



## **CARACTERIZACIÓN PETROGRÁFICA Y GEOQUÍMICA DEL COMPLEJO POLANCO**

### **PETROGRAPHIC AND GEOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF THE POLANCO COMPLEX**

### **CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA E GEOQUÍMICA DO COMPLEXO POLANCO**

**Fort, S. <sup>(1)</sup>; Gallardo Silvera, P. <sup>(2)</sup>; Peel, E. <sup>(1)</sup>; Sánchez Betucci, L. <sup>(1)</sup>**

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de la República.

<sup>2</sup>Dirección Nacional de Minería y Geología, MIEM – Uruguay.

Iguá 4225 CP11400  
sfort@fcien.edu.uy

---

Editores: MSc. Fernando Scaglia  
revista@sociedadgeologiauy.org

PEDECIBA Isidoro de María 1614, piso 6 - Uruguay Tel: 2929 0318-int. 1612/1613  
www.sociedadgeologiauy.org

---

## **RESUMEN**

El Complejo Polanco forma parte del magmatismo ocurrido en el ciclo orogénico Brasiliano-Panafricano en el sector central de Uruguay, al norte de la ciudad de Minas. Este Complejo está constituido por diversas facies graníticas que consisten en granitos hornblendo-biotíticos, granitos biotíticos de grano grueso, leucogranitos de grano medio y diques de grano fino. La facies biotítica de grano grueso, la facies de leucogranito y los diques intrusivos se clasifican como sienogranitos/granitos alcalifeldespáticos. La facies hornblendo-biotítica se clasifica como monzogranito/granodiorita. Su análisis geoquímico permite caracterizar a los cuerpos estudiados de afinidad calco-alcalina de alto K a shoshonítica, con facies que poseen carácter químico peraluminoso y metaluminoso. En base a los datos geoquímicos, se puede separar a la facies biotítica de grano grueso en dos porciones, una norte y una sur. La fuerte relación elementos tierras raras livianas/pesadas indicaría que la fuente de todos los cuerpos es producto proveniente de la fusión de corteza profunda. Particularmente en el caso de la facies hornblendo-biotítica y la porción sur de la facies biotítica de grano grueso se propone que, además de la fusión parcial de rocas corticales, existió una participación menor de rocas máficas profundas. El ambiente tectónico de generación de estos cuerpos graníticos sería un ambiente orogénico de post-colisión, aunque parecen recorrer un amplio rango dentro

del período orogénico (tardi-orogénicos a post-orogénicos), asociado a la magmatogénesis Brasileña.

**Palabras claves:** Granitos; Neoproterozoico; Petrología; Cinturón Dom Feliciano; Complejo Polanco; Uruguay.

## ABSTRACT

The Polanco Complex is part of the magmatism that occurred in the Braziliano-Panafricano orogenic cycle in the central sector of Uruguay, north of Minas city. This Complex is made up of various granitic facies consisting of hornblende-biotitic granites, coarse-grained biotitic granites, medium-grained leucogranites, and fine-grained dykes. The coarse-grained biotitic facies, the leucogranite facies, and the intrusive dykes are classified as syenogranites / alkali-feldspathic granites. The hornblende-biotitic facies is classified as monzogranite/granodiorite. The geochemical analysis allows their characterization as high K to shoshonitic calc-alkaline rocks, showing facies with peraluminous and metaluminous characters. Based on the geochemical data, the coarse-grained biotitic facies can be separated into two portions (north and south). The strong light/heavy rare earth elements (REE) ratio would indicate that the source of all bodies is the product of deep crustal melts. Particularly, in the case of the hornblende-biotitic facies and the southern portion of the coarse-grained biotitic facies, it is proposed that in addition to the partial melting of the crust, there was a minor participation of deep mafic rocks. The tectonic setting of generation of these granitic bodies would be a post-collision orogenic environment, although they seem to cover a wide range within the orogenic period (late orogenic to post-orogenic) associated with the Brazilian magmatogenesis.

**Key words:** Granites; Neoproterozoic; Petrology; Dom Feliciano Belt; Polanco Complex; Uruguay.

## RESUMO

O Complexo Polanco faz parte do magmatismo acontecido no ciclo orogênico Brasilano-Panafricano no setor central do Uruguai, ao norte da cidade de Minas. Este complexo é composto por várias fácies graníticas, consistindo em granitos hornblendo-biotíticos, granitos biotíticos de grão grosso, leucogranitos de grão médio e diques de grão fino. A fácies biotítica de grão grosso, as fácies de leucogranito e de diques intrusivos são classificadas como sienogranitos/granitos alcalifeldspáticos. A fácies hornblendo-

biotítica é classificada como monzogranito/granodiorito. As análises geoquímicas permitem caracterizar aos corpos estudados como de alto K com afinidade cálcio-alcalina até shoshonítica, com fácies que apresentam carácter peraluminoso e metaluminoso. Com base nos dados geoquímicos, a fácies biotítica de grão grosso pode ser separada em duas porções, uma ao norte e outra ao sul. A forte razão de elementos de terras raras leves/pesados indicaria que a fonte de todos os corpos é produto da fusão profunda da crosta. Particularmente no caso da fácies hornblendo-biotítica e da porção sul da fácies biotítica de grão grosso, se propõe que além da fusão parcial de rochas corticais, houve uma participação menor de rochas máficas profundas. O ambiente tectônico de geração desses corpos graníticos seria um ambiente orogênico de pós-colisão, embora aparentemente abrange uma ampla faixa dentro do período orogênico (orogênico tardio a pós-orogênico) associado à magmatogênese brasileira.

**Palavras-chave:** Granitos; Neoproterozoico; Petrología; Cinturão Dom Feliciano; Complexo Polanco; Uruguai.

## INTRODUCCIÓN

El Complejo Polanco, definido como tal por Preciozzi *et al.* (1981), abarca a un conjunto de granitoides localizados en los alrededores de la localidad de Polanco, en el departamento de Lavalleja a unos 40 km al norte de la ciudad de Minas. Este complejo forma parte del intenso magmatismo granítico producido durante la subducción y convergencia entre los cratones de Kalahari, Congo y Río de la Plata durante el ciclo orogénico Brasileño (Fragoso Cesar, 1980; Basei *et al.*, 2000; entre otros). De acuerdo con los códigos de nomenclatura estratigráfica (NACSN, 2010), un complejo es una agrupación de litologías de dos o más clases genéticas, p.ej., de rocas ígneas, sedimentarias o metamórficas, que pueden tener o no una estructura compleja. En este caso, el llamado Complejo Polanco comprende litologías graníticas de composiciones variadas, como granitos hornblendo-biotíticos, biotíticos y leucogranitos, con variaciones texturales, y en su grado de alteración. Los estudios disponibles en Uruguay para la mayoría de estos cuerpos graníticos tienen carácter regional, por lo que la información básica de campo, petrográfica y geoquímica es bastante escasa. Particularmente, se pretende con este trabajo contribuir a la caracterización petrológica del magmatismo granítico asociado a la orogenia Brasileña en la región centro-sur del Uruguay, a través del estudio petrográfico y geoquímico de este Complejo.

## CONTEXTO GEOLÓGICO

El ciclo orogénico Brasileño-Panafricano (desarrollado entre los 750 y 550 Ma) se manifiesta en el este de Uruguay y sureste de Brasil a través del Cinturón Dom Feliciano (CDF - Fragoso Cesar, 1980). El CDF se encuentra genéticamente relacionado a los episodios tectónicos que ocurrieron durante la convergencia de los cratones del Río de la Plata, Kalahari y Congo durante el Neoproterozoico. El cinturón está constituido por secuencias volcano-sedimentarias metamorfizadas, intenso magmatismo y depósitos de cuencas postcolisionales (Fragoso Cesar, 1980; Basei *et al.*, 2000; Sánchez Bettucci *et al.* 2010; Hueck *et al.*, 2018; Philipp *et al.*, 2018, entre otros). Según Basei *et al.* (2000) puede subdividirse en tres grandes unidades: un cinturón granítico, un cinturón metamórfico y cuencas de antepaís.

En Uruguay, la actividad ígnea que representa al cinturón granítico se compone de varios plutones, integrados en los batolitos Aiguá y Pelotas ([Figura 1](#)). Algunos autores consideran estos batolitos como la raíz de un arco magmático (Fragoso Cesar, 1980; Basei *et al.*, 2000; Basei *et al.*, 2008; Passarelli *et al.*, 2011). Otros autores plantean otras hipótesis e interpretan esta granitogénesis neoproterozoica como correspondiente a un magmatismo post-colisional desarrollado, en su mayor parte durante eventos de deformación transcurrente (Bitencourt y Nardi, 2000; Oyhançabal *et al.*, 2007, 2009; Philipp *et al.*, 2016; Lara *et al.*, 2017).

El cinturón metamórfico constituye una secuencia meta-volcanosedimentaria de pliegues y corrimientos que comprende sucesiones pre-colisionales neoproterozoicas y mesoproterozoicas. El metamorfismo registrado varía desde grado muy bajo a facies anfíbolita (Basei *et al.*, 2000; Oyhançabal *et al.*, 2005; Sánchez Bettucci *et al.* 2010; Masquelin *et al.*, 2017; Hueck *et al.*, 2018). Estas sucesiones corresponden al Grupo Lavalaja (Sánchez Bettucci *et al.*, 2010), que es considerado ser equivalente al Grupo Porongos en Río Grande del Sur y al Grupo Brusque en Santa Catarina en Brasil (Basei *et al.*, 2000; Pertille *et al.*, 2015; Masquelin *et al.*, 2017).

Las cuencas de antepaís (*sensu* Sánchez Bettucci *et al.*, 2010) están integradas por varias sucesiones volcánicas y sedimentarias (Grupo Arroyo del Soldado y Grupo Maldonado según Gaucher *et al.*, 2004; Pecoits *et al.*, 2004; Teixeira *et al.*, 2004) que incluyen depósitos marinos a molásicos asociados a la evolución post-colisional del cinturón.

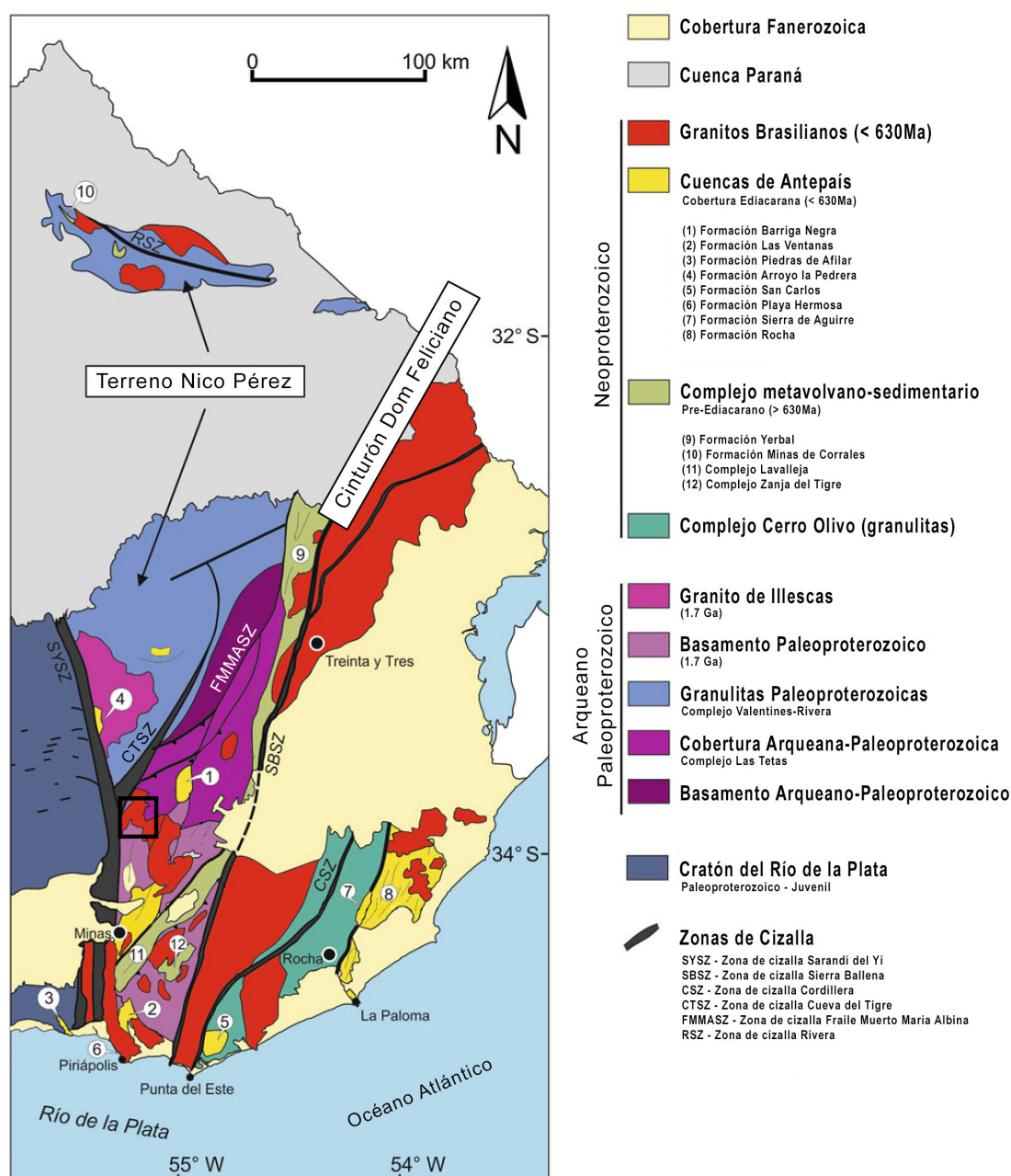


A su vez, son numerosos los cuerpos graníticos que se encuentran intruyendo tanto a las secuencias meta-volcano-sedimentarias como a los *basement inliers*, y que no integran el cinturón granítico (*sensu* Basei *et al.*, 2000). Una distribución de estos cuerpos se puede encontrar en Sánchez Bettucci *et al.*, 2003; Oyhançabal *et al.*, 2012; Lara *et al.*, 2017 y Spoturno *et al.*, 2019. Sus edades se encuentran entre  $634 \pm 7$  Ma y  $543 \pm 5$  Ma (Oyhançabal *et al.*, 2007, 2009; Gaucher *et al.*, 2008; Basei *et al.*, 2013; Lara *et al.*, 2017, 2020, entre otros). El Complejo Polanco forma parte de este magmatismo, y se encuentra intruyendo el Dominio Oeste del CDF (Lara *et al.*, 2020). Los granitos intrusivos en la región sur y norte de este Dominio son caracterizados geoquímicamente como granitoides calcoalcalinos de alto K, mayoritariamente peraluminosos, a ligeramente metaluminosos, siendo clasificados varios de ellos como granitos de alto Ba-Sr (Sánchez Bettucci *et al.*, 2003; Oyhançabal, *et al.*, 2007, 2009; Lara *et al.*, 2017, 2020; Fort y Peel 2019). Datos isotópicos obtenidos en estos cuerpos, muestran valores de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{\text{inicial}}$  en promedio de 0,708352, relaciones  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_{\text{inicial}}$  de entre 0,510831 – 0,511141, y  $\epsilon\text{Nd}$  entre -14,1 a -20,2, con TDM de 2,2 a 2,8 Ga, para los cuerpos del sur, y valores  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{\text{inicial}}$  en promedio 0,71089 y valores  $\epsilon\text{Nd}$  entre -16,83 a -18,44, con TDM de 2,29Ga a 2,69Ga para el sector centro-norte (Lara *et al.*, 2017, 2020; Fort 2020), infiriendo que el material fuente del magmatismo neoproterozoico en Uruguay involucra una importante componente cortical profunda y el reciclaje de fuentes paleoproterozoicas a arqueanas tardías.

Asimismo, ha sido propuesto por Lara *et al.* (2017, 2020) que se trata de granitos tipo I, S y A, y se ha propuesto un ambiente de emplazamiento de post-colisión para muchos de estos cuerpos graníticos del sur (Sánchez Bettucci *et al.*, 2003; Lara *et al.*, 2017, 2020).

#### 1. El Complejo Polanco (*sensu* Preciozzi *et al.*, 1981):

La descripción de estos cuerpos ha evolucionado a lo largo del tiempo, las primeras descripciones de granitoides en la zona de Polanco se deben a MacMillan (1932, 1933). Este autor reconoce en el lugar un predominio de granitos biotíticos que los asemeja a los de Illescas, Cufre y Mal Abrigo. En menor proporción reconoce granitos hornbléndicos y hornblendo-biotíticos. Describe a los granitos biotíticos como compuestos por mucho cuarzo, feldespato rojo y blanco, biotita y pocos minerales accesorios, con tamaño de grano variable entre fino y grueso, en ocasiones recortados por diques de pegmatitas y por un granito gris con



**FIGURA 1.** Mapa simplificado del sector sur (Uruguay) del Cinturón Dom Feliciano. Modificado de Hueck et al. (2018).  
**FIGURE 1.** Simplified map of the southern sector (Uruguay) of the Dom Feliciano Belt. Modified from Hueck et al. (2018).

plagioclasa como feldespato predominante. Los granitos hornbléndicos y hornblendo-biotíticos son descritos como conformados por cuarzo, ortoclasa, plagioclasa, biotita (de proporciones variables) y hornblenda, y donde en ocasiones se encuentra epidoto.

Ferrando y Fernández (1971) nombran a este cuerpo granítico como Granito Polanco, y lo califican como una intrusión correspondiente a etapas post-orogénicas. Bossi et al. (1975) realizan la primera cartografía de este macizo, integrado por varios cuerpos, y siguiendo la denominación dada por Ferrando y Fernández (1971)

lo denominan Granito Polanco. Posteriormente Preciozzi *et al.* (1981) realizan la cartografía del Fotoplano Polanco G-24 y en la misma le asignan el nombre de Complejo de Polanco. Recientemente fue elaborado el mapa geológico del departamento de Lavalleja a escala 1:100.000 (Spoturno *et al.*, 2019), donde se definen un conjunto de cuerpos graníticos para la zona del Complejo Polanco. De forma operativa se tomará la definición dada por Preciozzi *et al.* (1981) para la descripción de los cuerpos en este trabajo.

De acuerdo a la cartografía del Complejo Polanco se distinguen dentro del mismo cuatro facies graníticas:

a. Granitos biotíticos de grano grueso, en ocasiones hasta muy grueso, y leucogranitos rosados, que desarrollan texturas isoxenomórficas. Hacia los contactos con la roca caja se suelen observar texturas orientadas. Este granito desarrolla tres cuerpos contiguos separados entre sí por distintos materiales y desarrollando cerros de gran pedregosidad y elevación considerable. Umpierre y Halpern (1971) dataron litologías de esta facies obteniendo una edad Rb/Sr sobre roca total, feldespatos y biotita de  $530 \pm 15$  Ma. Posteriormente, Bossi *et al.* (1998) recalcularon esta edad en función de la nueva constante de desintegración (Steiger y Jäger, 1977) y obtuvieron una edad de  $548 \pm 15$  Ma. De todas maneras, Umpierre y Halpern (1971) manifiestan que no fue posible lograr el trazo de una isócrona y que la razón inicial de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0,708$  fue supuesta. Según Spoturno *et al.* (2019), la porción Norte de esta facies se corresponde en la cartografía departamental con el cuerpo definido como Granito de Arroyo Negro mientras que la porción Sur se subdivide entre el Granito de Arroyo Laureles, Granito de Arroyo del Cangallero y Granito de la Sierra Blanca.

b. Granitos hornblendo-biotíticos, a veces con fenocristales de feldespato potásico, generalmente muy alterados, de grano medio. Estos materiales desarrollan facies de contacto con las calizas de la localidad de Polanco (con forsterita alterada a antigorita). Gaucher *et al.* (2014) consideran a esta facies como un granito per se y lo denominan Granito de la Sierra de Cabral, con una edad de  $586 \pm 11$  Ma (Com pers. de Basei en Gaucher *et al.*, 2014). En la cartografía departamental llevada a cabo por Spoturno *et al.* (2019) se denomina a los granitos de esta facies como Granodiorita de Paso Cabral.

c. Leucogranitos a biotita, de grano medio y que forman un cuerpo oval alargado al norte de la facies de granitos biotíticos de grano grueso cuya mayor dimensión tiene orientación N35°E. Esta facies es integrada por

Spoturno *et al.* (2019) junto con la porción Norte de la facies de granitos Biotíticos de grano grueso al Granito de Arroyo Negro.

d. Diques intrusivos leucograníticos, de grano medio, constituyen un importante campo filoniano recortando exclusivamente a los granitos hornblendo-biotíticos. La dirección de estos filones varía de N30°E a N60°E.

Preciozzi *et al.* (1981) también mencionan en la zona otros cuerpos graníticos que son vinculados al magmatismo de esta región. Uno de estos cuerpos es un pequeño macizo de una granodiorita media, hornblendo-biotítica de color gris. Gaucher *et al.* (2008) llaman a este macizo granodiorítico como Granito de Arroyo Mangacha, del cual presentan una edad de  $583 \pm 7$  Ma por el método U-Pb SIMS en circón. La cartografía departamental desarrollada por Spoturno *et al.* (2019) agrupa a este cuerpo junto con otros cuerpos que se encuentran al este del Complejo Polanco, bajo el nombre de Granito de Arroyo Mangacha.

Los granitos del Complejo Polanco se encuentran intruyendo al Complejo La China (Hartmann *et al.*, 2001), al Complejo Cebollatí (Spoturno *et al.*, 2019), al Grupo Lavalleja (Sánchez Bettucci *et al.*, 2010) y al Grupo Arroyo del Soldado (*sensu* Sánchez Bettucci *et al.*, 2010). Si bien las rocas calcáreas del Complejo Cebollatí son las más abundantes en los alrededores de la zona, los granitos del Complejo Polanco también interactúan con cuarcitas, micaesquistos biotíticos, ortogneises y metareniscas.

## METODOLOGÍA

La metodología de trabajo consistió en la realización de varias giras al campo para reconocer las facies propuestas por Preciozzi *et al.* (1981). En el campo se muestrearon y seleccionaron rocas representativas de cada facies para su análisis petrográfico y geoquímico.

La preparación de las diferentes láminas delgadas de los cuerpos estudiados fue realizada en el laboratorio del Instituto de Ciencias Geológicas (ICG) de la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República de Uruguay. Las descripciones petrográficas de láminas delgadas fueron realizadas usando un microscopio petrográfico marca Nikon modelo Eclipse 50iPOL, con accesorio para fotografías digitales. Las abreviaciones de los nombres minerales se realizaron siguiendo las recomendaciones de Siivola y Schmid (2007).

Se realizaron dieciséis análisis geoquímicos de roca total en el laboratorio Acme Labs (Vancouver, Canadá) de forma de lograr una caracterización del Complejo Polanco. Los análisis de elementos mayores y menores se realizaron mediante espectrometría de emisión por plasma de acoplamiento inductivo (ICP-ES) y el análisis de elementos traza se realizó mediante espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS), siendo sometidas a fusión total con Borato de Litio para descomponer hasta los minerales más refractarios. El código solicitado al laboratorio fue el LF-202. Para el procesamiento de datos obtenidos y la confección de los gráficos presentados aquí fue utilizado el software libre GCDkit 6.0 (Janoušek *et al.*, 2006). El cálculo de la norma CIPW se realizó siguiendo a Hutchison (1974, 1975).

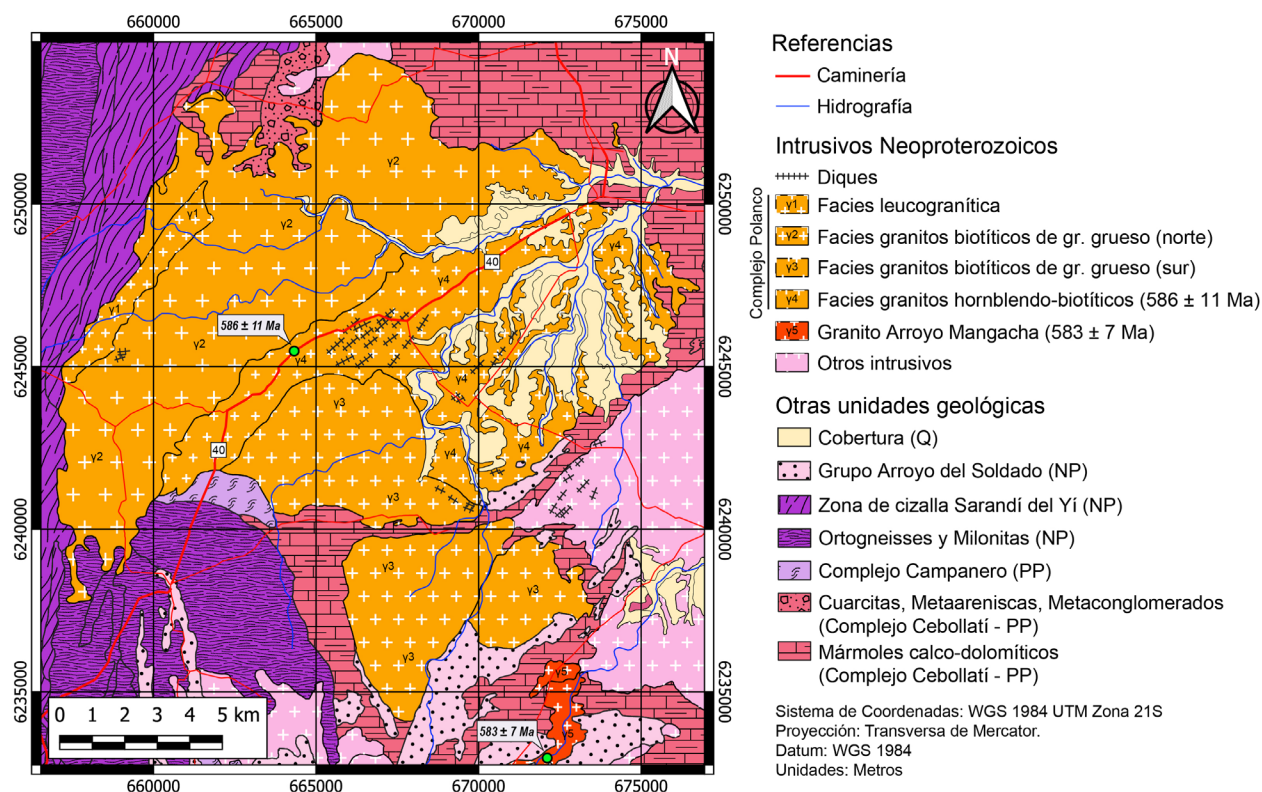
## RESULTADOS

El relevamiento de campo del Complejo Polanco permitió reconocer con claridad las facies propuestas por Preciozzi *et al.* (1981). Dentro de las facies se observaron variaciones texturales, mineralógicas y composicionales, lo que posibilitó establecer variantes. La zona relevada tiene como eje principal a la ruta N° 40, constituyendo la principal vía de acceso al Complejo ([Figura 2](#)). A continuación, se describen las características mineralógicas y texturales para cada facies reconocida en campo.

### 1. Geología y petrografía

#### 1.1. Facies granitos biotíticos de grano grueso

Los granitos pertenecientes a esta facies desarrollan varios cuerpos con pedregosidad considerable, conformando un paisaje de sierras, desarrollando las geoformas características de *tors* y se encuentran recortados por diques de leucogranitos. Aparecen a ambos lados de la ruta N° 40, hacia el sur de la ruta ocurren cuerpos circunscritos, característica que no fue observada en el norte. En esta facies se reconocen variaciones en las texturas abarcando desde granitos porfiríticos de grano grueso, granitos equigranulares de grano grueso hasta granitos equigranulares de grano medio a fino. Los más abundantes son los granitos de textura porfirítica ([Figura 3](#) - A y B), que afloran predominantemente hacia el norte de la ruta N° 40. Son granitos de textura inequigranular porfirítica media a gruesa, con megacristales de hasta 2 cm de feldespato potásico y una matriz de cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, biotita y minerales opacos. Las fases accesorias identificadas son muscovita, epidoto y circón. También hacia el Norte de la ruta N° 40 afloran granitos con



**FIGURA 2.** Mapa geológico del Complejo Polanco y sus alrededores. Modificado de Preciozzi *et al.* (1981) y Spoturno *et al.* (2019).

**FIGURE 2.** Geological map of the Polanco Complex and its surroundings. Modified from Preciozzi *et al.* (1981) and Spoturno *et al.* (2019).

texturas equigranulares de grano grueso. Su tamaño de grano alcanza los 1,5 cm. Estos se diferencian de los granitos de textura porfírica en las fases accesorias, pues no se identificaron circón ni epidoto.

Si bien se constató la presencia de granitos equigranulares de grano medio a fino tanto al Sur como al Norte de la ruta N° 40, estos predominan en el sector Sur (*Figura 3* - C y D). El tamaño de sus cristales alcanza 5 mm. Los minerales esenciales son cuarzo, feldespato alcalino (microclina y ortoclasa), plagioclasas levemente alteradas a sericita, biotita alterada a clorita, epidoto, minerales opacos y esfeno como mineral accesorio. Para esta facie, pudieron observarse en el campo zonas en donde los cristales poseen cierta orientación y evidencias de circulación de fluidos, en donde predominan aglomeraciones de biotita, epidoto y minerales opacos, y los feldespatos alcalinos presentan gran alteración a sericita y carbonatos.

## 1.2. Facies granitos hornblendo-biotíticos

Estos granitos aparecen en el sector central del complejo, a ambos lados de la ruta N° 40. Conforman un cuerpo con afloramientos más escasos que los de la facies de granitos biotíticos de grano grueso y



desarrollando geoformas de *etchplains*. Se trata de granitos de texturas equigranulares de grano medio a fino. La mineralogía de esta facies se compone de ortoclasa, plagioclasa, cuarzo, biotita, hornblenda y magnetita. Las fases accesorias son epidoto, esfeno, circón, apatito y turmalina (Figura 3 - E y F). Esta facies desarrolla metamorfismo de contacto con los mármoles de la localidad de Polanco (con forsterita alterada a antigorita). Es posible observar enclaves en algunos sectores del cuerpo, compuestos mayoritariamente por hornblenda y plagioclasa. Esta facie también está recortada por finas venillas de epidoto, numerosos diques de microgranitos leucócratas y diques compuestos mayoritariamente por hornblenda.

### 1.3. Leucogranitos de grano medio

Esta facies aflora hacia el sector noroeste del área de estudio (Figura 2) y se encuentra en contacto con los granitos biotíticos de grano grueso (variación porfírica). Se trata de granitos de textura fanerítica fina a media (Figura 3 - G y H). Hacia sus márgenes se ven variaciones locales en el tamaño de grano. Petrográficamente están compuestos por cuarzo, feldespatos alcalinos peritéticos (ortoclasa y microclina) y plagioclasas. Los feldespatos están alterados a sericita. Se reconocen texturas de intercrecimiento gráfico. Como fase accesoría ocurre biotita y minerales opacos que en ocasiones están aglomerados y alterados a hematita.

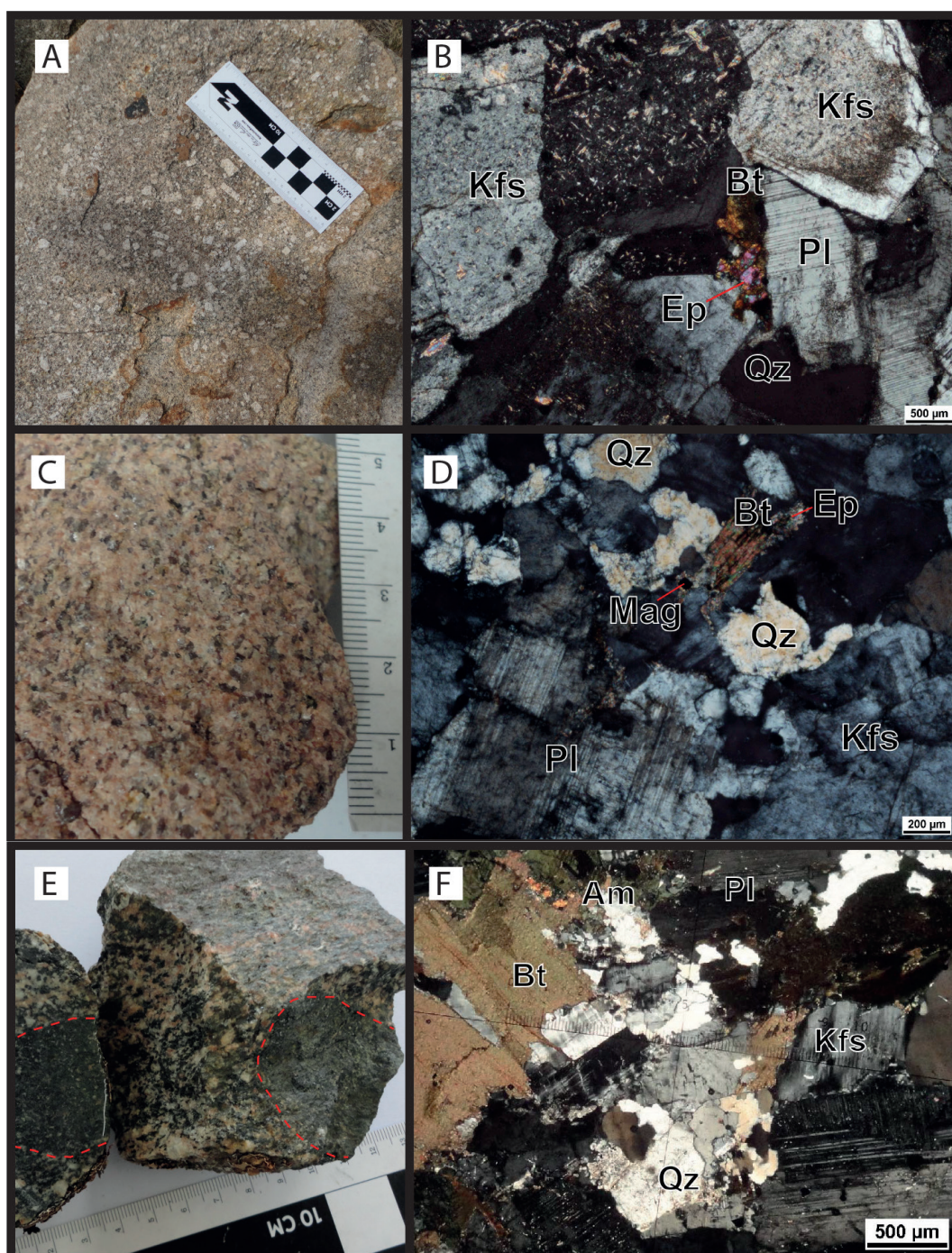
### 1.4. Diques de grano fino

Estos diques recortan a todas las facies del complejo, no exclusivamente a los granitos hornblendo-biotíticos tal como lo afirmaban Preciozzi *et al.* (1981). Dentro de los mismos se observaron cambios en las tonalidades, variando en tonos de blanco a rosado. Tienen una textura fanerítica fina, inequigranular seriada (Figura 3 - I y J). Están compuestos por cuarzo xenomorfo con extinción ondulante, plagioclasa y feldespato potásico (microclina y ortoclasa) con desarrollo de perititas y texturas gráficas. Presentan alteración a hematita y sericita, no muy desarrollada. Biotita y magnetita pasan a ser sus únicos minerales accesorios y en algunos diques están ausentes.

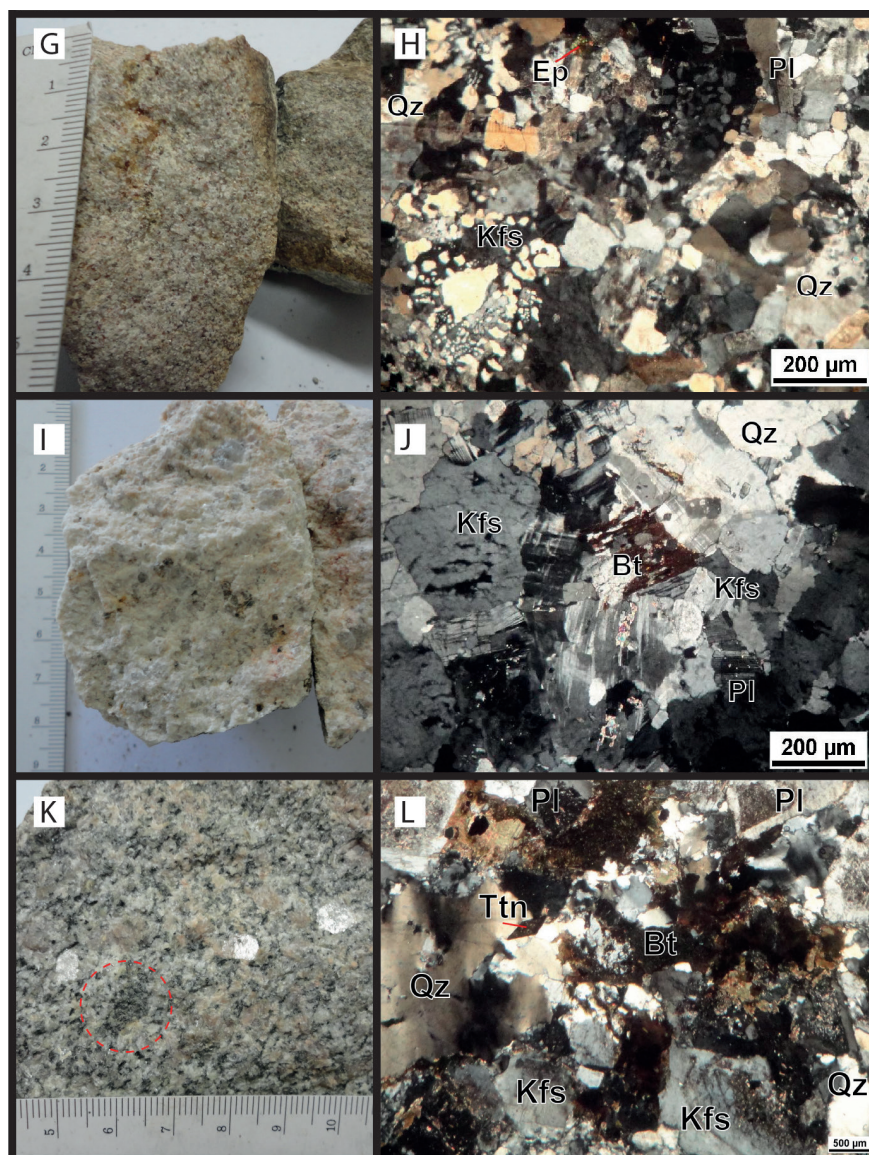
### 1.5. Granito Arroyo Mangacha

Durante el estudio en campo del Complejo Polanco se reconoció también un pequeño cuerpo granítico que fue individualizado por Gaucher *et al.* (2014) como Granito Arroyo Mangacha. Siguiendo esta denominación, el Granito Arroyo Mangacha presenta una textura fanerítica media, inequigranular porfírica, con fenocristales de

feldespato potásico (ortoclasa perfitica) de hasta 1 cm de tamaño, con zonación y moderadamente alterados a sericita ([Figura 3](#) - K y L). Está compuesto además por cuarzo, plagioclasa que también presenta zonación y siguiendo la misma se desarrolla alteración a sericita y también se observó alteración a epidoto. Se observan acumulaciones de minerales máficos de formas redondeadas, dentro de los cuales se identifica botita con inclusiones de apatito y clorita que aparece como alteración de biotita, y magnetita. Los minerales accesorios son esfeno y circón.







**FIGURA 3.** Imágenes de granitos estudiados en muestra de mano (izquierda) y fotomicrografías de láminas delgadas (derecha - Luz polarizada con nícoles cruzados). A, B) Facies granitos biotíticos de grano grueso, sector Norte. C, D) Facies granitos Biotíticos de grano grueso, sector Sur. E, F) Facies granitos hornblendo-biotíticos. G, H) Facies Leucogranítica. I, J) Diques recortando el Complejo Polanco. K, L) Granito Arroyo Mangacha (*sensu* Gaucher *et al.*, 2014)..

**FIGURE 3.** Left: Hand specimens of the different studied granites. Right: Thin section photomicrographs (cross polarized light). A, B) Coarse-grained biotitic granite facies, northern sector. C, D) Coarse-grained biotitic granite facies, southern sector. E, F) Hornblende-biotite granite facies. G, H) Leucogranite facies. I, J) Dykes cutting the Polanco Complex. K, L) Arroyo Mangacha Granite (*sensu* Gaucher *et al.*, 2014).

## 2. Litoquímica

Para la realización de la caracterización geoquímica fueron analizadas un total de 16 muestras en el laboratorio ACME Labs (Bureau Veritas Canadá). Del total de muestras analizadas, 15 corresponden al Complejo Polanco, y una al Granito Arroyo Mangacha. Se utilizó la norma CIPW (Hutchison, 1974, 1975) para el cálculo de la composición mineralógica, y los gráficos fueron obtenidos utilizando el software libre GCDkit 6.0 (Janoušek *et al.*, 2006).

En términos de alteración, las muestras presentan valores de LOI (*Loss on Ignition*) de entre 0,3 y 1,8. Seis muestras presentan valores iguales o superiores a 1,0. En base a esto, para los diagramas que utilizan elementos mayores, todos los datos fueron recalculados en base anhidra. Al observarse diferencias tanto mineralógicas como geoquímicas dentro de la facies biotítica de grano grueso, se optó por dividir esta facies (*sensu* Preciozzi et al., 1981) en una porción norte y otra porción sur, y serán analizadas como cuerpos individuales separados por la facies hornblendo-biotítica (Figura 2).

|                   | Complejo Polanco                               |                            |                            |                |                            | Granito Arroyo Mangacha |
|-------------------|------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------|----------------------------|-------------------------|
| Facies            | Biotíticos gr. grueso                          |                            | Hornblendo-biotíticos      | Leucogranítica | Diques                     |                         |
|                   | Norte                                          | Sur                        |                            |                |                            |                         |
| Cantidad muestras | 5                                              | 3                          | 3                          | 1              | 3                          | 1                       |
| Número muestra    | PG-07,<br>PG-09,<br>PG-18,<br>PG-19,<br>PG-20. | PG-13,<br>PG-22,<br>PG-23. | PG-01,<br>PG-03,<br>PG-08. | PG-04.         | PG-02,<br>PG-12,<br>PG-17. | PG-10.                  |

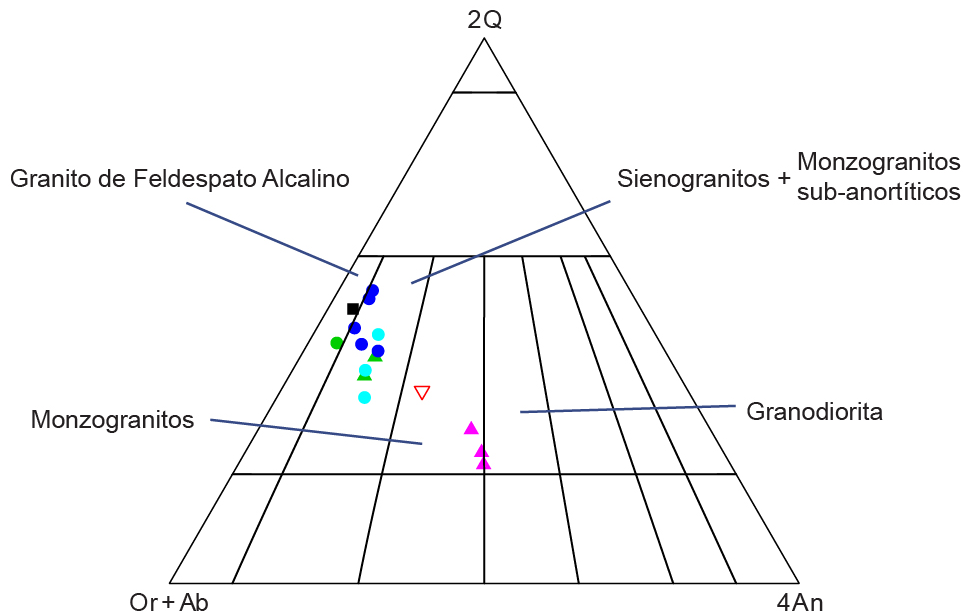
TABLA 1. Distribución y cantidad de análisis químicos dentro cada facies del Complejo Polanco.

TABLE 1. Distribution and quantity of chemical analysis in each facies of the Polanco Complex.

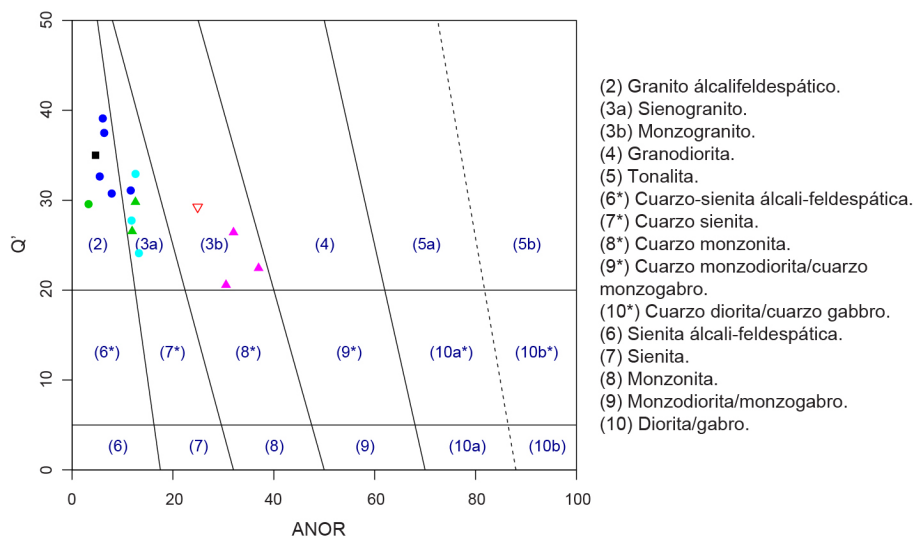
## 2.1. Elementos mayores y menores

Todas las muestras analizadas recorren un espectro de contenido amplio en sílice de entre 62,39% a 76,33% y contenidos altos de  $K_2O$  y  $Na_2O$  (Tabla 3). El grupo de muestras pertenecientes a la facies hornblendo-biotítica es el que muestra los contenidos de sílice más bajos (62,39% - 64,94%), clasificándose como rocas de acidez intermedia. Todas las demás muestras son clasificadas como rocas ácidas ya que se encuentran por encima del 68,02% de  $SiO_2$ , en un 73,40% en promedio.

A partir de la petrografía, del cálculo normativo (CIPW) y de su expresión en el diagrama QAPF (Figura 4) de Streckeisen (1976) modificado por Enrique (2018) se define que las muestras corresponden a granodioritas, monzogranitos, sienogranitos y granitos alcalifeldespáticos. El cálculo de la mesonorma en el diagrama Q-ANOR de Streckeisen y Le Maitre (1979) discrimina las mismas litologías en la población de muestras (Figura 5). Dentro del Complejo Polanco se clasifica por un lado a la facies hornblendo-biotítica como monzogranito/granodiorita, mientras que la facies biotítica de grano grueso, la facies de leucogranito y los diques intrusivos son clasificados como como sienogranito/granito alcalifeldespático. El granito Arroyo Mangacha es clasificado como un monzogranito.



**FIGURA 4.** Diagrama QAPF de Streckeisen (1976) modificado por Enrique (2018). ● Facies biotítica de grano grueso Norte; ● Facies biotítica de grano grueso Sur; ▲ Facies hornblendo biotítica; ■ Facies Leucogranítica, ▲ Granito Mangacha; ▲ Diques intrusivos en facies hornblendo biotítica ● Dique intrusivo en facies biotítica de grano grueso norte.  
**FIGURE 4.** Streckeisen (1976) QAPF diagram modified by Enrique (2018). ● Coarse-grained biotitic granite facies, northern sector; ● Coarse-grained biotitic granite facies; southern sector; ▲ Hornblende-biotite granite facies; ■ Leucogranite facies; ▲ Arroyo Mangacha Granite (sensu Gaucher et al., 2014); ▲ Dykes cutting the Hornblende-biotite granite facies; ● Dyke cutting the Coarse-grained biotitic granite facies.



**FIGURA 5.** Diagrama Q-ANOR de Streckeisen y Le Maitre (1979). ● Facies biotítica de grano grueso Norte; ● Facies biotítica de grano grueso Sur; ▲ Facies hornblendo biotítica; ■ Facies Leucogranítica, ▲ Granito Mangacha; ▲ Diques intrusivos en facies hornblendo biotítica ● Dique intrusivo en facies biotítica de grano grueso norte.  
**FIGURE 5.** Streckeisen and Le Maitre (1979) Q-ANOR diagram. ● Coarse-grained biotitic granite facies, northern sector; ● Coarse-grained biotitic granite facies; southern sector; ▲ Hornblende-biotite granite facies; ■ Leucogranite facies; ▲ Arroyo Mangacha Granite (sensu Gaucher et al., 2014); ▲ Dykes cutting the Hornblende-biotite granite facies; ● Dyke cutting the Coarse-grained biotitic granite facies.

Todas las muestras estudiadas pertenecen a la serie subalcalina ([Figura 6 A](#)), graficando en el campo calcoalcalino ([Figura 6 B](#)) de alto potasio/shoshonítica en el diagrama de Peccerillo y Taylor (1976) ([Figura 6 C](#)). En la [tabla 2](#) se sintetizan los contenidos en álcalis para el Complejo Polanco y el granito Arroyo Mangacha, donde se observan valores de intermedios a altos, tanto para el  $K_2O$  como el  $Na_2O$ . Por otro lado, todos los cuerpos son peraluminosos ([Figura 6 D](#)) con un índice de saturación en aluminio (ISA, en proporciones molares) variando entre 1,020 y 1,135, a excepción de la facies hornblendo-biotítica que es caracterizada como metaluminosa, con valores entre 0,85 y 1,0.

|                         |                                       | Na <sub>2</sub> O (%)           | K <sub>2</sub> O (%)            |
|-------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Complejo Polanco        | F. Biotítica gr. grueso porción Norte | 3,21 - 3,58 ( $\bar{x}$ : 3,44) | 4,87 - 5,86 ( $\bar{x}$ : 5,34) |
|                         | F. Biotítica gr. grueso porción Sur   | 4,26 - 4,44 ( $\bar{x}$ : 4,23) | 4,30 - 5,25 ( $\bar{x}$ : 4,86) |
|                         | F. Hornblendo-biotítica               | 3,44 - 3,83 ( $\bar{x}$ : 3,60) | 4,05 - 4,18 ( $\bar{x}$ : 4,13) |
|                         | F. Leucogranítica                     | 4,04                            | 4,72                            |
| Granito Arroyo Mangacha |                                       | 3,75                            | 4,43                            |

[TABLA 2.](#) Síntesis del contenido en álcalis de los cuerpos analizados..

TABLE 2. Synthesis of the alkali content of the analyzed bodies.

## 2.2. Elementos Traza

El contenido de los elementos traza Ba, Rb y Sr en las muestras es muy variable en todos los cuerpos ([Tabla 3](#)). Esto se evidencia en la [Figura 7](#) donde se presenta el diagrama triangular Rb-Sr-Ba de Tarney y Jones (1994), utilizado por estos autores para clasificar a los distintos cuerpos como granitos de Alto Ba-Sr o Bajo Ba-Sr. En este diagrama la porción sur de la facies biotítica de grano grueso, la facies hornblendo-biotítica y el granito Arroyo Mangacha son clasificados como granitos de Alto Ba-Sr. Por otro lado, la porción norte de la facies biotítica de grano grueso, y la facies Leucogranítica son clasificados como granitos de Bajo Ba-Sr.

El contenido de los elementos tierras raras (ETR) para todos los cuerpos recorre un amplio rango, variando entre 320,91 ppm y 23,67 ppm. El fraccionamiento de los ETR también muestra variaciones dentro de los cuerpos ([Tabla 4](#)). Tanto la porción Sur de la facies biotítica de grano grueso como la facies hornblendo-biotítica, el granito Arroyo Mangacha y los diques que recortan el Complejo Polanco muestran un fraccionamiento de ETR de elevado a moderado ([Tabla 4](#) y [Figura 8](#)). Por otro lado, la porción Norte de la facies biotítica de grano grueso y la facies de leucogranitos, muestran un fraccionamiento de ETR de moderado a leve ([Tabla 4](#) y [Figura 8](#)).



| <b>Muestra</b>                 | <b>PG-001</b> | <b>PG-002</b> | <b>PG-003</b> | <b>PG-004</b> | <b>PG-007</b> | <b>PG-008</b> | <b>PG-009</b> | <b>PG-010</b> |
|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>X (m Este)</b>              | 661811,15     | 669410,92     | 663176,64     | 661618,85     | 657855,52     | 668641,00     | 657794,66     | 672081,21     |
| <b>Y (m Sur)</b>               | 6243704,59    | 6243975,54    | 6244100,26    | 6249457,64    | 6243990,03    | 6244734,98    | 6244191,33    | 6234856,04    |
| <b>Mayores (%wt)</b>           |               |               |               |               |               |               |               |               |
| SiO <sub>2</sub>               | 64,95         | 72,24         | 62,39         | 76,32         | 76,33         | 64,29         | 73,81         | 68,02         |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 14,56         | 15,16         | 15,28         | 12,83         | 12,58         | 15,73         | 14,14         | 15,42         |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 4,31          | 0,85          | 5,39          | 0,69          | 1,09          | 4,46          | 0,89          | 2,84          |
| MgO                            | 2,34          | 0,09          | 2,80          | <0,01         | 0,03          | 1,82          | 0,09          | 1,17          |
| CaO                            | 3,16          | 0,82          | 3,93          | 0,28          | 0,40          | 3,40          | 0,61          | 1,79          |
| Na <sub>2</sub> O              | 3,44          | 4,39          | 3,52          | 4,04          | 3,53          | 3,83          | 3,56          | 3,75          |
| K <sub>2</sub> O               | 4,17          | 5,06          | 4,18          | 4,72          | 4,87          | 4,05          | 5,78          | 4,43          |
| TiO <sub>2</sub>               | 0,53          | 0,12          | 0,66          | 0,03          | 0,06          | 0,60          | 0,09          | 0,41          |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,28          | 0,01          | 0,36          | <0,01         | <0,01         | 0,27          | 0,02          | 0,18          |
| MnO                            | 0,07          | 0,01          | 0,08          | <0,01         | 0,01          | 0,07          | 0,01          | 0,02          |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,01          | <0,002        | 0,01          | <0,002        | <0,002        | 0,01          | 0,00          | 0,00          |
| Sc                             | 10,00         | 1,00          | 12,00         | <1            | 1,00          | 8,00          | 1,00          | 5,00          |
| LOI                            | 1,80          | 0,90          | 1,00          | 0,90          | 0,90          | 1,00          | 0,80          | 1,60          |
| Total                          | 99,64         | 99,66         | 99,59         | 99,86         | 99,81         | 99,57         | 99,81         | 99,61         |
| <b>Trazas (ppm)</b>            |               |               |               |               |               |               |               |               |
| Ba                             | 1226,00       | 1418,00       | 1196,00       | 84,00         | 85,00         | 1342,00       | 594,00        | 1504,00       |
| Be                             | 2,00          | <1            | 6,00          | 2,00          | 2,00          | 4,00          | 5,00          | 1,00          |
| Co                             | 46,40         | 69,20         | 58,70         | 66,30         | 101,10        | 76,60         | 69,30         | 59,20         |
| Cs                             | 1,70          | 1,30          | 1,90          | 1,60          | 1,50          | 1,80          | 1,10          | 1,40          |
| Ga                             | 17,80         | 25,90         | 20,00         | 23,70         | 25,10         | 20,10         | 22,20         | 19,80         |
| Hf                             | 4,70          | 2,90          | 5,90          | 5,50          | 5,60          | 5,70          | 3,80          | 5,60          |
| Nb                             | 10,00         | 3,40          | 11,30         | 74,10         | 78,50         | 15,30         | 14,50         | 10,70         |
| Rb                             | 104,30        | 125,70        | 115,60        | 229,20        | 275,70        | 115,80        | 243,20        | 110,90        |
| Sn                             | 2,00          | 2,00          | 2,00          | 4,00          | 3,00          | 2,00          | 2,00          | 2,00          |
| Sr                             | 703,90        | 482,80        | 767,00        | 64,70         | 24,80         | 843,30        | 125,30        | 664,60        |
| Ta                             | 0,80          | 0,40          | 0,70          | 6,60          | 3,40          | 1,20          | 1,10          | 1,10          |
| Th                             | 4,40          | 2,80          | 9,20          | 45,00         | 48,60         | 10,40         | 25,40         | 12,00         |
| U                              | 2,10          | 1,00          | 1,60          | 12,50         | 5,30          | 1,40          | 2,80          | 2,20          |
| V                              | 84,00         | 12,00         | 104,00        | 8,00          | <8            | 65,00         | 11,00         | 45,00         |
| W                              | 384,70        | 762,50        | 451,50        | 654,10        | 868,20        | 576,70        | 591,20        | 517,30        |
| Zr                             | 169,30        | 83,70         | 221,60        | 84,90         | 126,00        | 224,90        | 116,10        | 206,50        |
| Y                              | 18,00         | 2,90          | 18,60         | 49,10         | 67,80         | 16,90         | 17,20         | 13,30         |
| La                             | 25,40         | 20,40         | 49,40         | 4,40          | 16,80         | 63,00         | 22,30         | 64,40         |
| Ce                             | 53,50         | 31,60         | 86,60         | 13,00         | 39,70         | 107,60        | 35,50         | 92,40         |
| Pr                             | 6,51          | 3,82          | 9,71          | 1,53          | 4,34          | 11,34         | 4,28          | 10,61         |
| Nd                             | 25,00         | 13,50         | 34,60         | 6,60          | 17,20         | 40,50         | 14,80         | 34,70         |
| Sm                             | 4,99          | 2,33          | 5,92          | 3,17          | 5,31          | 6,75          | 2,70          | 5,14          |
| Eu                             | 1,21          | 0,71          | 1,45          | 0,10          | 0,26          | 1,54          | 0,75          | 1,16          |
| Gd                             | 4,21          | 1,31          | 4,76          | 4,35          | 7,05          | 4,94          | 2,58          | 3,58          |
| Tb                             | 0,61          | 0,15          | 0,68          | 1,11          | 1,63          | 0,68          | 0,45          | 0,47          |
| Dy                             | 3,35          | 0,65          | 3,64          | 8,25          | 10,85         | 3,26          | 2,51          | 2,67          |
| Ho                             | 0,61          | 0,10          | 0,71          | 2,14          | 2,72          | 0,59          | 0,58          | 0,45          |
| Er                             | 1,95          | 0,26          | 1,83          | 7,54          | 8,54          | 1,49          | 1,78          | 1,36          |
| Tm                             | 0,25          | 0,03          | 0,28          | 1,25          | 1,27          | 0,24          | 0,29          | 0,18          |
| Yb                             | 1,73          | 0,28          | 1,68          | 8,70          | 7,56          | 1,50          | 2,05          | 1,31          |
| Lu                             | 0,26          | 0,03          | 0,27          | 1,30          | 1,05          | 0,21          | 0,34          | 0,19          |

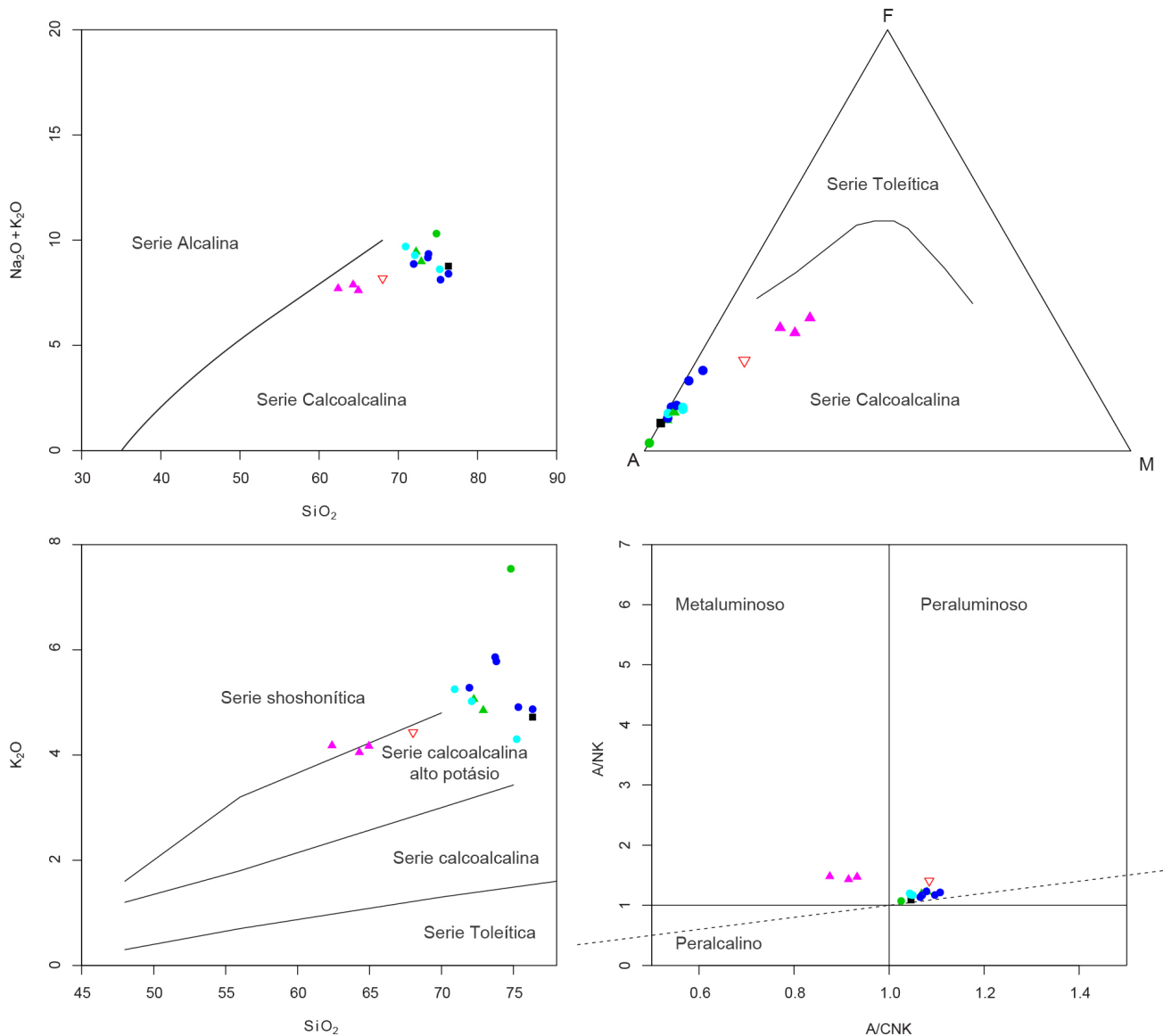
**TABLA 3.** Resultados de los análisis químicos de las muestras estudiadas  
**TABLE 3.** Results of chemical analyses of the studied samples



| Muestra                        | PG-012     | PG-013     | PG-017     | PG-018     | PG-019     | PG-020     | PG-022     | PG-023     |
|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>X (m Este)</b>              | 658781,68  | 667153,05  | 667146,03  | 665960,31  | 664036,37  | 666026,91  | 662614,79  | 667832,86  |
| <b>Y (m Sur)</b>               | 6242701,99 | 6240391,72 | 6246875,72 | 6252741,52 | 6249262,15 | 6249489,49 | 6242042,31 | 6238744,56 |
| <b>Mayores (%wt)</b>           |            |            |            |            |            |            |            |            |
| SiO <sub>2</sub>               | 74,81      | 75,22      | 72,90      | 75,33      | 73,72      | 71,94      | 72,09      | 70,91      |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 13,62      | 13,74      | 14,72      | 12,86      | 13,80      | 14,30      | 14,65      | 15,56      |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,22       | 0,94       | 1,03       | 1,11       | 2,06       | 2,40       | 1,23       | 1,22       |
| MgO                            | 0,01       | 0,04       | 0,15       | 0,11       | 0,09       | 0,28       | 0,29       | 0,33       |
| CaO                            | 0,31       | 0,74       | 0,87       | 0,56       | 0,44       | 0,91       | 0,87       | 1,06       |
| Na <sub>2</sub> O              | 2,77       | 4,31       | 4,13       | 3,21       | 3,31       | 3,58       | 4,26       | 4,44       |
| K <sub>2</sub> O               | 7,54       | 4,30       | 4,85       | 4,91       | 5,86       | 5,28       | 5,02       | 5,25       |
| TiO <sub>2</sub>               | 0,01       | 0,11       | 0,16       | 0,11       | 0,15       | 0,26       | 0,20       | 0,24       |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | <0,01      | <0,01      | 0,04       | 0,14       | 0,03       | 0,08       | 0,07       | 0,10       |
| MnO                            | <0,01      | <0,01      | 0,01       | 0,02       | 0,02       | 0,04       | <0,01      | <0,01      |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | <0,002     | <0,002     | <0,002     | <0,002     | <0,002     | <0,002     | <0,002     | 0,00       |
| Sc                             | <1         | <1         | 1,00       | 2,00       | 2,00       | 4,00       | 2,00       | 2,00       |
| LOI                            | 0,50       | 0,40       | 0,80       | 1,40       | 0,30       | 0,60       | 0,90       | 0,30       |
| Total                          | 99,78      | 99,79      | 99,66      | 99,76      | 99,79      | 99,69      | 99,57      | 99,43      |
| <b>Trazas (ppm)</b>            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| Ba                             | 758,00     | 382,00     | 1386,00    | 488,00     | 203,00     | 654,00     | 1758,00    | 2492,00    |
| Be                             | 5,00       | <1         | <1         | 6,00       | 7,00       | 10,00      | 1,00       | 2,00       |
| Co                             | 75,20      | 102,30     | 81,10      | 99,70      | 78,40      | 105,30     | 88,00      | 89,40      |
| Cs                             | 1,90       | 0,80       | 0,90       | 3,60       | 3,10       | 3,90       | 1,10       | 0,70       |
| Ga                             | 33,00      | 21,30      | 21,90      | 21,00      | 24,60      | 23,40      | 19,60      | 19,10      |
| Hf                             | 1,50       | 3,60       | 2,60       | 4,40       | 6,20       | 7,80       | 3,90       | 4,10       |
| Nb                             | 17,80      | 3,90       | 1,80       | 29,20      | 36,30      | 36,00      | 4,00       | 4,00       |
| Rb                             | 292,10     | 90,00      | 95,40      | 234,40     | 225,10     | 229,00     | 99,90      | 84,80      |
| Sn                             | 2,00       | 1,00       | <1         | 9,00       | 5,00       | 10,00      | 1,00       | 1,00       |
| Sr                             | 256,80     | 445,50     | 624,20     | 103,40     | 42,70      | 127,30     | 835,00     | 1299,90    |
| Ta                             | 3,80       | 0,40       | 0,20       | 3,80       | 3,20       | 4,20       | 0,50       | 0,30       |
| Th                             | 12,20      | 12,30      | 2,30       | 20,80      | 27,70      | 30,80      | 8,80       | 11,00      |
| U                              | 2,40       | 1,30       | 0,50       | 5,80       | 4,30       | 5,90       | 1,10       | 1,10       |
| V                              | <8         | 17,00      | 10,00      | <8         | <8         | 13,00      | 14,00      | 13,00      |
| W                              | 712,50     | 729,60     | 692,90     | 944,90     | 797,50     | 940,70     | 842,40     | 716,60     |
| Zr                             | 22,20      | 91,20      | 96,40      | 129,20     | 220,90     | 290,90     | 138,50     | 161,30     |
| Y                              | 13,60      | 3,00       | 3,50       | 27,70      | 41,90      | 47,50      | 4,30       | 3,90       |
| La                             | 10,40      | 6,60       | 21,00      | 33,00      | 42,90      | 73,70      | 17,70      | 36,90      |
| Ce                             | 17,80      | 14,90      | 39,10      | 69,60      | 159,80     | 136,10     | 33,80      | 62,10      |
| Pr                             | 2,38       | 1,11       | 3,66       | 7,18       | 10,92      | 15,83      | 3,93       | 7,18       |
| Nd                             | 8,00       | 4,40       | 12,40      | 25,20      | 37,40      | 52,80      | 14,60      | 26,80      |
| Sm                             | 1,67       | 0,91       | 1,78       | 4,22       | 7,67       | 9,39       | 2,24       | 3,58       |
| Eu                             | 0,43       | 0,32       | 0,76       | 0,63       | 0,54       | 1,15       | 0,57       | 1,00       |
| Gd                             | 1,63       | 0,85       | 1,18       | 3,92       | 7,53       | 8,17       | 1,76       | 3,05       |
| Tb                             | 0,33       | 0,11       | 0,13       | 0,66       | 1,29       | 1,33       | 0,19       | 0,25       |
| Dy                             | 2,27       | 0,59       | 0,59       | 4,00       | 8,50       | 8,08       | 0,98       | 0,79       |
| Ho                             | 0,58       | 0,10       | 0,10       | 0,92       | 1,70       | 1,73       | 0,12       | 0,10       |
| Er                             | 1,99       | 0,33       | 0,25       | 3,44       | 4,78       | 5,17       | 0,40       | 0,27       |
| Tm                             | 0,33       | 0,04       | 0,04       | 0,56       | 0,76       | 0,82       | 0,05       | 0,03       |
| Yb                             | 2,40       | 0,31       | 0,27       | 4,77       | 5,32       | 5,77       | 0,31       | 0,25       |
| Lu                             | 0,38       | 0,04       | 0,04       | 0,72       | 0,79       | 0,87       | 0,03       | 0,04       |

TABLA 3. Resultados de los análisis químicos de las muestras estudiadas

TABLE 3. Results of chemical analyses of the studied samples

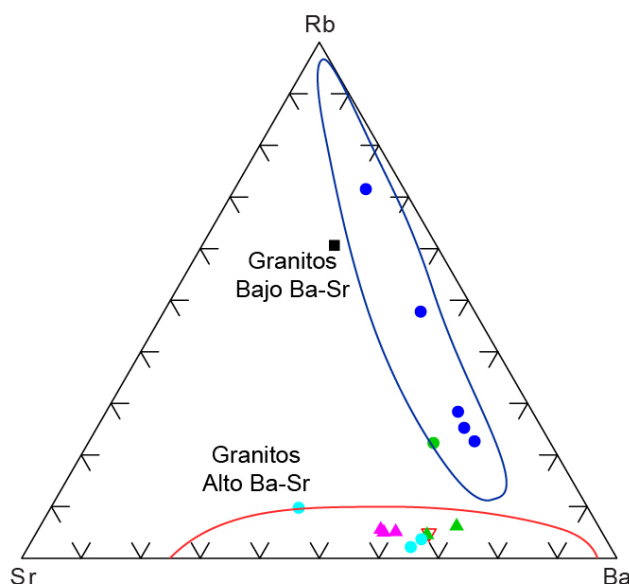


**FIGURA 6.** (A) Diagrama álcalis vs. sílice de Irvine y Baragar (1971). (B) Diagrama AFM de Irvine y Baragar (1971). (C) Diagrama SiO<sub>2</sub> vs. K<sub>2</sub>O de Peccerillo y Taylor (1976). (D) Diagrama A/CNK vs. A/NK de Shand (1943). ● Facies biotítica de grano grueso Norte; ● Facies biotítica de grano grueso Sur; ▲ Facies hornblendo biotítica; ■ Facies Leucogranítica, ▲ Granito Mangacha; ▲ Diques intrusivos en facies hornblendo biotítica ● Dique intrusivo en facies biotítica de grano grueso norte.

**FIGURE 6.** (A) Alkali vs. Silica from Irvine and Baragar (1971). (B) AFM diagram from Irvine and Baragar (1971). (C) Diagram SiO<sub>2</sub> vs. K<sub>2</sub>O by Peccerillo and Taylor (1976). (D) A / CNK vs. A / NK Shand's diagram (1943). ● Coarse-grained biotitic granite facies, northern sector; ● Coarse-grained biotitic granite facies; southern sector; ▲ Hornblende-biotite granite facies; ■ Leucogranite facies; ▲ Arroyo Mangacha Granite (*sensu* Gaucher *et al.*, 2014); ▲ Dykes cutting the Hornblende-biotite granite facies; ● Dyke cutting the coarse-grained biotitic granite facies.

Al realizar la clasificación tectónica a partir de los elementos traza propuesta por Pearce *et al.* (1995), se observa (Figura 9A) que las muestras se desplazan desde el campo de granitos de arco volcánico (VAG), granitos sin-colisionales (syn-COLG) y granitos de intraplaca (WPG), concentrándose sobre todo en el campo de granitos post-colisionales (post-COLG). Este comportamiento sugiere un aumento en la componente mantélica, reflejada en el aumento de Y y Nb.

A su vez, al utilizar el diagrama propuesto por Batchelor y Bowden (1985) y representado en la figura 9B, se observa que la mayoría de las muestras presentan un patrón de comportamiento lineal que recorre los campos de Post-Colisional *Up-lift*, Tardi-orogénicos, Sin-Colisional y Post-orogénico.



**FIGURA 7.** Diagrama ternario Sr-Rb-Ba de Tarney y Jones (1994). ● Facies biotítica de grano grueso Norte; ● Facies biotítica de grano grueso Sur; ▲ Facies hornblendo biotítica; ■ Facies Leucogranítica; ▲ Granito Mangacha; ▲ Diques intrusivos en facies hornblendo biotítica ● Dique intrusivo en facies biotítica de grano grueso norte.

**FIGURE 7.** Ternary diagram Sr-Rb-Ba from Tarney and Jones (1994). ● Coarse-grained biotitic granite facies, northern sector; ● Coarse-grained biotitic granite facies; southern sector; ▲ Hornblende-biotite granite facies; ■ Leucogranite facies; ▲ Arroyo Mangacha Granite (sensu Gaucher et al., 2014); ▲ Dykes cutting the Hornblende-biotite granite facies; ● Dyke cutting the Coarse-grained biotitic granite facies.

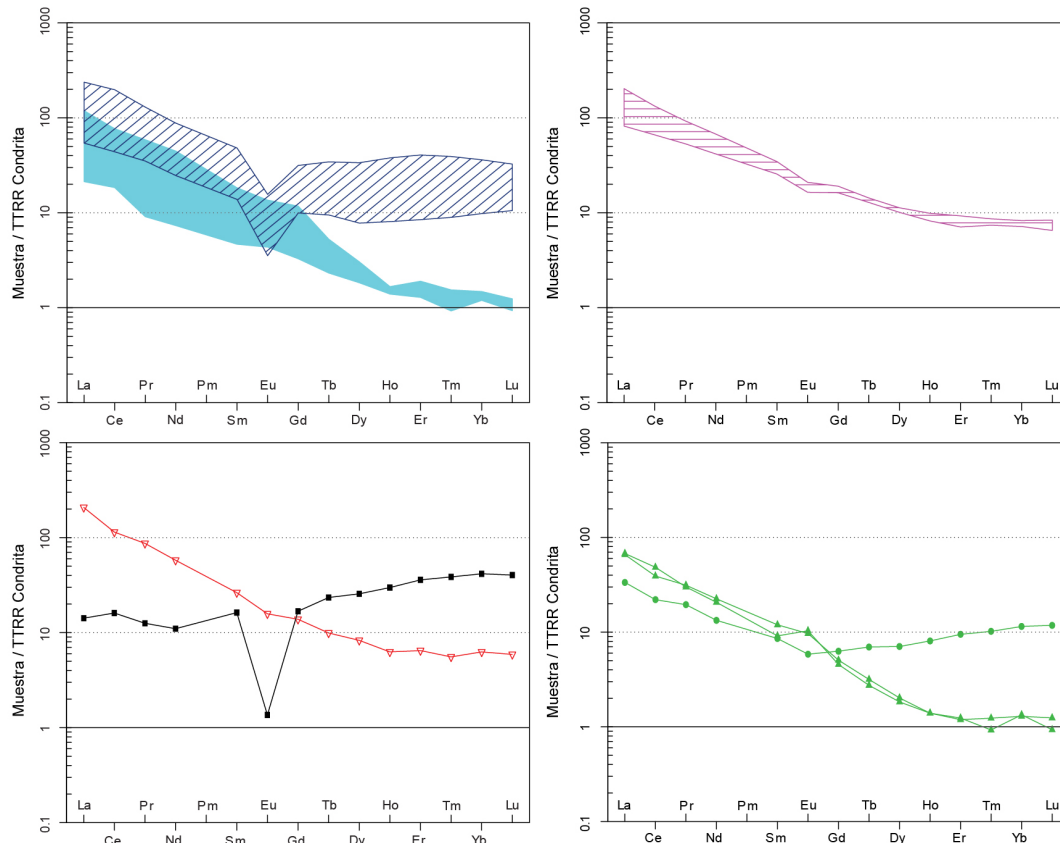
| Por cuerpo                                               |                                       | Suma ETR (ppm)                           | LaN/LuN                               | LaN/SmN                            | GdN/LuN                            | Eu/Eu*                             |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Complejo Polanco                                         | F. Biotítica gr. Grueso porción Norte | 90,91 – 320,91<br>( $\bar{x}$ : 196,96)  | 1,66 – 8,80<br>( $\bar{x}$ : 5,54)    | 1,99 – 5,19<br>( $\bar{x}$ : 4,11) | 0,68 – 1,19<br>( $\bar{x}$ : 0,96) | 0,13 – 0,87<br>( $\bar{x}$ : 0,42) |
|                                                          | F. Biotítica gr. Grueso porción Sur   | 30,61 – 142,32<br>( $\bar{x}$ : 83,21)   | 17,17 – 95,99<br>( $\bar{x}$ : 58,19) | 4,56 – 6,48<br>( $\bar{x}$ : 5,34) | 2,64 – 9,50<br>( $\bar{x}$ : 6,49) | 0,88 – 1,11<br>( $\bar{x}$ : 0,97) |
|                                                          | F. Hornblendo-biotítica               | 129,58 – 243,64<br>( $\bar{x}$ : 191,58) | 10,15 – 31,17<br>( $\bar{x}$ : 20,11) | 3,20 – 5,87<br>( $\bar{x}$ : 4,77) | 2,01 – 2,92<br>( $\bar{x}$ : 2,38) | 0,81 – 0,84<br>( $\bar{x}$ : 0,82) |
|                                                          | F. Leucogranítica                     | 63,44                                    | 0,3515                                | 0,8727                             | 0,4162                             | 0,08                               |
| Granito Arroyo Mangacha                                  |                                       | 218,62                                   | 35,2102                               | 7,8809                             | 2,3424                             | 0,83                               |
| Dique intrusivo en F. Hornblendo-biotítica               |                                       | 75,17 – 81,30<br>( $\bar{x}$ : 78,24)    | 54,63 – 70,76<br>( $\bar{x}$ : 62,70) | 5,51 – 7,42<br>( $\bar{x}$ : 6,46) | 3,68 – 5,44<br>( $\bar{x}$ : 4,56) | 1,24 – 1,60<br>( $\bar{x}$ : 1,42) |
| Dique intrusivo en F. Biotítica gr. Grueso porción Norte |                                       | 50,59                                    | 2,8432                                | 3,9194                             | 0,5331                             | 0,8                                |

**TABLA 4.** Caracterización de las muestras en base a ETR. Normalizado a Boynton et al. (1984)

**TABLE 4.** Characterization of the samples based on REE. Normalized to Boynton et al. (1984)

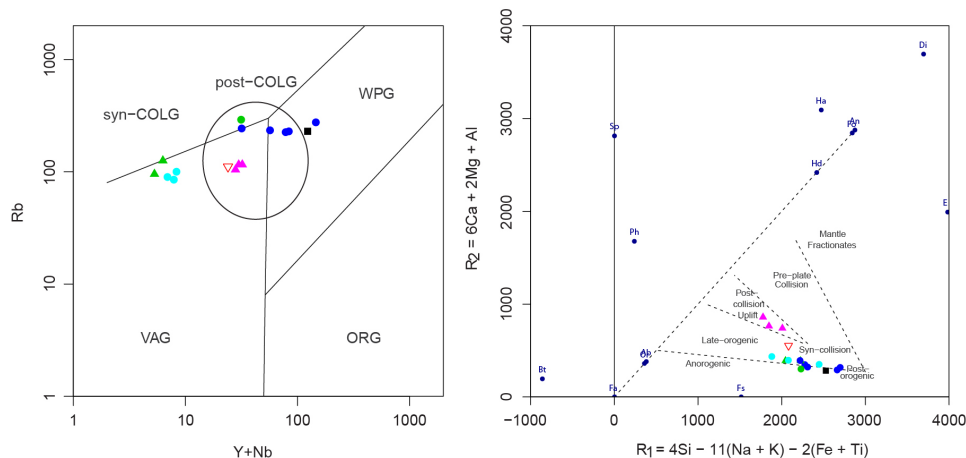
## DISCUSIÓN

De la población de cuerpos analizados, se hace evidente que existen similitudes y contrastes importantes, tanto mineralógicos como geoquímicos. Incluso son notorias algunas diferencias entre las facies que integran el Complejo.



**FIGURA 8.** Diagrama de ETR tipo spider normalizado a condrita (Boynton, 1984). (A) Facies Granito Biotítico: Norte rayado azul, Sur relleno celeste), (B) Facies hornblendo-biotítica, (C) Facies Leucogranítica y Granito Arroyo Mangacha, (D) Diques intrusivos en el Complejo Polanco.

**FIGURE 8.** TREE Spider-type diagram normalized to chondrite (Boynton, 1984). (A) Biotitic Granite Facies (North and South), (B) Hornblende-biotitic Facies, (C) Leucogranitic Facies and Arroyo Mangacha Granite, (D) Intrusive dykes in the Polanco Complex.



**FIGURA 9.** A) Diagrama de discriminación tectónica, Pearce (1995). B) Diagrama R1-R2 de Batchelor y Bowden (1985).  
 • Facies biotítica de grano grueso Norte; • Facies biotítica de grano grueso Sur; ▲ Facies hornblendo biotítica; ■ Facies Leucogranítica, ▲ Granito Mangacha; ▲ Diques intrusivos en facies hornblendo biotítica • Dique intrusivo en facies biotítica de grano grueso norte.

**FIGURE 9.** A) Tectonic discrimination diagram, Pearce (1995). B) R1-R2 diagram of Batchelor and Bowden (1985).

• Coarse-grained biotitic granite facies, northern sector; • Coarse-grained biotitic granite facies; southern sector; ▲ Hornblende-biotite granite facies; ■ Leucogranite facies; ▲ Arroyo Mangacha Granite (sensu Gaucher et al., 2014); ▲ Dykes cutting the Hornblende-biotite granite facies; • Dyke cutting the Coarse-grained biotitic granite facies.

El Complejo Polanco está compuesto por granitos biotíticos de grano grueso (desde equigranulares hasta porfíricos), granitos hornblendo-biotíticos y leucogranitos. Las diferencias petrográficas, tanto a nivel de texturas como mineralogía, principalmente en las fases accesorias, y las diferencias litogeoquímicas encontradas en la facies de granitos biotíticos de grano grueso, entre la porción norte y sur ([Figura 2](#)), permite inferir que se trata de cuerpos distintos, y no una única facies.

La geoquímica de elementos mayores en general muestra cierta concordancia entre los diferentes cuerpos graníticos. Todos pertenecen a la serie calco-alcalina de alto potasio a shoshonítica, caracterizándose como rocas peraluminosas, a excepción de la facies hornblendo-biotítica que es clasificada como metaluminosa. Se clasifica a la facies biotítica de grano grueso, la facies de leucogranito y los diques intrusivos como sienogranitos/granitos-alcalfeldespáticos, mientras que a la facies hornblendo-biotítica se la clasifica como monzogranitos/granodioritas. El granito Arroyo Mangacha es clasificado como monzogranito.

Los elementos traza también muestran algunas características similares entre todos los cuerpos: Las relaciones LILE/HFSE positivas de elevadas a intermedias ([Figura 10](#)), con patrones de alto/medio fraccionamiento de ETR ([Figura 8](#)), mostrando anomalías negativas para el Nb, Ta y Ti, son características comunes a todas las muestras, y son características que se consideran como firma típica de rocas asociadas a márgenes continentales activos (Brown, 1982; Brown *et al.*, 1984; Pearce *et al.*, 1984; Sun y McDonough, 1989).

En cuanto a las anomalías de Eu, se puede observar una primera diferencia entre los cuerpos. En los fundidos graníticos, la presencia de una anomalía negativa de Eu evidencia segregación de plagioclasa durante el proceso de cristalización, o que su fuente contenía gran cantidad de feldespato-K (Cullers y Graf, 1984). Este parece ser el caso de la porción Norte de la facies biotítica de grano grueso y la facies leucogranítica, donde se observa una anomalía pronunciada de Eu, remarcando que estos procesos debieron jugar un rol importante. Mientras que en las facies hornblendo-biotítica, el granito Arroyo Mangacha y la porción Sur de la facies biotítica de grano grueso estos procesos no fueron importantes, si existieron.

Green (1980) propone que las series magmáticas relacionadas a la convergencia de placas muestran valores altos en  $K_2O$  y  $Al_2O_3$  y valores bajos de  $TiO_2$ , estas características son semejantes a las de los granitos estudiados, los cuales presentan valores promedio de  $K_2O$  entre 4,13% y 6,67%, valores de  $Al_2O_3$  entre 12,58% y



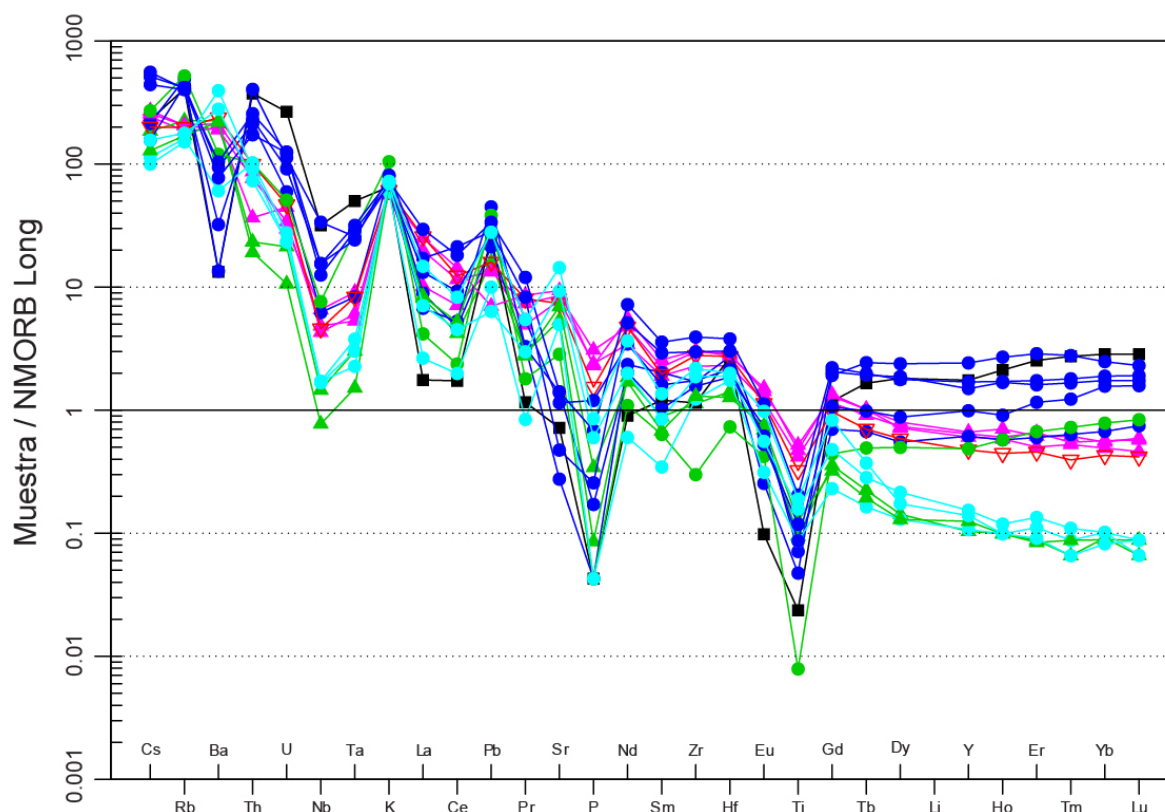


FIGURA 10. Diagrama multielemento extendido normalizado-NMORB (Sun y McDonough, 1989). ● Facies biotítica de grano grueso Norte; ● Facies biotítica de grano grueso Sur; ▲ Facies hornblendo biotítica; ■ Facies Leucogranítica, ▲ Granito Mangacha; ▲ Diques intrusivos en facies hornblendo biotítica ● Dique intrusivo en facies biotítica de grano grueso norte.

FIGURE 10. NMORB-normalized extended multi-element diagram (Sun and McDonough, 1989). ● Coarse-grained biotitic granite facies, northern sector; ● Coarse-grained biotitic granite facies; southern sector; ▲ Hornblende-biotite granite facies; ■ Leucogranite facies; ▲ Arroyo Mangacha Granite (*sensu* Gaucher *et al.*, 2014); ▲ Dykes cutting the Hornblende-biotite granite facies; ● Dyke cutting the Coarse-grained biotitic granite facies.

16,49% y bajos valores de  $\text{TiO}_2$ , que se encuentran entre 0,01% y 0,66%. Siguiendo a Pearce (1995) y Batchelor y Bowden (1985), el ambiente tectónico de generación de estos cuerpos graníticos sería un ambiente orogénico de post-colisión (mayoritariamente las muestras grafican este campo – [Figura 9A](#)), aunque parecen recorrer un amplio rango dentro del régimen colisional orogénico (Figura 9B). Según Liégeois (1998), la serie calco-alcalina de alto K es particularmente abundante en el periodo post-colisional, y el magmatismo alcalino también se ve privilegiado en ambientes post-colisionales, post-orogénicos como anorogénicos. Las variaciones en la composición de los granitoides post-colisionales se relacionan directamente al hecho de que la composición química de este tipo de granitos se debe a las proporciones relativas de manto y corteza, y a la historia de enriquecimiento del manto involucrado (Pearce *et al.*, 1984).

De acuerdo a Cullers y Graf (1984), rocas que muestran un fuerte patrón de fraccionamiento de ETR pueden

haberse formado producto de la fusión de corteza profunda con presencia de granate y anfíbol residual en la roca fuente. Asimismo, Chappell *et al.* (2012) sugieren que las rocas con fuertes evidencias de fusión parcial en presencia de granate residual, como las adakitas asociadas a subducción, tonalitas arqueanas y trondhjemitas, típicamente tienen relaciones Sr/Y mayores a 40, generalmente  $40 < \text{Sr/Y} < 400$ . En contraste, los granitos que no muestran un patrón de ETR pesadas que indiquen fusión parcial con presencia de granate residual, poseen relaciones bajas de Sr/Y, menores de 30 (Moyen, 2009). Para los cuerpos estudiados, la fuerte relación ETR livianas/pesadas indicaría que la fuente de todos ellos son productos provenientes de la fusión de corteza profunda (Cullers y Graf, 1984). Los valores de Sr/Y (Tabla 5) y la relación ETR livianas/pesadas indicarían en particular que en la porción sur de la facies biotítica de grano grueso, la facies hornblendo-biotítica y el granito Arroyo Mangacha, la fusión habría ocurrido en la presencia de granate y/o anfíbol residual en la roca fuente (Cullers y Graf, 1984; Moyen, 2009; Chappell *et al.*, 2012). Esto último no habría ocurrido para las demás facies estudiadas. La información que aportan los elementos traza concuerda con lo obtenido por Lara *et al.*, (2017, 2020) para los cuerpos en el sur del CDF, y por Fort (2020) para el sector centro-norte del CDF, cuyos datos isotópicos muestran valores de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{\text{inicial}}$  en promedio de 0,708352, y  $\epsilon\text{Nd}$  entre -14,1 a -20,2 en el sur y valores  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{\text{inicial}}$  en promedio 0,71089 y valores  $\epsilon\text{Nd}$  entre -16,83 a -18,44 para el sector centro-norte, indicando una importante componente cortical profunda y el reciclaje de materiales paleoproterozoicos a arqueanos tardíos en la fuente de estos cuerpos.

|                         | Facies                                | Sr/Y                           |
|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| Complejo Polanco        | F. Biotítica gr. Grueso porción Norte | 0,37 - 7,28 (prom: 3,02)       |
|                         | F. Biotítica gr. Grueso porción Sur   | 148,50 – 333,30 (prom: 225,33) |
|                         | F. Hornblendo-biotítica               | 39,11 – 49,90 (prom: 43,41)    |
|                         | F. Leucogranítica                     | 1,32                           |
| Granito Arroyo Mangacha |                                       | 49,97                          |

**TABLA 5.** Relación Sr/Y de los cuerpos analizados.

TABLE 5. Sr / Y ratio of the analyzed bodies.

## CONCLUSIONES

Se analizaron en este trabajo cuerpos graníticos pertenecientes a la magmatogénesis brasiliana, agrupados bajo la denominación de Complejo Polanco (Preciozzi *et al.*, 1981) y Granito Arroyo Mangacha (Gaucher *et al.*, 2008).

El Complejo Polanco se encuentra compuesto por cuatro facies, con diferencias tanto mineralógicas, texturales como geoquímicas. Una facies de granitos hornblendo-biotíticos, una facies de granitos biotíticos de grano grueso que puede subdividirse en una porción sur y otra norte, una facies de leucogranitos de grano medio y diques intrusivos en todo el complejo. La facies menos evolucionada del complejo es la de granitos hornblendo-biotíticos y las facies más evolucionadas son las de leucogranitos y los diques.

La facies biotítica de grano grueso, la facies de Leucogranito y los diques intrusivos son clasificados como sienogranitos/granitos alcalifeldespáticos. La facies hornblendo-biotítica se la clasifica como monzogranito/granodiorita. El Granito Arroyo Mangacha es clasificado como un Monzogranito.

En términos generales, se trata de un magmatismo calco-alcalino de alto K a shoshonítico, con una predominancia de rocas peraluminosas, a excepción de la facies hornblendo-biotítica que se caracteriza como metaluminosa. La porción sur de la facies biotítica de grano grueso, la facies hornblendo-biotítica y el granito Arroyo Mangacha son clasificados como granitos de alto Ba-Sr, mientras que, la porción norte de la facies biotítica de grano grueso, y la facies Leucogranítica son clasificados como granitos de bajo Ba-Sr.

En este trabajo se puede establecer que los cuerpos estudiados resultan de la fusión de corteza profunda. Se propone que existió una participación menor de rocas máficas profundas en la fusión parcial, además de las rocas corticales. Esto queda particularmente claro para la porción sur de la facies biotítica de grano grueso, para la facies hornblendo-biotítica y el granito Arroyo Mangacha,

El ambiente tectónico de generación de los cuerpos graníticos del Complejo Polanco sería un ambiente orogénico de post-colisión, aunque pueden recorrer un amplio rango dentro del período orogénico (tardi-orogénicos a post-orogénicos) asociado a la magmatogénesis Brasiliana.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barragán, R., Campos-Madrigal, E., Ferrusquía-Villafranca, I., López-Palomino, I., y Tolson, G., 2010. Código estratigráfico norteamericano. Universidad National Autonomo de Mexico. pp 64.

- Basei, M. A. S., Siga, J. O., Masquelin, H., Harara, O. M., Reis-Neto, J. M., y Preciozzi, F., 2000. The Dom Feliciano Belt (Brazil-Uruguay) and its foreland (Rio de la Plata Craton): Framework, tectonic evolution and correlations with similar terranes of Southwestern Africa. 311–334.
- Basei, M. A. S., Frimmel, H. E., Nutman, A. P., y Preciozzi, F., 2008. West Gondwana amalgamation based on detrital zircon ages from Neoproterozoic Ribeira and Dom Feliciano belts of South America and comparison with coeval sequences from SW Africa. Geological Society Special Publication, 294, 239–256. <https://doi.org/10.1144/SP294.13>.
- Basei, M. A. S., Sánchez Bettucci, L., Peel, E., y Muzio, R., 2013. Geocronología U-Pb LA-ICP-MS en circones del Complejo Granítico Santa Teresa, Terreno Punta del Este. VII Congreso Uruguayo de Geología, 30–31. Montevideo: Proceedings.
- Batchelor, R. A., y Bowden, P., 1985. Petrogenetic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters. Chemical Geology, 48(1–4), 43–55. [https://doi.org/10.1016/0009-2541\(85\)90034-8](https://doi.org/10.1016/0009-2541(85)90034-8).
- Bitencourt, M. de F., y Nardi, L. V. S., 2000. Tectonic Setting and Sources of Magmatism Related To the Southern Brazilian Shear Belt. Revista Brasileira de Geociências, 30(1), 186–189. <https://doi.org/10.25249/0375-7536.2000301186189>.
- Boynton, W. V., 1984. Cosmochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. In Developments in geochemistry (Vol. 2, pp. 63–114). Elsevier.
- Bossi J., Ferrando, L., Fernández, A., Elizalde, G., Morales, H., Ledesma, J., Carballo, E., Medina, E., Ford, I. y Montaña, J., 1975. Carta Geológica del Uruguay a escala 1:1.000.000. Edición de los autores, Montevideo, Uruguay.
- Bossi, J., Ferrando, L., Montaña, J., Morales, H., Campal, N., Gancio, F., Piñeiro, D., Schipilov, A., y Sprechmann, P., 1998. Carta Geológica del Uruguay a escala 1:500.000. Geoeditores. Montevideo.
- Brown, G. C., 1982. Calc-alkaline intrusive rocks: Their diversity evolution, and realtion to volcanic arcs (R. S. Thorpe, Ed.). John Wiley y Sons.
- Brown, G. C., Thorpe, R. S., y Webb, P. C., 1984. The geochemical characteristics of granitoids in contrasting arcs and comments on magma sources. Journal of the Geological Society, 141, 413–426. <https://doi.org/10.1144/gsjgs.141.3.0413>.
- Chappell, B. W., Bryant, C. J., y Wyborn, D., 2012. Peraluminous I-type granites. Lithos, 153, 142–153. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2012.07.008>.
- Cullers, R. L., y Graf, J. L., 1984. Rare earth elements in igneous rocks of the continental crust: intermediate and silicic rocks. In P. Henderson (Ed.), Rare Earth Element Geochemistry, Vol Development in Geochemistry. (pp. 237–274). New York: Elsevier.

- Enrique, P., 2018. Clasificación normativa de las rocas plutónicas saturadas y sobresaturadas en sílice basada en la clasificación modal QAP: El diagrama 2Q - ( or + ab ) - 4an. GEOGACETA, (63), pp. 95–98.
- Ferrando, L., y Fernández, A., 1971. Esquema tectónico cronoestratigráfico del predevoniano en Uruguay. Anales XXV Congreso Brasileiro de Geología, v. 1, pp. 199-210.
- Fort, S., y Peel, E., 2019. Caracterización Petrográfica y Geoquímica de los granitos Guazunambí, Policlínica y Yermal, NE de Uruguay DE URUGUAY. Revista Sociedad Uruguaya de Geología, 22, 1–26. <https://doi.org/2730-485X>.
- Fort, S. 2020. Petrografía, geoquímica e isotopía del magmatismo neoproterozoico del centro-noreste de Uruguay, Tesis de Maestría, UdelAR – Facultad de Ciencias, PEDECIBA Geociencias. Uruguay, pp154.
- Fragoso Cesar, A. R. S., 1980. O Cráton do rio de La Plata e o Cinturão Dom Feliciano no Escudo Uruguaio – sul – riograndense. XXXI Congresso Brasileiro de Geologia, (5), 2879–2892.
- Gaucher, C., Sial, A. N., Blanco, G., y Sprechmann, P., 2004. Chemostratigraphy of the lower Arroyo del soldado group (Vendian, Uruguay) and palaeoclimatic implications. Gondwana Research, 7(3), 715–730. [https://doi.org/10.1016/S1342-937X\(05\)71058-3](https://doi.org/10.1016/S1342-937X(05)71058-3).
- Gaucher, C., Finney, S. C., Poiré, D. G., Valencia, V. A., Grove, M., Blanco, G., Peral, L. G., 2008. Detrital zircon ages of Neoproterozoic sedimentary successions in Uruguay and Argentina: Insights into the geological evolution of the Río de la Plata Craton. Precambrian Research, 167(1–2), 150–170. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2008.07.006>.
- Gaucher, C., Sial, A., Frei, R., Ferreira, V., Frei, D., Bossi, J., y Cabrera, J., 2014. Magmatismo anorogénico ediacárico. En: Bossi, J., y Gaucher, C. (eds), Geología del Uruguay - Tomo I: Predevónico, Montevideo, Uruguay, pp. 283- 298.
- Green, T. H., 1980. Island arc and continent-building magmatism - A review of petrogenic models based on experimental petrology and geochemistry. Tectonophysics, 63(1–4), 367–385. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(80\)90121-3](https://doi.org/10.1016/0040-1951(80)90121-3).
- Hartmann, L., Campal, N., Santos, J., McNaughton, N., Bossi, J., Schipilov, A., Lafon, J., 2001. Archean crust in the Río de la Plata Craton, Uruguay–SHRIMP U-Pb zircon reconnaissance geochronology. Journal South American Earth Sciences, v. 14, pp. 557–570.
- Hueck, M., Oyhantçabal, P., Philipp, R. P., Basei, M. A. S., y Siegesmund, S., 2018. The Dom Feliciano Belt in Southern Brazil and Uruguay. In S. Siegesmund, M. A. S. Basei, P. Oyhantçabal, y S. Oriolo (Eds.), Geology of Southwest Gondwana (pp. 267–302). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-68920-3\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-68920-3_11).
- Hutchison, C. S., 1974. Laboratory handbook of petrographic techniques. New York: John Wiley y Sons.
- Hutchison, C. S., 1975. The norm, its variations, their calculation and relationships. Schweiz Mineral Petrogr Mitt, (55), 243–256.



- Irvine, T. N., y Baragar, W. R. A., 1971. A Guide to the Chemical Classification of the Common Volcanic Rocks. Canadian Journal of Earth Sciences, 8, 523–548. <https://doi.org/10.1139/e71-055>.
- Janoušek, V., Farrow, C. M., y Erban, V., 2006. Interpretation of whole-rock geochemical data in igneous geochemistry: Introducing Geochemical Data Toolkit (GCDkit). Journal of Petrology, 47(6), 1255–1259. [https://doi.org/10.1093/](https://doi.org/10.1093/petrology/egl013)
- Lara, P., Oyhançabal, P., y Dadd, K., 2017. Post-collisional, Late Neoproterozoic, high-Ba-Sr granitic magmatism from the Dom Feliciano Belt and its cratonic foreland, Uruguay: Petrography, geochemistry, geochronology, and tectonic implications. LITHOS, 277, 178–198. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2016.11.026>.
- Lara, P., Oyhançabal, P., y Belousova, E., 2020. Two distinct crustal sources for Late Neoproterozoic granitic magmatism across the Sierra Ballena Shear Zone, Dom Feliciano Belt, Uruguay: Whole-rock geochemistry, zircon geochronology and Sr-Nd-Hf isotope evidence. Precambrian Research, 341, 105625.
- Liégeois, J., 1998. Preface - Some words on the post-collisional magmatism. Lithos, v. 45, pp. 15-17.
- MacMillan, J., 1932. Observaciones geológicas en la parte Norte del Departamento de Lavalleja. Boletín del Instituto de geología y perforaciones, v. 16, pp. 12-37.
- MacMillan, J., 1933. Terrenos Precámbricos del Uruguay (Carta geológica a escala 1/50,000). Boletín del Instituto de geología y perforaciones, v. 18.
- Masquelin, H., Silva, H., Sánchez Bettucci, L., Núñez-Demarco, P., Pascual, S., Muzio, R., Peel, E., Scaglia, F., 2017. Lithologies, structure and basement-cover relationships in the schist belt of the Dom Feliciano Belt in Uruguay. Brazilian Journal of Geology, (March), 21–42. <https://doi.org/10.1590/2317>.
- Moyen, J. F., 2009. High Sr/Y and La/Yb ratios: The meaning of the “adakitic signature.” Lithos, 112(3–4), 556–574. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2009.04.001>.
- North American Commission on Stratigraphic Nomenclature, 2013. North American Stratigraphic Code. The American Association of Petroleum Geologist Bulletin, v. 89 (11), pp. 1547-1591.
- Oyhançabal, P., 2005. The Sierra Ballena shear zone: kinematics, timing and its significance for the geotectonic evolution of southeast Uruguay. Georg-August-Universität Göttingen.
- Oyhançabal, P., Siegesmund, S., Wemmer, K., Frei, R., y Layer, P., 2007. Post-collisional transition from calc-alkaline to alkaline magmatism during transcurrent deformation in the southernmost Dom Feliciano Belt (Braziliano-Pan-African, Uruguay). Lithos, 98(1–4), 141–159. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2007.03.001>.
- Oyhançabal, P., Siegesmund, S., Wemmer, K., Presnyakov, S., y Layer, P., 2009. Geochronological constraints on the

- evolution of the southern Dom Feliciano Belt (Uruguay). *Journal of the Geological Society*, 166(6), 1075–1084. <https://doi.org/10.1144/0016-76492008-122>.
- Oyhantçabal, P., Wagner-Eimer, M., Wemmer, K., Schulz, B., Frei, R., Siegesmund, S., 2012. Paleo and Neoproterozoic magmatic and tectonometamorphic evolution of the Isla Cristalina de Rivera (Nico Pérez Terrane, Uruguay). *International Journal of Earth Sciences* 101, 1745–1762. <https://doi.org/10.1007/s00531-012-0757-4>
- Passarelli, C. R., Basei, M. A. S., Wemmer, K., Siga, O., y Oyhantçabal, P., 2011. Major shear zones of southern Brazil and Uruguay: Escape tectonics in the eastern border of Rio de La plata and Paranapanema cratons during the Western Gondwana amalgamation. *International Journal of Earth Sciences*, 100(2), 391–414. <https://doi.org/10.1007/s00531-010-0594-2>.
- Pearce, J. A., 1995. Sources and Settings of Granitic Rocks. 19, 120–125.
- Pearce, J. A., Harris, N. B. W., y Tindle, A. G., 1984. Trace element distribution diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology*, 25(4), 956–983. <https://doi.org/10.1093/petrology/25.4.956>.
- Peccerillo, A., y Taylor, S. R., 1976. Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Katamonu area, northern Turkey. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 58, 63–81.
- Pecoits, E., Aubet, N., Oyhantçabal, P., y Sánchez Bettucci, L., 2004. Estratigrafía de sucesiones sedimentarias y volcano-sedimentarias Neoproterozoicas del Uruguay. *Revista Sociedad Uruguaya de Geología*, 11, 18–27.
- Pertille, J., Hartmann, L. A., Philipp, R. P., Petry, T. S., y de Carvalho Lana, C., 2015. Origin of the Ediacaran Porongos Group, Dom Feliciano Belt, southern Brazilian Shield, with emphasis on whole rock and detrital zircon geochemistry and U–Pb, Lu–Hf isotopes. *Journal of South American Earth Sciences*, (64), 69–93.
- Philipp, R. P., Pimentel, M. M., y Chemale, F., 2016. Tectonic evolution of the Dom Feliciano Belt in Southern Brazil: Geological relationships and U-Pb geochronology. *Brazilian Journal of Geology*, 46(June), 83– 104. <https://doi.org/10.1590/2317-4889201620150016>.
- Philipp, R. P., Pimentel, M. M., y Basei, M. A. S., 2018. The Tectonic Evolution of the São Gabriel Terrane, Dom Feliciano Belt, Southern Brazil: The Closure of the Charrua Ocean. In S. Siegesmund, M. A. S. Basei, P. Oyhantçabal, y S. Oriolo (Eds.), *Geology of southwest Gondwana* (pp. 243–265). Springer.
- Preciozzi, F., Pena, S., y Arrighetti, R., 1981. Síntesis geológica de la región Pan de Azúcar – Polanco. Dirección Nacional de Minería y Geología (DINAMIGE) Uruguay.
- Sánchez Bettucci, L., Oyhantçabal, P., Page, S., y Ramos, V. A., 2003. Petrography and geochemistry of the Carapé Granitic Complex (Southeastern Uruguay). *Gondwana Research*, 6(1), 89–105. <https://doi.org/10.1016/S1342->

937X(05)70646-8.

- Sánchez Bettucci, L., Peel, E., y Masquelin, H., 2010. Neoproterozoic tectonic synthesis of Uruguay. *International Geology Review*, 52(1), 51–78. <https://doi.org/10.1080/00206810903358095>.
- Shand, S. J., 1943. *Eruptive Rocks*. John Wiley and Sons. 444.
- Siivola, J., & Schmid, R., 2007. List of Mineral abbreviations. IUGS Subcommittee on the Systematics of Metamorphic Rocks, 1–14.
- Spoturno, J., Oyhançabal, P., Faraone, M., Loureiro, J., Pascale, A., Martino, N., y Techera, J., 2019. Mapa geológico del Departamento de Lavalleja escala 1:100.000. Montevideo: Facultad de Ciencias (UdelaR)–Dirección Nacional de Minería y Geología (MIEM).
- Steiger, R., y Jäger, E., 1977. Subcommittee on geochronology: Convention on the use of decay constants in geo- and cosmochemistry. *Earth and Planetary Science Letters*, v. 36(3), pp. 359-362.
- Streckeisen, A., 1976. To each plutonic rock its proper name. *Earth Science Reviews*, 12(1), 1–33. [https://doi.org/10.1016/0012-8252\(76\)90052-0](https://doi.org/10.1016/0012-8252(76)90052-0).
- Streckeisen, A., Le Maitre, R.W., 1979. A chemical approximation to the modal QAPF classification of the igneous rocks. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen*. 169–206.
- Sun, S. S., y McDonough, W. F., 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: Implications for mantle composition and processes. *Geological Society Special Publication*, 42(1), 313–345. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1989.042.01.19>.
- Tarney, J., y Jones, C. E., 1994. Trace element geochemistry of orogenic igneous rocks and crustal growth models. *Journal of the Geological Society*, 151(5), 855–868. <https://doi.org/10.1144/gsjgs.151.5.0855>.
- Teixeira, A. L., Gaucher, C., Paim, P. S. G., Fonseca, M. D., Parente, C. V., Silva Filho, W. D., y Almeida, A. D., 2004. Bacias do estágio da transição da Plataforma Sul-Americana. *Geologia Do Continente Sul- Americano: Evolução Da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. Beca Produções Culturais, São Paulo, 487–537.
- Umpierre, M., y Halpern, M., 1971. Edades Sr - Rb del Sur de la República Oriental del Uruguay. *Revista Asociación Geológica Argentina*. Buenos Aires, Argentina. v. 26, pp. 133-155.