

1. GENERALIDADES

1.1 Problemática

El objeto de llevar a cabo un estudio en esta zona en particular, es analizar las condiciones de inestabilidad que presentan los taludes construidos para el trazo de la Carretera Rumbo Nuevo entre los Km. 25+000 al 37+000. Esta vía fue construida entre los años 1997-1999 con el objetivo de comunicar la región del Noreste del país con el altiplano, particularmente desde el entronque Juan Capitán y la comunidad de El Chihue, con la Autopista Matehuala - México, disminuyendo el tiempo de viaje al atravesar la Sierra Madre Oriental. Actualmente se cuenta con la Carretera Federal No. 101, pero su diseño no contempla expectativas de un tránsito a velocidad constante ya que su trazo presenta un desarrollo con curvas y pendientes pronunciadas de acuerdo a la topografía del lugar, que consiste de una morfología muy abrupta, y esto conlleva a un descenso notable en lo que a seguridad respecta.

Al buscar opciones para el mejoramiento de las condiciones inseguras, se optó por construir una vía alterna que permitiese las operaciones antes citadas, y para ello se realizó un trazo carretero a través del Valle del Huizachal siendo casi paralelo a la antigua carretera, sólo que presenta la ventaja de una pendiente más controlada y para ello la necesidad de realizar cortes para taludes en todo su recorrido, acortando así el tiempo de traslado y evitando riesgos de accidentes. La problemática se presenta en el trazo al cortar el macizo rocoso en una forma desfavorable estructuralmente hablando, la cual afecta la estabilidad de los taludes que no han podido ser controlados. Con este estudio se busca proporcionar una secuencia práctica para el análisis de dichos problemas, teniendo como base la geología del lugar, conociendo las características litológicas, así como su comportamiento estructural y las propiedades geomecánicas, para finalmente definir patrones de inestabilidad para poder corregirlos y mitigarlos.

1.2 Objetivo:

Analizar la Estabilidad de Taludes en puntos críticos de la Carretera "Rumbo Nuevo" en base a Cartografía Geológica y el Análisis Estructural del área.

1.3 Metas

- Levantamiento del Trazo Carretero Actual.
- Cartografía Geológica Estructural del área.
- Determinar edades de las unidades litológicas no descritas en el Valle de Huizachal, en base a fósiles.
- Análisis cinemático de los taludes en evaluación.
- Evaluación geomecánica de las unidades litológicas.
- Determinación de Parámetros Geomecánicos mediante pruebas en Laboratorio de Ingeniería Geológica, mediante ensayos triaxiales a muestras de roca intacta.
- Elaboración de la Carta Ingeniero Geológica del área estudiada.
- Determinar el Factor de Seguridad para cada uno de los taludes en estudio.
- Propuesta de saneamiento de taludes con bajo factor de seguridad.
- Proponer una metodología para estudios similares.

1.4 Localización y Vías de Acceso

El área de estudio se encuentra a 20 Km al W de Ciudad Victoria, Tamps., dentro de las coordenadas UTM: 465,000 – 475,000 E; 2'605,000 – 2'612,000 N.

La principal vía de acceso es por medio de la Carretera Federal No. 101 que comunica a Cd. Victoria con las poblaciones de Jaumave y Tula, en la desviación ubicada en la localidad de Altas Cumbres se transita hacia el Valle de Huizachal por medio de un camino de terracería que es funcional durante todo el año. También se puede acceder por la Carretera Federal No. 85 en el entronque a la carretera inhabilitada "Rumbo Nuevo" en la localidad de Juan Capitán (Fig. 1.1).

1.5 Fisiografía

El área de interés se ubica dentro de la provincia fisiográfica denominada como Sierra Madre Oriental que comprende a este macizo montañoso plegado. Dentro de ésta se encuentra la subprovincia Gran Sierra Plegada donde domina una morfología de estratos plegados de rocas carbonatadas con prominentes ejes estructurales de anticlinales y sinclinales. Las elevaciones predominan alcanzando un máximo de 2,000 msnm. Los sistemas de topofomas que predominan aquí son los que se denominan como sierra pliegue y sierra compleja, pero también se encuentran bajadas, lomeríos, mesetas, llanuras y valles (INEGI, 2003)

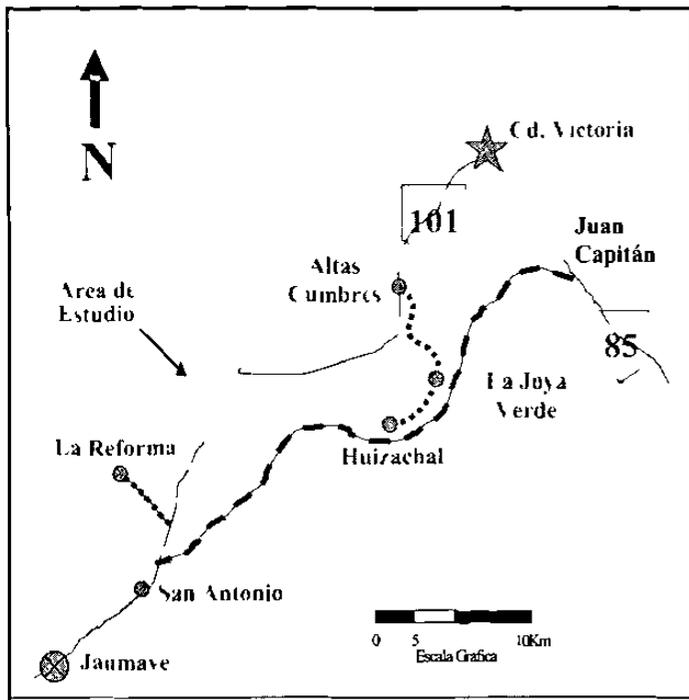


Fig. 1.1 Localización del Área de Estudio. La línea rayada muestra el trazo de la carretera "Rumbo Nuevo".

1.6 Clima y Vegetación

El clima de la región se caracteriza por ser semicálido a templado, en ocasiones extremo con ambiente semihúmedo a húmedo, debido a que la sierra actúa como una barrera orográfica. Las temperaturas máximas alcanzadas durante el año sobrepasan los 40° C (INEGI, 2003) mientras que las mínimas llegan en ocasiones hasta los 0° C, teniendo como media una temperatura de 23° C (Tabla 1.1). A pesar de que la precipitación durante los meses invernales es muy baja con respecto a la total anual (menos del 5%), no se presenta en esta zona una sequía invernal notable, ya que la humedad atmosférica durante esta época del año y el agua que retienen los suelos, son suficientes para contrarrestarla. La precipitación total anual es de 1,429.70 mm, teniendo como principal época de lluvias la comprendida entre los meses de Junio a Octubre (Tabla 1.3) (Fig. 1.2). Este clima pierde humedad a medida que se desplaza hacia el poniente llegando a lo seco.

Estación y concepto	Periodo	Meses											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Ciudad Victoria	1999	18.5	21.6	23.6	27.6	29.5	30.2	28.2	30.1	26.7	23.4	20.7	16.2
Promedio	De 1960 a 1999	16.3	18.4	21.9	25.9	27.7	28.9	29	29	29.6	24.1	20.4	17.2
Año más frío	1998	14.4	14.1	16.4	19.6	22.9	26	25	24.3	23.5	20.6	18.3	13.3
Año más caluroso	1990	19.4	21.1	23.6	26.5	29.7	31.1	28.3	28.5	26.5	23.5	21.6	17.5

Tabla 1.1 Temperaturas promedio mensuales en grados centígrados, de la región de Cd. Victoria, Tamps., (Fuente: CNA en INEGI, 2003).

Estación y concepto	Periodo	Meses											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Ciudad Victoria	1999	0.3	0	38.2	6.8	14.7	125.7	184	56.6	136.7	28.2	0.5	15.1
Promedio	1960-1999	24.3	16.1	25.4	49.3	107.6	136.8	80	136	204	91.2	21.7	20.4
Año más seco	1989	24.1	5.4	0	7.1	17.4	78.3	29.3	100.7	98	71.8	14.2	2.5
Año más lluvioso	1973	26.5	56.9	5.7	49.3	10.5	497.6	62.7	456.8	131.3	226.5	18.6	4.8

Tabla 1.2 Índice de precipitación promedio mensual en milímetros de precipitación, de la región de Cd. Victoria, Tamps., (Fuente: CNA en INEGI, 2003).

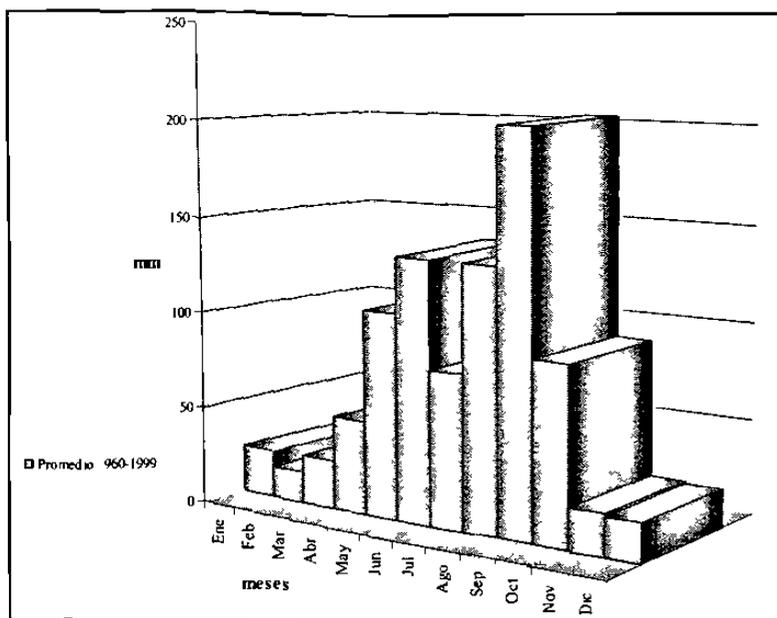


Fig. 1.2 Gráfica de la precipitación mensual promedio entre los años 1960 - 1999. (Fuente: CNA en INEGI, 2003).

La vegetación en las partes altas esta representada por bosques de encino que se desarrollan en ambientes templados húmedos. Este bosque esta formado por especies del género *Quercus* que en algunas ocasiones se puede encontrar asociado con pinos formando bosques de encino – pino. El matorral desértico rosetófilo se sitúa en las bajadas, mesetas y sierras, en suelos someros en un clima seco.

1.7 Trabajos Previos

En el área afloran rocas que han sido denominadas como *Lechos Rojos* de la Aloformación Huizachal, que fue depositada en el Triásico Tardío. Su petrogénesis indica la erosión de rocas del basamento y el depósito en fosas tectónicas generadas durante las etapas tempranas de disgregación de la Pangea en el sector sureste del Cratón de Norteamérica, además de un segundo ciclo vulcanosedimentario (López - Infanzon, 1986).

Los primeros estudios relacionados con estas unidades fueron realizados por Seemes (1921), Imlay (1943), y Mixon *et al* (1959) hacen un estudio detallado del Grupo Huizachal. Posteriormente Carrillo-Bravo (1961) analizó detalladamente la Formación Huizachal y su relación con unidades paleozoicas y del basamento en este sector. Cossio-Torres (1988) realiza la geología del basamento cristalino de la Sierra Madre Oriental en el Anticlinorio Huizachal-Peregrina particularmente el Gneiss Novillo. Castillo-Rodríguez (1988) realiza un estudio petrográfico del Esquisto Granjeno en la región del Cañón de Peregrina. Rueda-Gaxiola *et al* (1993) hacen un estudio palinoestratigráfico para determinar las correlaciones entre las Formaciones La Joya, La Boca y Huizachal proponiendo la creación de un Alogrupo denominado Los San Pedros, formado por las Aloformaciones Huizachal y La Boca.

También se tienen trabajos realizados en lo referente al estudio de Ingeniería Geológica en la región. Medina-Barrera (1989, 1996) estudia movimientos en masa y análisis de estabilidad de taludes en la región de Rayones; Alva-Niño (1995) desarrolla una metodología para elaboración de una Carta Ingeniero-Geológica en la ciudad de Monterrey; Carlín-Sánchez (2001) realiza una zonificación de riesgos geológicos en el Cerro de la Silla; Pedraza-Rodríguez (1997) en el Cañón de Santa Rosa. Gorka (2002) realiza un estudio a través de la carretera "Rumbo Nuevo", dentro de los tramos 8+000 – 23+000, teniendo como objetivo la definición de parámetros técnicos y factores de seguridad.

1.8 Metodología

1.8.1 Campo

- Caminamientos (transectos) con GPS para levantamiento geológico y ubicación de afloramientos.
- Levantamiento estructural con brújula y clinómetro, con valores de rumbo de buzamiento y ángulo de buzamiento.

- Toma de muestras para láminas delgadas, para identificación de unidades no descritas.
- Toma de muestras para ensayo triaxial en laboratorio como parte de la mecánica de rocas.
- Levantamiento de secciones para determinar Zonas Homogéneas de las diferentes litologías.
- Ensayos “in situ” sobre planos de discontinuidades para obtener la resistencia a la compresión simple, mediante el Martillo de Schmidt ó Esclerómetro, de acuerdo al Criterio de Barton y Choubey (1977).
- Caracterización geomecánica en campo de acuerdo a Bieniawski (1976).

1.8.2 Laboratorio

- Elaboración de láminas delgadas.
- Ensayos Triaxiales para determinar ángulos de fricción internos y cohesión de la roca intacta.

1.8.3 Gabinete

- Digitalización de Carta Topográfica.
- Análisis y descripción de láminas delgadas para determinar edades de las rocas.
- Identificación de litologías.
- Elaboración de Carta Geológica.
- Representación estereográfica del inventario tectónico, e identificación de los tipos de fracturamiento, de acuerdo a su geometría.
- Evaluación cinemática de taludes utilizando la técnica de Markland (1972).
- Evaluación geomecánica en base a los métodos:
 - Slope Mass Rating (Romana, 1995).
 - Rock Mass Rating (Bieniawski, 1976).
- Evaluación de estabilidad y determinación de factores de seguridad en taludes por los métodos:
 - Hoek – Bray (1971) para Mecanismo de Cuñas.
 - John (1974) para Mecanismo Planar.
 - Goodman (1969) para Mecanismo de Vuelco de Bloques.
- Agrupación de macizos con condiciones geotécnicas homogéneas.
- Elaboración de una Carta Ingeniero Geológica.