

# APÉNDICES

## APÉNDICE A GLOSARIO.

## APÉNDICE (A).

**Amenaza.-** factor de riesgo externo para un sujeto o sistema, representado por un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural, origen tecnológico o provocado por el hombre, que puede manifestarse en un sitio específico y en tiempo determinado produciendo efectos adversos en las personas los bienes y/o el ambiente. Matemáticamente se expresa como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad, en un sitio específico y en un periodo determinado.

**Análisis de vulnerabilidad.-** es el proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición y la predisposición a la pérdida de un elemento o grupo de elementos ante una amenaza específica; contribuye al conocimiento del riesgo a través de interacciones de dichos elementos con el ambiente peligroso.

**Análisis estructural.-** Descripción e interpretación de todas las estructuras secundarias en todas las escalas disponibles dentro de un área. Esto involucra la observación, descripción, análisis e interpretación de los tipos de orientaciones de los plegamientos, estructuras lineales, foliaciones, estructuras planares, deformación e indicadores de desplazamiento y fallas.

**Angulo de cizalla conjugado.-** Angulo entre el esfuerzo principal máximo ( $\sigma_1$ ) y la fractura resultante de la aplicación de un esfuerzo.

**Angulo dihedral.-** Es el Angulo agudo formado entre la dirección de el esfuerzo principal máximo ( $\sigma_1$ ) y una potencial fractura de cizalla.

**Batimetría.-**

**Brecha de falla.-** Material triturado que se presenta en la superficie de falla; este material principalmente es de forma angular porque ha sufrido abrasión y no ha sufrido transportación.

**Bloque de piso.-** El bloque situado abajo en una falla inclinada.

**Bloque de techo.-** El bloque situado encima de una falla inclinada.

**Caracterización de un yacimiento.-** Es la revisión cuantitativa de la información necesaria para realizar modelos que ayuden a predecir el flujo de los fluidos a través de este medio poroso.

**Círculo de Mohr.-** Círculo construido a partir de un diagrama donde se representa un sistema de ejes coordenados, valuando la elongación recíproca cuadrática en los ejes horizontales vs. El esfuerzo de cizalla modificado en el eje vertical. Este círculo se basa en la hipótesis de que la fuerza de cizallamiento es función del esfuerzo normal.

**Cizallamiento puro.-** Distorsión que envuelve deformación homogénea, los ejes principales de deformación no han sido rotados.

**Clivaje.-** Propiedad que poseen ciertas rocas para romperse con relativa facilidad a lo largo de planos paralelos con superficies casi paralelas, esta separación en planos de la roca es consecuencia de la presión que sufren las rocas y la orientación de los cristales que la forman. El clivaje en las rocas puede ser de tipo: pizarroso, filítico, esquistoso, gnéisico.

**Clivaje de crenulación.-** paralelo al plano axial de los pequeños pliegues formados.

**Clivaje continuo.-** Foliación en rocas de grano fino, semeja aberturas en la masa de las rocas.

**Comportamiento dúctil.-** se caracteriza por un permanente, predominante y drástico cambio de forma.

**Conjugado.-** Es una estructura formada por partes interactivas.

**Constante elástica.-** Una constante elástica es cada uno de los parámetros físicamente medibles que caracterizan el comportamiento elástico de un sólido deformable elástico-lineal. A veces se usa el término constante elástica también para referirse a los coeficientes de rigidez de una barra o placa elástica. Un sólido elástico lineal e isótropo queda caracterizado sólo mediante dos constantes elásticas. Aunque existen varias posibles elecciones de este par de constantes elásticas, las más frecuentes en ingeniería estructural son el módulo de Young y el coeficiente de Poisson (otras constantes son el módulo de elasticidad transversal, el módulo de compresibilidad, y los coeficientes de Lamé).

**Constante de lamé ( $\lambda$ ).**- Constante elástica igual al módulo volumétrico menos ( $\frac{2}{3}$ ) del módulo de corte.

**Coulomb, criterio de fracturamiento.-** Es el valor absoluto de la fuerza de cizallamiento ( $\tau$ ) que es la suma de la fuerza de cizallamiento inherente ( $S_0$ ) y el producto de el coeficiente de fricción interna ( $\mu$ ) y el esfuerzo normal ( $\sigma_n$ ).

**Crenulación.-** Deformación de una superficie de estratificación o de esquistosidad por micropliegues apretados, paralelos entre sí, y frecuentemente agudos.

**Criterio de tresca.-** El campo plástico puede comenzar cuando el esfuerzo de cizalla máximo alcanza el valor crítico.

**Daño.-** Pérdida económica, social, ambiental o grado de destrucción causada por un evento.

**Desastre.-** evento de origen natural, tecnológico o provocado por el hombre que causa alteraciones en las personas, los bienes, los servicios y/o el ambiente. Es la ocurrencia efectiva de un fenómeno peligroso, que como consecuencia de la vulnerabilidad de los elementos expuestos causa efectos adversos sobre los mismos.

**Diagénesis.-** La diagénesis se refiere primariamente a las reacciones que tienen lugar dentro de un sedimento entre un mineral y otro ó entre uno o varios minerales y los fluidos intersticiales. Se caracteriza por varios procesos:

- + Autigénesis: Formación de nuevos minerales in situ dentro de los sedimentos o rocas sedimentarias durante o después de la depositación.
- + Cementación: Endurecimiento de los sedimentos por precipitación de minerales a partir de los fluidos presentes entre los poros.
- + Compactación: Movimiento de acercamiento de los granos, por efecto de la carga litostática, que resulta en pérdida del espacio poroso, espesor y por lo tanto volumen.
- + Disolución: Proceso de disolución y remoción de componentes químicamente inestables por fluidos presentes en los poros. El resultado de este proceso es la formación de porosidad secundaria.
- + Deformación dúctil de granos: Distorsión plástica de granos blandos entre granos más duros del armazón, por efecto de esfuerzos.
- + Deformación frágil de granos: Rompimiento de granos del armazón por efecto de esfuerzos.
- + Epidiagénesis: Modificación de los sedimentos durante o después del levantamiento tectónico, se caracteriza por la infiltración y migración hacia debajo de aguas meteóricas.
- + Neomorfismo: Recristalización o inversión de polimorfos de la misma composición química.
- + Solución de Presión: Disolución de minerales por fluidos presentes en el espacio poroso, en los puntos de contacto entre granos, por efecto de los esfuerzos de carga litostática.
- + Reemplazamiento: Evento simultáneo de disolución del mineral A y precipitación del mineral B.
- + Recristalización: Resultante de las reacciones químicas y mineralógicas en donde los granos de un mineral cambian de tamaño o forma, o donde un polimorfo se altera a otro polimorfo.

**Discontinuidad.-** Las discontinuidades son interrupciones en la "continuidad" del volumen de rocas, afectan la resistencia, permeabilidad y durabilidad de la masa. Es importante evaluar la geometría, naturaleza, estado y condición de las discontinuidades, porque ellas definen la fábrica estructural del macizo rocoso. Además de su génesis, la influencia en el comportamiento del macizo, exige evaluar la génesis de los rellenos, la cantidad de agua, las cicatrices y revestimientos en las paredes por materiales solubles, la abertura, rugosidad, persistencia de las discontinuidades, y el número de familias. El Cuadro 1 del apéndice (B), muestra los principales tipos de discontinuidades, que se pueden encontrar en los diferentes tipos de roca.

**Diferencias finitas, método de.-**

**Diluvial.-** Terreno constituido por depósitos de materiales arenosos que fueron arrastrados por grandes corrientes de agua.

**Deformación.-** Cualquier cambio en la forma o volumen originales de la masa de roca producidas por cualquiera de las fuerzas de superficie o de cuerpo. en la corteza terrestre pueden ser del tipo elásticas y residuales.

**Diaclasas.-** Son fracturas no visibles a simple vista. La diferencia entre falla y diaclasa reside en la escala de observación, ya que una falla a escala local puede resultar una diaclasa a escala regional. Un buen criterio es la búsqueda de los ornamentos típicos de una diaclasa como son la estructura plumosa, las nervaduras y la orla. Existen tres tipos de diaclasas:

- Modo I: de abertura, por extensión, con un leve espaciamiento.
- Modo II: de desplazamiento paralelo.
- Modo III: de tijera.

Una familia de diaclasas es un grupo de diaclasas con igual orientación y varias familias presentes en un macizo, intersecándose, se denominan sistema de diaclasas del macizo. Las diaclasas pueden ser abiertas o cerradas y estar cementadas o no. También pueden ser paralelas a los planos de estratificación (rocas sedimentarias) o de clivaje (rocas metamórficas). Por regla general un macizo tiene tres familias de fracturas o diaclasas asociadas a esfuerzos y cuando hay más de tres es porque existe superposición de esfuerzos.

**Deformación de corte (y).-** Deformación que resulta cuando los las partes de un cuerpo de roca han sido dislocadas tanto que los ángulos entre las líneas de referencia ortogonal originales han rotado de su posición original.

**Deformación dúctil.-** Deformación continua de un material plástico u viscoso. El cuerpo rocoso se deforma sin que se aprecien a simple vista fracturas del bloque de roca. Usaremos el término dúctil para referirnos a una deformación permanente, en estado sólido, en la cual no hay pérdida de cohesión a escala de granos cristalinos o mayores. Esta definición excluye flujos cataclásticos de la transición frágil-dúctil. No existe un límite neto entre la deformación frágil y dúctil, sino más bien una zona de transición. Generalmente coincide con la escala de observación, encontrándose deformaciones frágiles a escala regional y dúctil a escala local, aunque es una norma que no se puede generalizar. Las fuerzas que producen deformación en la corteza son: verticales (producidas tanto por gravedad como por material ascendente del manto) y tangenciales (producto del movimiento y acomodación de esfuerzos en los bordes de las placas tectónicas).

**Deformación elástica.-** Deformación que se recupera instantáneamente una vez que se remueve el esfuerzo aplicado y el cuerpo recupera su forma original no deformada.

**Deformación frágil.-** El cuerpo de roca se deforma observándose a simple vista fracturas en la roca.

**Deformación incremental.-** Deformación que ocurre en pequeños eventos o saltos durante la deformación progresiva.

**Deformación infinitesimal.-** Deformación que ocurre en cantidades infinitesimalmente pequeñas. Restringido a esfuerzos demasiado pequeños relativos a condiciones iniciales.

**Deformación no homogénea.-** Deformación en la cual las líneas que inicialmente eran rectas ó paralelas antes de la deformación se pierden después de esta, la relación angular cambia no uniformemente.

**Depleción.-** la depleción es la disminución del campo de gravitación del yacimiento.

**Dilatación.-** ( $\Delta$ ) Cambio positivo ó negativo en el volumen.

**Distorsión.-** Deformación que involucra cambio en la forma del objeto,

**Dirección de desplazamiento.-** Es la dirección de las estrías de Falla o la dirección del pulimento.

**Ductilidad.-** Es la capacidad de deformación o fluir de un material, sin la aparición de fracturas visibles. El comportamiento dúctil está caracterizado predominantemente por la deformación permanente y drásticos cambios de forma.

**Ecuación constitutiva.-** Establece una relación entre las deformaciones o desplazamientos deducibles de la hipótesis cinemática y las tensiones asociadas. Estas ecuaciones son casos particulares de las ecuaciones de Lamé-Hooke.

**Ecuaciones de equivalencia.-** Son ecuaciones en forma de integral que relacionan las tensiones con los esfuerzos internos.

**Ecuaciones de equilibrio.-** Relacionan los esfuerzos internos con las fuerzas exteriores.

**Elasticidad.-** Es la relación ideal constitutiva entre el esfuerzo y la deformación. El comportamiento elástico es independiente del tiempo cuando toda la deformación instantáneamente se recupera y el cuerpo regresa a su estado original una vez retirada la carga.

**Elementos bajo riesgo.-** es el contexto social, material y ambiental representado por las personas y por los recursos y servicios que pueden verse afectados con la ocurrencia de un evento desastroso. Corresponden a las actividades humanas, todos los sistemas realizados por el hombre como edificaciones, líneas vitales infraestructura, centros de producción, servicios, la gente que los utiliza y el ambiente.

**Evaluación de la amenaza.-** Es el proceso mediante el cual se analizan la ocurrencia y severidad de un fenómeno potencialmente desastroso en un tiempo específico y en un área determinada. Representa la recurrencia estimada y la ubicación geográfica de eventos probables.

**Evaluación del riesgo.-** En su forma más simple es el postulado de que el riesgo es el resultado de relacionar la amenaza, la vulnerabilidad y los elementos bajo riesgo con el fin de determinar las consecuencias sociales, económicas y ambientales de un evento. Cambio en uno o más de estos parámetros modifican el riesgo en sí mismo, o sea el total de pérdida esperada en un área dada por un evento particular. Para llevar a cabo la evaluación del riesgo deben seguirse tres pasos: evaluación de la amenaza o peligro, análisis de vulnerabilidad y cuantificación del riesgo.

**Ejes principales del elipsoide de deformación.-** Son tres ejes simétricos y mutuamente perpendiculares y de igual longitud que definen el elipsoide de deformación: X mayor, Y intermedio, Z menor.

**Escala.-** relación entre la dimensión de una característica vista en campo y la misma característica vista en alguna fotografía ó mapa. La escala es utilizada para describir el tamaño relativo de una característica en forma microscópica, mesoscópica y macroscópica.

**Escala microscópica.-** Escala de observación la cual requiere de magnificación para su percepción.

**Esfuerzo:** Se define como la fuerza por unidad de superficie que soporta o se aplica sobre un plano cualquiera de un cuerpo. Es decir es la relación entre la fuerza aplicada y la superficie sobre la que se aplica. Conjunto de fuerzas que afectan a un cuerpo material y tienden a deformarlo. Los esfuerzos tectónicos pueden ser básicamente de tres tipos:

**Compresión:** producido por fuerzas que actúan convergentemente en una misma dirección. Como consecuencia se produce un acortamiento de la corteza.

**Distensión** (tensión, estiramiento o tracción): producida por fuerzas divergentes que actúan en una misma dirección. Como consecuencia se produce un estiramiento de la corteza.

**Cizallamiento:** originado por fuerzas paralelas que actúan en sentidos opuestos.

**Esfuerzos compresionales.-** Esfuerzo que produce el decrecimiento del volumen ó acortamiento del cuerpo.

**Esfuerzos y deformaciones normales.-** Son las componentes que actúan perpendicularmente a un plano dado ya sea real o imaginario, dentro de un cuerpo.

**Esfuerzos principales.-** Son tres esfuerzos normales mutuamente perpendiculares ( $\sigma_1$ ) mayor, ( $\sigma_2$ ) intermedio, ( $\sigma_3$ ) menor.

**Esfuerzo efectivo normal.-** Esfuerzo normal menos la presión del fluido ( $\sigma_n - P$ ).

**Esfuerzo de corte (t).-** Esfuerzo que actúa paralelo a la superficie.

**Esfuerzo desviatorio.-** Componente de esfuerzo no hidrostático.

**Esfuerzo diferencial.-** Diferencia entre el máximo y el mínimo esfuerzos normales principales.

**Esfuerzo finito.-** Comparación entre la diferencia del estado presente de esfuerzo con un estado menos deformado de esfuerzos previo. Relaciona en un instante dado la forma de una masa de roca deformada con la masa original no deformada.

**Esfuerzo normal ( $\sigma_n$ ).**- Esfuerzo que actúa perpendicularmente a la superficie en cuestión.

**Esfuerzo tensional.**- Esfuerzo que tiende a separar un objeto o masa de roca.

**Espaciamiento del fracturamiento.**- Es el promedio de la distancia entre los planos de fracturamiento sobre una distancia o transepto lineal.

**Esquistosidad de crenulación.**- Una E de C. se forma cuando una foliación presente en la roca se deforma en una serie de pequeños pliegues, lo que crea una nueva estructura plana en la roca.

**Estado de esfuerzos diferenciales (triaxial) del esfuerzo y la deformación.**- Esta es una situación donde al menos dos de los tres esfuerzos principales de esfuerzo o deformación son diferentes.

**Estocásticos, modelos.**-

**Estriaciones.**- Raspaduras ó acanalaciones que se observan en las superficies de rompimiento o de falla dentro de las masas de roca y se deben a la fricción entre los bloques fallados. Principalmente forman surcos y superficies sub paralelas que permiten indicar dirección y distancia de desplazamiento entre las paredes de la fractura o falla.

**Estructura de impacto.**- Estructura de gran escala del orden de kilómetros comúnmente formado por fallas radiales y concéntricas que presentan bordes circulares o elípticos y obviamente no son relacionados con fenómenos tectónicos más bien son atribuidos a impactos de masas de roca extraterrestre.

**Estado hidrostático del esfuerzo y la deformación.**- Es una situación en la cual todos los todos los esfuerzos y deformaciones principales en un cuerpo son iguales ( $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$  ó  $\epsilon_1 = \epsilon_2 = \epsilon_3$ ).

**Espejo de falla.**- Una superficie de falla que ha sido pulimentada.

**Exudación.**- La prueba estática de exudación o de infiltración, percolación o separación,

**Facies sedimentarias.**- Cambios laterales o verticales en la variedad de los sedimentos ó cambios en los ambientes deposicionales.

**Falla.**- Es por definición una fractura frágil a lo largo de la cual ha ocurrido un desplazamiento visible, en general paralelo a la superficie de la misma.

**Falla Geológica.** Fractura con desplazamiento vertical o lateral de cualquier tipo de material geológico, puede tener una gran variación en tamaño desde algunos centímetros hasta varios kilómetros. Es común el fallamiento de sedimentos por deformación vertical.

**Falla geológica de orden tectónico.** Fallamiento de varios kilómetros de longitud entre dos placas teutónicas (p. ej . La falla de San Andrés.

**Falla geológica activa.** Término ampliamente discutido ya que en el ámbito de la mecánica de fracturas es cualquier falla que sigue presentando un desplazamiento vertical (como el originado por subsidencia) y en el ámbito geológico se refiere a fallas de orden tectónico que están asociadas con actividad sísmica.

**Falla lítrica**, f. normal, morfología curvada, de fuerte buz. En superficie.

**Fluido newtoniano.-** Un fluido newtoniano es un fluido con viscosidad en que las tensiones tangenciales de rozamiento son directamente proporcionales a la divergencia. Un buen número de fluidos comunes se comportan como fluidos newtonianos bajo condiciones normales de presión y temperatura: el aire, el agua, la gasolina y algunos aceites minerales.

**Fractura.-** Es la pérdida de cohesión en la masa de roca a través de un plano. Asociado con relación a la energía de deformación, al estar inhabilitado momentáneamente por la aplicación de alguna carga. Estas superficies de discontinuidad o no cohesión, subsecuentemente se pueden alterar mineralizándose total o parcialmente, y corresponde con los modos de fracturamiento I y II.

**Fracturas.** Fisuras abiertas en el plano horizontal que se asocian cambios en el estado de esfuerzos de los materiales, no tienen desplazamiento vertical y su longitud puede variar de algunos milímetros a varias decenas de metros. Este cambio puede ser externo debido a la sobrecarga de los materiales por obra civil o interno por variaciones de la presión de poro debido a la extracción de agua subterránea o de otros materiales del subsuelo (gas, petróleo, etc.), por ejemplo fracturamiento hidráulico o fracturamiento por tensión.

**Fractura de cizalla.-** Fractura que tiene un sentido de desplazamiento paralelo al plano de fractura y forma algún ángulo agudo con la dirección del esfuerzo principal máximo. Todos los esfuerzos principales son compresivos.

**Fractura conjugada.-** Las dos fracturas de cizalla en cualquier estado compresivo de esfuerzo en ángulos idénticos con respecto a la dirección máxima principal de esfuerzo.

**Fractura contraccional.-** Son fracturas cuyo origen es asociado con la reducción del tamaño del volumen dentro de la masa de la roca.

**Fractura de desecación.-** Fracturas cuyo origen es asociado con el encogimiento del tamaño de un volumen. Principalmente se desarrollan en sedimentos ricos en limos y arcillas, desarrolladas por la pérdida de agua en condiciones subaéreas de secado.

**Fractura de extensión.-** Son el tipo de fracturas que tienen un sentido perpendicular a una distancia del plano de fractura y a la vez es paralela a las direcciones principales de esfuerzo principal e intermedio y perpendicular a la mínima. Todos los esfuerzos principales deben ser compresivos (no existe desplazamiento de cizalla).

**Fractura regional.-** Son las fracturas que se han desarrollado a la largo de grandes áreas de la corteza terrestre con cambios de orientación relativamente pequeños y que siempre son perpendiculares a las superficies de máxima estratificación. Estas son comúnmente desarrolladas en sistemas ortogonales.

**Fractura de yacimiento.-** Es la ocurrencia natural de una discontinuidad microscópica plana dentro de las rocas del yacimiento, las cuales han sido interpretadas como desarrolladas por deformación o diagénesis física. Para fines prácticos se asume que han sido inicialmente abiertas y subsecuentemente han sido deformadas o mineralizadas. Y consecuentemente pueden tener un efecto positivo o negativo en el flujo de los fluidos dentro del yacimiento.

**Fisura:** Ruptura de materiales geológicos sin una apertura importante. Se presentan en suelos, sedimentos y rocas. Se asocian con cambios de temperatura o con variaciones de humedad. Su longitud puede variar de algunos milímetros a varios metros.

**Fuerza del fracturamiento.-** Es el esfuerzo diferencial al momento de fractura de un material bajo condiciones de laboratorio.

**Falla.-** Fractura en la cual se ha efectuado un desplazamiento de una parte fracturada con respecto a la otra, generado principalmente por liberación de la energía de presión por encima del límite plástico de las rocas. Las fallas pueden ser abiertas o cerradas dependiendo de que las partes estén ó no en contacto.

**Fuerza de cuerpo (internas).-** Estas fuerzas son las que actúan sobre Todos los elementos de un volumen continuo. Como ejemplo principal tenemos a la gravedad y a las fuerzas inerciales. Estas se expresan como fuerza por unidad de masa o volumen.

**Foliaciones.-** Estructuras planares formadas por la alineación de minerales en planos preferenciales a través de la roca. Se producen a elevadas presiones y temperaturas.

**Geología ambiental.-** Disciplina preventiva dedicada a reducir al máximo el impacto negativo que pueda producir la explotación de los recursos naturales por el hombre.

**Gestión ambiental.-** Administración integrada del ambiente con criterio de equidad, para lograr el bienestar y el desarrollo armónico del ser humano, en forma tal que se mejore la calidad de vida y se mantenga la disponibilidad de los recursos, sin agotar o deteriorar los renovables ni dilapidar los no renovables, todo ello en beneficio de las generaciones presentes y futuras.

**Geología de exploración petrolera.-** Es aquella que se fundamenta en la utilización de disciplinas de la Geología y la Geofísica, con la finalidad de predecir condiciones favorables en la acumulación y almacenamiento natural de hidrocarburos. Es la búsqueda de petróleo con geología de carácter regional.

**Geología de explotación petrolera.-** Es aquella que se basa en los conocimientos geológicos a través de sus diferentes disciplinas, para establecer a nivel de campos y yacimientos, la forma, tamaño, características

petrolíferas (porosidad, permeabilidad y tipo de fluido) y su distribución para optimizar la explotación y recuperación de los hidrocarburos. Con Geología de carácter más local y de mayor detalle.

**Grieta:** Fracturas o fisuras que se presentan en suelos o sedimentos generalmente por pérdida de agua o variaciones de temperatura. Su longitud puede variar de unos cuantos centímetros hasta algunos metros. El término de grietas de tensión se refiere a fracturamiento por tensión.

**Griffith rompimientos.-** Rompimientos microscópicos de forma elíptica que existen en el vidrio, por lo cual sugiere que el esfuerzo es concentrado y magnificado para variados órdenes de magnitud y tipos de rompimiento dependiendo del tipo de material y sus heterogeneidades.

**Hidrostático, estado de esfuerzos.-** Estado en el cual el esfuerzo normal es igual en todas las direcciones y no existen esfuerzos de cizalla.

**Junta.-** Fractura a lo largo de la cual no ha habido un apreciable movimiento paralelo a los planos de fracturamiento, solo un pequeño desplazamiento en sentido perpendicular a dichos planos.

**Juntas o diaclasas.-** Grupos paralelos de fracturas (sistemas) a lo largo de los cuales no ha habido movimientos perceptibles, pueden formarse por el enfriamiento (basalto columnal) o por encogimiento (secado de sedimentos). Las juntas se producen como estructuras secundarias debidas a compresión, tensión, torsión o esfuerzo cortante. Las juntas maestras son las juntas dominantes de un sistema.

**Juntas hidráulicas.-** Juntas producidas por presiones de poro anormales durante el sepultamiento y compactación vertical de los sedimentos en profundidades mayores a los 5 Km.

**Juntas relacionadas.-** Juntas que se forman cercanas a la superficie de erosión ó de remoción de la sobrecarga, ó cuando ocurre la contracción termo-elástica.

**Junta rellena.-** Junta que ha sido rellena con mineral en forma natural durante o posterior a la formación de la junta.

**Juntas, sistemas de.-** Juntas que comparten una orientación similar en la misma área.

**Ley de potencias.-** Una **ley potencial** es un tipo especial de relación matemática entre dos cantidades. Si una cantidad es la frecuencia de un evento, en una distribución de ley potencial, las frecuencias decrecen muy lentamente cuando el tamaño del evento aumenta. Por ejemplo, un terremoto el doble de largo es cuatro veces más raro. Si este patrón se mantiene para los terremotos de todos los tamaños, se dice que la distribución "escala". Lo que esta relación significa es que no hay *tamaño típico* en un sentido convencional. Las leyes potenciales se encuentran en los mundos natural y creado por humanos, y son un campo de estudio activo por la comunidad científica

Una relación en forma de ley de potencia entre dos escalares cuantitativos  $x$  e  $y$  es aquella que puede expresarse como sigue:

$$y = ax^k$$

Donde  $a$  (la constante de proporcionalidad) y  $k$  (el exponente de la potencia) son constantes. La ley de potencia puede interpretarse como una línea recta en un gráfico doble-logarítmico, ya que la ecuación anterior se puede expresar

$$\log(y) = k \log(x) + \log(a)$$

La cual presenta la misma forma que la ecuación de una línea recta

$$y = mx + c$$

**Límite elástico.-** Punto en la curva de esfuerzo deformación mas allá de donde el material comienza a tener una deformación permanente, ruptura ó ambos iniciando el comportamiento plástico ó quebradizo.

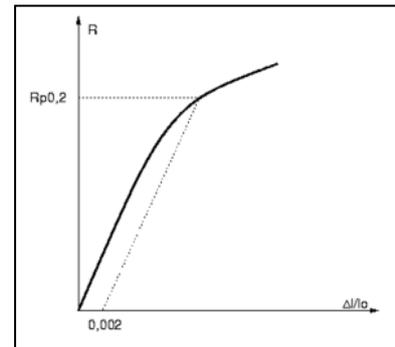


Fig. A.1.- Determinación del límite elástico convencional.

Para la determinación del límite elástico convencional. Se disponen las tensiones en función de las deformaciones en un gráfico donde se observa que, en un principio y para la mayoría de los materiales (los elastómeros no lo cumplen, por ejemplo), aparece una zona que sigue una distribución casi lineal, donde la pendiente es el módulo de elasticidad  $E$ . Esta zona se corresponde a las deformaciones elásticas del material hasta un punto donde la función cambia de régimen y empieza a curvarse, zona que se corresponde al inicio del régimen plástico. Ese punto es el punto de límite elástico. Debido a la dificultad para localizarlo exactamente y con total fidelidad, ya que en los gráficos experimentales la recta es difícil de determinar y existe una banda donde podría situarse el límite elástico, en ingeniería se adopta un criterio convencional y se considera como límite elástico la tensión a la cual el material tiene una deformación plástica del 0.2% (o también  $\epsilon = 0.00$ ).

**Línea de falla.-** Intersección del plano de falla con el plano horizontal.

**Lineamiento.-** Característica topográfica que consiste en algún rasgo superficial que se pueda alinear tal como algunos valles y sierras.

**Listrico.-** Plano con morfología curvada, de fuerte buzamiento, en superficie.

**Litósfera.-** Es la capa superior de la tierra sólida, que comprende todas las rocas corticales y la Parte frágil del \*manto superior. Se deforma por fracturas y soporta tensiones del orden de 100 Mpa. Comprende numerosos bloques, conocidos como placas tectónicas, las cuales tienen movimientos diferenciales que dan lugar a la tectónica de placas. El concepto se basó originalmente en los requerimientos

para una capa rígida superior respondiendo a la isostasia. Su rigidez es variable, pero mucho más grande que  $10^{21}$  P, que corresponde a la astenósfera situada por debajo. Su espesor es variable, desde 1-2 Km en las crestas de las dorsales oceánicas, pero incrementándose generalmente desde 60 Km. cerca de las dorsales hasta 120-140 Km. debajo de la corteza oceánica más vieja. El espesor debajo de la corteza continental es incierto, probablemente unos 300 Km debajo de las partes cratónicas de la corteza continental, pero la ausencia de astenósfera en esas regiones hace dificultosa la definición.

**Log (Corte seccional).**- Registro de sucesiones sedimentarias medido verticalmente, ilustrando con símbolos la secuencia vertical de litología, estructura sedimentaria, tamaños de granos y contenidos de materiales de explotación y fósiles.

**Logging [sondeo].**- Sondeo de pozo.

**Marco Geológico Regional.**- es un estudio fundamental encaminado a la evaluación geológica de una cuenca petrolera; nos permite contextualizar los modelos que serán utilizados para la caracterización de yacimientos y es la base para definir los sistemas petroleros de una región productora de hidrocarburos.

**Materiales isotropos.**- Materiales lineales, de donde se plantea que para un material elástico lineal el módulo de elasticidad longitudinal es una constante (para valores de tensión dentro del rango de reversibilidad completa de deformaciones). En este caso su valor se define mediante el coeficiente de la tensión y de la deformación que aparecen en una barra recta estirada que esté fabricada en el material para el cual pretendemos estimar el módulo de elasticidad:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{F/S}{\Delta L/L}$$

Donde:

$E$  = módulo de elasticidad longitudinal.

$\sigma$  = tensión sobre la barra usada para determinar el módulo de elasticidad.

$\epsilon$  = deformación unitaria en cualquier punto de la barra.

La ecuación anterior se puede expresar también como

$$\sigma = E \cdot \epsilon$$

Por lo que dadas dos barras o prismas mecánicos geoméricamente idénticos pero de materiales elásticos diferentes, al someter a ambas barras a deformaciones idénticas, se inducirán mayores tensiones cuanto mayor sea el módulo de elasticidad. De modo análogo, tenemos que sometidas a la misma fuerza, la ecuación anterior se reescribe como:

$$\epsilon = \frac{\sigma}{E}$$

Cuando esta relación nos muestra que las deformaciones resultan menores para la barra con mayor módulo de elasticidad. Se dice en este caso, que el material es más rígido.

**Materiales elásticos isotrópicos.** En los materiales elásticos homogéneos e isotrópicos son los que presentan el mismo comportamiento mecánico para cualquier dirección de estiramiento alrededor de un punto. Así por ejemplo dado un ortoedro de un material homogéneo e isotrópico, el módulo de Young y el coeficiente de Poisson son los mismos, con independencia de sobre qué par de caras opuestas se ejerza un estiramiento. Debido a esa propiedad puede probarse que el comportamiento de un material elástico homogéneo isotrópico queda caracterizado por sólo dos constantes elásticas. En diversos campos son comunes las siguientes elecciones de las constantes:

- En ingeniería estructural. La elección más frecuente es el módulo de Young y el coeficiente de Poisson ( $E, \nu$ ) a veces también se usa la elección equivalente ( $E, G$ ).
- En termodinámica de sólidos deformables resulta muy útil escoger el par ( $K, G$ ) formado por el módulo de compresibilidad (isotérmica)  $K$  y el módulo de elasticidad transversal  $G$ .
- Coeficientes de Lamé ( $\lambda, \mu$ ) que también aparecen en el desarrollo de Taylor de la energía libre de Helmholtz.

Así tenemos un total de seis constantes elásticas comúnmente usadas:  $E, \nu, K, G, \lambda$  y  $\mu$ . Dos cualesquiera de ellas caracterizan completamente el comportamiento elástico, es decir, dado cualquier parámetro elástico de un material puede expresarse como función de dos cualquiera de los parámetros anteriores. Obviamente, todos estos pares de constantes elásticas están relacionados, como se resume en la siguiente tabla A1

Tabla A1. Relaciones entre constantes elásticas (material isotrópico lineal)

	$E$ : módulo de Young $\nu$ : coeficiente de Poisson	$K$ : módulo de compresibilidad $G$ : módulo de elasticidad transversal	$\lambda$ : 1 <sup>er</sup> coeficiente de Lamé $\mu$ : 2 <sup>o</sup> coeficiente de Lamé
$(E, \nu)$	---	$K = \frac{E}{3(1 - 2\nu)}$ $G = \frac{E}{2(1 + \nu)}$	$\lambda = \frac{\nu E}{(1 + \nu)(1 - 2\nu)}$ $\mu = \frac{E}{2(1 + \nu)}$

$(K, G)$	$E = \frac{9K(K - 2G)}{3K + G}$ $\nu = \frac{13K - 2G}{2(3K + G)}$	---	$\lambda = K - \frac{2G}{3}$ $\mu = G$
$(\lambda, \mu)$	$E = \frac{\mu(3\lambda + 2\mu)}{\lambda + \mu}$ $\nu = \frac{\lambda}{2(\lambda + \mu)}$	$K = \lambda + \frac{2\mu}{3}$ $G = \mu$	---

**Materiales no lineales.** Cuando se consideran ciertos materiales, como por ejemplo el cobre, donde la curva de tensión-deformación no tiene ningún tramo lineal, aparece una dificultad ya que no puede usarse la expresión anterior. Para ese tipo de materiales no lineales pueden definirse magnitudes asimilables al módulo de Young de los materiales lineales, ya que la tensión de estiramiento y la deformación obtenida no son directamente proporcionales.

Para estos materiales elásticos no-lineales se define algún tipo de módulo de Young aparente. La posibilidad más común para hacer esto es definir el módulo de elasticidad secante medio, como el incremento de esfuerzo aplicado a un material y el cambio correspondiente a la deformación unitaria que experimenta en la dirección de aplicación del esfuerzo:

$$E_{sec} = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$$

Donde:

$E_{sec}$  = módulo de elasticidad secante.

$\Delta\sigma$  = variación del esfuerzo aplicado.

$\Delta\varepsilon$  = variación de la deformación unitaria.

La otra posibilidad es definir el módulo de elasticidad tangente:

$$E_{sec} = \lim_{\Delta\varepsilon \rightarrow 0} \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$$

**Materiales anisótropos.** Existen varias "extensiones" no-excluyentes del concepto. Para materiales elásticos no-isótropos el módulo de Young medido según el procedimiento anterior no da valores constantes. Sin embargo, puede probarse que existen tres constantes elásticas  $E_x$ ,  $E_y$  y  $E_z$  tales que el módulo de Young en cualquier dirección viene dado por:

$$E = I_x \cdot E_x + I_y \cdot E_x + I_z \cdot E_z$$

Y donde  $I_x$ ,  $I_y$  y  $I_z$  son los cosenos directores de la dirección en que medimos el módulo de Jauji respecto a tres direcciones ortogonales dadas.

**Mapa de deformación.-** Grafico que muestra el rango experimentalmente obtenido de las condiciones físicas de deformación, de algún tipo particular de roca o mineral.

**Mecánica de rocas.-** Es la aplicación de los principios de la mecánica al estudio de los minerales y rocas.

**Modos 1, 2, 3.-** Son las formas teóricas básicas en las que se determina la propagación del microfracturamiento y de las cuales se dice que todos los tipos de fracturamiento se conforman.

**Modulo de cizallamiento (G).-** Es una constante elástica determinada de la relación entre el esfuerzo de corte y la deformación de corte.

**Modulo de elasticidad o modulo de young.-** Es un parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, según la dirección en la que se aplica una fuerza. Para un material elástico lineal e isótropo, el módulo de Jauji tiene el mismo valor para extensión que para una compresión, siendo una constante independiente del esfuerzo siempre que no exceda de un valor máximo denominado límite elástico, y es siempre mayor que cero: si se le aplican dos fuerzas de extensión a una barra, aumenta de longitud, no disminuye. Este comportamiento fue observado y estudiado por el científico inglés Thomas Young. Tanto el módulo de Young como el límite elástico son distintos para los diversos materiales. El módulo de elasticidad es una constante elástica que, al igual que el límite elástico, puede encontrarse empíricamente con base al ensayo de tracción del material.

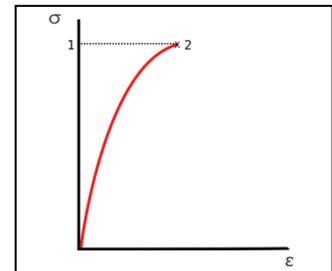


Fig. A.2.- Diagrama tensión - deformación: el módulo de elasticidad es la tangente en cada punto. Para materiales como el acero resulta aproximadamente constante dentro del límite elástico.

**Modulo de jauji.** El modulo de elasticidad o modulo de Young es un parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, según la dirección en la que se aplica una fuerza. Para un material elástico lineal e isótropo, el modulo de Jauji tiene el mismo valor para una tracción que para una compresión, siendo una constante independiente del esfuerzo siempre que no exceda el valor máximo denominado limite elástico y es siempre mayor que cero: si se le aplican esfuerzos tensióneles a una barra, aumenta de longitud, no disminuye. Este comportamiento fue observado por el científico Ingles Thomas Young.

**Microfallas.-** Zonas planares a través de las cuales ha habido un pequeño pero discernible desplazamiento de cizalla.

**Microrompimientos.-** Fracturas a escala microscópica en cristales individuales y agregados minerales.

**Orogenia.-** Proceso de creación de las montañas, acompañado por metamorfismo, plutonismo y deformación asociada, resultado de la subducción, acreción de terrenos y colisión continente contra continente.

**Plasticidad ideal.-** Es una relación ideal constitutiva de el comportamiento plástico entre el esfuerzo y la deformación durante el tiempo, dependiendo en que tan permanentes sean todos los esfuerzos.

**Pliegues.-** Son estructuras de deformación producto generalmente de esfuerzos compresivos. Se producen cuando las rocas se pliegan en condiciones de presión y temperatura altas, lo que les confiere la ductilidad necesaria para que se generen los pliegues.

**Polvo o harina de falla.-** Material fino (del tamaño de arcilla) que Rellena las fallas abiertas o se presenta en la superficie de falla.

**Porosímetro de helio.** Su funcionamiento está basado en la Ley de Boyle, donde un volumen conocido de helio (contenido en una celda de referencia) es lentamente presurizado y luego expandido isotérmicamente en un volumen vacío desconocido. Después de la expansión, la presión de equilibrio resultante estará dada por la magnitud del volumen desconocido; esta presión es medida. Usando dicho valor y la Ley de Boyle, se calcula el volumen desconocido, el cual representa el volumen poroso de la muestra.

**Presión solución.-** Mecanismo de deformación que involucra la disolución de las superficies de los granos de roca bajo la acción de esfuerzos, esto se incrementa cuando los constituyentes son solubles como la calcita y el cuarzo, generalmente se activa con temperaturas baja a moderadas con la presencia de fluidos.

**Presión de poro.-** Es la presión del agua contenida en el espacio intersticial de un reservorio que está sometido a presión litostática. También llamada presión de formación, es aquella que ejercen los fluidos confinados en el espacio poroso de una formación sobre la matriz de la roca. Ésta puede ser de dos tipos: normal, que es cuando la presión es igual a la presión hidrostática que ejerce una columna de fluido nativo de la formación; y anormal, que se refiere a cualquier presión diferente a la presión de una formación normal para un área dada.

**Presión confinante.-** Es la presión ejercida por la columna de rocas que está por encima del nivel en evaluación. También se denomina **presión** litoestática y es función directa de la profundidad del estrato.

**Presión litoestática.-** La \*presión confinada (no direccionada) impuesta por el peso de la roca superpuesta.

**Pumpelly, regla de.-** Las pequeñas estructuras son la llave para entender la repetición del estilo y la orientación de las estructuras mayores.

**Reflexión sísmica.-** Técnica en la cual las ondas acústicas generadas por explosivos ó por vibración desde un camión (vibroiseis), son transmitidas a través

del subsuelo y son reflejadas con cambios de velocidad siendo registradas y agrupadas con geófonos localizados a corta distancia de la fuente.

**Refracción sísmica.-** Técnica que involucra la medida del cambio de velocidad de las ondas acústicas, cuando ellas cruzan de estrato en estrato y son registradas a larga distancia de la fuente de las ondas.

**Reología.-** Estudia el fluir de los materiales.

**Riesgo.-** Es la probabilidad de exceder un valor específico de consecuencias económicas sociales o ambientales

**Riesgo geológico.**

**Rumbo y echado (buzamiento).** La disposición o geometría de un rasgo estructural se anuncia con dos parámetros: el rumbo o dirección y el buzamiento o echado.

**Rumbo.** Supóngase un plano inclinado del cual se pueden dibujar las curvas del nivel (CN), perpendiculares a la línea de máxima pendiente (ZL); Fig. 1.4

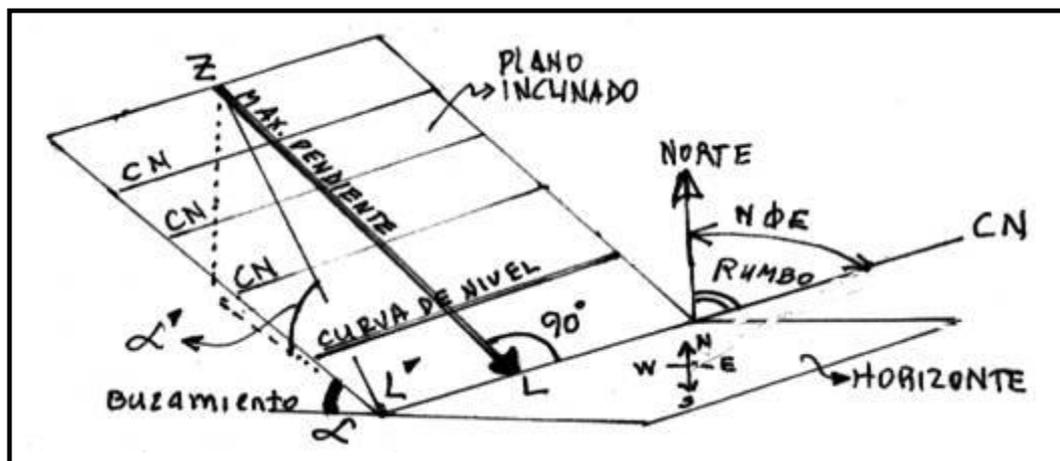


Fig. A.3. Plano inclinado: este plano inclinado representa una superficie de falla o cualquier otro rasgo estructural. El ángulo con el norte es horizontal y el ángulo alfa, vertical. Tomado de: <http://web.usal.es/~gabi/apuntes>.

El rumbo será el ángulo horizontal  $\phi$  que hace la intersección una curva de nivel del plano inclinado (CN) con la Norte-Sur de un plano horizontal, de tal manera que el ángulo sea agudo. En el rumbo antes del valor angular  $\phi$  va la letra N o S, según el extremo del meridiano de origen sea norte o sur y después del ángulo  $\phi$  va la letra E o W dependiendo del cuadrante (Este u Oeste) hacia donde avance la curva de nivel (CN).

**Echado (Buzamiento).** La línea de máxima pendiente (ZL) muestra la trayectoria que define el escurrimiento de agua sobre algún plano inclinado. Esa línea y también el plano tienen por buzamiento el ángulo ( $\alpha$ ) medido con relación al horizonte. Después del ángulo ( $\alpha$ ) se escriben dos letras consecutivas, la primera N o S y la segunda E o W, de tal manera que quede registrado el cuadrante hacia el cual el plano inclinado se deprime, es decir, hacia el cual avanza la línea de máxima pendiente (ZL). Como las curvas de nivel (CN) y las de máxima pendiente (ZL) son

perpendiculares, una de las dos letras cardinales para el buzamiento ( $\alpha$ ), será igual a otra de las que tiene el rumbo ( $\phi$ ). Si al rumbo de una línea se le cambian las dos letras cardinales, se produce un giro de  $180^\circ$ ; si se le cambia una sola letra, se producirá un giro de  $90^\circ$ .

**Echado (Buzamiento) aparente.** Obsérvese en la fig. 14 (plano inclinado) la línea ZL' (en diagonal), esta hace un ángulo  $\alpha'$  con el horizonte (no dibujado) ángulo menor que es llamado ángulo de buzamiento aparente. Para el mismo plano, hay muchos buzamientos aparentes  $\alpha'$ , medido cualquiera de ellos sobre una línea no perpendicular a la curva de nivel CN, pero ninguno de ellos será superior al buzamiento real  $\alpha$ , que es el de la línea ZL de la figura anterior.

**Representación estereográfica.** Se puede hacer una representación plana de una esfera intersecada por varios planos de corte que pasan por su centro. Estas intersecciones son círculos máximos.

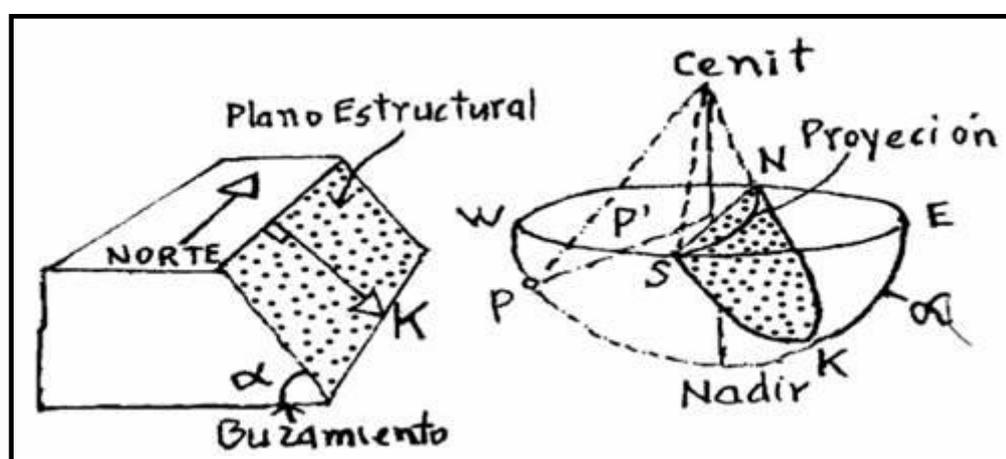


Figura. A.4.- Proyección del plano estructural. Desarrollo de la proyección estereográfica de una superficie plana que se denota con K y cuyo polo es P. Adaptado de Jhon G. Ramsay, Plegamiento y Fracturamiento de Rocas

Ubicándose el observador en el centro de la esfera, podrá señalar sobre su superficie seis (6) puntos fundamentales: arriba y abajo el cenit y el nadir, que son antípodas. A izquierda y derecha el oriente (E) y occidente (W), ubicados sobre los extremos de otro diámetro. Al frente y atrás estará el norte (N) y el sur (S), ambos diametralmente opuestos. Los cuatro últimos definen el horizonte NESW, sobre el cual cae perpendicularmente la línea cenit-nadir. Pártase en dos esa misma esfera con el horizonte y considérese la semiesfera inferior, que ya había sido intersecada por un plano de corte que pasa por su centro, y del cual queda el semiplano que está por debajo del horizonte. Este semiplano representará un plano estructural y el conjunto se puede dibujar con una proyección esférica polar o ecuatorial, en el denominado diagrama estereográfico.

Si desde el cenit se llevan rectas al círculo máximo que pasa por el punto K, éste haz interceptará el horizonte formando un arco que es la proyección del plano K. Varios arcos de estos generan una red meridional o ecuatorial.

**Rigidez, modulo (G).**- Constante elástica determinada de la relación del esfuerzo de cizalla y la deformación de cizalla, **modulo de cizalla.**

**Rift.-** Las zonas rift son áreas donde la presencia de grietas indican que la corteza está sufriendo divergencia y extensiones. Es como una fosa tectónica. Estas zonas son producto de la separación de las placas tectónicas y su presencia produce sismos y actividad volcánica recurrente.

**Rompimiento, proceso de.-** Mecanismo que involucra el transporte de masa, ó la difusión de átomos ó iones en las fronteras de los granos minerales, manifestándose por el deslizamiento, fricción y dislocamiento, de algún punto con defecto dentro de la estructura.

**Rotación.-** Desplazamiento angular de una masa sin distorsión.

**Ruptura.-** Punto en el cual el material pierde la cohesividad.

**Set de fracturas.-** Son el conjunto fracturas adyacentes con geometría semejante.

**Sistema de fracturas.-** 2 o más sets que afectan el mismo volumen de roca.

**Sistema de fracturas ortogonales.-** Conjunto o sistema de dos o tres fracturas perpendiculares entre sí. eventos sintectónicos.

**Superficie de falla.-** Superficie en la cual ocurrió el movimiento.

**Tectónica.-** Estudio de las características de la corteza terrestre y del manto, cordilleras montañosas, partes de los continentes, trincheras y arcos de islas volcánica, crestas oceánicas y enteramente los continentes y el fondo oceánico y su relación con los esfuerzos naturales. Estudia las deformaciones de las rocas y las estructuras resultantes de dichas deformaciones, producidas por las fuerzas internas que actúan en la Tierra y en ocasiones, por la acción de la fuerza de la gravedad.

**Tectónica de placas.-** Concepto que engloba la tectónica global en la cual la superficie de la tierra puede ser divisible en siete placas rígidas mayores, algunas tan grandes que pueden contener a los continentes u océanos. Las placas son originadas en las crestas oceánicas, donde se originan costras oceánicas que son consumidas ó subducidas en las trincheras. El término involucra la generación de la placa, movimiento, interacción y destrucción.

**Tensor.-** Es la forma matemática de representar una cuantificación física referido a un sistema coordenado apropiado. Los tensores poseen los mismos valores para cualquier sistema coordenado, pero la magnitud de los componentes dependen del sistema coordenado elegido.

**Traectorias de deformación.-** Etapas de deformación progresiva que afectan una masa de roca.

**Vergencia.-** Sentido hacia el que se dirige o vuelca un pliegue no recto. Por extensión, designa también el sentido hacia el cual se producen los cabalgamientos (pliegue acostado, falla inversa, escama, manto).

**Vulnerabilidad.-** Factor de riesgo interno de un sujeto sistema expuesto a una amenaza, correspondiente a su predisposición intrínseca a ser afectado o de ser susceptible a sufrir una pérdida. Es en grado estimado de daño o pérdida en algún elemento o grupo de elementos expuestos como resultado de la ocurrencia de un fenómeno de una intensidad dada, expresado usualmente en una escala que varía desde 0, o sin daño, a 1, o pérdida total. La diferencia de la vulnerabilidad de los elementos expuestos ante un evento peligroso determina el carácter selectivo de la severidad de las consecuencias de dicho evento sobre los elementos.

**Yacimiento.-** Un yacimiento de hidrocarburos se define como un medio Poroso y permeable compuesto de roca y fluidos (agua, petróleo y gas) que interactúan entre sí.

**Yacimiento fracturado.-** Son los yacimientos en los cuales existe la ocurrencia natural de fracturas, las cuales son de significativa importancia en el flujo de los fluidos en el subsuelo por el incremento de la permeabilidad y la porosidad, incrementando la anisotropía de la permeabilidad.

**Zona de cizalla.-** Zona de deformación generada bajo condiciones dúctiles a dúctiles-frágiles. Donde se encuentran interactuando cercanamente espaciadas fallas frágiles anastomosadas y roca triturada cerca de la superficie o zonas de fallas dúctiles; asociada a rocas miloníticas a gran profundidad.

**Zona de falla.-** Cuando innumerables superficies de falla frágiles, subparalelas e interconectadas, estrechamente separadas entre si por roca triturada o zonas de brecha o fault gouge, producto del mismo fallamiento.

**Zona de fracturas.-** Serie de fracturas paralelas asociadas muy cercanamente y que se extiende mucho más que alguna de las fracturas individuales.

**Zonas especiales de prevención (ZEP).-** Áreas dentro de las zonas urbanas que se distinguen por su vulnerabilidad con respecto a algún fenómeno de origen natural o inducido.

**APENDICE (B).**

Tabla B.1. Principales tipos de discontinuidades en macizos rocosos. Adaptado de Álvaro J. González G. Universidad Nacional, 1995.

Origen	Roca	Clase	Mecanismo
Genético	Igneas	Estructura de flujo	Contactos entre coladas de lavas sucesivas
		Estructura de retracción	Grietas de retracción por enfriamiento
	Metamórfico	Foliación	Por gradientes térmicos, incremento de la presión y anatexia
	Sedimento	Estratificación	Contactos entre eventos de deposición
Físico-químico	Todas	Termofracturas	Ciclos de calentamiento-enfriamiento o humedecimiento-secado
		Halifracturas	Expansión de sales y arcillas en fracturas
		Gelifracturas	Ciclos de congelamiento y fusión de agua
Gravedad	Todas	Relajación	Pérdida de presión de sepultura y esfuerzos de tracción
		Corte	Concentración de esfuerzos horizontales en valles
Tectónico	Todas	Estructuras de placa	Bordes constructivos, pasivos y destructivos
		Fallas	Rupturas con desplazamientos por esfuerzos de compresión, tracción y corte
		Diaclasas	Rupturas por esfuerzos tectónicos, pero sin desplazamiento de bloques
		Fracturas de pliegues	Radiales en la zona de tracción y de corte en la parte interna de la charnela
Biológico	Todas	Acción de las raíces	Penetración y crecimiento de las raíces de los árboles

**Discontinuidades genéticas o primarias.** Son discontinuidades asociadas a estructuras de flujo y a fenómenos de retracción térmica en las rocas ígneas, a la foliación en algunas rocas metamórficas y a la estratificación en las sedimentarias. Son contemporáneas con la formación de la roca.

**Discontinuidades Termoquímicas.** Estas discontinuidades, de carácter secundario, pueden ocurrir después de formada la roca por causa del medio externo, como la termofracturación por gradiente térmico, gelifracturación por agua-hielo, halifracturación por sales y argilofracturación por arcillas.

**Discontinuidades Gravitacionales y tectónicas.** Son discontinuidades secundarias asociadas a esfuerzos gravitatorios como grietas de tracción, o a esfuerzos tectónicos donde se incluyen diaclasas, fallas y estructuras de placas tectónicas.

Los métodos para recolectar información de discontinuidades son inexactos y entre ellos la brújula, la construcción del plano o el mapa y la topografía son los más generalizados. La descripción de las perforaciones es útil cuando hay control de verticalidad y orientación, acompañados de una buena descripción de muestras.

**Parámetros de las discontinuidades.** Los parámetros necesarios para la descripción y cuantificación de las discontinuidades son diez.

**Orientación.** Es la posición espacial representada con el rumbo y buzamiento de la superficie de discontinuidad. Es importante ver la actitud de los bloques y fracturas para efectos de estabilidad.

**Espaciamiento.** Es la distancia perpendicular entre dos discontinuidades de una misma familia. Debe advertirse que el espaciamiento aparente, el que muestra en superficie la roca, por regla general es mayor que el real. Se utiliza el promedio.

**Persistencia.** Es la longitud de la traza de una discontinuidad en un afloramiento (se trabaja estadísticamente y con criterios probabilísticos como el espaciamiento). Cuando hay persistencia se garantiza el flujo de fluidos a través de la masa.

**Rugosidad.** Se alude a la rugosidad de la superficie y a la ondulación de la discontinuidad, pues ambos afectan la trasmisión de los fluidos y la resistencia del macizo rocoso. Una alta rugosidad aumenta la resistencia a la fricción y la turbulencia en los flujos.

**Resistencia de las paredes de la discontinuidad.** Generalmente es la resistencia a la compresión in confinada, pues es una buena medida de la alteración de las paredes de la discontinuidad. La resistencia aumenta con la presencia de dientes de roca en la discontinuidad.

**Abertura.** Es la distancia perpendicular entre las paredes de las fracturas cuando estas no tienen relleno (sólo agua o aire).

**Relleno.** Alude al material entre las paredes de la discontinuidad, casi siempre más blando que el macizo rocoso. Un parámetro en el material de relleno es su grado de cementación.

**Flujo.** Fluido presente en la discontinuidad que se encuentra libre o en movimiento. Se describe por el caudal y debe evaluarse si el fluido brota o no con presión.

**Número de familias presentes.** Es indicativo del grado de fracturamiento del macizo y depende de la dirección y tipo de esfuerzos. El menor número de familias en un macizo es tres; también las familias presentan características distintivas, no solamente en dirección y espaciamiento sino también en condiciones de relleno, caudal e incluso edad y tipo de esfuerzos que la origina.

**Tamaño de bloques.** El que se cuantifica con algunas metodologías específicas. Deben identificarse además los bloques críticos: aquellos que tienen tamaños finitos y posibilidad de desprenderse.

Tabla B.2.- Principales parámetros en la caracterización de fracturas.

<b>CARACTERIZACION DE FRACTURAS.</b>		
<b>Número</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Descripción</b>
1	Número de sets	Número de grupos de discontinuidades Presentes en la red, cantidad de juegos de fracturas.
2	Orientación	Rumbo y buzamiento de la discontinuidad.
3	Espaciamiento	Distancia perpendicular entre discontinuidades adyacentes del mismo grupo.
4	Persistencia	Longitud de la traza de la discontinuidad vista o expuesta.
5	Densidad:	
	Lineal	Número de fracturas por unidad de longitud.
	Área	Longitud acumulada de fracturas por unidad de área expuesta.
	Volumétrica	Área acumulada de planos fracturados por unidad de volumen de roca.
6	Área fracturada y forma	Extensión del área fracturada y su forma.
7	Conteo volumétrico del fracturamiento	Número de fracturas por metro cubico de volumen de roca.
8	Unidad de bloque de la matriz	Tamaño del bloque y forma resultante de la red de fracturas.
9	Conectividad	Intersección y terminación de las fracturas.
10	Abertura	Distancia perpendicular entre las paredes adyacentes de la discontinuidad.
11	Aspereza	Proyección de la pared de la roca a lo Largo de la superficie de la discontinuidad.
12	Coberturas y rellenos	Material sólido que cubre o rellena las superficies de la discontinuidad.

Tabla B.3.- Principales parámetros geomecánicos en la caracterización de fracturas.

<b>Caracterización geomecánica.</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Característica.</b>
Orientación.	Representación mediante histogramas circulares de rumbos y buzamientos y/o mediante proyecciones estereográficas.
Espaciamiento.	Distancia promedio entre los diferentes planos de fracturas reconocidos a lo largo de un segmento de medición (semejante a <i>frecuencia</i> )
Persistencia.	Muy baja < 1 m Baja 1-3 m Media 3-10 m Alta 10-20 m Muy alta > 20m
Rugosidad.	Características micromorfológicas de las caras de un plano de fractura: Alta–media-baja
Apertura.	Cerradas < 0.5 mm Abiertas 0.5-> 10 mm Muy abiertas > 10 mm
Relleno.	Arcilla, carbonatos, sílice, sin relleno, etc.
Sellamiento.	Sellada, no sellada, con humedad o flujo de líquido
Número de sets.	
Tamaño de bloques.	Muy pequeño < 1 cm <sup>3</sup> Pequeño 1-10 cm <sup>3</sup> Medio 10 cm <sup>3</sup> -1 m <sup>3</sup> Grande 1-3 m <sup>3</sup> Muy grande > 3m <sup>3</sup>