

Calamidades Geotécnicas Urbanas con Visión al Siglo XXI
**Actividades antropicas y estabilidad geotécnica a largo plazo del
Ferrocarril Caracas-Cua**

Gianfranco Perri A.

*Ingeniero consultor, Profesor de la Universidad Central de Venezuela
Email: gperri@telcel.net.ve*

RESUMEN

El ferrocarril Caracas-Cua de unos 40 Km de longitud, se encuentra en avanzada etapa de construcción y se estima que sus obras civiles estarán terminadas para finales del año 2003. Buena parte del trazado del ferrocarril se desarrolla en ambiente urbano y suburbano, especialmente en su tramo inicial desde Caracas y en todo el largo tramo que atraviesa la ciudad de Charallave. Además que los extensos sectores de vía que se desarrollan en terraplenes y los en plataformas de corte, estructuras tan importantes como los portales de los túneles y los estribos y pilas de los viaductos estarán probablemente rodeadas por asentamientos antropicos tanto formales como informales, poniendo estos a dura prueba la integridad física de las obras y la estabilidad geotécnica de las mismas, que puede quedar amenazada a mediano y largo plazo, por el posible deterioro de las adyacentes laderas y el consecuente descontrol hidrológico de las áreas colindantes. Se pretende ilustrar las características fundamentales del proyecto y señalar algunos de los aspectos concretos más emblemáticos de la problemática comentada y al mismo tiempo se pretende alertar sobre los graves peligros que derivarían de la falta de una decidida política de protección preventiva de las obras de esta importante infraestructura ferrocarrilera próxima a culminarse.

EL FERROCARRIL CARACAS-CUA

El Instituto Autónomo de Ferrocarriles del Estado, con el fin de establecer un Sistema de Transporte Ferroviario para la Región Central de Venezuela, ha comenzado la construcción del enlace de Caracas con los Valles del Tuy, para lograr descongestionar la capital dando acceso rápido y seguro a una región que ofrece interesantes alternativas de vivienda y trabajo.

El punto de origen de este enlace se encuentra en La Rinconada, al suroeste de Caracas, donde se construirá el Multiterminal Metropolitano, el cual, además de albergar la estación del ferrocarril, incluirá la estación La Rinconada de la Línea 3 del Metro de Caracas y el terminal de Occidente de autobuses. A partir de este punto, la línea continúa hacia el sur siendo la ciudad de Charallave el siguiente destino.

La topografía de montaña del trayecto Caracas-Charallave impone grandes retos para la construcción, ya que de los 22 km de longitud que tiene este tramo, 17 son en túnel y 3 en viaducto. El túnel más largo es el Túnel Tazón con casi 7 km y el viaducto más largo es el 4-1, con 285 m. En Charallave se construirán dos estaciones de pasajeros y el patio de trenes.

La segunda parte del recorrido une a Charallave con Cua. Este tramo tiene una longitud de 18 km, se desarrolla en una topografía menos abrupta en la cual se prevé la construcción de casi 3 km de túneles y 5 km de viaductos; los restantes 10 Km se desarrollan sobre una plataforma de varios terraplenes, de hasta 15 m de altura.

La tecnología que se utilizará para la integración de la vía férrea con el equipo rodante, los sistemas de potencia y tracción y los sistemas de control y señalización, conforman el Sistema Integral. El plan de vías prevé la utilización de doble vía férrea con ancho de trocha internacional de 1.435 m, apartaderos de servicios, cambiavías y desvíos de estación. La tracción de trenes será eléctrica, con el sistema de catenaria de 25.000 voltios en corriente alterna y una frecuencia de 60 Hz. La velocidad de operación en primera etapa está comprendida entre 100 y 120 Km/h, estando la vía diseñada para permitir hasta 140 Km/h.

Las estructuras más importantes que conforman la vía férrea suman un total de 23 túneles y de 27 viaductos, cubriendo entre todas un total de casi 28 Km lineales de vía, prácticamente un 70% del total, mitad de túneles y mitad de viaductos. Los restantes 10 Km lineales, se conforman principalmente en terraplenes de 15 m de altura máxima y pocas plataformas de corte en media ladera y menos frecuentemente en trinchera.

Los túneles son de doble vía con sección en forma de herradura con radio interno neto de aproximadamente 5 m y arco de solera con radio de aproximadamente 8 m. Los viaductos son de tableros con dos vigas metálicas y luces parciales variables entre 20 m y 95 m entre Caracas y Charallave, mientras son de tableros con dos vigas en concreto prefabricado y luces constantes de 30 m, desde Charallave hasta Cua.

Los 23 túneles poseen longitudes y coberturas distintas, desde los valores máximos correspondientes al Túnel Tazón (el segundo desde Caracas) con casi 7 Km de largo y casi 600 m de máxima cobertura, hasta el túnel "0" (el tercero desde Caracas) con 55 m de longitud y menos de 5 m de cobertura máxima.

Los 27 viaductos también poseen longitudes totales, luces parciales y alturas de pilas, distintas, desde una longitud total mínima de 80 m de los viaductos 3-1 y 5-2, una luz mínima de 20 m para las dos luces externas del viaducto 4-3, hasta una longitud total máxima de 1.170 m con 39 luces de 30 m del viaducto 5-3 y hasta una luz máxima de 95 m de varios de los viaductos metálicos, entre los cuales el viaducto 4-1 cuyas dos pilas de 50m y 65m, son las de mayor altura del proyecto.

Para efectos programáticos y administrativos, las obras civiles necesarias para la construcción del enlace, se han dividido en los siguientes 6 tramos consecutivos, desde Caracas hasta Cua:

Sistema Ferroviario Región Central

Primera Etapa: Caracas - Tuy Medio



Actualización Octubre 1998

Tramo 1: Desde la progresiva cero en Caracas, hasta la progresiva 1+080. Se desarrolla predominantemente dentro del Fuerte Militar Tiuna, terminando al comienzo del Túnel Tazón.

Tramo 2: Desde la progresiva 1+080 hasta la 7+850, consta del Túnel Tazón.

Tramo 3: Desde la progresiva 7+850 hasta la progresiva 14+850, cruza el cañón de la quebrada Canoas.

Tramo 4: Se inicia en la progresiva 14+850 y termina en Charallave en la progresiva 22+500. En este tramo se construirá el viaducto de mayor altura.

Tramo 5: Desde la progresiva 22+500 hasta la progresiva 30+600. Este tramo cruza la ciudad de Charallave la cual albergará dos estaciones y el patio y taller de los trenes.

Tramo 6: Desde la progresiva 30+600 hasta la 40+000. Este último tramo termina en la Estación Cúa, localizada en terrenos adyacentes al actual terminal de autobuses.

El primer tramo de la obra de aproximadamente un kilómetro de largo, se inicia en Caracas, en La Rinconada específicamente, definiendo el trazado del ferrocarril desde la estación terminal de Caracas, no incluida en el tramo, hasta el portal norte del Túnel Tazón. El tramo incluye el Túnel Las Mayas de relativamente poca cobertura con alrededor de 500 m de longitud y luego, pasando por encima de la autopista Valle-Coche donde se construirá un viaducto de más de 500 m de longitud, concluye con la trinchera de acceso al portal norte del túnel.

La totalidad del segundo tramo está constituida por el Túnel Tazón, el más largo del trayecto Caracas-Cua con 6.765 m de largo y casi 600 m de cobertura máxima. Su boca norte se encuentra dentro de las instalaciones del Fuerte Tiuna y al sur se ubica en Hoyo de la Puerta muy cerca del Peaje de Tazón, aunque 300 m más abajo.

El tramo 3 se extiende a lo largo de una zona muy poco accesible, así que su construcción avanza desde varios frentes. Al norte, adyacente al portal sur del Túnel Tazón, con la excavación de los túneles 0,1,2 y Canoas1. Un acceso, aproximadamente en la mitad del tramo, permite la excavación de los túneles Canoas2 y La Loma. Desde el sur se construyen los túneles Palmarito e Yaguaramal. Como consecuencia de la dificultad encontrada en la realización de obras civiles en media ladera en condiciones de pendiente transversal muy pronunciada, el alineamiento prevé que la mayoría del recorrido sea efectuado en túnel, evitando de esta forma problemas de inestabilidad de la plataforma de la vía férrea, aunque no se ha podido evitar la construcción de largos y altos cortes que han tenido que ser estabilizados con pantallas de concreto proyectado armado y ancladas. Finalmente se construirá un total de 8 viaductos con tableros metálicos y luces de hasta 95 m.

El tramo 4 también se ubica en una zona totalmente carente de accesos, así que se hizo necesaria la construcción de varias carreteras de acceso a los portales de los túneles para poder iniciar la excavación de los mismos. Debido a las condiciones topográficas, el trazado del tramo se presenta como una secuencia de túneles y viaductos con la única excepción de una zona de plataforma de excavación larga aproximadamente unos 500 m. Conforman este tramo un total de 7 túneles (Palmar, Sabaneta, Peñon, Melero, Alto Monte, T12 y Coruma), de hasta



casi un Kilometro y medio de longitud máxima y coberturas máximas del orden de los 200 m, y un total de 8 viaductos, dentro de los cuales se encuentra el más alto del proyecto con pilas altas más de 60 m y con 3 luces de 95 m.

El tramo 5 comienza en el kilómetro 22,5 que coincide con el portal sur del Túnel Corum y tiene una longitud total de más de 8 Km. La vía se mantiene del lado oeste de la Avenida Intercomunal de Charallave atravesando las colinas del sector de Alvarenga. Al ingresar en la ciudad de Charallave la línea cruza la quebrada y se ubica en la franja de terrenos entre la quebrada y la Avenida Intercomunal. Este tramo posee especial relevancia por incluir dos estaciones de pasajeros: Charallave Norte y Charallave Sur y los patios y talleres de toda la línea. La estación Charallave Norte se ubica en La Peñita y recibirá a los usuarios provenientes de Santa Teresa. Adyacente a esta estación se construye el patio y taller de trenes. Cuatro kilómetros más adelante se encuentra la estación Charallave Sur, ubicada cerca del centro de Charallave y al lado del terminal de autobuses. En el tramo también se realizan las siguientes obras de envergadura: la cadena de tres túneles Alvarenga (0,1 y 2) con un total de 1.690 m y un total de 2150 m en cinco viaductos, el más extenso de ellos con 1.170 m de largo con tableros prefabricados en concreto armado de 30 m de luz.

El tramo 6, el último del trayecto Caracas-Cúa, comienza en el Km 30,6 y finaliza en el Km 40, donde se ha ubicado la estación terminal. El tramo se inicia en terrenos cercanos a la Fábrica de Cerámicas Paso Real y de allí se enrumba al oeste, atravesando la carretera Charallave-Ocumare, cerca del barrio Pitahaya y luego pasando por detrás de la Urbanización Industrial Río Tuy. Desde ahí el trazado se desarrolla en terrenos de uso agrícola de muy baja densidad de habitantes. La estación se ha ubicado al este de la ciudad de Cúa, sobre la carretera hacia Cúa-Ocumare, al lado del Mercado y Terminal de Buses. La topografía de este tramo se caracteriza por colinas de pendiente suave y altura no mayor a los 100 m. Las obras civiles consisten en una secuencia de cortes de alturas menores de 20 m y terraplenes con alturas no mayores de 15 m. Están previstos 5 viaductos y 2 túneles (Pitahaya y Mume) cortos. En este tramo todos los viaductos serán construidos con vigas prefabricadas de concreto.

EL AMBIENTE GEOLÓGICO Y LAS TECNOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS

Todos los túneles, con excepción de los últimos dos (llegando a Cúa) que son el Pitahaya y el Mume, así como 18 de los viaductos, desde el 3-1 hasta el 5-3A entre Tazón y Charallave, están ubicados en un ambiente geológico cuyo subsuelo lo conforman rocas metamórficas que incluyen principalmente esquistos y filitas y en menor proporción cuarcitas y mármoles. Los esquistos son cuarzo-micáceos y grafitosos calcáreos y no, las filitas son cuarzo-grafitosas y a veces cuarzo-sericíticas, las cuarcitas son micáceas y los mármoles son laminados.

Las condiciones físicas de los macizos rocosos presentes, van de roca muy meteorizada o moderadamente meteorizada en superficie y en correspondencia de las coberturas menores (hasta 30 – 100 m) a roca poco meteorizada o fresca bajo las coberturas superiores a los 100 m, dependiendo también del litotipo dominante. Los macizos se encuentran siempre fracturados y muy plegados, con frecuente presencia de planos de fallas acompañados a veces con brechas de algunos (2-5) metros de espesor.

FERROCARRIL CARACAS-CUA : TÚNELES (20.850 ml)

TÚNEL	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	LONGITUD (m)
TÚNEL LAS MAYAS	0+???	0+???	???
TÚNEL TAZON	1+080	7+845	6765
TUNEL 0	8+400	8+455	55
TÚNEL 1	8+738	8+965	227
TÚNEL 2	9+296	9+452	156
CANOAS 1	9+575	10+815	1240
CANOAS 2	10+958	12+596	1638
LA LOMA	12+694	12+805	111
YAGUARAMAL	12+934	14+554	1620
PALMARITO	14+671	14+741	70
PALMAR	14+956	15+301	345
SABANETA	15+613	17+042	1429
PEÑON	17+420	18+158	738
MELERO	18+859	19+763	904
ALTO MONTE	20+121	20+404	283
TÚNEL 12 NORTE	20+690	20+793	103
TÚNEL 12 SUR	20+814	20+943	127
CORUMA	21+530	22+500	970
ALVARENGA 0	24+619	24+801	182
ALVARENGA 1	24+868	25+234	366
ALVARENGA 2	25+327	26+496	1169
PITAHAYA	31+890	32+455	565
MUME	34+280	34+500	220

FERROCARRIL CARACAS-CUA : VIADUCTOS (8.350 ml)

VIADUCTO	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	LONGITUD (LUCES)
1-1	0+???	0+???	??? (?+?+...)
3-1 (1)	8+280	8+360	80 (40+40)
3-2 (2)	8+500	8+720	220 (50+3x40+50)
3-3 (3)	8+994	9+169	170 (50+40+40+40)
3-4 (4)	9+462	9+562	100 (50+50)
3-9 (9)	12+596	12+691	95 (95)
3-10 (10)	12+810	12+940	160 (40+50+40)
3-12 (12)	14+565	14+660	95 (95)
3-12 A (12A)	14+748	14+938	190 (95+95)
4-1 (13)	15+305	15+590	285 (95+95+95)
4-2 (15)	17+198	17+348	150 (50+50+50)
4-3 (16)	17+398	17+488	90 (20+50+20)
4-4 (17)	18+500	18+750	250 (50+50+50+50+50)
4-6 (18)	19+826	20+096	270 (40+40+50+50+50+40)
4-7 (19)	20+420	20+670	250 (60+50+40+50+50)
4-8 (20)	21+301	21+501	200 (60+50+40+50)
5-1	24+220	24+570	350 (50+50+.....+50+50)
5-2	25+240	25+320	80 (40+40)
5-3A	26+930	27+050	120 T. concreto luces de 30
5-3	27+120	27+290	1170 T. concreto luces de 30
5-4	28+965	29+865	900 T. concreto luces de 30
6-1	30+585	31+455	870 T. concreto luces de 30
6-2	33+165	33+825	660 T. concreto luces de 30
6-2A	34+080	34+200	120 T. concreto luces de 30
6-3	34+557	35+007	480 T. concreto luces de 30
6-4	35+370	35+610	240 T. concreto luces de 30
6-6	37+540	37+780	240 T. concreto luces de 30

Los túneles Pitahaya y Mume, así como los viaductos desde el 5-3 hasta el 6-6, se ubican entre Charallave y Cúa, en un ambiente geológico cuyo subsuelo lo conforman predominantemente los terrenos arcillo-arenosos de la Formación Tuy con horizontes limo-gravosos y niveles de arcilla con moderado potencial expansivo.

Las tecnologías constructivas básicas empleadas y al mismo tiempo caracterizantes para las obras civiles de este ferrocarril, pueden describirse haciendo referencia a las cuatro tipologías que en conjunto conforman la totalidad de la vía de este enlace ferroviario: los viaductos, los túneles, los cortes y los terraplenes. A continuación se comentan brevemente las dos primeras, ya que las otras dos constituyen tecnologías rutinarias para la ingeniería venezolana.

Los viaductos

Los viaductos metálicos (todos los de los tramos 3 y 4 y los 2 primeros del tramo 5), son estructuras de tipo mixto compuestas por dos vigas de acero auto-proyectivo tipo "corten" y losas de concreto de espesor variable. El esquema estructural es de vigas simplemente apoyadas. Las pilas son de concreto armado y están fundadas sobre pozos de diámetro 9 m en la mayor parte de los casos. El método de construcción a utilizar será lanzamiento de vigas desde la parte superior del viaducto o alzado con grúas desde la base de los mismos y se ha previsto la utilización de aparatos para el apoyo de las vigas sobre cada pila, especialmente diseñados para absorber los desplazamientos y las fuerzas que se generan durante un sismo.

Los demás viaductos (tramos 5 y 6) son de concreto armado, con las pilas fundadas sobre grupos de pilotes excavados y vaciados en sitio de diámetro 120 cm y con tableros constituidos por dos vigas tipo cajón de concreto precomprimido, las cuales son prefabricadas, transportadas y lanzadas en sitio.

La viga es un monolito de concreto de sección trapezoidal que incluye mitad de la losa de apoyo. Al unir las dos vigas en sitio mediante un vaciado de sutura longitudinal y precomprensión, se obtiene el tablero sobre el cual se apoyará la vía férrea.

Cada viga se vacía en un patio de prefabricación ubicado en el Km 32 donde se almacena hasta el momento de su transporte y lanzamiento. Con un peso de 260 toneladas, se coloca sobre carros especiales de ruedas de caucho y se transporta a una velocidad de 4-5 km/h hasta el sitio de lanzamiento.

El transporte se realiza sobre la misma explanada que posteriormente albergará la vía del ferrocarril, por tanto, el movimiento de la viga se inicia sólo cuando esta explanada y las fundaciones y pilas del viaducto están construidas. El lanzamiento consiste en colocar cada viga utilizando como apoyo el tablero anterior. Se hace uso para ello, de una grúa o carro especial de lanzamiento que se encarga de alzar la viga, moverla longitudinal y transversalmente hasta el punto exacto de colocación. Las vigas sucesivas se transportan sobre los tableros ya armados. Obviamente, con un solo campo de prefabricación previsto para toda la línea, los viaductos deberán construirse en secuencia para así tener un camino continuo de tránsito de las vigas.

Los túneles

Las condiciones de excavación de los túneles determinan un cierto grado de dificultad debido a las características geomecánicamente desfavorables de los macizos rocosos encontradas con frecuencia. El tipo de avance varía con respecto a las condiciones de la roca y soluciones tecnológicas de nueva introducción, como la consolidación del frente con elementos horizontales de vidrioresina coaxiales con el eje del túnel y la utilización de arcos troncocónicos de presoporte conformados por micropilotes subhorizontales, han permitido altos rendimientos con máxima seguridad aún en terrenos de muy baja calidad geomecánica.

La excavación se realiza, cuando es posible, con la utilización de un martillo hidráulico accionado por una retroexcavadora capaz de avanzar gracias a la fragmentación mecánica de las rocas y alternativamente, se utiliza la voladura cuando la elevada resistencia mecánica de las rocas lo requiere.

El soporte primario se ejecuta en concreto proyectado, previa colocación de costillas metálicas y se completa eventualmente con un número adecuado de pernos de recalificación geomecánica de los macizos rocosos de menor calidad. El revestimiento definitivo, generalmente colocado después de completar la excavación de cada túnel, se ejecuta en concreto armado vaciado in situ mediante el uso de un especial encofrado deslizante de 12 m de largo, el cual corre sobre rieles temporales oportunamente fijados al murete previamente vaciado en concreto armado, junto con el arco invertido de la solera del túnel.

La metodología de excavación empleada en todos los túneles es de tipo convencional, utilizándose los martillos demolidores hasta tanto la resistencia a la compresión uniaxial de las rocas no supera límites del orden de los 300 a 400 Kg/cm² y luego haciendo recurso a las voladuras de las rocas.

El soporte primario está constituido por costillas metálicas IPN300, IPN200, IPN160 e IPN140, colocadas aisladamente o en pares, separadas de un mínimo de 60 cm a un máximo de 175 cm y siempre integradas a una capa de concreto proyectado de espesor variable entre 10 y 30 cm, el todo dependiendo de la clase de comportamiento de la excavación.

Para las clases de comportamiento más críticas en relación con la estabilidad, la excavación procede a sección parcial en calota, con ancho total (aprox. 11 m) y alto de aprox. 6,5 m, haciendo recurso al presoporte constituido por el arco troncocónico de micropilotes de 12 m de largo, eventualmente integrado con elementos (micropilotes) longitudinales de vidrioresina de igual longitud en el núcleo a excavar y micropilotes laterales al pie del arco de las costillas de media sección largos 6 m.

La cuantía de los elementos de presoporte (micropilotes subhorizontales dispuestos en arco troncocónico) y de los de preconsolidación (elementos longitudinales horizontales de vidrioresina en el frente) así como de los complementarios (micropilotes laterales subhorizontales y subverticales), es variable dependiendo de las condiciones geomecánicas específicas de cada situación.

Finalmente cada ciclo de avance, con sección de calota variable para garantizar en cada caso el contacto directo entre el arco de costillas y el arco troncocónico de los micropilotes, se extiende por 8 m antes de iniciar con un nuevo ciclo, manteniendo de tal forma en todo frente, un presoporte y una preconsolidación que afectan un mínimo de 4 metros (12 m menos 8 m) de longitud por excavar.

El Túnel Pitahaya en el tramo 6, con una longitud de aproximadamente 600 m y coberturas no mayores a los 50 m, así como el adyacente y más corto Túnel Mume, presentan retos técnicos muy distintos a los encontrados en todos los demás túneles de los tramos anteriores en los cuales la excavación se realiza en macizos rocosos. La excavación en estos últimos dos túneles de la vía, se realiza en suelos constituidos por los depósitos sedimentarios limo-arenoso-arcillosos pertenecientes a la Formación Tuy. La característica peculiar de esta formación geológica es la presencia de arcillas con comportamiento potencialmente expansivo.

Esto requiere la adopción de medidas especiales que eviten o controlen lo más posible la ocurrencia de este fenómeno. Para el Túnel Pitahaya, la geometría de su sección de excavación y las estructuras de soporte aplicadas, son algo diferente a las adoptadas en los otros túneles, siendo la diferencia principal, además del constante uso del arco troncocónico de presoporte y de los elementos de vidrio-resina para la consolidación del núcleo del frente, un menor radio de curvatura del arco invertido de la solera que confiere a la sección de excavación una geometría casi circular, soportado estructuralmente también en la etapa de soporte primario, y el mayor espesor (medianamente 80 cm contra los 40 cm de los otros túneles) del revestimiento de concreto armado vaciado en sitio.

LAS OBRAS Y EL TERRITORIO QUE LAS ALBERGA

Existen dos sectores del ferrocarril Caracas-Cua claramente definidos los cuales, para la actual fecha de la construcción, presentan un trazado que corre dentro de un ambiente antropicamente intervenido, anárquicamente así como ya es cada vez más común en los desarrollos urbanos y suburbanos del País.

El primer sector, afortunadamente de extensión longitudinal limitada, corresponde a la salida de Caracas donde, en la inmediata proximidad de la estación terminal, la vía férrea intercepta el cerro y homónimo barrio Las Mayas, por medio de un túnel de relativamente poca longitud y poca profundidad.

Los portales de este túnel, en particular el de salida al Sur, deben por lo tanto ser construidos arrebatando un escaso espacio a unas cuantas de las numerosas viviendas informales allí presentes, quedando luego por lo tanto absolutamente embebidos dentro de los extensos asentamientos habitacionales que invaden por completo las faldas de la nariz montañosa a atravesar y que rodean no solo los portales, sino la casi totalidad de la estructura subterránea en referencia. En la misma área del portal sur, se ubica además el estribo norte del primer viaducto de la vía, que se requiere para sobrepasar la autopista Valle-Coche.

El segundo sector, esta vez mucho más largo, corresponde a buena parte del área urbana y suburbana de Charallave atravesada por el ferrocarril, extendiéndose entre las estaciones de Charallave Norte (en el sector La Peña) y Charallave Sur (frente al terminal de autobuses), a lo largo de unos 5 Km lineales aproximadamente, en los cuales la vía corre entre viaductos (del 5-1 al 5-4) y túneles (los 3 Alvarenga).

Los cerros de Alvarenga, están diseminados de viviendas informales del mas bajo nivel en la escala de los servicios disponibles, sin aguas blancas ni cloacas, sin vialidad, ni drenaje. Y es así como el estribo sur del viaducto 5-1 y la pila central del viaducto 5-3A, están rodeados de viviendas marginales y terruños cultivados anexos, mientras aguas arriba de todos los portales de los tres túneles Alvarenga, siguen edificándose ranchos de diferentes tamaños, los cuales luego siguen creciendo extendiéndose hacia las estructuras.

Por cierto que este fenómeno del continuo incrementarse de la densidad de estas viviendas informales es particularmente alarmante, toda vez que cuando se hayan concluido las labores de construcción del ferrocarril, la ausencia misma de los trabajadores y la presencia de espacios planos creados adyacentes a las obras, es muy probable que representen estímulos e incentivos para nuevas construcciones informales, cada vez peligrosamente más próximas a las estructuras del ferrocarril.

Para ilustrar el fenómeno en cuestión, más que detalladas descripciones, son útiles las imágenes fotográficas las cuales evidentemente se comentan por sí solas.

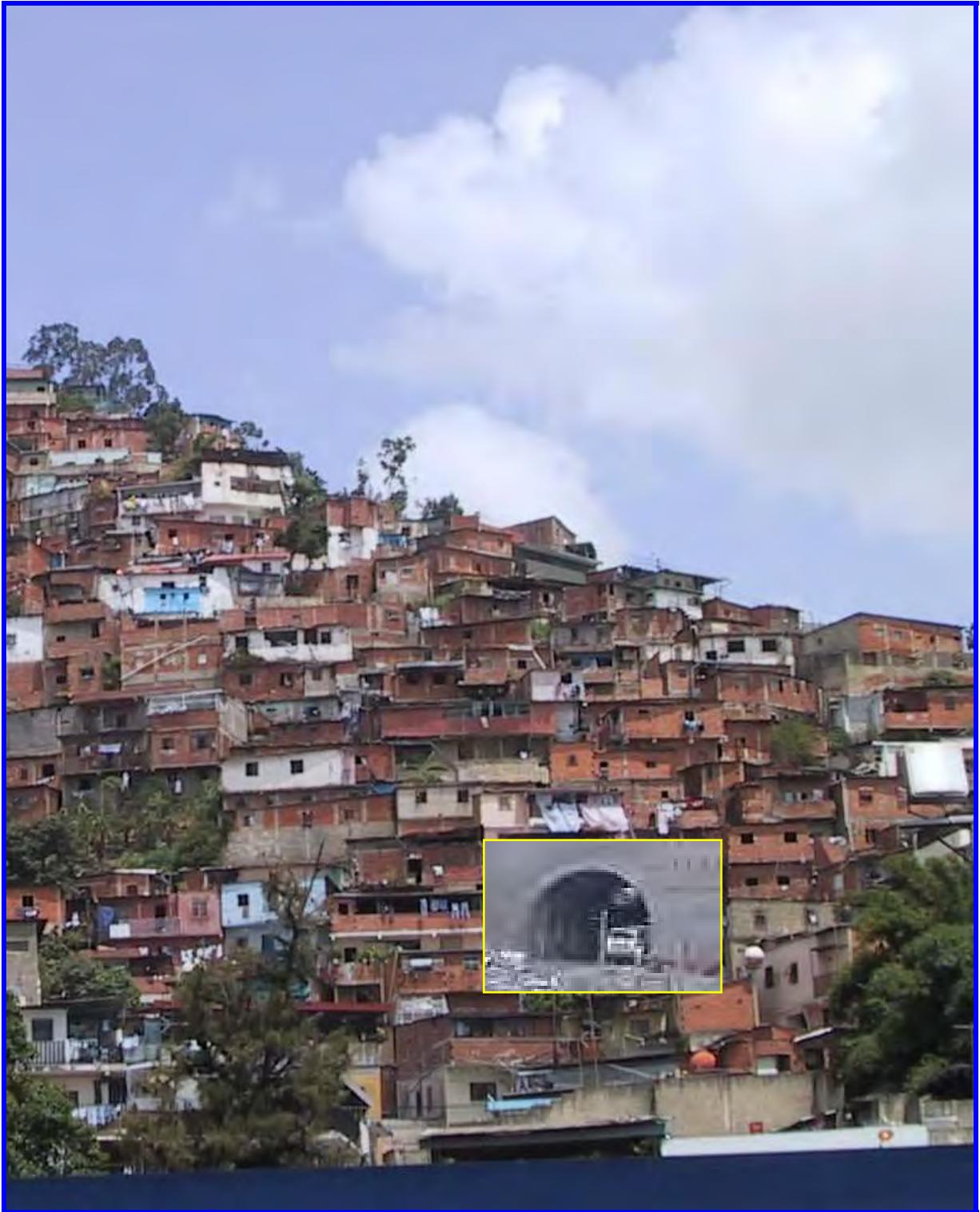
¡Y que decir de los inconvenientes y peligros que, recíprocamente para las obras y para las personas, conllevan las circunstancias descritas! Un ferrocarril es una vía mucho más vulnerable que una carretera u autopista. Cualquier obstáculo físico por mínimo que sea, representa un peligro cierto de descarrilamiento, especialmente a la entrada y a la salida de un túnel.

El deterioro acelerado de las condiciones físicas superficiales y subsuperficiales de los terrenos colinares, a consecuencia de las actividades antropicas descontroladas, es un fenómeno muy conocido y experimentado en todo el territorio metropolitano de Caracas, cuyas características geológicas y geotécnicas bien se pueden identificar con las de los terrenos colinares de Las Mayas y de Alvarenga, a los cuales se ha hecho referencia.

Y finalmente, los resultados nefastos del deterioro geotécnico de los terrenos colinares del área metropolitana de Caracas, ligado a las intervenciones antropicas irracionales, son lamentablemente igualmente conocidos y experimentados.

Por lo tanto es imperativo alertar a las autoridades competentes, específicamente a las de FERROCAR, sobre la problemática expuesta con el fin de sensibilizarlas e inducir las a que se avoquen a enfrentar el problema planteado y solucionararlo desde el principio, antes que sea demasiado tarde, o antes que el mismo se vuelva demasiado extenso y complicado, o antes que finalmente se convierta en una "*Calamidad Geotecnica Urbana del siglo XXI*".

TÚNEL LAS MAYAS: Ubicación prevista para el portal de salida (Sur)



VIADUTO V-1 y TÚNEL ALVARENGA 0 (Portal Norte)



TÚNEL ALVARENGA 2: Portal de entrada (Norte)



VIADUCTO V-3A: Ubicación de la pila intermedia

