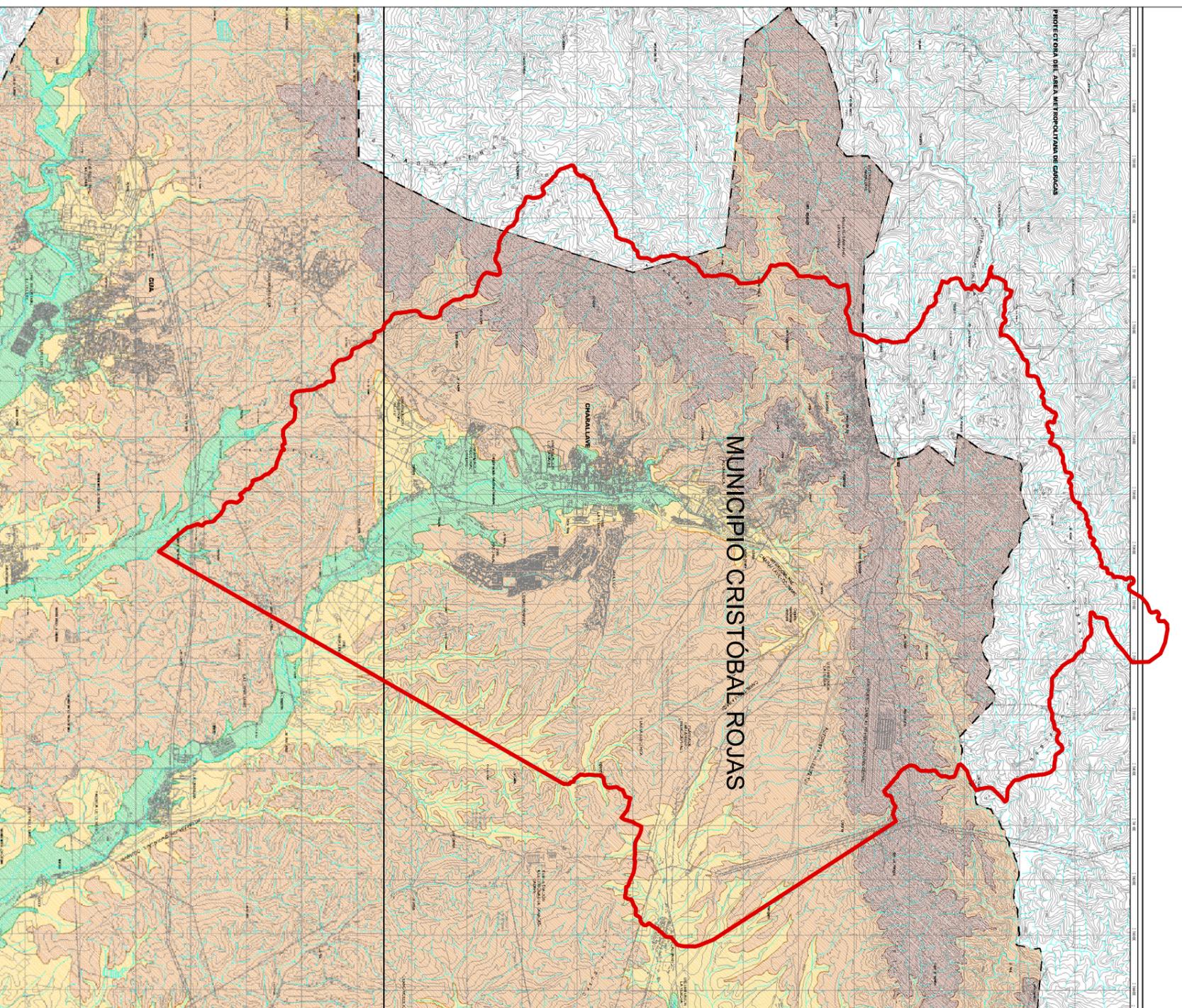
DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y FORMULACIÓN DE RECOMENDACIONES PARA LA URBANIZACIÓN COLINAS DE MATALINDA, VALLES DEL TUY, ESTADO MIRANDA

Características de las viviendas

<p>UNIVERSIDAD BOLIVARIANA DE VENEZUELA Instituto de Estudios Regionales y Urbanos</p>	<p>Mapa N°:</p> <h1 style="font-size: 2em;">3-1</h1>	
	<p>Elaborado por: Liliana Carolina Castillo</p> <p>Revisado por: Liliana Carolina Castillo</p> <p>Diseño: Liliana Carolina Castillo</p>	



MAPA N° 4:
MAPA GEOMORFOLÓGICO
(MUNICIPIO CRISTÓBAL ROJAS)
E 1:100.000



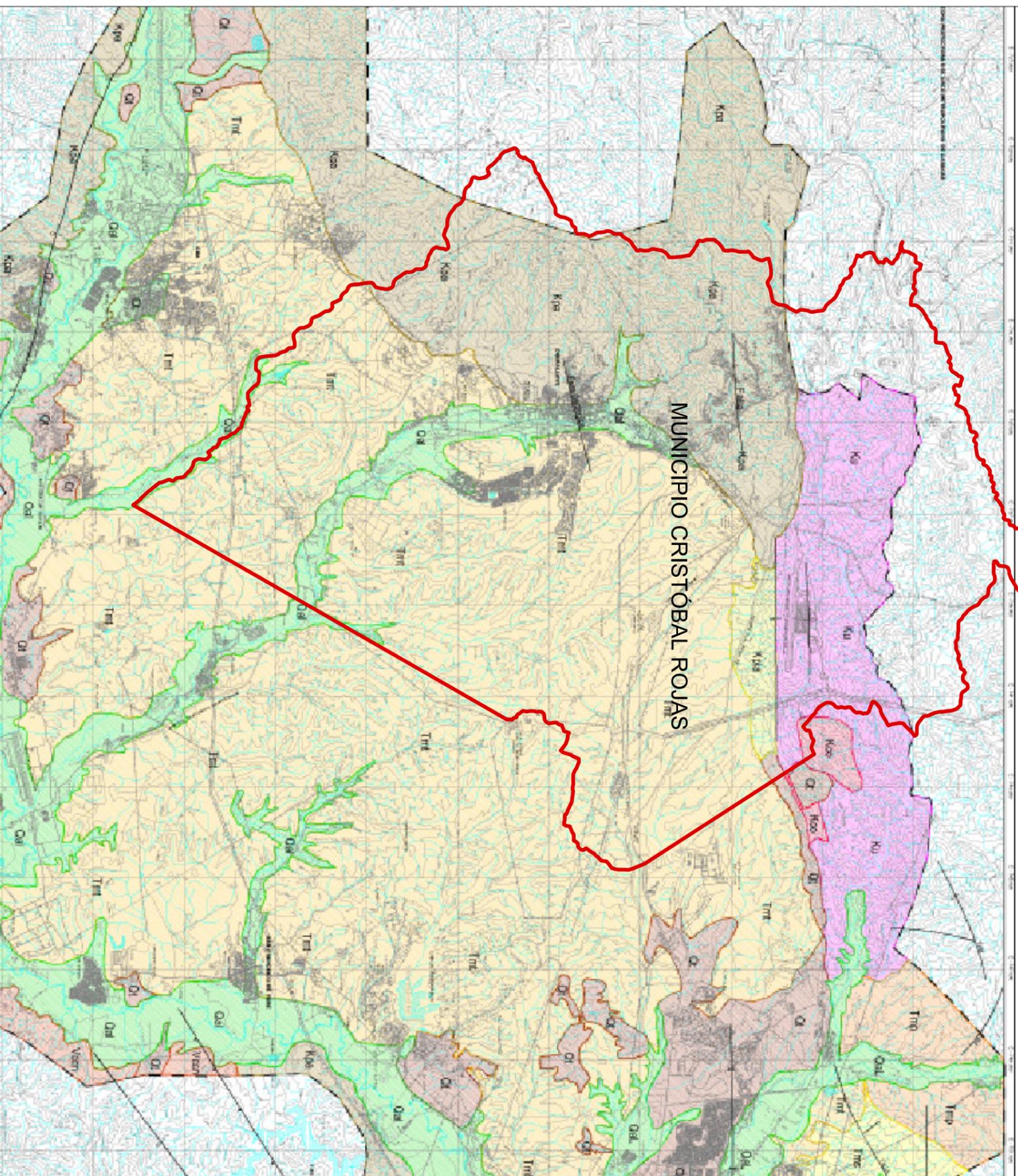
LEYENDA:

GEOMORFOLOGIA

	MONTAÑAS (TIERRAS ESCARPADAS O MUY ESCARPADAS POR ENCIMA DE LOS 500 msnm)
	COLINAS (TERRENOS MEDIANAMENTE ESCARPADOS DE ALTITUDES MEDIAS)
	LOMAS Y TIERRAS BAJAS COLUVIO-ALUVIALES (TERRENOS PLANOS O LIGERAMENTE ONDULADO)
	PLANICIE ALUVIAL DE LOS CURSOS DE AGUAS PRINCIPALES TERRENOS PLANOS DE MUY BAJA PENDIENTE (<10‰), CORRESPONDE A LA LLANURA SEDIMENTARIA FORMADA POR TALES CURSOS DE AGUA DURANTE EL PERIODO RECIENTE (HOLOCENO)
	LIMITE DEL AREA DE ESTUDIO

FUENTE: PLAN DE ORDENACION URBANISTICA DE LOS VALLES DEL TUY.
PLANO GEOMORFOLOGIA 1, 2 y 4.

**MAPA N° 5:
MAPA GEOLÓGICO
(MUNICIPIO CRISTÓBAL ROJAS)
E 1:100.000**



LEYENDA:

UNIDAD ESTRATIGRAFICA	CODIGO
- ALUVIAL CUATERNARIO	Qd
- TERRAZAS CUATERNARIO	Qk
- TUY TERCIARIO	Tmt
- TUY MIEMBRO PICHAO	Tm
- SUIQUE TERCIARIO	Tms
- EL CAÑO MESOZOICO SIN DIFERENCIAR	Vaco
- PARADOTOS ORETACEO	Kpa
- URAPE ORETACEO	Ku
- GNEIS DE LA AGUADITA ORETACEO	Kpa
- CONOROPA ORETACEO	Koa

TRAZAS DE ESTRUCTURAS GEOLOGICAS

- FALDA COMPROBADA
- FALDA INFERIDA
- LADO LEVANTADO
- LADO DEPRIMIDO
- SINCLINAL (COMPROBADO, E INFERIDO)
- CORRIMIENTO (COMPROBADO, E INFERIDO)

— LIMITE DEL AREA DE ESTUDIO

FUENTES:

Picard, X - y * MAPA GEOLÓGICO DE LA CUENCA SANTA LUCIA - OCCUMARE* ESC. 1/50000. M.M.H. Caracas, 1967.

M.M.H. * MAPA GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE VENEZUELA. ESC. 1/50000. Caracas, 1976.

Gonzales de Juana, C. del * "GEOLOGIA DE VENEZUELA Y DE SUS CUENCAS PETROLIFERAS" Tomos: I y II. Ediciones FONINIVES Caracas, 1980.

FUENTE: PLAN DE ORDENACION URBANISTICA DE LOS VALLES DEL TUY. PLANO GEOLOGIA

MAPA N° 6
MAPA DE FALLAS CUATERNARIAS
(REGIÓN CENTRAL)

