

CASS

GEOLOGIA & MEDIO AMBIENTE



LEMAC

**Cartografía Geológica
de Detalle**

Vía Férrea Montevideo - Paso de los Toros

Bloque I: Montevideo - 25 de Agosto

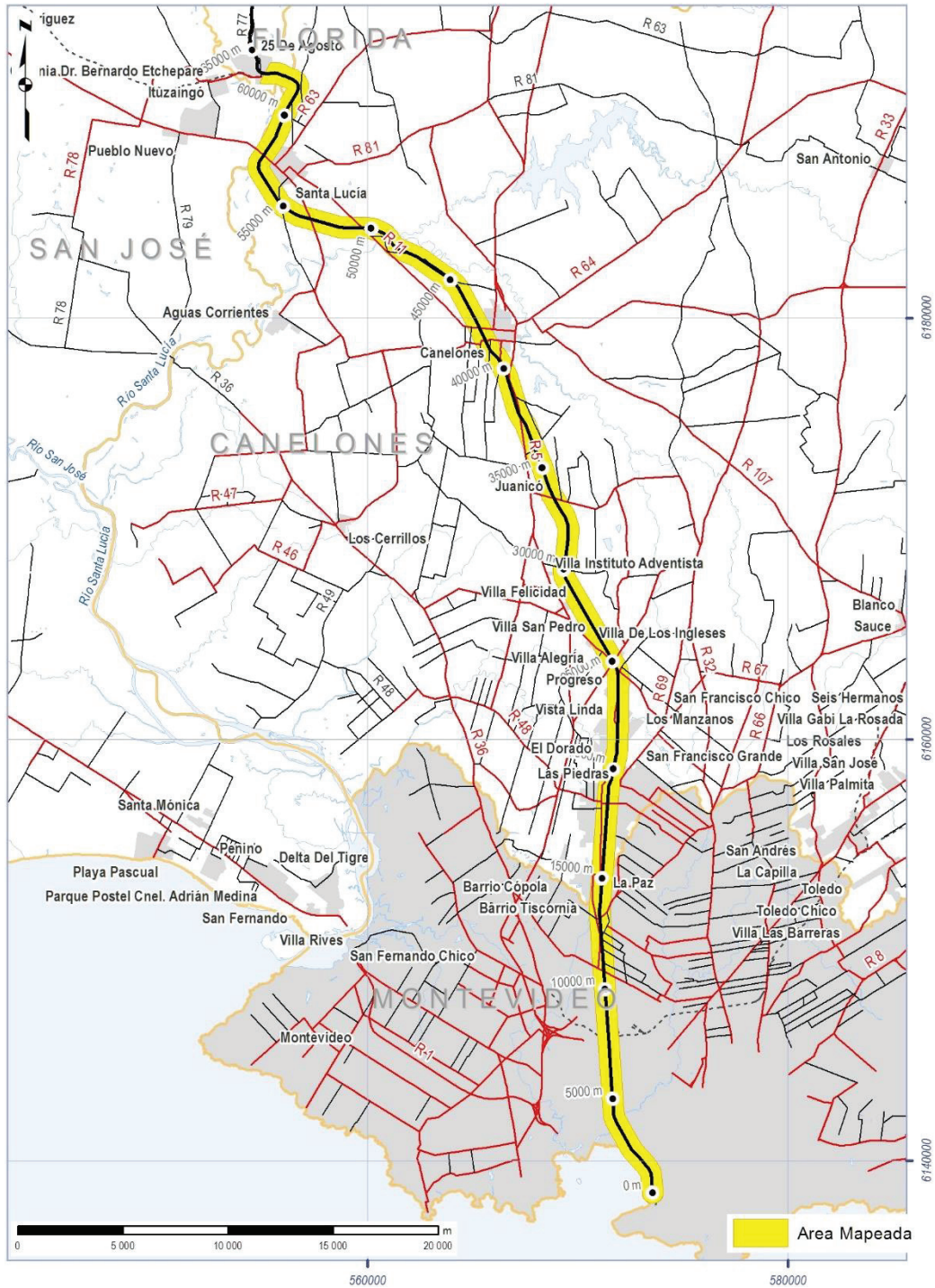
Noviembre del 2016

Cartografía Geológica de Detalle

Vía Férrea – Bloque I: Montevideo – 25 de Agosto

Introducción

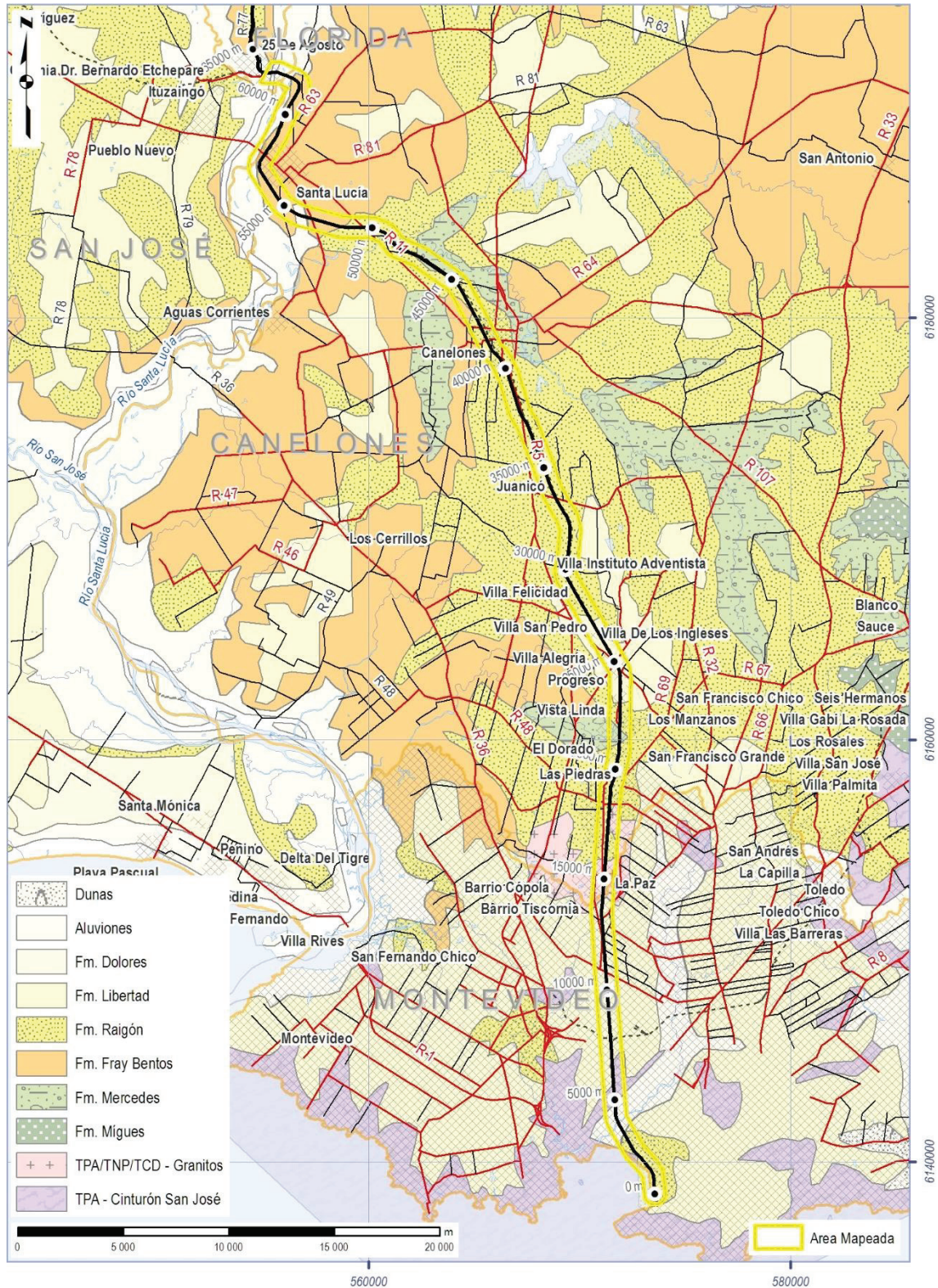
Este documento expone los resultados de la cartografía geológica desarrollada en el tramo Montevideo – 25 de Agosto del trazado de la vía férrea entre Montevideo y Paso de los Toros. El resultado cartográfico se adjunta en forma de 4 mapas y sus cortes correspondientes en adjuntos. Tanto los mapas como los cortes fueron ajustados con la información de subsuperficie relevada por LEMAC en los puntos 1 a 82.



Área cartografiada en detalle.

Contexto Geológico Regional

En la figura adjunta se expone la carta geológica del Uruguay a escala 1/500.000 de Bossi *et al.* (1998) con mínimas modificaciones. Tal como se aprecia, la zona se localiza en el labio Sur de la Fosa Tectónica del Santa Lucía, con basamento cristalino al Sur del paralelo de Las Piedras y un espeso paquete sedimentario en el resto del trayecto.

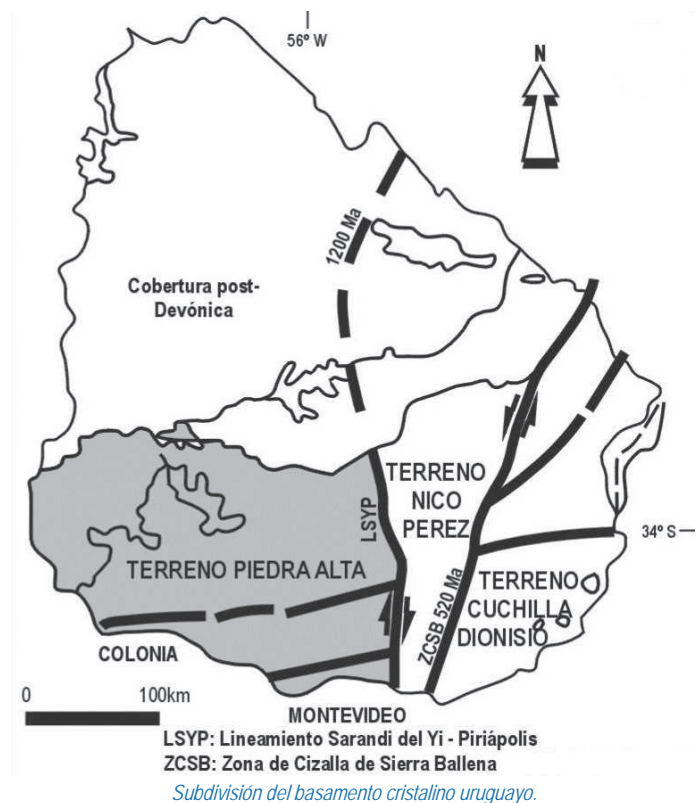


Geología regional (Bossi et al., 1998).

Se describirán someramente las litologías fundamentales de las formaciones arriba nombradas, agregándose la formación Libertad (Holoceno) que aunque sin expresión cartográfica juega un papel preponderante en la mitad Sur del país.

El Basamento Cristalino (Terreno Piedra Alta)

El Terreno Piedra Alta (TPA) es una de las unidades en que se subdivide el basamento cristalino del Uruguay. Bossi & Campal (1992) publicaron las evidencias geológicas de la existencia de una megacizalla dextral Norte-Sur (Lineamiento Sarandí del Yi – Piriápolis) que enfrentaba el Terreno Nico Pérez a otra unidad tectono-estratigráfica que luego fue definida como Terreno Piedra Alta (Bossi *et al.*, 1993).



El TPA está formado por cinturones metamórficos con desarrollo aproximadamente Este-Oeste, separados entre sí por extensas áreas de granitos, gneises y migmatitas. La síntesis de Maldonado *et al.* (2001) reconoce tres cinturones metamórficos (orogénicos) y tres fajas granito gnéissicas según se observa en la figura y tabla adjunta.

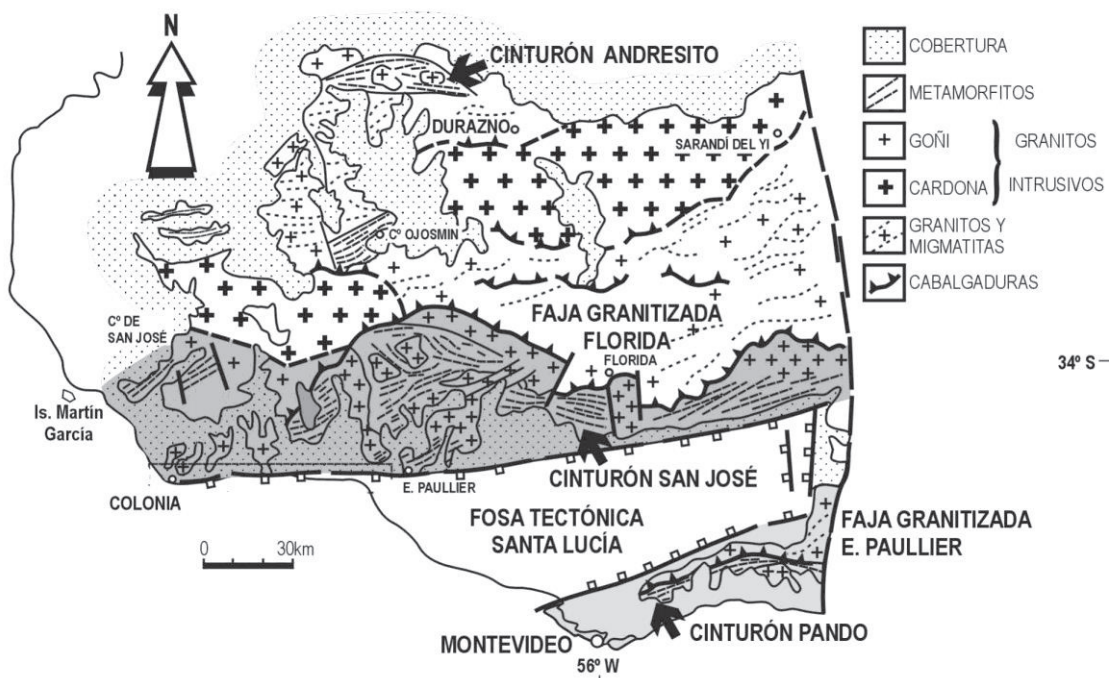
| Fajas granito-migmáticas | Cinturones orogénicos | Supracrustales metamórficas | Intrusiones asociadas |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------------|
| | <i>Andresito</i> | <i>Fm. Arroyo Grande</i> | <i>Complejo Marincho</i> |
| <i>Florida</i> | | | |
| | <i>San José</i> | <i>Fm. Paso Severino</i> | <i>Suite Isla Mala</i> |
| <i>Ecilda Paullier</i> | | | |
| | <i>Pando</i> | <i>Fm. Montevideo</i> | <i>Batolito de Soca</i> |

Las fajas granito-gnéissicas están compuestas por una íntima asociación de rocas de grado medio superior de metamorfismo con bolsones anatécicos y cuerpos de composición granítica a granodiorítica no delocalizados.

La mayoría de las rocas dentro del Terreno presentan edades Rb/Sr WR de 2000 ± 200 Ma (Cingolani *et al.*, 1997) cualquiera sea la posición cortical de su génesis. Eso se interpreta como posibles rocas más antiguas parcialmente rejuvenecidas.

En un contexto cortical inferior – base de la corteza continental – hicieron intrusión plutones y/o batolitos de composición variada, desde granitos muy ácidos leucócratas a gabros hornbléndicos (bojitas s.l.) con macizos granodioríticos de extensión notable.

Sobre la base de datos geocronológicos e isotópicos es posible asegurar que la evolución geológica del TPA tuvo lugar en un intervalo de no más de 300 millones de años, ocurrido entre los 2.4 a 2.3 Ga (acreción principal de sus protolitos) y los 2.1 a 2.0 Ga (magmatismo, metamorfismo y deformación).



Bosquejo geológico del Terreno Piedra Alta.

A finales del ciclo orogénico Transamazoniano hizo intrusión en el TPA un haz de diques básicos, representando un episodio geológico distensivo de primera magnitud, El haz está integrado por un enjambre de diques de microgabro de rumbo N60-70E con paredes planas, paralelas y verticales con inyección en encajante rígida. La edad de esta inyección fue determinada por el método $^{39}\text{Ar}-^{40}\text{Ar}$ en 1786 ± 2 Ma (Teixeira *et al.*, 1999) y por U-Pb en baddeleyita en 1790 ± 5 Ma (Halls *et al.*, 2001).

Genéricamente, la zona en estudio se ubica precisamente en el límite sur de una de las grandes fosas tectónicas Juro-Cretácicas del Uruguay, y más específicamente en el labio meridional de la Fosa Tectónica del Santa Lucía. Entre los macizos cristalinos correspondientes a la zona de Paso de los Francos sobre el arroyo Canelón Grande y los expresiones graníticas de los alrededores de la ciudad de Las Piedras, se desarrollan sedimentos de más de 2000 metros de espesor, los que corresponden al hemi-graben meridional de la fosa tectónica de Santa Lucía (Bossi, 1996). Dicha fosa condiciona la evolución geológica de la región tanto en las secuencias sedimentarias que se depositan como los procesos erosivos actuales.

Según Bossi & Navarro (1991) dicha fosa se generó hace 140Ma, en el proceso de apertura del Océano Atlántico, el cual estuvo vinculado a un intenso magmatismo. Importantes movimientos corticales con desplazamientos verticales

generaron desniveles de centenas de metros, permitiendo así la formación de extensos valles intermontanos. Esta fosa posee una longitud de 120km, un ancho de 45km y la máxima profundidad detectada fue de 2400m; está compuesta por dos grabens y un horst central y limitada por dos fallas principales de rumbo N60-70E.

La Formación Montevideo

Esta unidad conforma el basamento cristalino y engloba las rocas metamórficas (metavolcánicas y metasedimentarias) junto con las intrusiones sin- y tardi- orogénicas del Ciclo Transamazoniano, responsable de la estructuración del Terreno Piedra Alta. Las litologías principales de la formación son orto y para anfíbolitas, micaesquistos y paragneises.

Las orto-anfíbolitas son rocas de color verde muy oscuro y grano fino, macizas, tenaces y con desarrollo variables de esquistosidad con presumible protolito basáltico. Los micaesquistos presentan texturas lepidoblásticas a lepidogranoblásticas y mineralógicamente están compuestos por cuarzo, muscovita, biotita, opacos y turmalina. Cuando la composición química es adecuada, aparece granate rico en almandino y estauroilita. En las proximidades de intrusiones graníticas se desarrollan cristales de andalucita. Finalmente, los para-gneises aparece intercalada con micaesquistos y para-anfíbolitas, así como xenolitos de dimensiones métricas a decamétricas en las áreas granito-gnéisicas.



Gneises de la formación Montevideo en la costa sobre el Río de la Plata.

El Granito de La Paz

El **granito de La Paz** es un granito leucócrata, con facies hasta muy gruesos -casi pegmatoides- que son dominantes en el cuerpo y facies equigranulares desarrolladas hacia el sur (Oyhantçabal *et al.*, 1990), las primeras facies presentan 25% de cuarzo en cristales xenomorfos y subheudrales, 59% de feldespatos potásicos (microclina y algo de ortosa), 12% de plagioclasa de composición albitica y 4% de ferromagnesianos (biotita y anfíbol). Los equigranulares muestran 24% de cuarzo, 53% de feldespatos alcalinos (microclina y ortosa), 18% de albita y 5% de ferromagnesianos (biotita y anfíbol), con epidoto, calcita, circón, epidoto y fluorita.

Por su parte Cardellino & Ferrando (1969) describieron litologías a biotita y otras a hornblenda. Para estos últimos autores las características petrográficas son 70% de microclina perfitica, albita (An_5) en venas o en pequeños cristales independientes, 29% de cuarzo, con biotita como accesorio principal (Bossi *et al.*, 1965). En las facies con hornblenda como accesorio la plagioclasa tiene composición An_{30} y la roca presenta muy poco cuarzo. Presenta enclaves negros,

de grano fino y borde neto con oligoclasa (An_{25-30}) asociada a biotita y hornblenda, con fluorita, cuarzo, apatito como accesorios (Cardellino & Ferrando, 1969).



Una de las tantas canteras que explotan el manto de alteración del granito de La Paz en la zona estudiada.

Este granito fue datado por Umpierre & Halpern (1971) obteniendo una edad Rb/Sr de 566 ± 15 Ma (con la constante corregida a valores aceptados actualmente).

El Manto de Alteración Sobre el Basamento Cristalino

La meteorización se define groseramente como el conjunto de procesos de alteración y fracturación a los que se someten las rocas en o cerca de la superficie debido a efectos físicos, químicos y biológicos (Selby, 1993). Estos fenómenos conllevan una serie de cambios en la roca entre los que se distingue un aumento en la porosidad neta, un descalabro de la textura o ensamblaje mineral al desaparecer el enlace entre los distintos cristales que la componen y la modificación química de algunas (o todas) especies minerales constituyentes.

Los productos de la meteorización pueden depositarse entre los poros a lo largo de los límites entre los granos minerales, en las fracturas y/o pueden ser removidos del medio. La permeabilidad sufre un incremento neto pero los valores finales serán una función de la granulometría original de la roca, el porcentaje en volumen de los minerales secundarios arcillosos producidos y del lixiviado químico. Debido a estos cambios, la roca pierde tenacidad o coherencia interna y se vuelve más deformable mecánicamente.

Loughnan (1969) describe tres procesos simultáneos envueltos en la meteorización química: a) la rotura de los materiales parentales con la liberación concomitante de los elementos y moléculas constituyentes; b) la remoción de algunos de estos componentes en solución; c) la reconstitución del residuo con componentes atmosféricos para establecer una nueva asociación mineral en equilibrio estable o metaestable con el ambiente superficial.

La descomposición química afecta prácticamente a todos los minerales, con excepción de unos pocos entre los que se distingue al cuarzo. Los procesos incluyen reacciones químicas de oxidación, reducción, hidratación, hidrólisis,

carbonatación y solución. En condiciones climáticas templadas y húmedas, las reacciones de descomposición y la desintegración física ocurren simultáneamente y se vuelve impracticable separar los efectos directos de ambos procesos. La tasa a la cual los distintos procesos de meteorización ocurren dependen fundamentalmente de los siguientes factores:

- 1) Factores ambientales, dominados por el clima (régimen de precipitaciones y temperatura), la topografía, las condiciones hidrológicas y los sistemas biológicos desarrollados en el sitio;
- 2) Las propiedades intrínsecas de la roca (homogeneidad, naturaleza, textura, estructura, etc.);

La meteorización química depende tanto de la lluvia (frecuencia y duración) como de la temperatura (frecuencia y duración). Las velocidades de las reacciones químicas que ocurren en el manto de alteración se duplican o triplican cada 20°C de incremento en la temperatura.

Terminología aplicada en la descripción de los estadios de meteorización de una roca.

| Nombre | Descripción |
|--------------|---|
| Fresca | Sin signos visibles de meteorización de la roca |
| Decolorada | El color de la roca original ha sufrido algunos cambios que son evidencia de meteorización. Se debe indicar el grado del cambio del color original y si el cambio de color se restringe a algunos constituyentes minerales particulares. |
| Descompuesta | La roca se ha descompuesto de tal manera de que la textura original de la roca se conserva más o menos intacta pero ha perdido coherencia interna o tenacidad y los cambios de color son notables. Algunos granos minerales están descompuestos. |
| Desintegrada | La roca está descompuesta con generación de arcilla intersticial. Se conserva la textura original de la roca pero aparecen estructuras secundarias asociadas a la meteorización (concreciones, bandas de acumulación de arcilla, etc.). Dominan los minerales alterados frente a los frescos. |

El perfil de meteorización de la roca puede describirse sobre la base de la distribución de los distintos minerales (más o menos alterados) en la matriz. Dearman (1978) propuso una escala de grados de meteorización tal como se expone en la tabla adjunta.

Grados de meteorización según propiedades macroscópicas (modificado de Dearman, 1978).

| Grado | Descripción | Características distintivas típicas |
|-------|--------------------------------|--|
| VI | Suelo residual | Suelo formado <i>in situ</i> pero con la textura original de la roca completamente destruida. |
| V | Roca completamente meteorizada | Roca completamente meteorizada pero con la textura original preservada. Sin rebote de martillo y se desagrega rápidamente en agua. El pico indenta fácilmente la superficie al ser empujada. Aparece arcilla intersticial y los granos se separan individualmente. Cambios notables en el color original de la roca. |
| IV | Roca muy meteorizada | La roca está lo suficientemente descompuesta como para partirse en bloques grandes con la mano. No se desagrega en el agua. Pueden extraerse granos individuales de la superficie con ayuda de una punta afilada o navaja. |
| III | Roca moderadamente meteorizada | Roca completamente decolorada o con cambios totales en el color de la roca. La roca no es friable (no se puede partir con la mano). Los minerales ferromagnesianos muestran halos de color ocre/naranja/marrones. |
| II | Roca poco meteorizada | La roca posee decoloración a lo largo de discontinuidades (diaclasas, juntas, fallas). Se necesita más de un golpe de martillo para tomar una muestra. |
| I | Roca fresca | Sin signos visibles de alteración (color, coherencia, etc.). |