

# **“MAPA GEOLÓGICO DE LA REGIÓN AL SUR DE LA CIUDAD DE MERCEDES Y CARACTERIZACIÓN LITOLÓGICA DE LA FORMACIÓN ASENCIO”**



Alumna: Anaclara Novo Buess

Tutor: Prof. Dr. Matias Soto

Co Tutora: Prof. MSc. Valeria Mesa

**Trabajo Final  
Licenciatura en Geología  
Año 2020**

## **Agradecimientos**

Agradezco inmensamente al Dr. Matias Soto todo su apoyo y paciencia que me tuvo durante esta última etapa de la carrera. Llevaré conmigo los valiosos conocimientos y enseñanzas que me brindó y especialmente aquellos momentos memorables y sumamente divertidos de cada salida de campo.

Agradezco profundamente a la MSc. Valeria Mesa por haberme guiado en este proceso de aprendizaje, por los preciados consejos y enseñanzas que me llevo de ella, y que me hicieron crecer tanto en lo académico como en lo personal. Y fundamentalmente por todos los caramelos que apaciguaron las horas de lectura.

Gracias a los dos por cada momento dedicado, por el cariño y el esfuerzo con el que me orientaron, y ante todo por haberme dado la oportunidad de compartir con ustedes esta etapa.

Agradezco a PRENADER por haberme brindado información perteneciente a los pozos utilizados en este trabajo.

Quiero agradecer también, a la profesora Rita Tofalo y al profesor Gerardo Veroslavsky por el apoyo y los conocimientos valiosos que me brindaron durante esta etapa.

Agradezco a mi familia y a mis amigos más cercanos, por acompañarme en el transcurso de este camino. Por el amor y la comprensión que siempre me demuestran.

Por último quiero agradecer a todos los amigos y compañeros que me obsequió la carrera; en especial a Vivi por haber compartido conmigo en esta etapa Cretácica.

## Resumen

A lo largo del tiempo se han suscitado muchas controversias relacionadas a los depósitos del Cretácico Superior, del sector oeste de la Cuenca Norte (también llamada Cuenca Litoral), en relación a su edad, linderos estratigráficos, paleoambientes representados y procesos epigenéticos. Con el objetivo de determinar la distribución espacial de la Formación Asencio y caracterizarla litológicamente, así como elaborar un mapa geológico en un área de 320 km<sup>2</sup> aproximadamente, ubicada al sur de la ciudad de Mercedes (departamento de Soriano, Uruguay), se realizó un conjunto de estudios estratigráficos, sedimentológicos y petrográficos. Se pretende aportar de esta forma al conocimiento sobre una de las unidades del Cretácico Superior (Formación Asencio) en sus áreas tipo. La Formación Asencio (Bossi 1966) comprende la mayor parte del área, extendiéndose al Centro y Este, entre cotas de 20 a 50 m. Se expresa como una sucesión de areniscas blanquecinas, finas a gruesas, cuarzosas, masivas (localmente con estratificación cruzada y horizontal), con espesores que oscilan entre los 10 y 20 m. Hacia el tope, exhibe un variable grado de ferrificación. Presenta una buena exposición (hasta 8 m de potencia) en canteras, donde se han descrito los siguientes litotipos: 1) Areniscas gruesas a muy finas, consolidadas, color rosado grisáceo (5R 8/2). 2) Idem, con motas rojizas dispersas de óxido de hierro, de tamaño y forma irregulares. 3) Idem, con abundantes concreciones de óxido de hierro de diámetro variable entre 2 mm a 60 mm, de color marrón rojizo moderado (10R 4/6), compuestas por clastos de cuarzo. Estos “seudoconglomerados” presentan localmente icnofósiles. 4) Areniscas gruesas a finas, cuarzosas, color marrón rojizo oscuro (10R 3/4), muy consolidadas, formando una coraza con textura vermiforme. En base al trabajo realizado, se puede concluir que, para el área de estudio, se puede reconocer en base a su referencias litológicas y estratigráficas, la Formación Asencio siguiendo los criterios propuestos por Bossi (1966), basados en las definiciones originales de Serra (1945) y Lambert (1939), a diferencia de propuestas que pretendían subsumir en forma parcial (Ford y Gancio 1988) o total (Goso y Perea 2004) a la Formación Asencio dentro de la Formación Mercedes. Asimismo, los litotipos que conforman la Formación Asencio evidencian la acción de sistemas fluviales, en cuyas planicies ocurrieron varios eventos de formación de paleosuelos, con posterior lateritización y calcretización. En la misma se habría labrado un paleorrelieve, por encima del cual fueron depositadas las fangolitas oligocénicas de la Formación Fray Bentos, encontrándose esta formación al centro y sur del área entre cotas de 60 a 80 m. Este trabajo fue elaborado en el marco del

Proyecto ANII FCE 2016 1\_126274 *"Estratigrafía y paleontología del cretácico cuspidal de Uruguay: formaciones Mercedes, Asencio y Queguay"*.

Palabras claves: Cretácico, Cuenca Norte, Formación Asencio, Uruguay

# Índice

<b>Capítulo 1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1 Justificación del trabajo	1
1.2. Marco teórico de los Sistemas Fluviales y de los Paleosuelos	1
<b>Capítulo 2. Objetivos</b>	<b>9</b>
2.1. Objetivo general	9
2.2. Objetivos específicos	9
<b>Capítulo 3. Área de estudio</b>	<b>10</b>
3.1. Características Geológicas	11
3.2. Características Geomorfológicas	13
3.3. Características del suelo	14
<b>Capítulo 4. Antecedentes Geológicos</b>	<b>20</b>
4.1. Marco general	20
4.2. Antecedentes del área de estudio	24
4.3. Antecedentes controversiales	27
<b>Capítulo 5. Materiales y Métodos</b>	<b>30</b>
5.1. Materiales	30
5.2. Metodología	30
<b>Capítulo 6. Resultados</b>	<b>34</b>
6.1. Descripción de los litotipos de la Formación Asencio	34
6.1.1. Areniscas blancas cuarzosas	34
6.1.2. Areniscas calcáreas blanquecinas	35
6.1.3. Areniscas finas moteadas	36
6.1.4. Areniscas marrón rojizo con parches	39
6.1.5. Areniscas con concreciones de óxido de hierro	42
6.1.6. Arenisca intensamente ferrificada	47
6.2. Descripción de puntos seleccionados	50
6.2.1. Punto 5, Margen del Río Negro	51
6.2.2. Puntos 15 y 18	55
6.2.3. Punto 25	58
6.2.4. Punto 30, Cantera Grito de Asencio	67
6.2.5. Punto 35, Calera Real	78
6.3. Ampliación de la Memoria explicativa del Mapa Geológico de la región al sur de la ciudad de Mercedes, departamento de Soriano	79
6.4. Cortes Geológicos	81
<b>Capítulo 7. Discusión</b>	<b>83</b>
7.1. Propuestas nomenclaturales	83
7.2. Formación Asencio: litotipos y rasgos edáficos	84

7.3. Paleoambiente	88
<b>Capítulo 8. Conclusiones</b>	<b>90</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>91</b>
<b>Anexo</b>	<b>96</b>

## Índice de Figuras

Figura 1.1. Diferentes tipos de ríos en función del número de canales. Tomado y modificado de Sopeña y Sánchez-Moya (2010).	2
Figura 1.2. Variación de las secciones de canales según el tipo de carga. Tomado de Sopeña y Sánchez-Moya (2010).	3
Figura 1.3. Bloque diagrama del sistema fluvial meandriforme. Tomado de Viseras & Fernández (2010).	4
Figura 1.4. Perfil tipo de un sistema fluvial meandriforme. Tomado de Viseras & Fernández (2010).	5
Figura 3.1. Vista satelital del área de estudio, modificada de Google Earth.	11
Figura 3.2. Geología del área de estudio. Modificado de Preciozzi <i>et al.</i> (1985).	14
Figura 3.3. Carta CONEAT del área de estudio, modificada del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.	16
Figura 4.1. Representación de la cuenca Chaco-Paraná. Tomado de Milani (2004).	20
Figura 4.2. Cuenca Norte. Tomado de Perea <i>et al.</i> (2009).	21
Figura 4.3. Columna estratigráfica de las unidades cretácicas de la Cuenca Norte. Tomado de Veroslavsky <i>et al.</i> (2019).	22
Figura 4.4. Distribución en superficie de la sedimentación cretácica post-basáltica en la Cuenca Norte. Tomado de Soto <i>et al.</i> (2009).	24
Figura 5.1. Referencias utilizadas en los perfiles geológicos relevados en los diferentes puntos de interés.	32
Figura 6.1. Vista en detalle de las areniscas blancas, masivas, pertenecientes a la Formación Asencio.	34
Figura 6.2. A: Vista panorámica del afloramiento de las areniscas blancas calcárea B: Vista en detalle de muestra de mano de las areniscas blancas calcárea con parches de sílice, masiva. Punto 18.	36
Figura 6.3.A: Vista panorámica de afloramiento de la arenisca moteada; B: Vista panorámica de afloramiento de areniscas moteadas y por encima corazas (separadas por línea roja); C: vista en detalle de muestra de mano de la arenisca moteada de la	

- Formación Asencio. Puntos 22. 37
- Figura 6.4. Microfotografía de arenisca moteada. Se observa el contacto recto entre los clastos de Qz (indicado con flecha negra) y el cemento carbonático. 38
- Figura 6.5. Vista en detalle de muestra de mano de la arenisca marrón rojizo, donde se observan parches de areniscas blancas masivas (indicado con flechas blancas),asimismo también se observa una distribución heterogénea de las arcillas. Punto 30. 39
- Figura 6.6.Vista en detalle de muestra de mano de la arenisca marrón rojizo donde se observan pátnas de arcilla y óxidos de hierro que se encuentran rodeando parches de las areniscas blancas (Indicado con flecha negra), masivas. Punto 30. 40
- Figura 6.7. Microfotografía de areniscas marrón rojizo con parches, en luz natural (izq) y nicoles cruzados (der); A, B: se observa una textura fluida (indicada con flecha blanca); C,D: clastos rodeados por pátnas de hierro ( marcada con flecha blanca); E, F: textura flotante, los granos no se tocan entre sí. Punto 30. 41
- Figura 6.8. Vista en detalle de muestra de mano de la arenisca con concreciones que varían desde 2 mm hasta los 6 cm (indicadas con flechas negras). Punto 30. 42
- Figura 6.9. Vista en detalle de muestra de mano de la arenisca con concreciones (indicadas con flecha negra) donde se observan diferentes icnofósiles (indicada con flecha blanca) (A) *Teisseirei*. (B) *Uruguay*. (C) *Monesichnus*. 44
- Figura 6.10. Microfotografía de la arenisca con concreciones de óxido de hierro. A, B: vista de la textura flotante. C-D:vista del revestimiento de poros por arcilla y óxidos de hierro (marcado con una flecha roja). E-F: vista cristales de carbonato recubriendo una concreción de óxido de hierro (indicada con flecha negra). (A, C, E) Luz natural. (B, D, F) Nicoles cruzados. 46
- Figura 6.11. A: Vista panorámica de afloramiento de arenisca intensamente ferrificada, formando corazas. B: vista en detalle de muestra de mano de la arenisca intensamente ferrificada donde se observa la textura vermiforme (indicado con una flecha negra). Punto 22. 48



Figura 6.12. A: vista panorámica del afloramiento de la coraza desmantelada. B: vista en detalle de muestra de mano de la coraza desmantelada. C: vista en detalle de muestra de mano de la coraza con venillas de calcita. 49

Figura 6.13. A: Microfotografía a luz natural; B: nicoles cruzados, de arenisca intensamente ferrificada, se observan los nódulos (Indicado con flecha blanca) de arcilla y textura flotante. 50

Figura 6.14. Vista satelital del área de estudio con la ubicación de los puntos seleccionados. Modificado de Google Earth. 51

Figura 6.15. Vista panorámica de afloramiento de la Formación Mercedes, en su área tipo, a orillas del Río Negro. 52

Figura 6.16. Vista panorámica del afloramiento de la Formación Mercedes donde se levantó el perfil tipo. 53

Figura 6.17. Perfil del área tipo de la Formación Mercedes. A: Vista en detalle de muestra de mano de lo conglomerado; B: Vista en detalle de muestra de mano de la Arenisca; C: Vista en detalle de muestra de mano del chert. 54

Figura 6.18. Vista satelital con la ubicación de los puntos utilizados para el levantamiento del perfil compuesto (puntos 15 y 18). Modificado de Google Earth. 55

Figura 6.19. A: Vista panorámica de afloramiento de la arenisca con concreciones de óxido de hierro (indicado con flecha negra); B: Vista panorámica de afloramiento de las areniscas blancas calcárea (indicado con flecha negra); A' y B' vista en detalle de muestra de mano de las areniscas con concreciones y las areniscas blancas calcáreas respectivamente. Punto 18. 56

Figura 6.20. A: Vista panorámica del afloramiento de la arenisca moteada y arenisca intensamente ferrificada; B y C: Vista en detalle de muestra de mano de las arenisca moteada y las arenisca intensamente ferrificada encontradas respectivamente.

Punto 15. 57

Figura 6.21. Perfil Selley compuesto, realizado en base a los puntos 15 y 18. Ver leyenda en Figura 5.1. 58

Figura 6.26. Vista satelital del punto 25, ubicado al costado de la ruta 21 con los puntos de los perfiles relevados. Modificado de Google Earth. 59

Figura 6.23. Vista panorámica del frente de cantera noreste perteneciente al punto 25. Se observa una variación en las columnas y estratos pertenecientes a la Formación Asencio (con rojo se marcan las areniscas intensamente ferrificadas y las columnas (As1), y con naranja las areniscas con concreciones de óxido de hierro (As2)); así como el contacto con la Formación Fray Bentos (Fb) (representada en amarillo) por encima de estas unidades se deposita el suelo (S). 61

Figura 6.24. Perfil Selley relevado en el frente de cantera Noreste, correspondiente al punto 25. Cota topográfica 55 m. Ver leyenda en Figura 5.1. 62

Figura 6.25. Perfil Selley relevado en el frente de cantera Noreste, correspondiente al punto 25. Cota topográfica 55 m. Ver leyenda en Figura 5.1. 63

Figura 6.26. Perfil Selley levantado en el punto 25 en el frente de cantera Noreste. Cota topográfica 55 m. Ver leyenda en Figura 5.1. 64

Figura 6.27.A y B: Vista panorámica del frente de cantera Suroeste, perteneciente al punto 25. Se observan areniscas moteadas en la base y en el tope coraza (areniscas intensamente ferrificadas), así como una columna de dos metros compuesta por coraza desmantelada. con línea negra se marca el contacto discordante entre el suelo (S) y la Fm. Fray Bentos (FB) y el contacto discordante entre la Fm. Asencio (As) y la Fm Fray Bentos Cota topográfica 56 m. 66

Figura 6.28. Vista satelital del área de estudio, marcado con amarillos donde se realizó el relevamiento de los perfiles. Modificado de Google Earth. 67

Figura 6.29. Vista panorámica del frente de cantera Oeste, donde se levantó el perfil A. Se observa el contacto entre el suelo las limolitas pardas de la Formación Fray Bentos

(Marcada con una línea naranja ) y el contacto entre la Formación Fray Bentos y las areniscas intensamente ferrificadas de la Formación Asencio (marcado con línea roja). 69

Figura 6.30. Perfil Selley correspondiente al frente de cantera Oeste del punto 30. Cota topográfica 78 m. Ver leyenda en Figura 5.1. 70

Figura 6.31. Perfil Selley correspondiente al frente de la cantera Noroeste. Cota topográfica 78 m. Ver leyenda en Figura 5.1. 71

Figura 6.32. Vista panorámica del frente de cantera correspondiente al punto 30. Allí se observa el contacto disconforme entre la Formación Fray Bentos ( de color amarillo, (FB)), marcado con una línea negra y la Formación Asencio (en naranja (As1) se representa las areniscas con concreciones de óxido de hierro y en rojo (As2) las areniscas intensamente ferrificadas); Por arriba de estas se encuentra el suelo (S). 73

Figura 6.33. Perfil Selley, levantado más hacia el extremo este del frente de cantera Norte, del punto 30. Cota topográfica 78 m. Ver leyenda en Figura 5.1. 74

Figura 6.34. Perfil Selley, levantado en el frente de cantera Norte del punto 30. Cota topográfica 78 m. Ver leyenda en Figura 5.1. 75

Figura 6.35. Perfil Selley, correspondiente al frente de cantera Norte del punto 30. Cota topográfica 78 m. Ver leyenda en Figura 5.1. 76

Figura 6.36. Perfil Selley levantado en el frente de cantera Norte del punto 30. Cota topográfica 78 m. Ver leyenda en Figura 5.1 77

Figura 6.37. A: Vista panorámica del horno perteneciente a la cantera Daca, creado sobre la Formación Mercedes. B: Vista en detalle de muestra de nabis de la roca utilizada para el horno, en la parte superior derecha se muestra la reacción del ácido clorhídrico con la roca. 78

Figura 6.38. Cortes Geológicos del área de estudio. Las referencias del mismo se encuentran en el anexo. 82

Figura 7.1. Reconstrucción de un perfil laterítico de la Formación Asencio. Tomado de Bellosi *et al.* (2004). 85

Figura 7.2. Representación de un perfil de laterita con las tres zonas que lo componen. Tomado de Tardy *et al.* (1992). 86

Figura 7.3. Vista en detalle de un paleocanal de la Formación Asencio, encontrado próximo al área de estudio. 89

### Índice de Tablas

Tabla 1.1. Nitidez y continuidad lateral de los contactos de los horizontes del paleosuelo, tomada y modificada de Retallack (1988). 7

Tabla 3.1. Coordenadas (UTM 21H), en metros, del área del estudio. 12

Tabla 5.1. Tabla de datos de pozos realizados por PRENADER en el área de estudio. 33

Tabla 6.1 Coordenadas de los perfiles levantados en la cantera correspondiente al punto 25. 59

Tabla 6.2. Coordenadas de los perfiles levantados en la cantera correspondiente al punto 30. 67

Tabla 6.3. Columna estratigráfica del área de estudio. 79

Tabla 7.1. Evolución de la nomenclatura estratigráfica del Cretácico Superior (excepto Formación Guichón) de Uruguay. 83

## **Capítulo 1. Introducción**

En este capítulo se presentará la justificación del presente trabajo y el marco teórico elaborado sobre sistemas fluviales y paleosuelos que se utiliza para contextualizar los resultados y la información relevada en campo.

### **1.1 Justificación del trabajo**

El presente estudio fue realizado en el marco del trabajo final de Licenciatura, a fin de poder aplicar los conocimientos que fueron adquiridos, de las diferentes áreas geológicas, durante la realización de la carrera. La temática del mismo se enmarca en el proyecto ANII FCE 2016 1\_126274 "*Estratigrafía y paleontología del cretácico cuspidal de Uruguay: formaciones Mercedes, Asencio y Queguay*" a cargo de la MCs Valeria Mesa.

La idea de la realización del mismo surge ya que a lo largo del tiempo se han suscitado muchas controversias relacionadas a los depósitos del Cretácico Superior, del sector oeste de la Cuenca Norte (también llamada Cuenca Litoral), en relación a su edad, linderos estratigráficos, paleoambientes representados y procesos epigenéticos. Este trabajo en particular es un aporte al conocimiento de la geología en un área clave.

Los objetivos que fueron planteados- la realización de un mapa geológico de la región sur de Mercedes a escala 1:50.000 y la caracterización litológica de la Formación Asencio en su área tipo- contribuyeron a la consolidación y fortalecimiento de los conocimientos en el área de la sedimentología y estratigrafía, y a un aprendizaje significativo en el manejo en campo.

### **1.2. Marco teórico de los Sistemas Fluviales y de los Paleosuelos**

En base a los antecedentes, que se presenta en el capítulo 4, y a modo de lograr una mayor contextualización de la unidad a ser estudiada, es que se llevó a cabo la elaboración de un marco teórico, de los sistemas fluviales haciendo énfasis en los sistemas de alta sinuosidad, y de las características de los paleosuelos; Los mismos se exponen a continuación.

- Sistema fluviales: Generalidades.

Según Sopeña y Sánchez-Moya (2010) los sistemas fluviales están compuestos por corrientes de aguas continuas que se dan de forma natural, capaces de erosionar, transportar y depositar sedimentos en las grandes cuencas marinas y lacustres. Son gobernados principalmente por la gravedad, la cual genera flujos de masas de aguas unidireccionales.

Estos sistemas son considerados uno de los factores más importantes en la modelación del relieve, ya que generan una modificación en la superficie por la cual pasan.

Dada la existencia de diferentes tipos de sistemas, se establecieron dos grandes clasificaciones. Por un lado, en base a la geometría del canal, que contempla los parámetros de sinuosidad y el índice de entrelazamiento (*braiding parameter*). Por otro, en virtud de la arquitectura fluvial, fundamentada en la relación que existe entre la carga y la forma del canal, permitiendo esto que se genere una posterior clasificación de facies fluviales.

Con respecto a la primera clasificación es que se diferencian cuatro tipos de canales: *rectos*, *entrelazados*, *meandriiformes* y *anastomosados* (Figura 1.1).

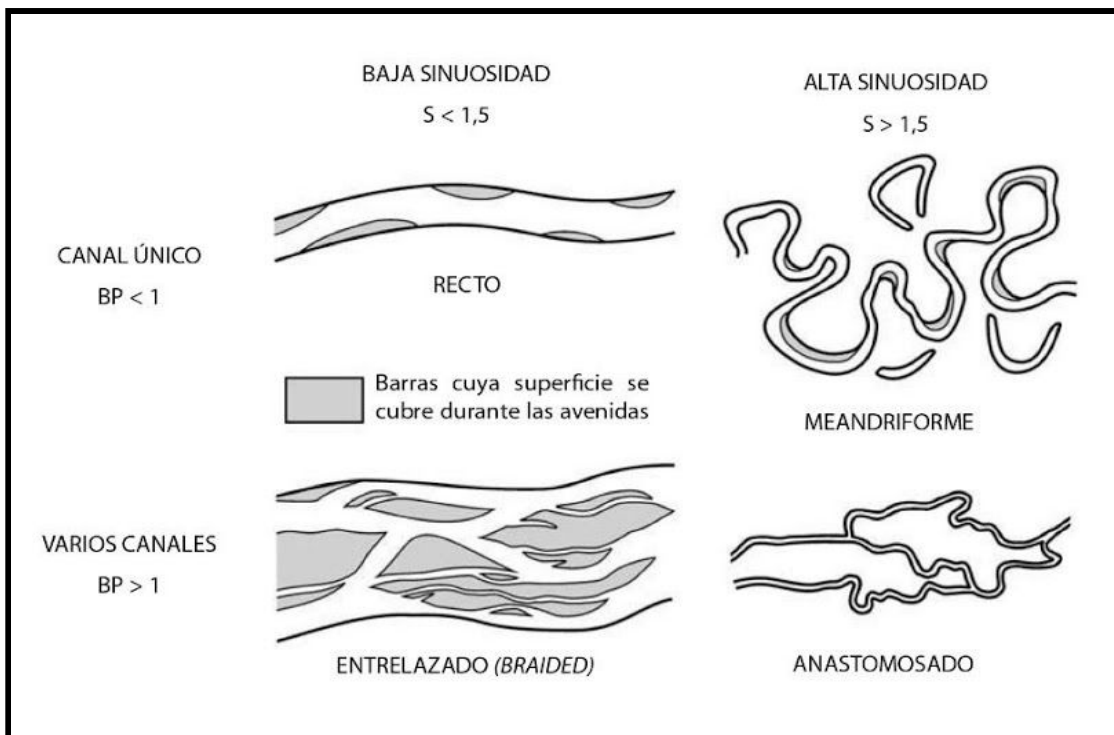


Figura 1.1. Diferentes tipos de ríos en función del número de canales. Tomado y modificado de Sopeña y Sánchez-Moya (2010).

Partiendo de la segunda clasificación, en reglas generales se tiene que en aquellos ríos que transportan carga en suspensión los canales tienden a ser más estrechos, profundos y sinuosos, mientras que los que transportan material grueso, son anchos y someros (Figura 1.2).

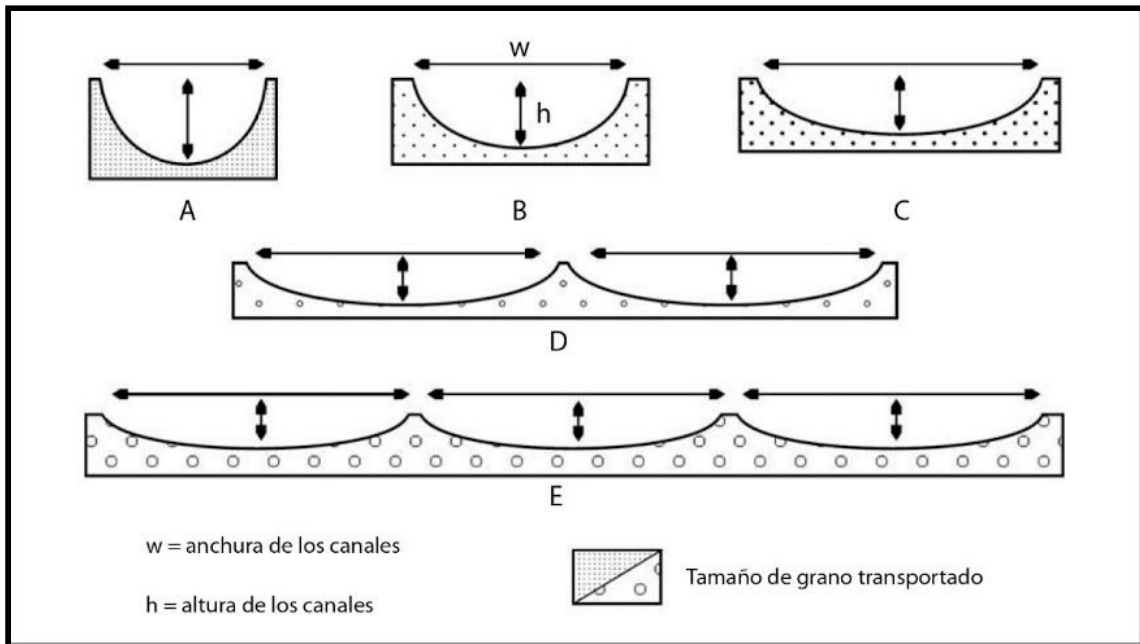


Figura 1.2. Variación de las secciones de canales según el tipo de carga. Tomado de Sopeña y Sánchez-Moya (2010).

Para este trabajo se tomarán en cuenta los sistemas fluviales de alta sinuosidad; según Viseras & Fernández (2010), estos están caracterizados por tener un canal único, una sinuosidad mayor a 1,5 y transportar una vasta variedad de sedimentos, ya sea desde grava hasta lodos. Asimismo, se considera que el mejor desarrollo de estos se da en superficies con pendientes bajas.

La trayectoria del flujo de los sistemas meandriiformes soporta desviaciones que se dan por obstáculos en superficie, lo que genera secciones transversales asimétricas dentro del canal, provocando curvas en el diseño de este, llamadas meandros.

A lo largo de estos meandros se generan varios flujos con diferentes velocidades, cuya combinación da como resultado un flujo helicoidal (Figura 1.3).

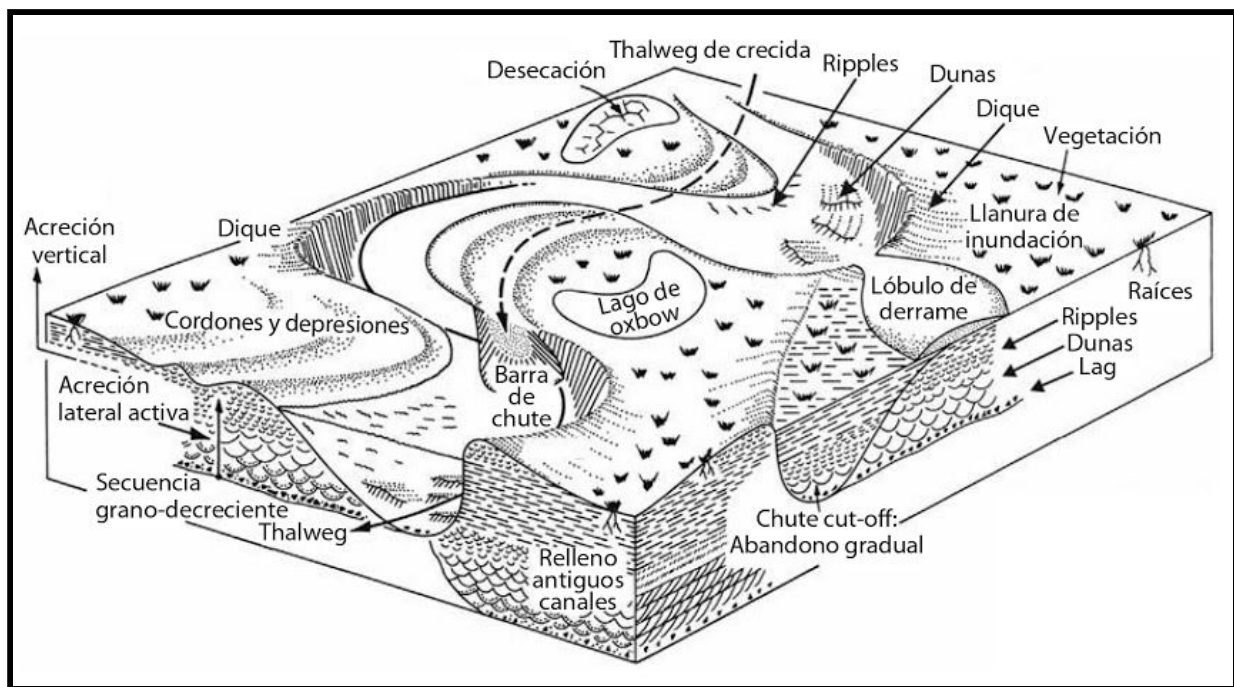


Figura 1.3. Bloque diagrama de un sistema fluvial meandriforme. Tomado de Viseras & Fernández (2010).

Seguindo a Viseras & Fernández (2010), a grandes rasgos el modelo de facies de este sistema estaría compuesto por:

1. *Depósitos de canal activo*, conformados por un margen interno de sedimentación y un margen externo de erosión; esto no quiere decir que no actúan ambos procesos en ambos márgenes. En los márgenes internos se produce la acreción lateral, dando las barras en punta típicas de estos sistemas fluviales, siendo estos depósitos granodecrecientes hacia el tope. Presentan geometría sigmoidal que, al superponerse, provoca la estratificación cruzada epsilon.
2. *Depósitos de canal en fase de abandono*. Cuando el abandono del canal se genera de forma gradual, se depositarán capas de arenas con estructuras de sedimentación tractiva, intercaladas con depósitos de sedimentos finos, y al tope capas de sedimentos finos de mayor espesor. En cambio, cuando el abandono del canal sucede de forma brusca, las capas de arena son de menor espesor.
3. *Depósitos de desbordamiento*. Se producen cuando la descarga fluvial supera la capacidad que posee el canal. Se distingue entre depósitos próximos al canal y depósitos alejados del mismo. En el primer caso se tienen tanto depósitos elevados, en forma de cuña, de arenas y limos que conforman diques (*levee*),



como depósitos arenosos correspondientes a lóbulos de derrame (*crevasse splay*). En el segundo caso, se depositarán lutitas con laminación horizontal (llanuras de inundación), las cuales pueden llegar a presentar grietas de desecación y procesos de edafización. Ocasionalmente pueden depositarse capas de arena de poco espesores con gran extensión lateral (capas de inundación laminar o *sheet flood*).

En base a los depósitos mencionados anteriormente, un perfil tipo de estos sistemas se ilustra en la figura 1.4. A grandes rasgos está dividido por depósitos de acreción lateral, en la base, los cuales se componen de base a tope, por depósitos de *lag*, capas de arena con estratificación horizontal y cruzada en artesa, terminando al tope con arenas con *ripples*, y por depósitos de acreción vertical, compuestos esencialmente por lutitas, las cuales pueden presentar procesos de desecación y edafización.

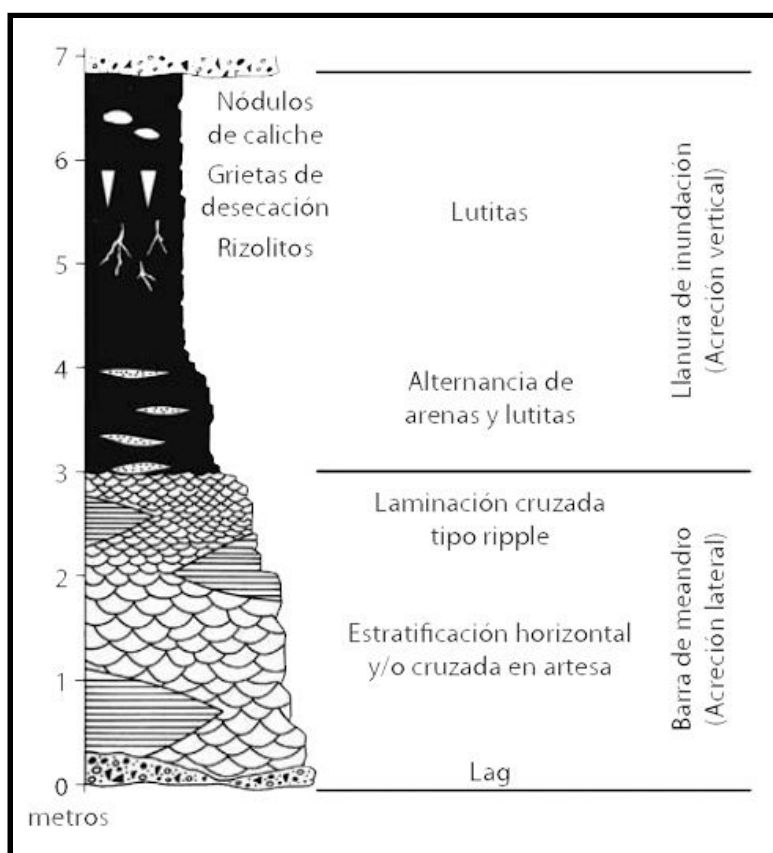


Figura 1.4. Perfil tipo de un sistema fluvial meandriforme. Tomado de Viseras & Fernández (2010).

- Paleosuelos: Generalidades.

Para Retallack (1988) los paleosuelos pueden ser reconocidos por tres características fundamentales: los restos de raíces, los horizontes y estructuras del suelo.

De estas tres características se considera que los restos de raíces *in situ* es la más determinante, dado que los mismos evidencian la exposición en superficie de la roca, y donde son más abundantes determinan el tope de los paleosuelos.

Siguiendo a Retallack (1988), estos restos se caracterizan por ser principalmente ramificados y estrechándose hacia abajo, presentando irregularidades a lo ancho. Pueden presentar un contorno en forma de espiral, cuando las raíces tienden a un desarrollo mayor en la vertical, lo que se debe a la compactación de sedimentos envolventes. En el caso que los suelos presenten capas duras, las raíces tenderán a expandirse en la lateral y ramificarse hacia arriba hasta salir del suelo.

La identificación de la raíz se vuelve más fácil cuando hay una conservación de la materia orgánica original, lo que ocurre en situaciones de ambientes de tierras bajas inundadas, donde la actividad microbiana está limitada por la falta de oxígeno.

En la mayoría de las situaciones el material original no queda preservado y las cavidades son rellenadas por materiales diferentes al que lo rodea, en ocasiones por arcillas y limos y minerales como calcita cristalina, calcedonia y zeolita.

Retallack (1988) considera que el arreglo de las raíces puede otorgar información del drenaje, de la vegetación y partes originalmente induradas de los paleosuelos. En ambientes con terrenos pantanosos, el sistema de raíces tendrá un arreglo de propagación lateral tabular, considerado como una configuración bastante común en rocas sedimentarias y la razón de la existencia de vetas de carbón con contenido de trazas de raíces. En oposición, en los paleosuelos con buen drenaje las raíces se desarrollan en mayor profundidad. Cuando el clima es estacionalmente seco, el arreglo es más complejo; se genera una red copiosa superficial de raíces en la estación húmeda, junto a otras raíces profundas que aprovechan las aguas subterráneas durante la estación seca.

Las trazas de raíces tienden a evitar o desarrollarse por los márgenes de los horizontes cementados o nodulares, lo que es un importante indicador de que estos fueron originalmente endurecidos en el suelo. Por otro lado, este arreglo ayuda al reconocimiento de los horizontes duripan y fragipan (horizontes litificados).

La segunda característica que menciona Retallack (1988) son los horizontes, los cuales a

pesar de que varían considerablemente, presentan características útiles que permiten el reconocimiento de los mismos. Estas son: tamaño de grano, color, reacción con ácido y tipos de contactos entre los horizontes. El tamaño de grano y la reacción con el ácido son parámetros que se miden en laboratorio, mientras que el color y la relación de los contactos se miden en campo.

A la hora de estudiar la naturaleza del contacto se consideran dos cosas: si un horizonte se transforma en otro dentro de una distancia vertical estrecha o ancha, y si el contacto es lateralmente plano o de alguna manera interrumpido (Tabla 1.1).

Tabla 1.1. Nitidez y continuidad lateral de los contactos de los horizontes del paleosuelo, tomada y modificada de Retallack (1988).

Categoría	Clase	Característica
Nítido	Abrupto	La transición de un horizonte a otro se completa dentro de 1 a 2 cm.
	Claro	La transición se completa dentro de 2 a 5 cm.
	Gradual	La transición se extiende de 5 a 15 cm.
	Difuso	La transición se extiende por más de 15 cm.
Continuidad lateral	Suave	El contacto entre los horizontes es de forma plana
	Ondulado	El contacto del horizonte es ondulado, con huecos más anchos que profundos.
	Irregular	El contacto del horizonte es ondulado, con huecos más profundos que anchos.
	Interrumpido	Parte de los horizontes adyacentes están desconectados.

Por lo general, se observa que hacia el tope del perfil el contacto presenta un truncamiento brusco producido por la erosión, mientras que a medida que se desciende los contactos se van tornando gradacionales.

En base al color, se da la existencia de un fuerte contraste de colores entre los horizontes, permitiendo una separación por éste; los que se ubican próximo a la superficie poseen color verde grisáceo, denominados A y E, mientras que los subsuperficiales presentan colores rojizos y púrpuras (Bt y Bs). Es importante que a la hora de establecer el color la roca se encuentre fresca y no haya tenido una gran exposición al sol.

Asimismo, no quedan descartadas otras clasificaciones como ser en base a criterios geológicos, que permiten otorgarles nombres como *cornstone*, siendo estas capas nodulares calcáreas, o *ganister*, arenas silicificadas correspondientes al horizonte E. Dada

la gran variedad de horizontes reconocidos en suelos actuales es que se estableció un sistema de letras, lo que brinda otra forma de clasificación.

La última característica utilizada como criterio de clasificación por Retallack (1988) es la estructura del suelo. A diferencia de las texturas sedimentarias, ígneas y metamórficas, el suelo se presenta con textura masiva o irregular a primera vista, aunque de forma más detallada se ve como la organización del mismo es compleja, con estructuras que permiten establecer condiciones de formación del suelo.

Según el autor el aspecto irregular de gran parte de la estructura del suelo está dado por una red de planos irregulares (cutanes) que rodean agregados más estables del suelo (pedones), un ejemplo de cután son las películas de arcillas por iluviación. Estas estructuras también pueden ser ferruginosas, magnesianas o presentar venas rellenas de arena, como también se puede encontrar minerales de calcita, barita o yeso.

Los pedones se consideran como agregados estables del suelo, y se encuentran delimitados por cutanes y espacios abiertos en el suelo. Pueden ser clasificados en base a su tamaño y forma. Ambas estructuras dependen una de la otra para ser reconocidas en campo.

La concentración de minerales, como ser arcillas, son muy comunes en los suelos y generan estructuras con textura interna homogénea (nódulos) o con laminación concéntrica (concreciones).

Cuando estos agregados son de forma difusa e irregular, con poca mineralización, se les denomina moteado. Dichas estructuras van a estar clasificadas en base a su abundancia y visibilidad.

Las estructuras tienen un rol fundamental a la hora de reconocer un paleosuelo ya que las mismas proporcionan información sobre el drenaje y los procesos químicos del mismo. Se interpreta que:

- las películas de arcillas se forman cuando la napa freática se encuentra por debajo de la superficie durante gran parte del año;
- cuando los suelos se forman bajo régimen de inundación las estructuras son escasas, predominando los restos de raíces;
- cuando las arcillas se encuentran saturadas en sodio, se forman pedones columnares y en domo;
- en el caso de las estructuras nodulares, son buenas indicadores de las condiciones de pH y Eh del suelo; si estas estructuras presentan procesos de ferrificación, indicarán una

buena oxigenación y drenaje del suelo.

## Capítulo 2. Objetivos

### 2.1. Objetivo general

Determinar la distribución espacial de la Formación Asencio *sensu* Bossi (1966) y sus relaciones estratigráficas con otras unidades en un área al sur de la ciudad de Mercedes, así como realizar una caracterización litológica de dicha unidad.

### 2.2. Objetivos específicos

- Relevamiento detallado de afloramientos.
- Levantamiento de perfiles Selley en localidades seleccionadas.
- Descripción de muestras de mano y láminas delgadas.
- Realizar un mapa geológico del área de estudio a escala 1:50.000.

### Capítulo 3. Área de estudio

El área de estudio, se estableció en base a la información recopilada en la primera etapa de gabinete y otros factores como ser la accesibilidad al área y los puntos de mayor interés (áreas tipo de las formaciones Mercedes y Asencio). Dicha área se encuentra localizada al sur de la ciudad de Mercedes, departamento de Soriano. Su superficie es de aproximadamente 320 km<sup>2</sup> (Figura 3.1; Tabla 3.1). Las vías de acceso a dicha área son las rutas nacionales N°2, 14, 21 y 95, así como también por caminos secundarios y vecinales.

Dentro del área se encuentra el centro urbano más importante y capital del departamento, la ciudad de Mercedes, fundada en 1788 por Manuel Antonio de Castro. La misma se extiende sobre una superficie de aproximadamente 10 km<sup>2</sup> y cuenta con una población de 41.975 habitantes según INE 2011. Se considera, a la región, un centro agropecuario, y uno de los mayores productores cerealeros. Los suelos son considerados de los más fértiles del país.

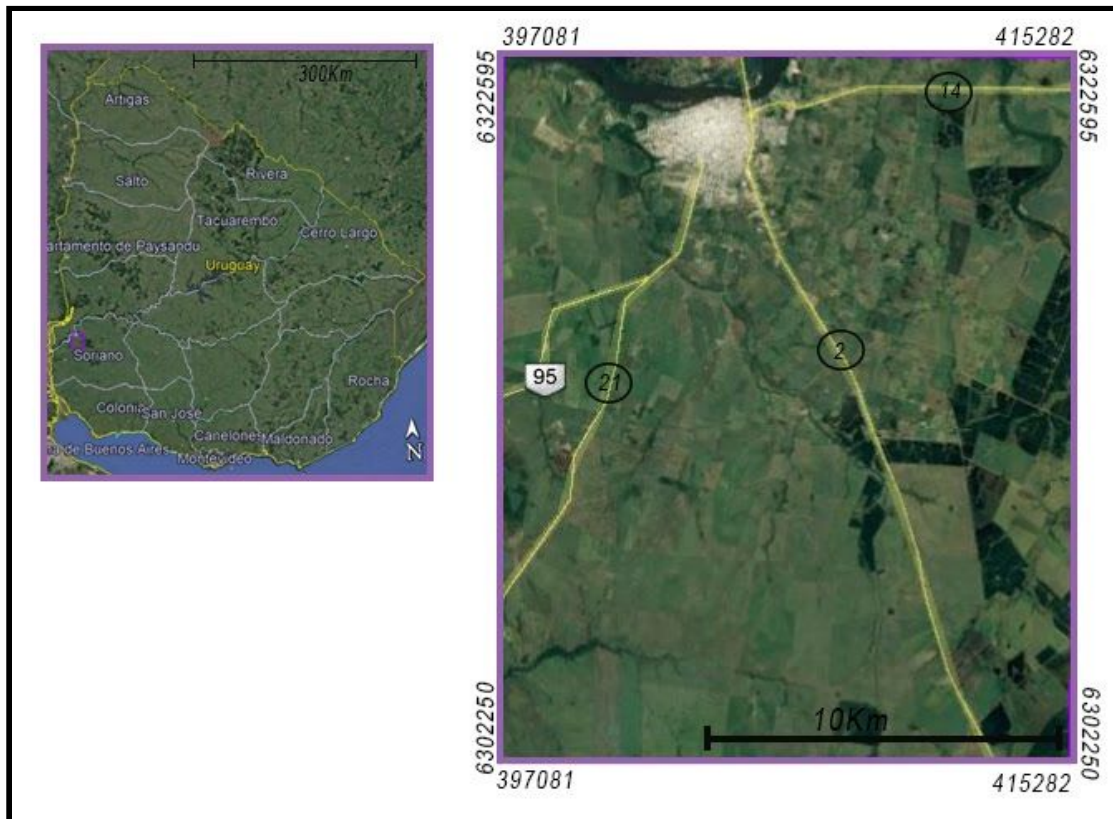


Figura 3.1. Vista satelital del área de estudio, modificada de Google Earth.

Tabla 3.1. Coordenadas (UTM 21H), en metros, del área del estudio.

	X	Y
Vértice NW	397081	6322595
Vértice NE	415282	6322595
Vértice SE	415282	6302250
Vértice SW	397081	6302250

### 3.1. Características Geológicas

Desde el punto de vista geológico el área de estudio, según Preciozzi *et al* (1985), está integrada, de base a tope, por la Formación Mercedes, la Formación Asencio y la Formación Fray Bentos, y por los sedimentos actuales (aluviones).

Segun estos autores la Formación Mercedes está compuesta por: - Areniscas cuarzo feldespáticas, finas, bien seleccionadas, de color blanco o rosado que se presentan masivas o con una débil estratificación; - Areniscas medias cuarzo feldespáticas, de mala selección, con cemento de composición arcilloso y calcáreo, las tonalidades son similares a las anteriores y areniscas gruesas, cuarzo feldespáticas, de mala selección y cemento arcilloso y calcáreo. - Calizas arenosas con grados de silicificación diferentes y de areniscas calcáreas, arcósicas, con poco contenido de arcilla.

La potencia de dicha formación es de 80 m aproximadamente; asimismo las relaciones estratigráficas son en la base discordantes con el basamento cristalino, y con la Formación Arapey. Hacia el tope las relaciones no son claras ya que se ha encontrado en contacto concordantes y discordante con la Formación Asencio.

La edad que le es asignada es de Cretácico Tardío.

La Formación Asencio, según Preciozzi *et al.* (1985), está compuesta por tres miembros, que de base a tope son: el Miembro Yapeyú, el Miembro Palacio y el Miembro Algorta.

El miembro Yapeyú está conformado por areniscas finas a medias, feldespáticas, de selección regular, masivas, con matriz arcillosa y calcárea; mientras que en el Miembro Palacio se encuentran areniscas finas a medias, de selección regular, masivas, con matriz arcillosa, ferrificada o silicificada.

Por encima de estos se deposita el Miembro Algorta, el cual se encuentra formado por niveles de calizas, calizas arenosas, y calizas silicificadas, de carácter lenticular y potencias variables.



A dicha Formación se le asigna un ambiente continental de carácter árido. Asimismo los autores establecen que las relaciones estratigráficas son hacia el tope discordantes con depósitos Cenozoicos, y en la base discordantes con el basamento cristalino, siendo que las relaciones con la Formación Mercedes no se presentan claramente.

Se le asigna una potencia de aproximadamente 30 m y una edad Cretácica Tardía.

Por encima de estas unidades se deposita la Formación Fray Bentos la cual se encuentra descrita, según Preciozzi *et al* (1985), como depósitos de areniscas finas, de buena selección, cuarzosas a cuarzo feldespáticas, con cemento de composición arcilloso y calcáreo; de rocas limosas con presencia de carbonato y fracción arcilla, masivas. Las relaciones estratigráficas son, en la base discordantes con la Formación Asencio y hacia el tope discordantes con los depósitos del Cuaternario.

Le fue atribuido un clima continental semiárido. Con potencias que pueden llegar hasta los 80 m aproximadamente y edad Oligoceno.

Por último, se encuentran los depósitos del Cuaternario caracterizados por arenas de selección regular y con una granulometría variada, presentan un bajo contenido de materia orgánica y arcilla en la matriz, los colores varían entre blanquecinos grisáceos y pardos.

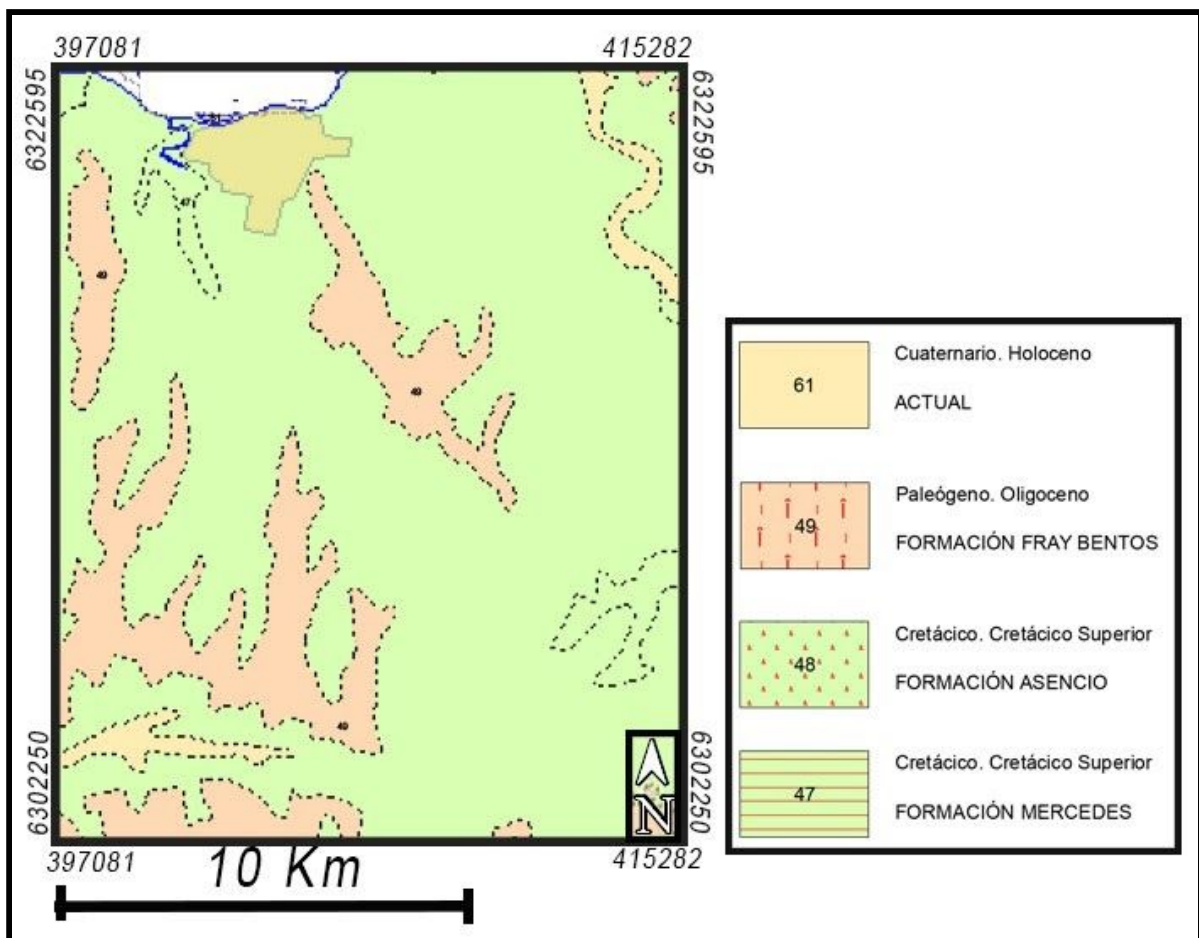


Figura 3.2. Geología del área de estudio. Modificado de Preciozzi *et al.* (1985).

### 3.2. Características Geomorfológicas

Según Panario (1986) la Cuenca sedimentaria Litoral Oeste recibió poca sedimentación en el periodo Cuaternario lo que ocasionó que las vías de drenaje entallaran más profundo sobre las formaciones. Esto sumado a la existencia de estratos con distinta consolidación generó la existencia de un relieve escarpado. Cuando este relieve se extiende considerablemente se generan interfluvios de lomadas, cuando no se generan colinas tabulares y en los casos donde el retroceso de la escarpa fue lo suficiente para generar un paisaje se generará valles de lomadas.

Por otro lado, se puede ver como el área de estudio presenta un relieve que va desde cóncavo-convexo hasta suavemente ondulado. Siendo los interfluvios ondulados, con pendientes de entre 6 y 3%. Los suelos que se encuentran presentes, a grandes rasgos, se caracterizan por ser suelos de color pardo oscuro, profundos a moderadamente

profundos, con textura que van desde franco arcillosa a franco arcillo limosa y una fertilidad media a alta, estos son principalmente Brunosoles Eútricos y Subéuticos Típicos o Lúvicos, Planosoles Melánicos y Agrisoles.(CONEAT)

Asimismo el área de estudio comprende una parte de la cuenca hidrográfica del Río Negro; allí se encuentran el arroyo Bequeló, de dirección Sureste-Noroeste, ubicado hacia el sector noreste del área; el arroyo Daca, de dirección Sureste-Noroeste, que atraviesa gran parte del área, y el arroyo Los Maulas, de dirección Este-Oeste, hacia el sector Suroeste. Estos tres arroyos nacen en la Cuchilla de Bizcocho y desembocan en el Río Negro, siendo afluentes de este. El diseño de la red de drenaje es subparalelo, con interfluvios estrechos.

### **3.3. Características del suelo**

De acuerdo a la carta CONEAT existen 14 suelos diferentes en el área de estudio, figura 3.2. los cuales se pasa a describir a continuación.

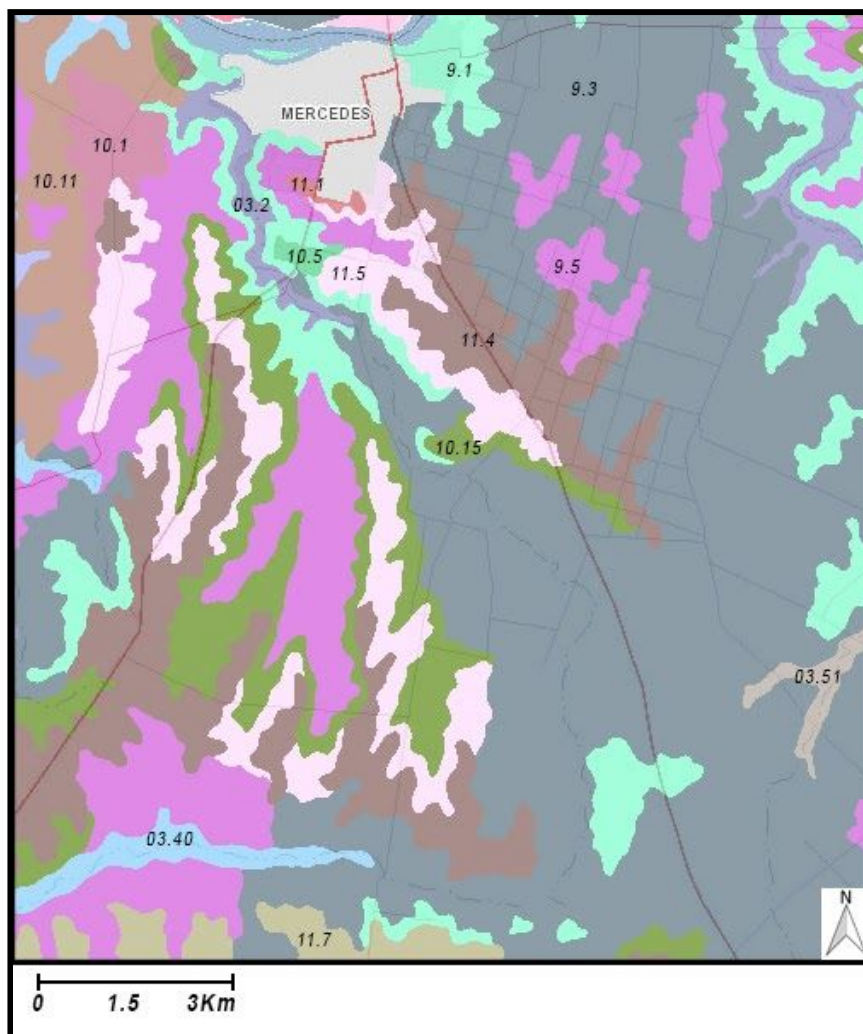


Figura 3.3. Carta CONEAT del área de estudio, modificada del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.

- 03.2

Son suelos de color negro con textura franco arcillo limoso, de buen drenaje y con una fertilidad muy alta. El material geológico son sedimentos aluviales antiguos con granulometría que varía entre limo arcillosa y arenosa. Principalmente son suelos Gleysoles Hápticos Melánicos, Fluvisoles Heterotexturales Melánicos, y Vertisoles Hápticos, hidromórficos (Grumosoles). El uso es pastoril con un índice de productividad de 131.

- 03.40

Este grupo está conformado por suelos que presentan colores desde pardo grisáceo a pardo oscuro, con textura franco limosa. La fertilidad es alta y el drenaje imperfecto. El material geológico sobre el cual se desarrolla son sedimentos limo arcillosos y sedimentos aluviales de texturas variables y estratificadas, los cuales se encuentran

asociados a los cursos de agua. Asimismo estos suelos se denominan Brunosoles Éútricos Lúvicos; y el uso principal es de carácter pastoril, siendo el índice de productividad de 96.

- 03.51

Este tipo de suelo se caracteriza por ser, de color pardo a oscuro, con un drenaje imperfecto, una fertilidad alta y de poseer textura franco limosa; la proveniencia geológica corresponde a sedimentos limo arcillosos de color pardo. El índice de productividad es de 175; estos suelos son de carácter pastoriles con pasturas de alta calidad. Son principalmente Brunosoles Éútricos Lúvicos.

- 9.1

Este grupo está compuesto por suelos de color que varia entre pardo grisáceo a negro, con una fertilidad que varia entre media a alta, y un drenaje moderado. También presentan una textura variante entre franco arcillo limosa a franco arcillo arenosa.

El material geológico son areniscas litificadas que corresponden a la Formación Mercedes, y areniscas ferrificadas de Asencio y Guichón (escarpas). El uso principal que se le da a estos suelos es de carácter pastoril, con un índice de productividad de 61. Dichos suelos se denominan Brunosoles Éútricos y Subéútricos, Típicos o Lúvicos y Argisol Subéútricos o Dístrico Ócrico.

- 9.3

Los suelos que integran este grupo son Planosoles Dístricos Ócricos y Argisoles Dístricos Ócricos Abrúpticos, se caracterizan por ser de color pardo grisáceo oscuro, con una textura arenosa franca; poseen una fertilidad baja y un drenaje imperfecto.

El material geológico son areniscas con cemento arcilloso, frecuentemente de tonos rosados, a veces rojizos o blancos grisáceos. El uso principal de los suelos es pastoril; el índice de productividad es de 88.

- 9.5

Son suelos que se desarrollan sobre material geológico corresponde a areniscas con cemento arcilloso de color rojizo. Los mismos son de color pardo muy oscuro a negro, con un drenaje moderado y una fertilidad media; la textura varia de franco arcillo arenosa a franco arenosa pesada Los suelos corresponden a Brunosoles Subéútricos Lúvicos.

El uso principal que se les da es pastoril agrícola, siendo el índice de productividad de

114.

- 10.1

Los suelos que componen este grupo son Brunosoles Éútricos Típicos y Vertisoles Rúpticos Típicos, estos corresponden a suelos de color negro o pardo muy oscuro, con texturas franco arcillo limosa; un drenaje moderado y una fertilidad alta. El material geológico son sedimentos limo arcillosos y arcillosos del Cuaternario. El índice de productividad es de 219.

- 10.5

Este grupo corresponde a suelos Brunosoles Éútricos Lúvicos, a veces Típicos y Planosoles Éútricos Melánicos, los cuales se caracterizan por ser de color pardo muy oscuro, con fertilidad alta y un drenaje imperfecto, la textura franco limosa. El uso principal es agrícola, con un índice de productividad de 236. El material geológico es sedimentos limo arcillosos de la formación Libertad.

- 10.11

Se caracterizan por ser suelos de color pardo a muy oscuro, de alta fertilidad y drenaje imperfecto; la textura predominante es franco limosa con arena fina y muy fina. Correspondientes a sedimentos limo arcillosos con mucha arena fina y muy fina. Principalmente son utilizados para cultivos y uso pastoril. Índice de Productividad 210. Los mismos se denominan Planosoles Subéútricos, a veces pudiendo ser Éútricos Melánicos.

- 10.15

Este grupo está compuesto por dos asociaciones de suelos, en un primer lugar Brunosoles Subéútricos Típicos y Lúvicos y Vertisoles Rúpticos Lúvicos, de color pardo muy oscuro a negro, con un drenaje moderado y una fertilidad alta a media; la textura es de carácter franco arcillo arenosa a franco arenosa. Proviene de un material geológico corresponde a sedimentos areno arcillosos y limo arcillosos, con abundancia de arena.

Un segundo grupo conformado por Brunosoles Subéútricos Típicos y Lúvicos con descripción similar a los anteriores. Dichos suelos provienen de un material geológico correspondiente a sedimento coluvial y litologías de la Formación Fray Bentos.

El uso principal de estos suelos es para cultivo; el índice de productividad es de 131.

- 11.1

Son suelos de color pardo que va desde muy oscuro a negro, con fertilidad alta a muy alta y un buen drenaje, presentando texturas franco arcillo limosa. Proviene de material geológico como ser sedimentos limosos con presencia de cantos rodados, dichos sedimentos se encuentran recubriendo a la Formación Fray Bentos. El uso es principalmente agrícola pastoril, con un índice de productividad 114. Siendo estos suelos Brunosoles Éútricos Típicos.

- 11.4

Ese grupo de suelos proviene de material geológico semejante a sedimentos limosos que poseen herencias de la Formación Fray Bentos, la cual presenta abundante contenido de carbonato de calcio, y es de carácter friable. Las características principales de este grupo es que son de color negro, con una fertilidad alta a muy alta y un buen drenaje, presentando una textura franco arcillosa. El uso principal es para cultivo. El índice de productividad es de 214. Los suelos predominantes son Brunosoles Éútricos Típicos y Brunosoles Éútricos Háplicos.

- 11.5

Se caracteriza por ser de color pardo muy oscuro a negro, con fertilidad muy alta y un drenaje moderado; asimismo presentan una textura franco arcillosa a franco arcillo limosa. Se generan a partir de los sedimentos limosos que recubren a la Formación Fray Bento. El uso principal es principalmente de carácter productivo; asimismo el índice de productividad es 228. Los mismos son Brunosoles Éútricos Típicos y Planosoles Éútricos Melánicos.

- 11.7

El material madre que conforma a este grupo corresponde a sedimentos de la formación Fray Bentos; siendo dichos suelos caracterizados por poseer color pardo oscuro, de fertilidad que va desde media a alta y un buen drenaje; la textura es franco arcillo arenosa. El uso principal es de carácter agrícola con un índice de productividad de 193. Los suelos se denominan Brunosoles Subéútricos, a veces Éútricos.

## Capítulo 4. Antecedentes Geológicos

### 4.1. Marco general

Durante la era Paleozoica existieron varias cuencas de carácter intracratónicas en Gondwana occidental, siendo una de las más importantes la cuenca Chaco-Paraná localizada en el margen meridional de Gondwana occidental (Figura 4.1). La misma tiene una extensión de 1.400.000 Km<sup>2</sup>, por territorio brasileño, uruguayo, argentino y paraguayo.

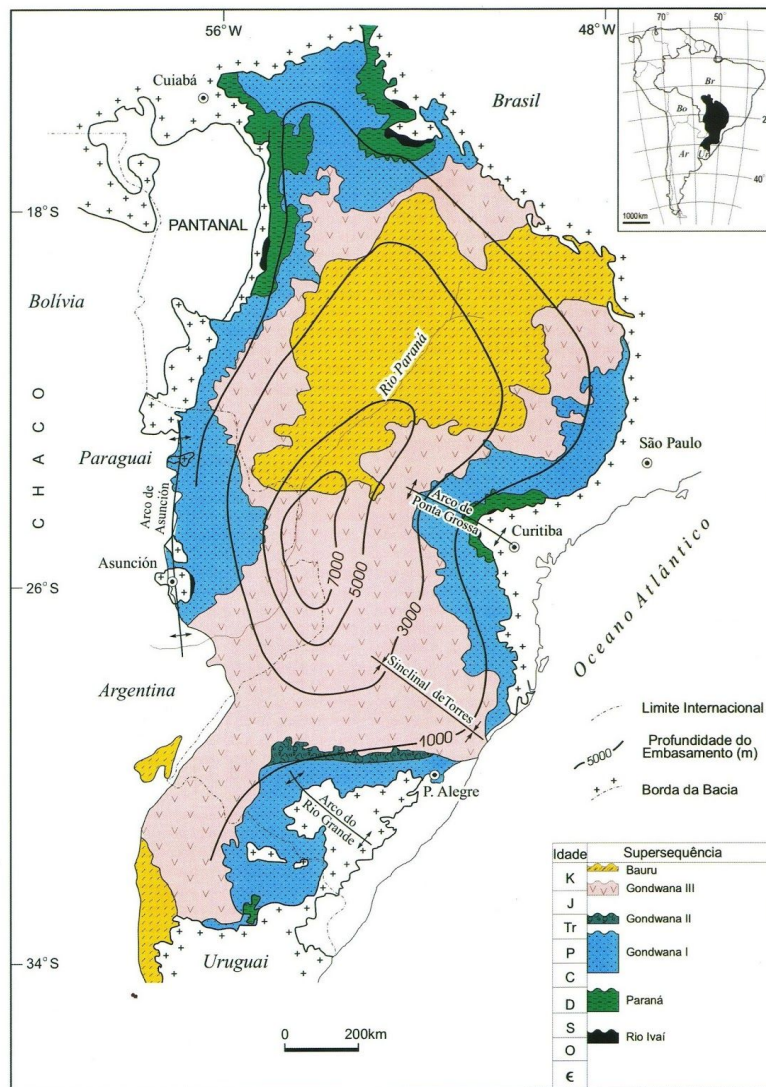


Figura 4.1. Representación de la cuenca Chaco-Paraná. Tomado de Milani (2004).

La porción de la cuenca Chaco-Paraná que se encuentra dentro del territorio Uruguayo recibe el nombre de Cuenca Norte (Figura 4.2), localizándose en el centro-norte del país.



Ocupa una superficie de 90.000 Km<sup>2</sup>, y tiene una profundidad mayor a los 2.300 m establecida por los datos de perforación (de Santa Ana *et al.* (2006)).

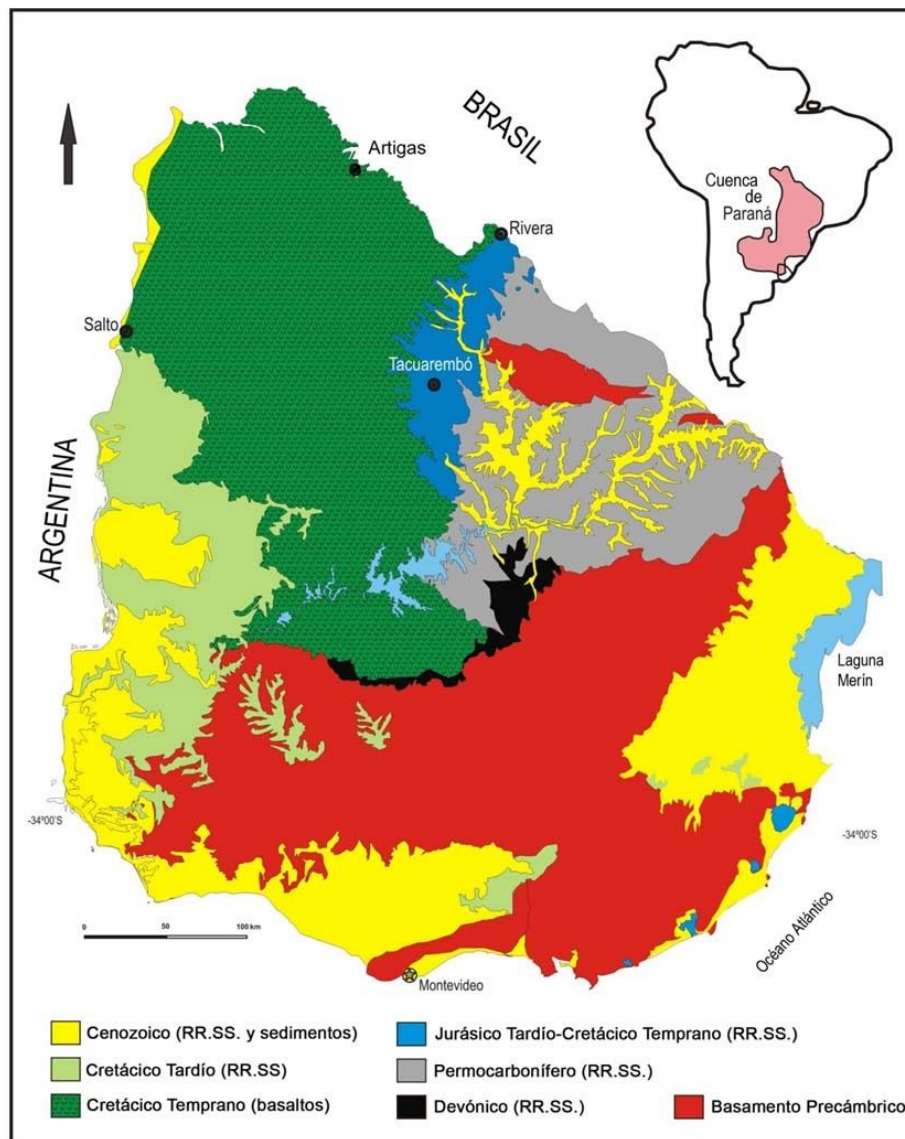


Figura 4.2. Cuenca Norte. Tomado de Perea *et al.* (2009).

Los registros sedimentarios que se encuentran en dicha cuenca datan desde el Devónico hasta el Cretácico Tardío. Los depósitos de la cuenca se han dividido en cuatro secuencias estratigráficas (Figura 4.3), de base a tope, la secuencia Devónica formada por el Grupo Durazno (Bossi, 1966), la secuencia Carbonífero-Pérmica constituida por el Grupo Cerro Largo (Goso, 1995), seguida por la secuencia Jurásica-Eocretácica de naturaleza volcanosedimentaria y por último, la más significativa para este trabajo, la secuencia Neocretácica.

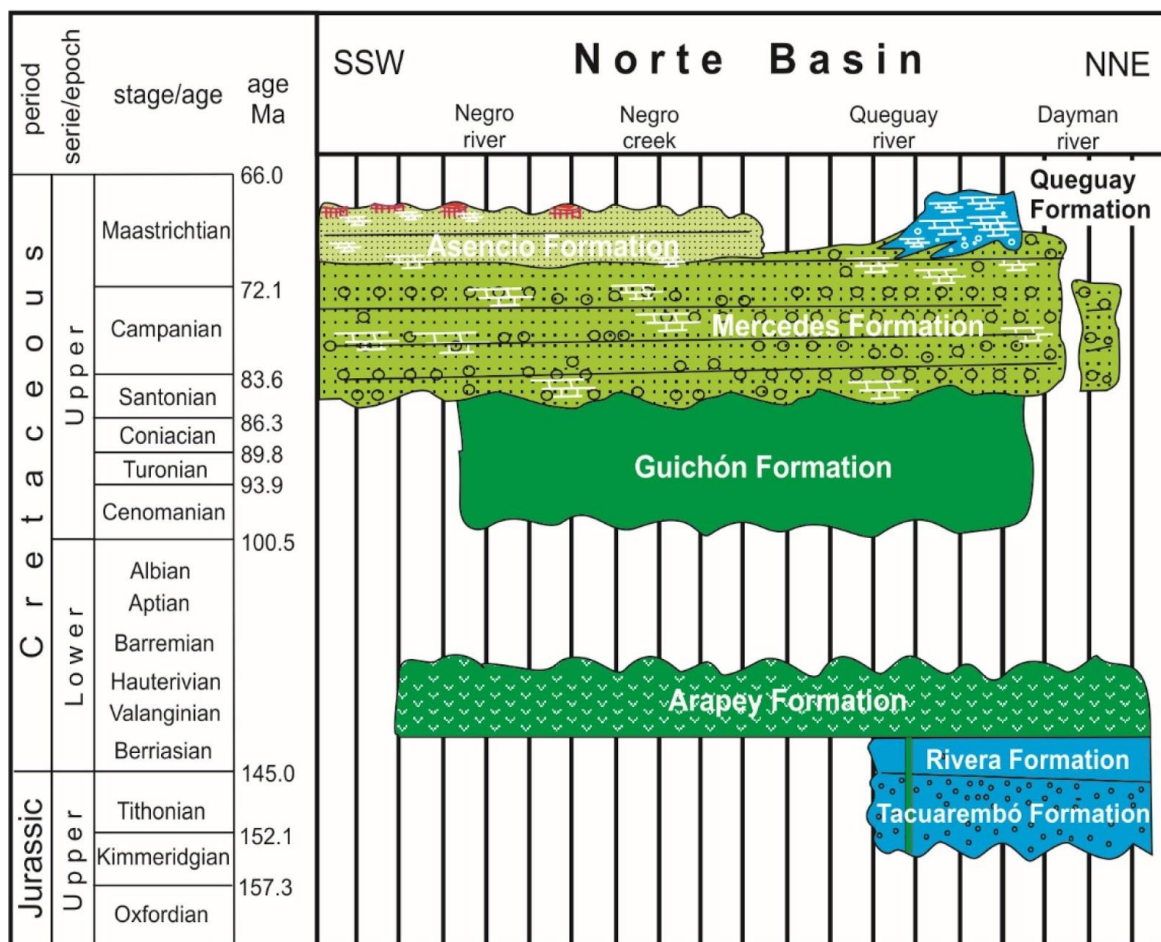


Figura 4.3. Columna estratigráfica de las unidades cretácicas de la Cuenca Norte. Tomado de Veroslavsky *et al.* (2019).

Según Ubilla *et al.*, (2003) el período Cretácico es considerado, dentro del eón Fanerozoico, el más largo aproximadamente de 79 Ma. El mismo ocurre entre los 145 a 66 Ma. Se caracteriza por una variación climática, con aumento en las temperaturas por encima de las actuales para las latitudes medias y altas en el Cretácico Temprano, y un posterior enfriamiento hacia el Cretácico Tardío. Respecto a las características biológicas, albergó gran parte de las familias y plantas modernas. Por otro lado, desde el punto de vista tectónico, durante este periodo se dio la separación de Sud-América de África, a causa de la apertura del Atlántico Sur.

A mediados del Cretácico, la velocidad de deriva de la placa sudamericana sufrió un progresivo aumento hacia el oeste ocasionando la aceleración de los procesos orogénicos protoandinos y por consiguiente la creación de nuevos espacios de acumulación sedimentarios en el ámbito de la Cuenca Norte durante el Cretácico Tardío (Ubilla *et al.*

(2003)). En estos nuevos espacios y bajo ese contexto fue que se depositaron, bajo un régimen fluvial, las formaciones Guichón, Mercedes y Asencio, reunidas en el Grupo Paysandú (Bossi, 1966). Así mismos dichos depósitos presentan una correlación estratigráfica con las unidades Cretácicas de Argentina Puerto Yerúa (Padula & Mingramm, 1968) y de Brasil Grupo Caiuá y Bauru (Soares *et al.*, 1980)

En Uruguay la sedimentación cretácica pos-basáltica se desarrolla en el Oeste y centro del mismo; y reúne variadas litologías que, en conjunto, alcanzan unos 200m de potencia (Figura 4.4).

Para algunos autores (Goso 1999, Goso y Perea 2004) los depósitos que se ubican al oeste del territorio y que corresponden al Grupo Paysandú ( por ende la Formación Asencio), pertenecen a la Cuenca Litoral del Río Uruguay; esta cuenca, o subcuenca, abarca una superficie de 25.000 km<sup>2</sup> y está ubicada al oeste del territorio uruguayo. Comprende mayormente conglomerados y areniscas depositados por ríos que fluían hacia el suroeste. Estas unidades se encuentran apoyadas en discordancia, hacia el norte y noreste sobre la Formación Arapey, mientras que en el sur y sureste se encuentra sobre el basamento de tipo granito-*greenstone* perteneciente al Terreno Piedra Alta (Goso y Perea, 2004).

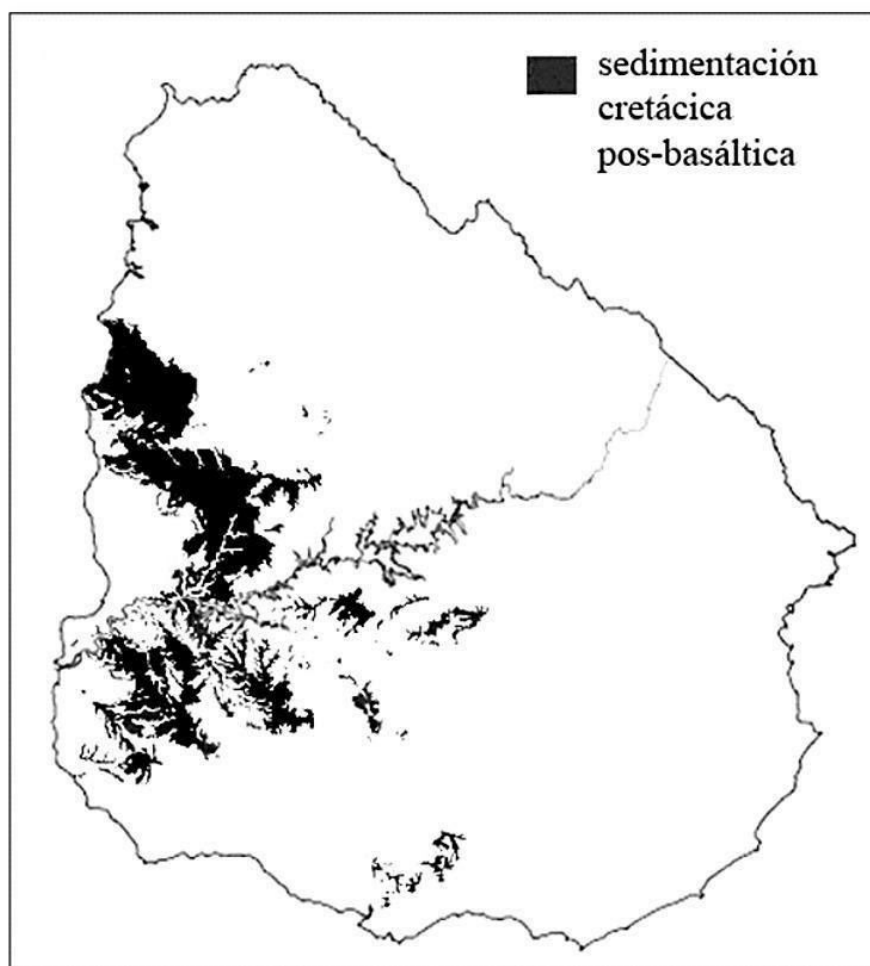


Figura 4.4. Distribución en superficie de la sedimentación cretácica post-basáltica en Uruguay. Tomado de Soto *et al.* (2009).

#### 4.2. Antecedentes del área de estudio

Walther (1919) mediante estudios sedimentológicos, petrográficos y de análisis químicos caracterizó areniscas ferrificadas rojas, tanto en canteras próximas a la ciudad de Mercedes como en las Grutas del Palacio. Estas areniscas se habrían formado por la impregnación de arenas originariamente calcáreas por óxidos de hierro, producto de un proceso de lateritización. El autor observó y comparó este mismo fenómeno con otros puntos del país (ej. Grutas del Palacio, Molles).

Von Huene (1929) estableció por primera vez la existencia de depósitos de edad Cretácica en Uruguay, sobre la base de restos de titanosaurios. Frengüelli (1930) consideró que las areniscas ferrificadas representan una superficie de alteración generada bajo condiciones climáticas particulares, y no un horizonte geológico.

Lambert (1939) realizó las primeras labores geológicas relacionadas a la sedimentación cretácica post-basáltica en el departamento de Durazno. Allí reconoció dos unidades, la primera correspondiente a la base del perfil, caracterizada por conglomerados con dos texturas principales: una roca compacta con abundantes cantos y una arenisca con delgadas hiladas de cantos. La segunda unidad descrita por Lambert (1939) corresponde a areniscas con grano fino, con tonos blancos o rosados, las cuales presentan cemento calcáreo, e intensos fenómenos de ferrificación y silicificación en la parte superior, y restos fósiles de dinosaurios.

Lambert (1940a, 1940b) encontró las mismas unidades en los departamentos de Paysandú y Río Negro, en el primer caso suprayaciendo a una tercera unidad de areniscas arcillosas anaranjadas a las que denominó “areniscas inferiores” o “areniscas de Guichón”.

Posteriormente, Serra (1945) llevó a cabo un mapa geológico en el departamento de Soriano, corroborando lo antes establecido por Lambert (1939) para Durazno, estableciendo dos horizontes, de base a tope: 1 - areniscas de grano desigual, gravilosas o conglomerádicas; 2 - areniscas de grano fino, con cemento muy variable, ya sea tanto en cantidad como en naturaleza (calcáreo, arcilloso), que experimentaron fenómenos diagenéticos de ferrificación y silicificación. Debido a la presencia de restos fósiles de dinosaurios, al menos en parte de la unidad superior, Serra (1945) propone designarla como “Areniscas con Dinosaurios”.

En la década de 1960 se formalizó el reconocimiento de tres unidades de rango formacional: las formaciones Guichón, Mercedes y Asencio (Bossi, 1966), posteriormente reunidas en el Grupo Paysandú (Bossi & Navarro, 1988). A continuación se hará una breve síntesis de las unidades de este grupo, exceptuando a la Formación Guichón, que no está presente en el área de estudio (ver Goso & Perea, 2004), así como de la Formación Fray Bentos, ampliamente distribuida en la misma.

#### **a) Formación Mercedes (Bossi, 1966)**

De acuerdo a Bossi (1966) esta unidad se encuentra formada por una sucesión

granodecreciente compuesta, de base a tope, por areniscas conglomerádicas, areniscas gruesas y areniscas finas, con cemento principalmente arcilloso y calcáreo; de color blancuzco a rosado pálido, aunque en algunos casos pueden presentar colores rojizos. Asimismo es habitual encontrar, en esta formación, lentes de calizas interestratificados con las areniscas. Bossi (1966) considera que el rasgo más característico de dicha formación son las areniscas conglomerádicas y conglomerados, así como también la silicificación intensa.

Las relaciones estratigráficas que presenta son, en la base discordante con el Basamento Cristalino, con la Formación San Gregorio y con la Formación Arapey; mientras que en el tope la misma es concordante con la Formación Asencio, y discordante con formaciones cenozoicas.

En base a sondeos realizados en la ciudad homónima y observaciones de campo, se ha establecido que presenta una potencia de aproximadamente 90 m, con disminución del espesor hacia el este. Asimismo le fue asignado un ambiente de depositación continental de clima semiárido, de alta energía.

La edad que se le fue consignada es de Cretácico Tardío.

#### **b) Formación Asencio (Bossi, 1966)**

Bossi (1966) propuso la separación de la Formación Asencio en dos miembros. El miembro inferior (Miembro Yapeyú - sección tipo: arroyo Yapeyú, departamento de Soriano) está compuesto por areniscas de color blanco o rosado pálido, de grano fino, con cemento arcilloso, friable y sin estratificación definida. El miembro superior (Miembro del Palacio - sección tipo: Gruta del Palacio, departamento de Flores) está en cambio conformado por las mismas areniscas pero con grado variable de ferrificación, llegando a conformarse verdaderas corazas ferralíticas.

Las relaciones estratigráficas que presenta son discordante a la base con el basamento cristalino y concordante al tope con la Formación Mercedes.

Según Preciozzi *et al.* (1985) esta unidad cuenta con una potencia de aproximadamente 30 m, estimada en base a sondeos realizados en los departamentos de Soriano, Río Negro, y Flores. Respecto al ambiente de depositación se establece un ambiente continental, con clima árido. La edad es Cretácico Tardío, sobre la base del contenido fosilífero (Von Huene, 1929)

### **c) Formación Fray Bentos (Goso, 1965)**

Esta unidad está integrada por diversos litotipos, de acuerdo con Preciozzi *et al.* (1985) por: areniscas finas, masivas, de composición cuarzo-feldespática, con cemento arcilloso y/o calcáreo. Limos con presencia de fracción arcilla y carbonato de calcio. Y niveles lodolitas. Su principal característica es la presencia constante de carbonato de calcio.

Los contactos estratigráficos son discordantes, en la base, con el basamento y formaciones pertenecientes al Cretácico Superior, y en el tope, con depósitos del Neógeno y con el Cuaternario.

Esta unidad se encuentra aflorando principalmente en el litoral oeste del Uruguay, extendiéndose desde parte de Artigas hasta Colonia y en torno a las cuencas Santa Lucía y Laguna Merín. Los depósitos de la misma corresponden a un ambiente continental semiárido. Dichos depósitos pueden llegar a alcanzar una potencia de 90 m en pozos, y entre 10 m y 15 m en superficie.

Le fue asignada una edad perteneciente al Oligoceno Tardío en base a su contenido fosilífero (Ubilla, 2004).

### **4.3. Antecedentes controversiales**

A modo de síntesis se presentan las diversas propuestas litoestratigráficas y de interpretación paleoambiental que se han generado para la Formación Asencio desde la década de 1980.

Preciozzi *et al.* (1985) definieron el Miembro Algorta (sección tipo: Algorta, departamento de Paysandú) para agrupar a los bancos calcáreos de la Formación Asencio.

Tofalo (1986) propone que el ambiente depositacional corresponde a canales entrelazados de baja a moderada sinuosidad.

Morales y Ford (1988) propusieron que las litologías aflorantes en la zona del arroyo Yapeyú corresponden a la Formación Mercedes y no a la Formación Asencio, contrariamente a lo sostenido por Bossi (1966). Ford & Gancio (1988, 1989) reasignaron

el Miembro Yapeyú a la Formación Mercedes, quedando así según los autores la Formación Asencio reducida a las litologías comprendidas en el Miembro del Palacio.

En el mismo año, Ford (1988) definió la Formación Palmitas (sección tipo: cantera Grito de Asencio, departamento de Soriano), de supuesta edad Terciaria, compuesta según el autor por conglomerados con nidos fósiles de insectos, anteriormente parte del Miembro del Palacio de la Formación Asencio.

Pazos *et al.* (1998), combinando criterios litoestratigráficos y aloestratigráficos, acotaron aún más el alcance de la Formación Asencio, considerándola además de edad Terciaria.

En su tesis doctoral, Goso (1999) empleó la denominación Mercedes-Asencio definiendo la Unidad Edafoestratigráfica Geosuelo del Palacio (ver también Goso & Perea, 2003).

Goso & Perea (2004) incluyeron el Miembro del Palacio dentro de la Formación Mercedes. Por tanto, para dichos autores la Formación Asencio no existiría. El mismo enfoque fue seguido por Bossi & Ferrando (2001) en la memoria de su carta geológica, aunque mantuvieron la separación en la propia carta.

Bellosi *et al.* (2004) conciben a la Formación Asencio como una sucesión de perfiles altamente meteorizados, que se formaron a partir de sedimentos arenosos que fueron convertidos en Ultisoles rojos bien desarrollados bajo condiciones húmedas y cálidas. Establece también que la misma ha sufrido por lo menos cuatro fases de laterización, las cuales fueron alternadas con períodos de sedimentación y edafización, evidenciándose esto gracias a la presencia de icnofósiles; asimismo para estos autores, estos procesos no habrían estado muy separados en el tiempo si no que se habrían desarrollado en algunos a varios millones de años.

Morrás *et al.* (2010) proponen que los procesos de meteorización que generaron los paleosuelos de la Formación Asencio tuvieron lugar durante el Eoceno. Asimismo al igual que otros autores, asignan el Miembro Yapeyú a la Formación Mercedes, dado que el mismo se forma a partir de procesos de ferrificación y erosión de las facies del tope de la Formación Mercedes.



Genise *et al.* (2011) establece la interpretación de las columnas de la Formación Asencio como paleorizoferas en base a las estructuras internas; se reconocen por lo menos 5 tipos de paleorizoferas, que se generan a causa de procesos, como ser liberación de ácidos orgánicos, evapotranspiración, aquellos relacionados con los microorganismos, entre otros, que imperaban en esa rizósfera. Dichos procesos generaron la cementación y precipitación de óxido de hierro, y en algunos casos geométricas concéntricas.

Turner *et al.* (2017) propone un periodo de meteorización extenso y estable donde las condiciones paleoambientales para la Formación Asencio, de forma estimativa, son de una temperatura de entre los 15.1-19.6 °C y una precipitación de 1070-1669 mm/año. A su vez establece que el carbonato de calcio encontrado en en esta unidad se debe a ascensos hidrotermales recientes.

## **Capítulo 5. Materiales y Métodos**

### **5.1. Materiales**

Los materiales que se utilizaron en este trabajo se presentan a continuación:

- Fotografías aéreas: rollo 11 del N°0080 al 0074 y rollo 39 del N°0126 al 0122, a escala 1:40.000, vuelo 1966, proporcionadas por el Servicio Geográfico Militar.
- Hojas topográficas: Fray Bentos-Mercedes; Soriano, Bequeló y Bizcocho, a escala 1.50.000.
- Cartas geológicas: Mapa Geológico de Reconocimiento de Soriano, a escala 1:250.000 (Serra, 1945); Carta Geológica del Uruguay a escala 1/100.000 hoja O-21 Bizcocho y hoja O-20 Bequeló (Ford & Gancio, 1998a, 1998b). Carta Geológica del Uruguay a escala 1:500.000 (Bossi y Ferrando, 2001). Mapa.
- Brújula Brunton, lupa, martillo Geológico Estwing, GPS, comparadores visuales, ácido clorhídrico (HCl), libreta, lapicera, cinta métrica, cámara de fotos, estereoscopios, computadora, bolsas plásticas, microscopio óptico Leica DMLP y Motic y lupa binocular Zeiss Stemi 508.
- Softwares: Google Earth, Qgis, Photoshop y SedLog.

### **5.2. Metodología**

Para alcanzar los objetivos del trabajo, se utilizaron herramientas de la Sedimentología, la Estratigrafía y la Petrografía Sedimentaria.

En primera instancia se realizó una búsqueda de antecedentes geológicos bibliográficos y cartográficos concernientes a las unidades del Cretácico Tardío (formaciones Mercedes y Asencio). También se consultó bibliografía relacionada a otras temáticas abordadas, con el fin de establecer un marco teórico que ayude a la mayor comprensión de las unidades.

Concluida la etapa anterior y junto a la utilización de programas informáticos como ser Google Earth, se planeó la etapa de campo, en la cual fueron realizadas cuatro salidas, relevando un total de 111 puntos.

En primera instancia fue necesario un reconocimiento preliminar del área de estudio, con el fin de ajustar los límites anteriormente definidos y establecer puntos de interés para

estudios estratigráficos y petrográficos.

Muchos de estos puntos corresponden a canteras donde se exponen varios metros de la Formación Asencio. En dos de ellas (Puntos 25 y 30), así como en una transecta, se realizó el levantamiento de once perfiles en total, que permitieron observar la variación de la formación tanto en la lateral como en la vertical, accediendo a un mejor análisis de la misma. Para estos levantamientos se tuvieron en cuenta secciones con potencias importantes, buena continuidad lateral de la formación y la presencia de los diversos litotipos. También se levantó un perfil adicional correspondiente al estratotipo de la Formación Mercedes (Punto 5). A medida que se levantaron los perfiles se tomaron muestras representativas de cada uno de los estratos, acompañadas de fotos que ilustran dicho perfil.

Una vez finalizada la investigación bibliográfica y la etapa de campo se continuó con la segunda etapa de gabinete.

En la parte de laboratorio, fueron descritas de forma detallada las muestras obtenidas en campo, tanto a escala mesoscópica, bajo lupa binocular Zeiss Stemi 508, como a escala microscópica, bajo microscopio óptico Leica DMLP y Motic. En las descripciones se utilizaron comparadores visuales para el grado de selección, de madurez textural, de esfericidad y redondez, así como la tabla de colores Munsell Rock Color Book.

Dentro del total de las muestras tomadas se seleccionaron once, a las cuales se les realizó láminas delgadas para lograr una mayor precisión en la descripción. Para la selección de las muestras se consideraron puntos claves, como los son, las áreas tipos de las formaciones Mercedes y Asencio, así como también puntos con buena exposición de los diferentes litotipos. Seis de las muestras fueron tomadas en cinco puntos (puntos 5, 15, 22, 24 y 58), los cuales comprenden una transecta SW-NE. Por otro lado, las restantes cinco muestras fueron tomadas en el punto 30, correspondiente a la cantera Grito de Asencio, en el frente de cantera Norte, donde fueron levantados los perfiles C1; C2; C3 y C4. Considerado dicho punto de gran interés para el trabajo.

En esta segunda parte se contó con otros softwares, como ser SedLog y Photoshop, que

permitieron la elaboración de los 12 perfiles Selley anteriormente levantados en campo, y sus posteriores modificaciones. Las referencias geológicas utilizadas en los perfiles se muestran en la Figura 5.1.

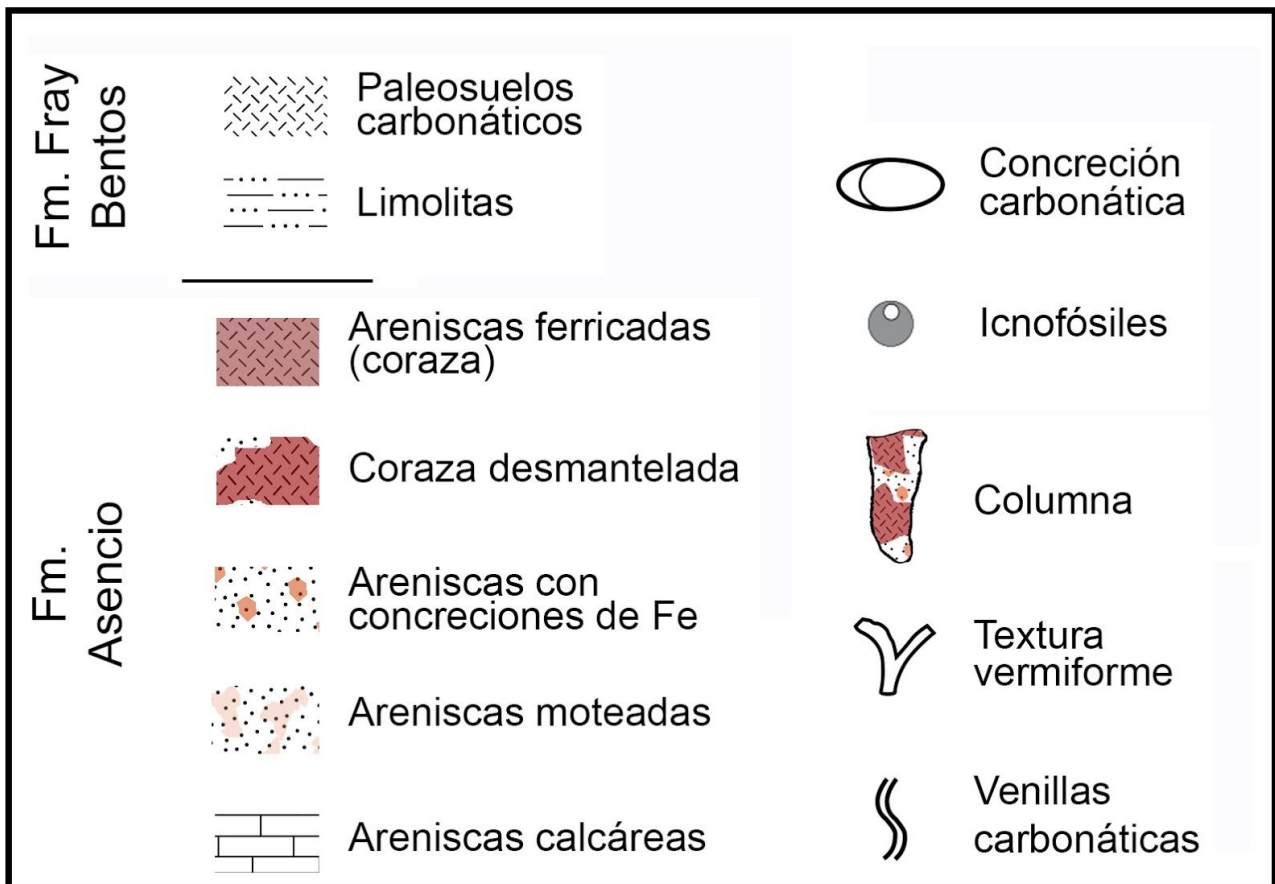


Figura 5.1. Referencias utilizadas en los perfiles geológicos relevados en los diferentes puntos de interés.

Para la construcción del mapa geológico de la región al sur de la ciudad de Mercedes, en primera instancia, con el área de estudio ya seleccionada, se efectuó un mapa preliminar en base a la fotointerpretación y fotolectura de las fotografías aéreas detalladas en el capítulo 5 y a los antecedentes cartográficos recopilados.

También fue necesario utilizar otros programas informáticos, además de los anteriormente mencionados, que permitieran la digitalización de dicho mapa (Qgis v. 2.18). Se ajustaron los límites de las unidades en base a la información de campo y se incorporó información extra a partir de:

- mapa magnetométrico, para la parte estructural, proporcionado por el geovisualizador de DINAMIGE; se realizó un mosaico que se presenta junto al mapa.
- registro de pozos (Tabla 5.1) proporcionados por PRENADER, los cuales ayudaron a

adquirir una mayor compresión del área en profundidad, y establecer la ubicación de los dos cortes geológicos. A partir de la litología que se presenta en dicha tabla, es que se infirieron las unidades.

- Capas formato shp de la red hidrográfica; de la caminería y de las curvas de nivel.

Las tramas y colores que fueron utilizadas para dicho mapa, se seleccionaron en base a la tabla cronoestratigráfica internacional. Asimismo, para la proyección se utilizó el sistema de coordenadas WGS84, UTM, Zona 21S.

Tabla 5.1. Tabla de datos de pozos realizados por PRENADER en el área de estudio.

X (*)	Y (*)	Solicitantes	Profundidad (m)	Perfil litológico											
296350.0	6320500.0	Oscar Pablo Martínez Bravo	50.0	0-12 Arcilla marrón	12-28 Caliza con arcilla blanca, dura	28-50 Arena gruesa marrón arriba, arena gruesa con cantos									
296100.0	6317900.0	Luis Ruben Cresci Izaguirre	61.0	0-14 Arena media a fina blanca	14-61 Calizas, areniscas muy gruesas con arcillas blancas										
295350.0	6317850.0	Álvaro Alberto Mazzilli Millan	63.0	0-1 Suelo	1-12 Arena fina a media, blanca, Formación Asencio	12-63 Calizas, areniscas muy gruesas, Formación Mercedes									
295300.0	6317050.0	Eduardo Javier Barrios Battó	45.0	0-10 Arcilla marrón	10-15 Arcilla con arena fina	15-22 Arena media	22-26 Arena fina con arcilla	26-30 Caliza con arcilla	30-40 Caliza blanca dura	40-45 Nivel arcilloso					
297050.0	6317050.0	Luis Remigio Bentancor Acosta	45.0	0-5 Arcilla	5-10 Arena	10-12 Caliza blanca dura	12-20 Caliza blanca	20-25 Arena gruesa consolidada	25-30 Arcilla blanca	30-40 Arena gruesa consolidada	40-42 Arcilla	42-45 Arena gruesa			
295600.0	6315750.0	Alfredo Jorge Iglesias Veiga	60.0	0-17 Arcilla marrón, arena arcillosa y amarilla	17-30 Caliza blanca dura	30-60 Arena media marrón consolidada arriba									
295550.0	6314850.0	Roque Jesús Rodríguez Peletti	72.0	0-1 Suelo	1-10 Tosca rosada, Formación Fray Bentos	10-25 Limo arcilloso rosado, Formación Asencio	25-30 Ferrificado duro, Formación Asencio	30-40 Arena fina arcillosa, Formación Mercedes	40-45 Arena fina, Formación Mercedes	45-48 Dura arcilloso blanco, Formación Mercedes	48-72 Duro blanco con arena gruesa, canto rodado, Formación Mercedes				
298750.0	6314850.0	Miguel Ángel Sandoval Pérez	47.0	0-10 Arcilla marrón	10-15 Arena fina	15-20 Arcilla rosada	20-30 Arcilla blanca con arena fina	30-40 Caliza blanca, dura	40-46 Arena gruesa consolidada	46-47 Arcilla blanca					
298250.0	6312500.0	Wilson Nolberto Riva Antúnez	48.0	0-10 Arena fina con arcilla marrón	10-20 Arena fina con arcilla rosada	20-30 Arena fina, poca arcilla	30-36 Arcilla con arena fina	36-42 Arena fina a media	42-46 Caliza blanca, dura	46-48 Arcilla blanca					

## Capítulo 6. Resultados

En este capítulo se presentará la información relevada en campo, consistiendo la misma en descripciones de muestras de mano, perfiles Selley y descripciones de láminas delgadas. Se presenta asimismo una descripción del mapa geológico y de los cortes elaborados, siendo que el mapa geológico de la región al sur de Mercedes a escala 1:50.000 propiamente dicho, junto con los dos cortes geológicos se adjuntan en anexos.

### 6.1. Descripción de los litotipos de la Formación Asencio

#### 6.1.1. Areniscas blancas cuarzosas

##### *Descripción en muestra de mano*

Areniscas finas a muy finas, de selección regular, color marrón amarillento pálido (10YR 7/4), compuestas principalmente por cuarzo (en un 95%) y subordinadamente por fragmentos líticos (en un 5%) (Figura 6.1). Los clastos son redondeados y subesféricos. Asimismo localmente se puede observar clastos de tamaño arena gruesa. Desde el punto de vista de las estructuras sedimentarias, son masivas. Se perciben parches de arcilla del mismo color y parches de silicificación. La composición del cemento es principalmente arcilloso y silíceo (no hay reacción con HCl). En cuanto al grado de consolidación, estas areniscas son friables.



Figura 6.1. Vista en detalle de las areniscas blancas, masivas, pertenecientes a la Formación Asencio.

### **6.1.2. Areniscas calcáreas blanquecinas**

#### *Descripción en muestra de mano*

Areniscas finas, de selección regular, consolidada, color marrón amarillento pálido (10YR 7/4), compuestas principalmente por cuarzo (en un 100%) (Figura 6.2). Los clastos son subredondeados y subesféricos. Localmente se puede observar clastos de tamaño arena gruesa (1,5mm). Se perciben parches de silicificación, algunas se encuentran como venas de 3 mm de ancho, que recortan la misma. Desde el punto de vista de las estructuras sedimentarias, son masivas. La composición del cemento es principalmente silíceo y carbonático (reacciona con HCl).



Figura 6.2. A: Vista panorámica del afloramiento de las areniscas blancas calcárea B: Vista en detalle de muestra de mano de la arenisca calcárea blanquecina con parches de sílice (indicado con flechas negras), masiva. Punto 18.

### 6.1.3. Areniscas finas moteadas

#### *Descripción en muestra de mano*

Areniscas finas, cuarzosas, con clastos redondeados y subesféricos, de color naranja pálido (10 YR 8/2) con presencia de motas de color rojizo oscuro (10R 3/4), que en



ocasiones se encuentran rodeadas por pátinas de arcilla roja. En ocasiones puede encontrarse clastos de tamaño arena gruesa. El cemento es principalmente arcilloso, mientras que en las motas es óxido de hierro; no se observa reacción con HCl. En cuanto al grado de consolidación, se trata de areniscas consolidadas (Figura 6.3).



Figura 6.3. A: Vista panorámica de afloramiento de la arenisca moteada; B: Vista panorámica de afloramiento de areniscas moteadas y por encima corazas (separadas por línea roja); C: vista en detalle de muestra de mano de la arenisca moteada de la Formación Asencio. Puntos 22.

### Descripción de lámina delgada

Areniscas finas (0,1 mm), de composición cuarzo en un 98% y subordinadamente feldespato en un 2%, de selección regular. Los clastos que la componen son subangulosos, siendo el contacto entre estos recto. Se observa una fábrica birrefringente con estrías. Asimismo también se puede observar agregados de arcilla y *coatings* de grano. La composición del cemento es arcilloso y subordinadamente se observa cemento carbonático (Figura 6.4).

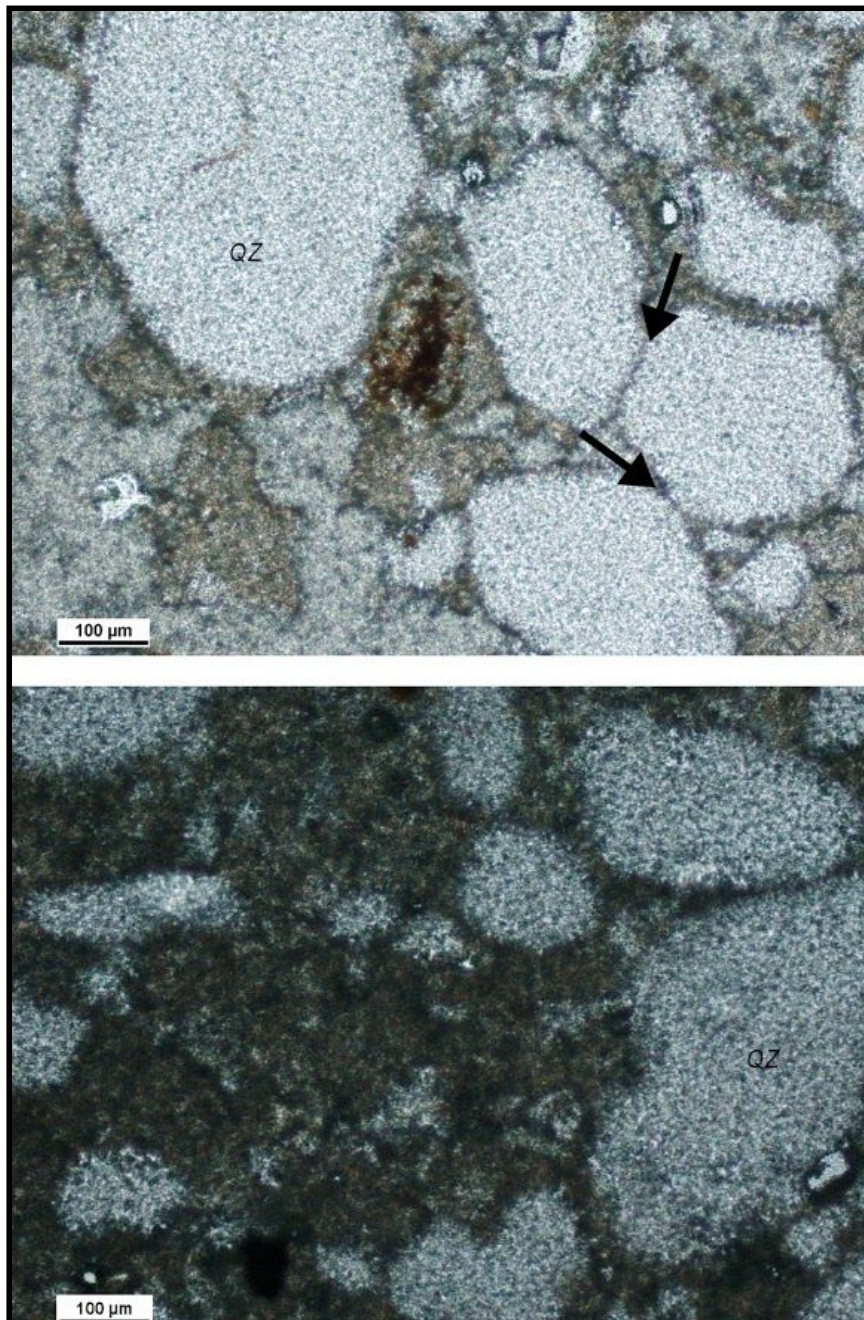


Figura 6.4. Microfotografía de arenisca moteada. Se observa el contacto recto entre los clastos de Qz (indicado con flecha negra) y el cemento carbonático.

#### 6.1.4. Areniscas marrón rojizo con parches

##### *Descripción en muestra de mano*

Areniscas finas a muy finas, cuarzosas, con clastos subredondeados y subesféricos; de color marrón rojizo oscuro (10R 3/4), presenta parches de color gris rosado (5YR 8/1) inmersos en ella. Dichos parches son extremadamente irregulares y con tamaños que varían desde 1,5 cm a 2 mm (Figura 6.5). Están compuestos por clastos de arena fina. Localmente pueden ser observados clastos de tamaño arena gruesa. La selección es regular. Compuesta por 97% de cuarzo traslúcido, y 3% de fragmentos líticos. Los clastos se presentan redondeados y subesféricos. En algunas ocasiones los parches se encuentran rodeados por una pátina de arcilla y óxidos de hierro (Figura 6.6). Este patrón se ha encontrado a la inversa, donde los parches pertenecen a la arenisca de color marrón rojizo oscuro (10R 3/4) y se encuentran inmersos en la arenisca de color gris rosado (5YR 8/1). En algunas zonas la roca presenta un alto grado de consolidación.



Figura 6.5. Vista en detalle de muestra de mano de la arenisca marrón rojizo, donde se observan parches de areniscas blancas masivas (indicado con flechas blancas), asimismo también se observa una distribución heterogénea de las arcillas. Punto 30.

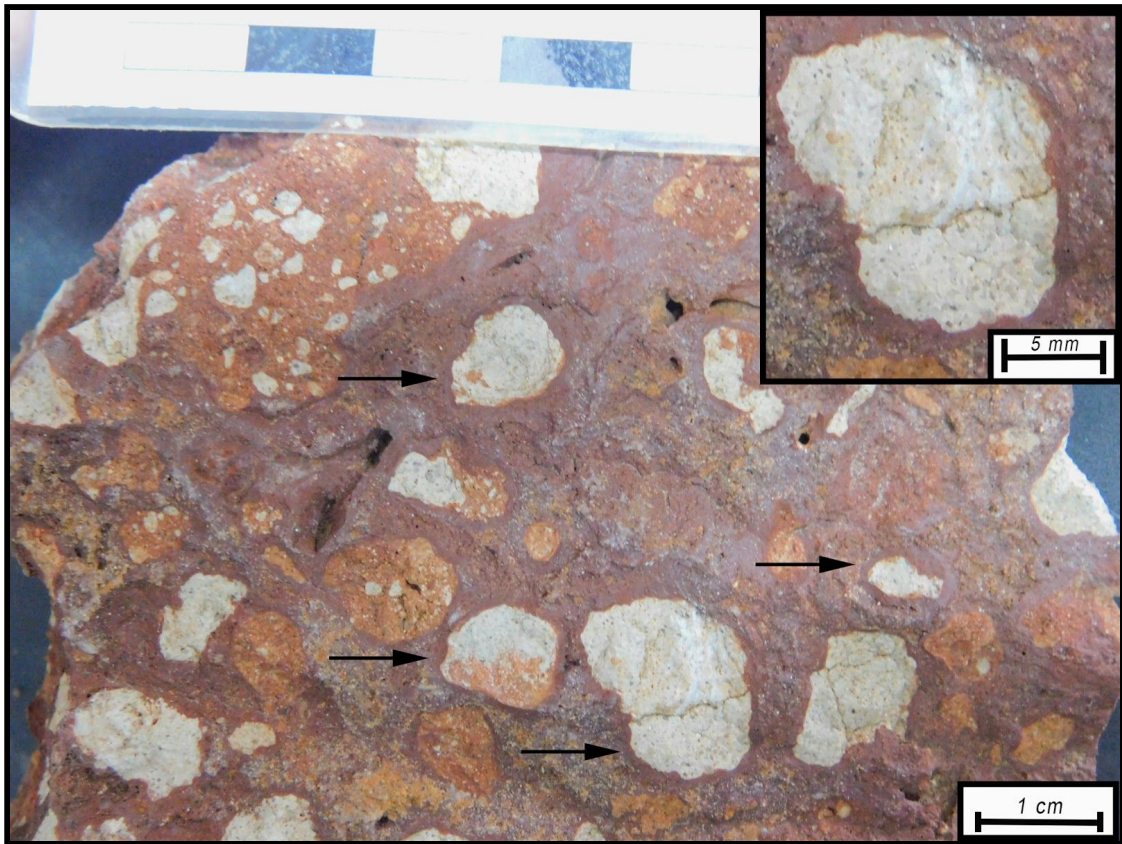


Figura 6.6. Vista en detalle de muestra de mano de la arenisca marrón rojizo donde se observan pátinas de arcilla y óxidos de hierro que se encuentran rodeando parches de las areniscas blancas (Indicado con flecha negra), masivas. Punto 30.

#### *Descripción de lámina delgada*

Arenisca finas (0,1 mm) a muy finas (0,05 mm), de composición cuarzo en un 98% y subordinadamente feldespato en un 2%, de selección regular. Los clastos que la componen son angulosos; en gran parte de la muestra no hay contacto entre estos (Figura 6.7 E-F), lo que genera una textura flotante. La composición del cemento es principalmente de óxido de hierro; subordinadamente puede encontrarse de composición carbonática.

Teniendo en cuenta las características composicionales y texturales, estas areniscas presentan un alto grado de madurez composicional y una madurez textural regular.

Se observa que la mayoría de los clastos presentan una pátina de arcilla y óxidos de hierro que los envuelve (Figura 6.7 C-D); generándose una textura fluida (Figura 6.7 A-B) dada por las arcillas y venas irregulares, de composición carbonática, que recortan la roca.

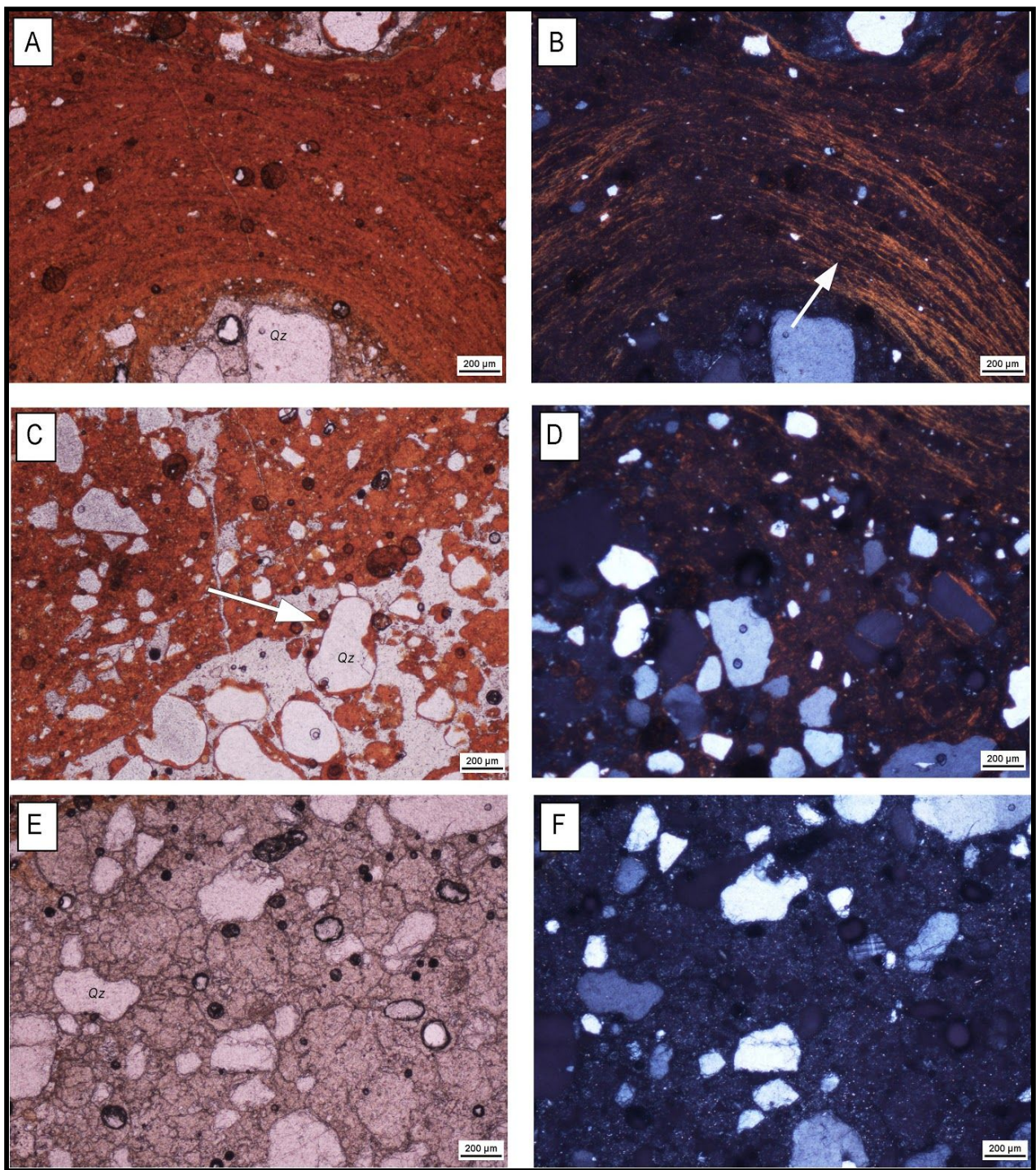


Figura 6.7. Microfotografía de areniscas marrón rojizo con parches, en luz natural (izq) y nicoles cruzados (der); A, B: se observa una textura fluida (indicada con flecha blanca); C,D: clastos rodeados por pátinas de hierro ( marcada con flecha blanca); E, F: textura flotante, los granos no se tocan entre sí. Punto 30.

### 6.1.5. Areniscas con concreciones de óxido de hierro

#### *Descripción en muestra de mano*

Areniscas consolidadas, compuestas por concreciones de hierro de color marrón rojizo moderado (10R 4/6), inmersas en una arenisca de color rosado grisáceo (5R 8/2). Las concreciones de hierro constituyen un 70% de la roca y sus dimensiones varían entre los 2 mm a 60 mm (Figura 6.8). Las mismas están compuestas por clasto tamaño arena fina, de composición principalmente cuarzosa, y mal seleccionada. Los clastos son subesféricos y redondeados. El cemento es principalmente de composición óxido de hierro. El otro 30% de la roca está constituido por una arenisca fina, principalmente cuarzosa, en un 99%, con presencia de fragmentos líticos en un 1%, con clastos subredondeados a redondeados y subesféricos. En ambas partes pueden ser encontradas localmente clastos de tamaño arena gruesa. Se observan venas de carbonato que recortan las concreciones de hierro. Junto con estas concreciones de óxido de hierro se encuentran también icnofósiles, tales como *Teisseirei*, *Uruguay* y *Monesichnus* (Figura 6.9)



Figura 6.8. Vista en detalle de muestra de mano de la arenisca con concreciones que varían desde 2 mm hasta los 6 cm (indicadas con flechas negras). Punto 30.



Figura 6.9. Vista en detalle de muestra de mano de la arenisca con concreciones (indicadas con flecha negra) donde se observan diferentes icnofósiles (indicada con flecha blanca) (A) *Teisseirei*. (B) *Uruguay*. (C) *Monesichnus*.



### *Descripción de lámina delgada*

Arenisca fina (0,2 mm), de composición cuarzo en un 98% y subordinadamente feldespato en un 2%, de selección regular. Los clastos que la componen son subredondeados. En gran parte de la muestra no hay contacto entre estos, lo que genera una textura flotante (Figura 6.10 A-B). El cemento presente, en orden de abundancia, es óxido de hierro y subordinadamente carbonático.

Se percibe revestimiento de clastos por arcilla y óxidos de hierro (Figura 6.10 C-D) y venas carbonáticas de carácter irregular que recortan la muestra, así como también la presencia de clastos de cuarzo con múltiples fracturas y extinción ondulante y el recubrimiento de algunas de las concreciones de óxido de hierro por cristales de carbonato, en forma de empalizada (Figura 6.10 E-F).

En base a las características composicionales, las areniscas presentan un alto grado de madurez composicional y una madurez textural regular.

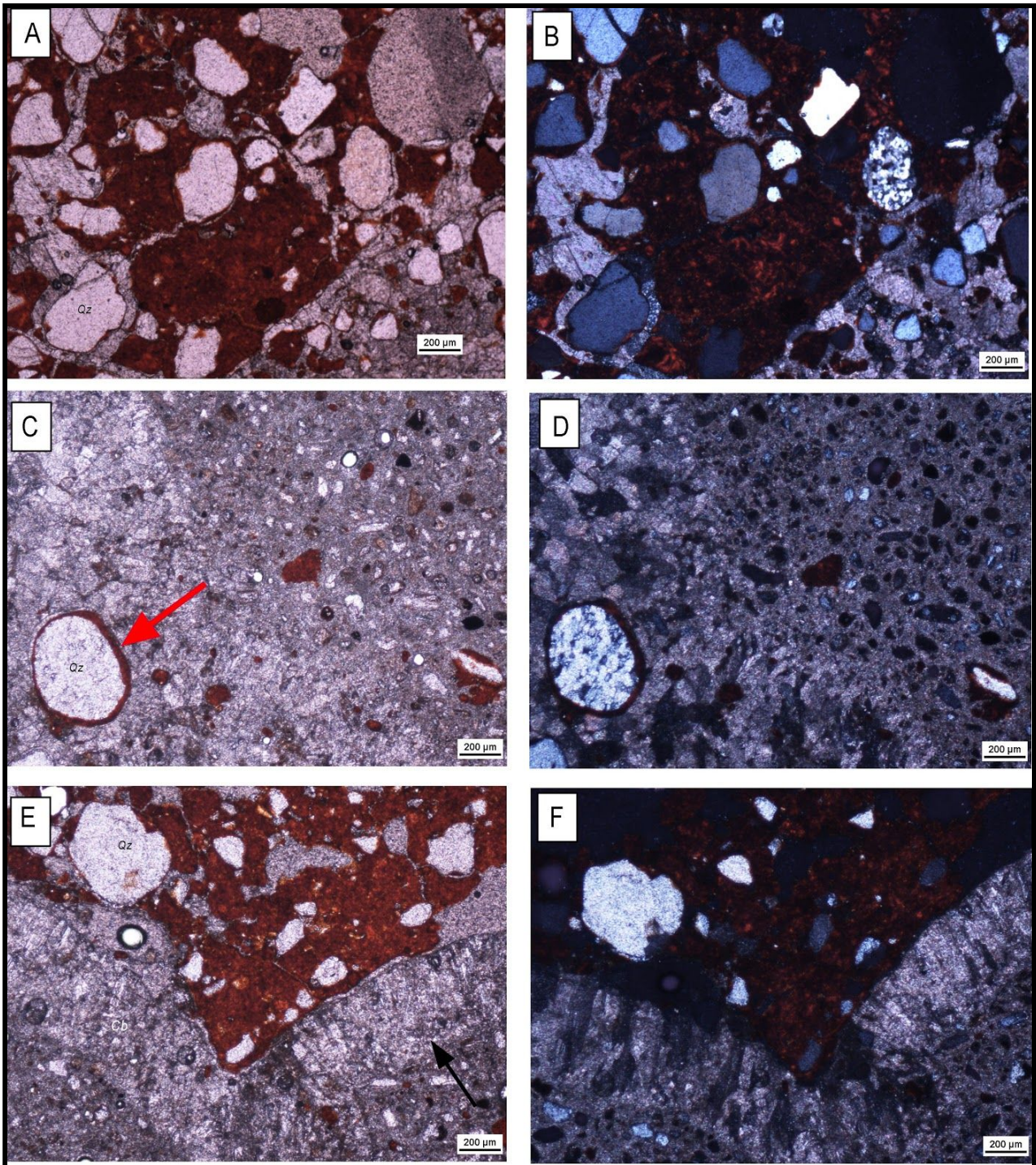


Figura 6.10. Microfotografía de la arenisca con concreciones de óxido de hierro. A, B: vista de la textura flotante. C-D: vista del revestimiento de poros por arcilla y óxidos de hierro (marcado con una flecha roja). E-F: vista cristales de carbonato recubriendo una concreción de óxido de hierro (indicada con flecha negra).

(A, C, E) Luz natural. (B, D, F) Nícoles cruzados.

### **6.1.6. Arenisca intensamente ferrificada**

#### *Descripción en muestra de mano*

Arenisca finas, de color marrón rojizo oscura (10 R  $\frac{3}{4}$ ), la misma presenta una mala selección y se encuentra compuesta principalmente por cuarzo en un 97% y subordinadamente por fragmentos líticos, en un 3%. Los clastos son redondeados y esféricos. Ocasionalmente puede encontrarse clastos tamaño arena gruesa. El cemento es principalmente de composición óxido de hierro. No hay reacción al HCl. El grado de consolidación es muy consolidado, debido a esto y a que se expresa como estratos tabulares es que se la denomina como coraza en la literatura geológica (Figura 6.11 A). Se observa localmente una textura vermiforme (Figura 6.11 B). En algunas ocasiones la coraza puede encontrarse desmantelada (Figura 6.12 A, B) o recortada por venas de calcita (Figura 6.12 C).



Figura 6.11. A: Vista panorámica de afloramiento de arenisca intensamente ferrificada, formando corazas. B: vista en detalle de muestra de mano de la arenisca intensamente ferrificada donde se observa la textura vermiforme (indicado con una flecha negra). Punto 22.



Figura 6.12. A: vista panorámica del afloramiento de la coraza desmantelada. B: vista en detalle de muestra de mano de la coraza desmantelada. C: vista en detalle de muestra de mano de la coraza con venillas de calcita.

### *Descripción de lámina delgada*

Arenisca fina (0,2 mm) de composición principalmente cuarzo ; de selección regular. Los clastos que componen la muestra son subangulosos, el contacto entre estos es principalmente de carácter recto, aunque en alguna ocasiones dicho contacto no existe, ocasionando una textura flotante. Fueron observados clastos tamaño arena gruesa localmente. El cemento presente en la muestra es de composición óxido de hierro. En base a las características composicionales se puede asumir un alto grado de madurez composicional y una madurez textural regular.

Otras características que se perciben es la presencia de clastos de cuarzo con múltiples fracturas y extinción ondulante, además de la existencia de nódulos de arcilla formados a partir de agregados (Figura 6.13).

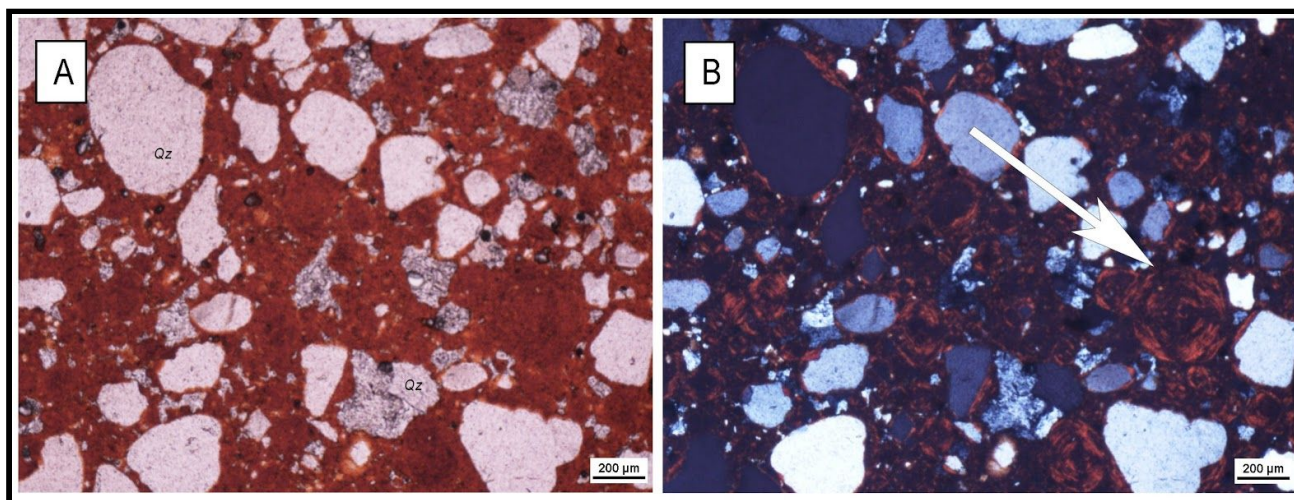


Figura 6.13. A: Microfotografía a luz natural; B: nicoles cruzados, de arenisca intensamente ferrificada, se observan los nódulos (Indicado con flecha blanca) de arcilla y textura flotante.

## **6.2. Descripción de puntos seleccionados**

Fueron seleccionaron 5 puntos dentro del área de estudio (Figura 6.14) donde se realizaron descripciones más detalladas de la Formación Asencio, dado que en los mismos se puede apreciar una buena exposición tanto en la vertical como en la horizontal. Dentro de estos cinco puntos, dos corresponden a la Formación Mercedes, a modo de poder generar una concepción clara de esta unidad.



Figura 6.14. Vista satelital del área de estudio con la ubicación de los puntos seleccionados. Modificado de Google Earth.

### 6.2.1. Punto 5, Margen del Río Negro

Dentro de los puntos relevados se destaca el punto 5 (Figura 6.14/16), ubicado a orillas del Río Negro, donde se describió parte del estratotipo de la Formación Mercedes. Allí fue levantado un perfil (Figura 6.17). De base a tope se compone por una sucesión de conglomerados y areniscas conglomerádicas cuarzosas, con un esqueleto variable entre grava fina (4 mm) y grava media (23 mm). Los clastos son sub-esféricos a sub-prismáticos, y sub-redondeados. Presentan una matriz con clastos de arena fina, sub-esféricos a sub-redondeados, de composición principalmente cuarzosa.

Areniscas gruesas a finas, cuarzosas, con clastos sub-redondeados a sub-esféricos, y matriz limosa. Presenta cemento calcáreo y arcilloso, y localmente parches de chert, lo que le confiere un alto grado de consolidación en esas zonas. Se observa estratificación cruzada.



Figura 6.15. Vista panorámica de afloramiento de la Formación Mercedes, en su área tipo, a orillas del Río Negro.



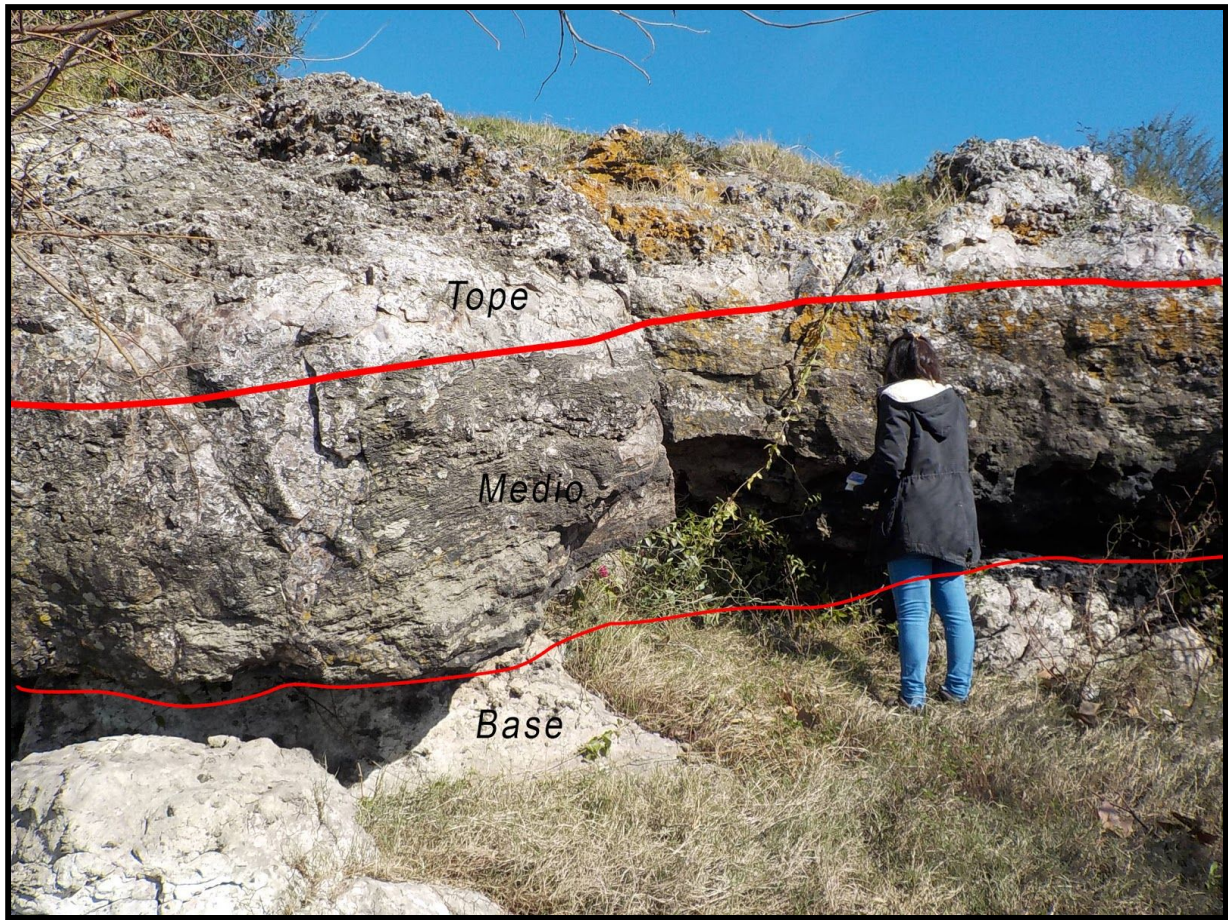
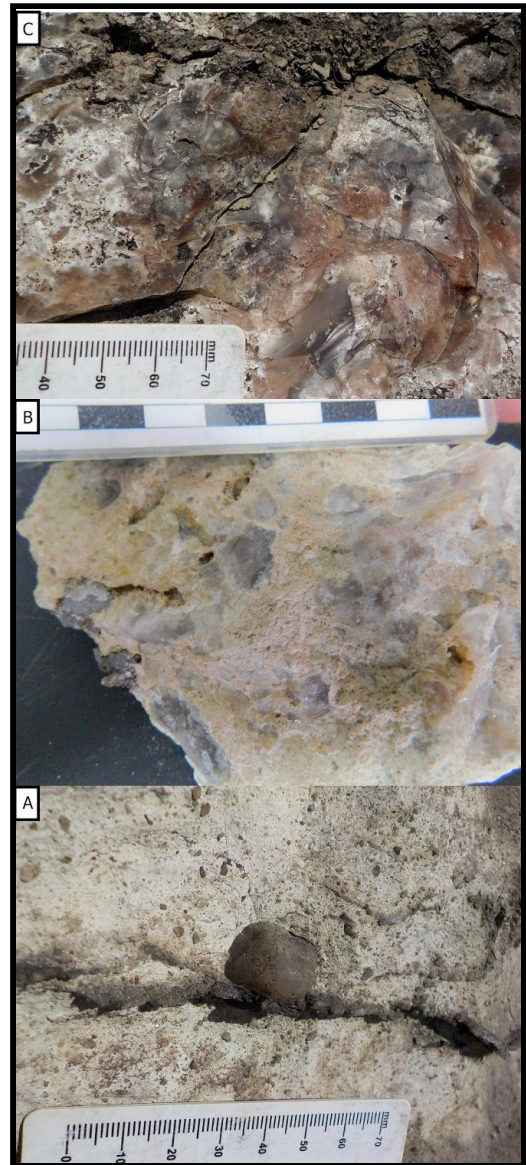
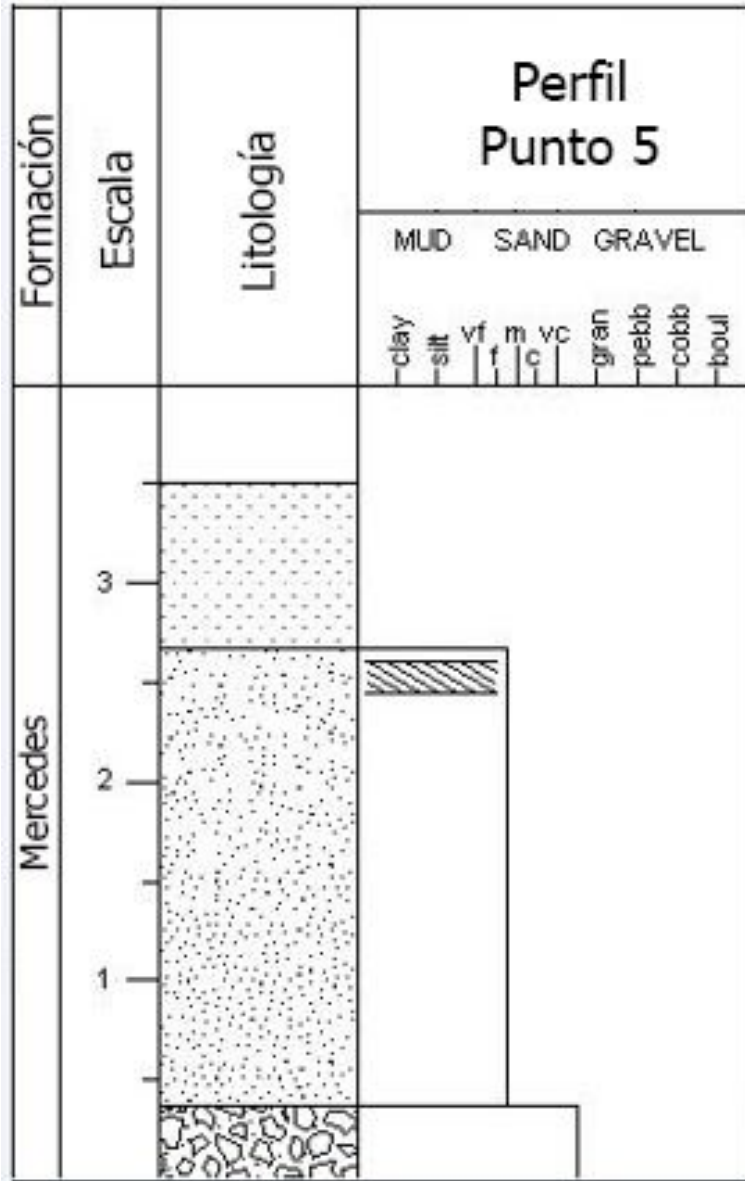


Figura 6.16. Vista panorámica del afloramiento de la Formación Mercedes donde se levantó el perfil tipo.



Referencias	
—	Contacto Neto
[diagonal lines]	Estratificación cruzada
[dotted pattern]	Chert
[stippled pattern]	Arenisca
[irregular shapes]	Conglomerado

Figura 6.17. Perfil Selley del área tipo de la Formación Mercedes. A: Vista en detalle de muestra de mano de lo conglomerado; B: Vista en detalle de muestra de mano de la Arenisca; C: Vista en detalle de muestra de mano del chert.

### 6.2.2. Puntos 15 y 18

Se muestra un perfil compuesto en base a los puntos 15 y 18, ubicados próximo a la intersección de las rutas nacionales N°95 y 21 (Figura 6.14 y 18). De base a tope: en el Punto 18 (Figura 6.19) se encuentra aflorante la Formación Asencio, representadas por areniscas blanquecinas, de un metro de espesor, con abundante contenido de carbonato de calcio; por encima de las mismas se desarrollan areniscas con concreciones de óxido de hierro, de aproximadamente un metro de espesor; en las mismas se observaron icnofósiles. A 500 m al NO del punto anterior se localiza el Punto 15 (Figura 6.20), en el cual se sitúan cornisas, también pertenecientes a la Formación Asencio, conformadas por los litotipos arenisca moteadas, de 1,2 m de espesor aproximadamente, y por encima de estas, areniscas intensamente ferrificada (coraza), de aproximadamente 1 m de espesor (Figura 6.21).

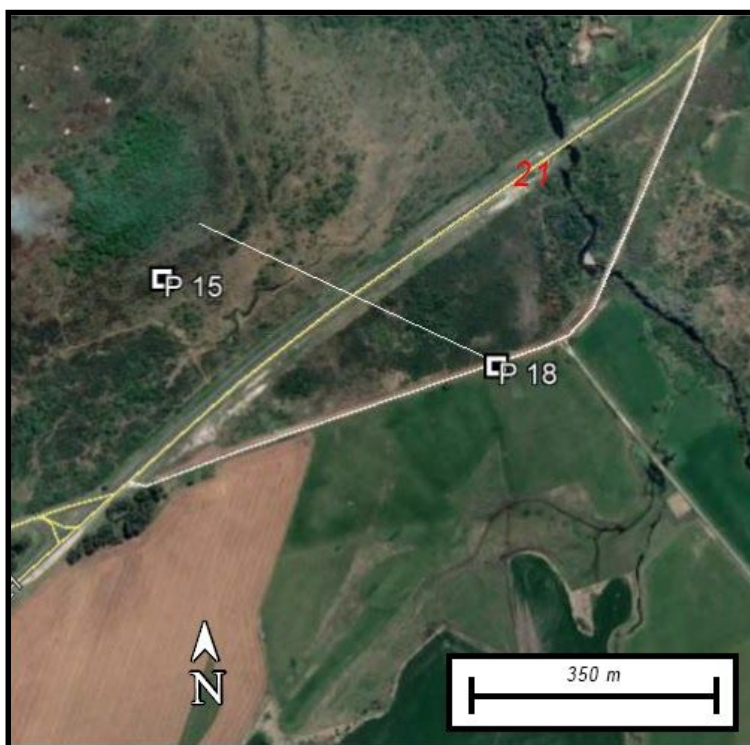


Figura 6.18. Vista satelital con la ubicación de los puntos utilizados para el levantamiento del perfil compuesto (puntos 15 y 18). Próximos a la ruta 21. Modificado de Google Earth.

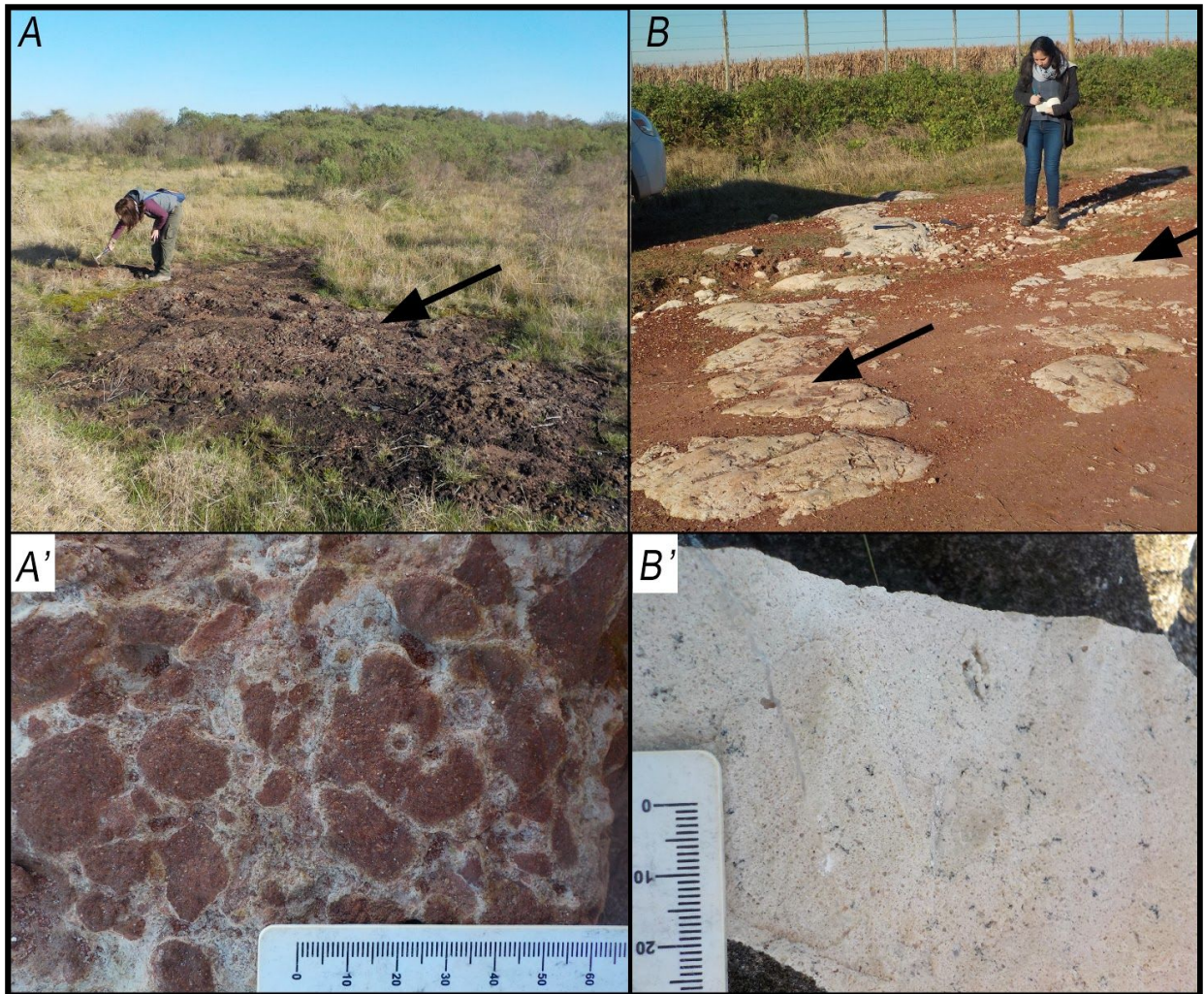


Figura 6.19. A: Vista panorámica de afloramiento de la arenisca con concreciones de óxido de hierro (indicado con flecha negra); B: Vista panorámica de afloramiento de las areniscas blancas calcárea (indicado con flecha negra); A' y B' vista en detalle de muestra de mano de las areniscas con concreciones y las areniscas blancas calcáreas respectivamente. Punto 18.



Figura 6.20. A: Vista panorámica del afloramiento de la arenisca moteada y arenisca intensamente ferrificada; B y C: Vista en detalle de muestra de mano de las arenisca moteada y las arenisca intensamente ferrificada encontradas respectivamente. Punto 15.

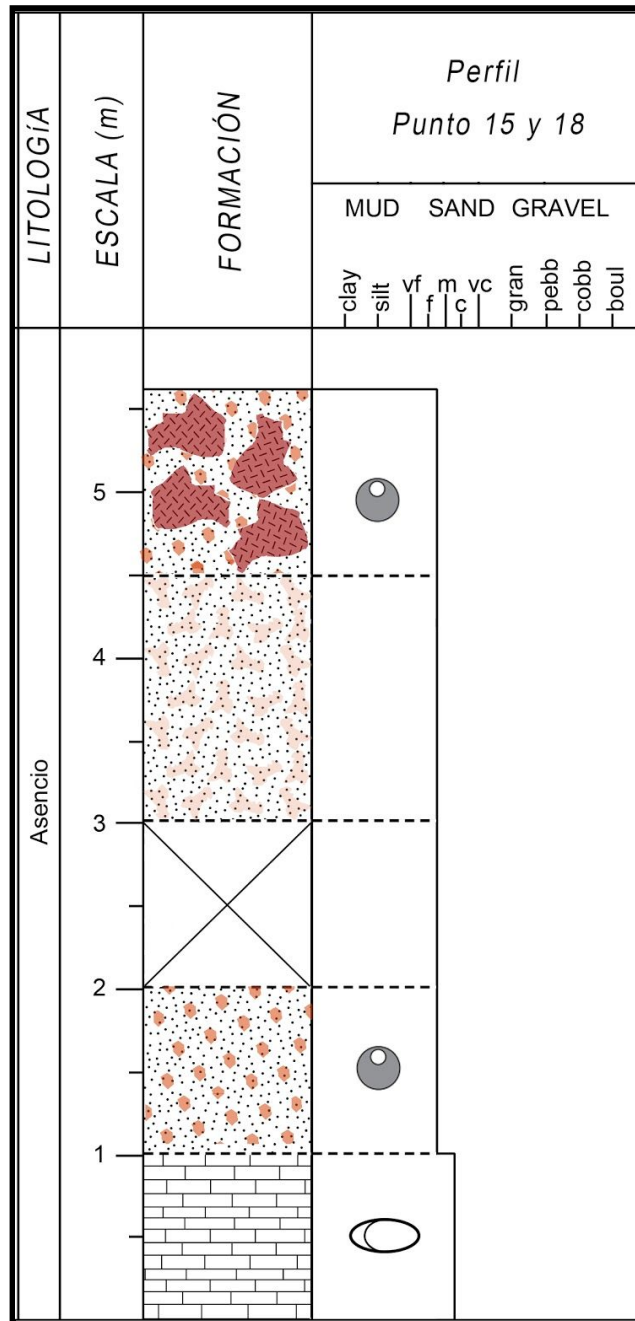


Figura 6.21. Perfil Selley compuesto, realizado en base a los puntos 15 y 18. Ver leyenda en Figura 5.1.

### 6.2.3. Punto 25

Pertenece a una cantera localizada hacia el suroeste del área de estudio (Figura 6.14 y 5.22), de 20 m de potencia. El acceso a la misma fue mediante la ruta nacional N°21. Allí se levantaron un total de cuatro perfiles: el perfil A en el frente Suroeste, mientras que los otros tres (B1, B2, B3) a lo largo del frente Noreste. Las coordenadas de estos se muestran en la tabla 6.1.

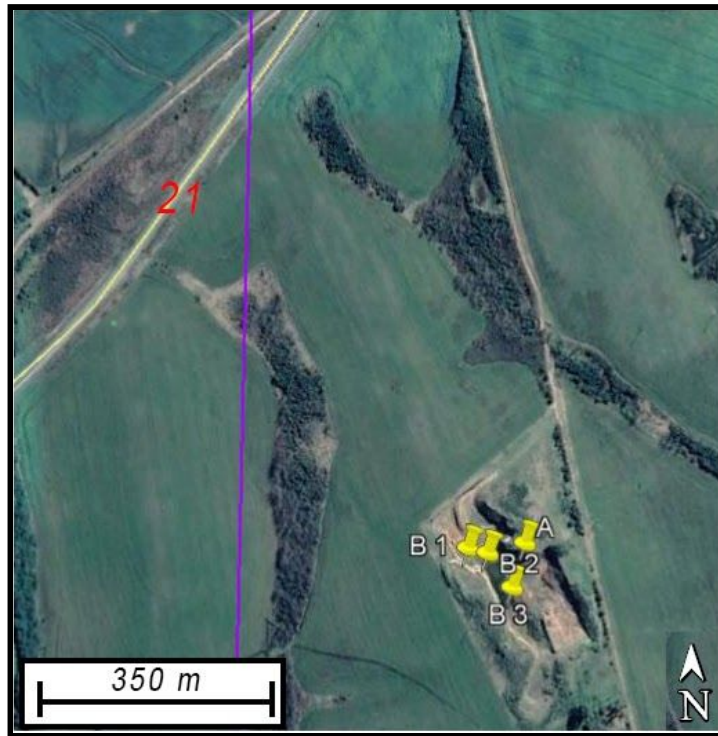


Figura 6.22. Vista satelital del punto 25, ubicado al costado de la ruta 21 con los puntos de los perfiles relevados. Modificado de Google Earth.

Tabla 6.1 Coordenadas de los perfiles levantados en la cantera correspondiente al punto 25.

Perfiles	Coordenadas UTM(m)	
A	398521	6306112
B1	398440	6306105
B2	398468	6306098
B3	398503	6306049

- *Frente Noreste:*

En esta parte de la cantera se pudo observar diferentes particularidades, tanto en la composición como en la distribución de los estratos. La figura 6.23 evidencia las variaciones en la lateral que puede presentar la Formación Asencio, ya sea en ausencia o presencia de los estratos que la componen como en las relaciones de contacto con la Formación Fray Bentos. A medida que se recorre este frente, de 13 m de potencia, se puede ver como la Formación Asencio va fluctuando de espesor. A la izquierda de la

Figura 6.27, se observa la coraza, de unos 2 m aproximadamente (Figura 6.26), que va perdiendo espesor hacia el SE. Algo similar sucede con las columnas: hacia el NO no son evidentes (Figura 6.24), luego comienzan a esbozarse hasta adquirir la forma propia de la columna (Figura 6.26) con espesores significativos (varios metros), y hacia el SE quedan “colgadas” (Figura 6.25) por la pérdida de coraza antes mencionada, hasta que las propias columnas desaparecen. Por tal motivo, la Formación Fray Bentos de NO a SE va apoyándose en un principio sobre la coraza, luego sobre las columnas hasta finalmente quedar directamente apoyada sobre las areniscas moteadas de la Formación Asencio (Figura 6.24).



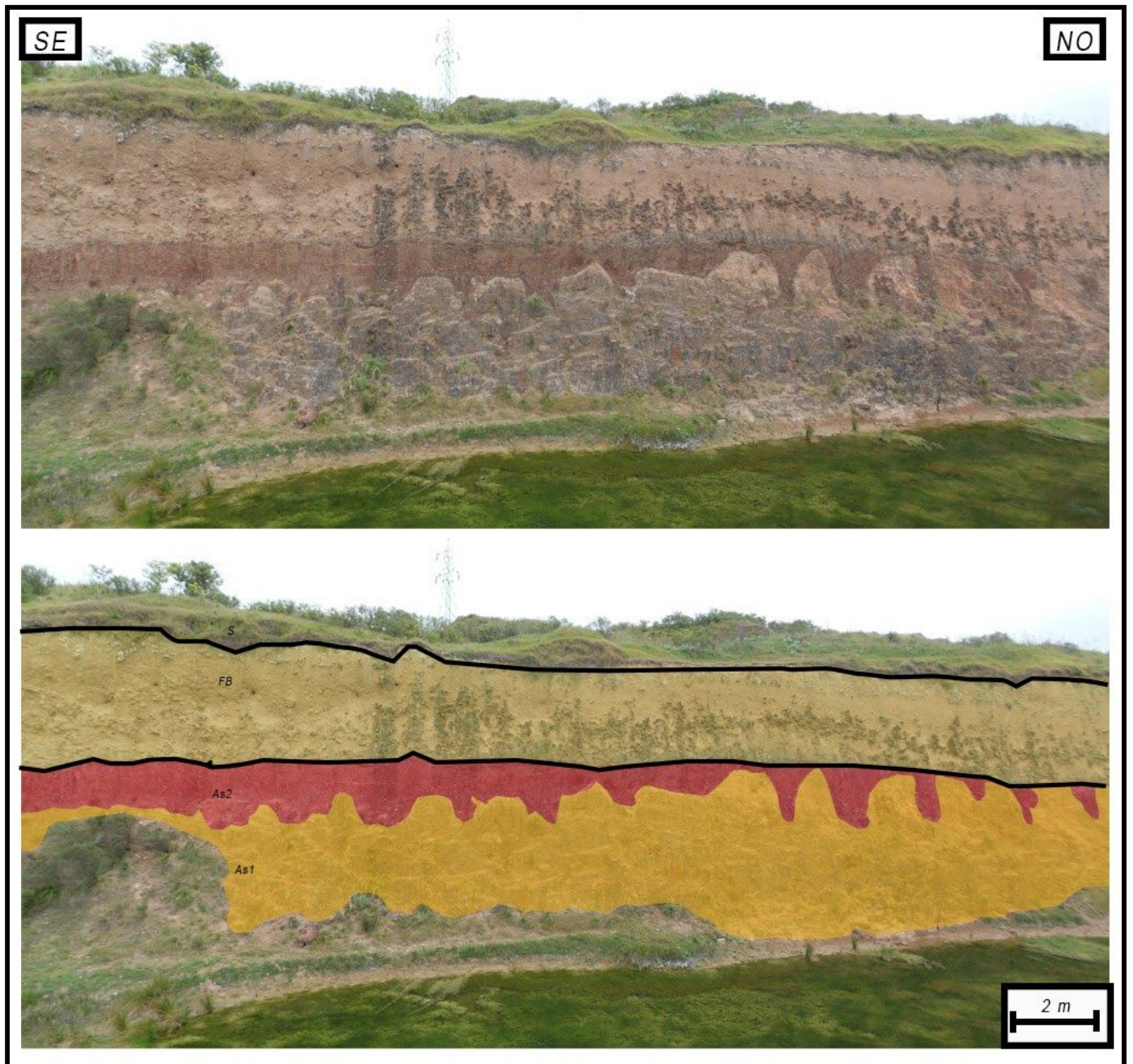


Figura 6.23. Vista panorámica del frente de cantera noreste perteneciente al punto 25. Se observa una variación en las columnas y estratos pertenecientes a la Formación Asencio (con rojo se marcan las areniscas intensamente ferrificadas y las columnas (As 2), y con naranja las areniscas con concreciones de óxido de hierro (As 1)); así como el contacto con la Formación Fray Bentos (Fb) (representada en amarillo) por encima de estas unidades se deposita el suelo (S).

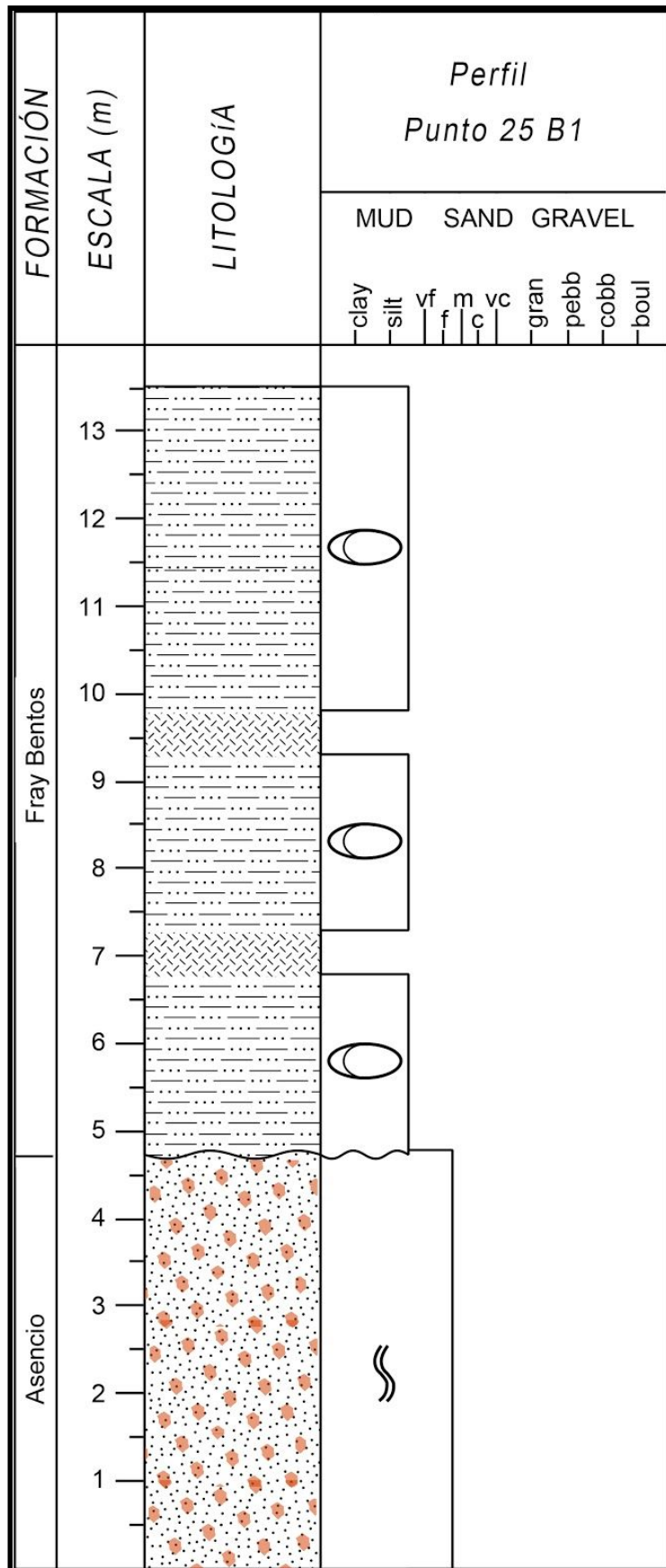


Figura 6.24. Perfil Selley relevado en el frente de cantera Noreste, correspondiente al punto 25. Cota topográfica 55 m. Ver leyenda en Figura 5.1.

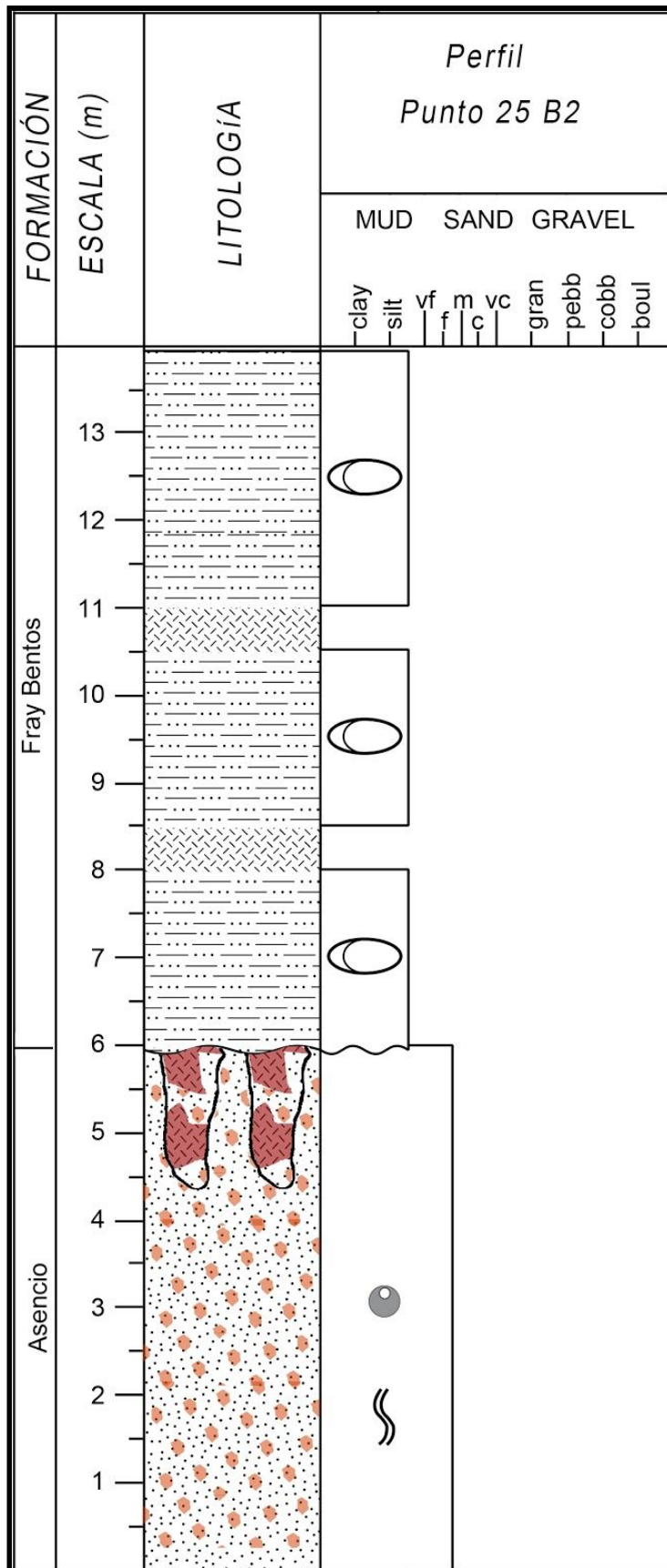


Figura 6.25. Perfil Selley relevado en el frente de cantera Noreste, correspondiente al punto 25. Cota topográfica 55 m. Ver leyenda en Figura 5.1.

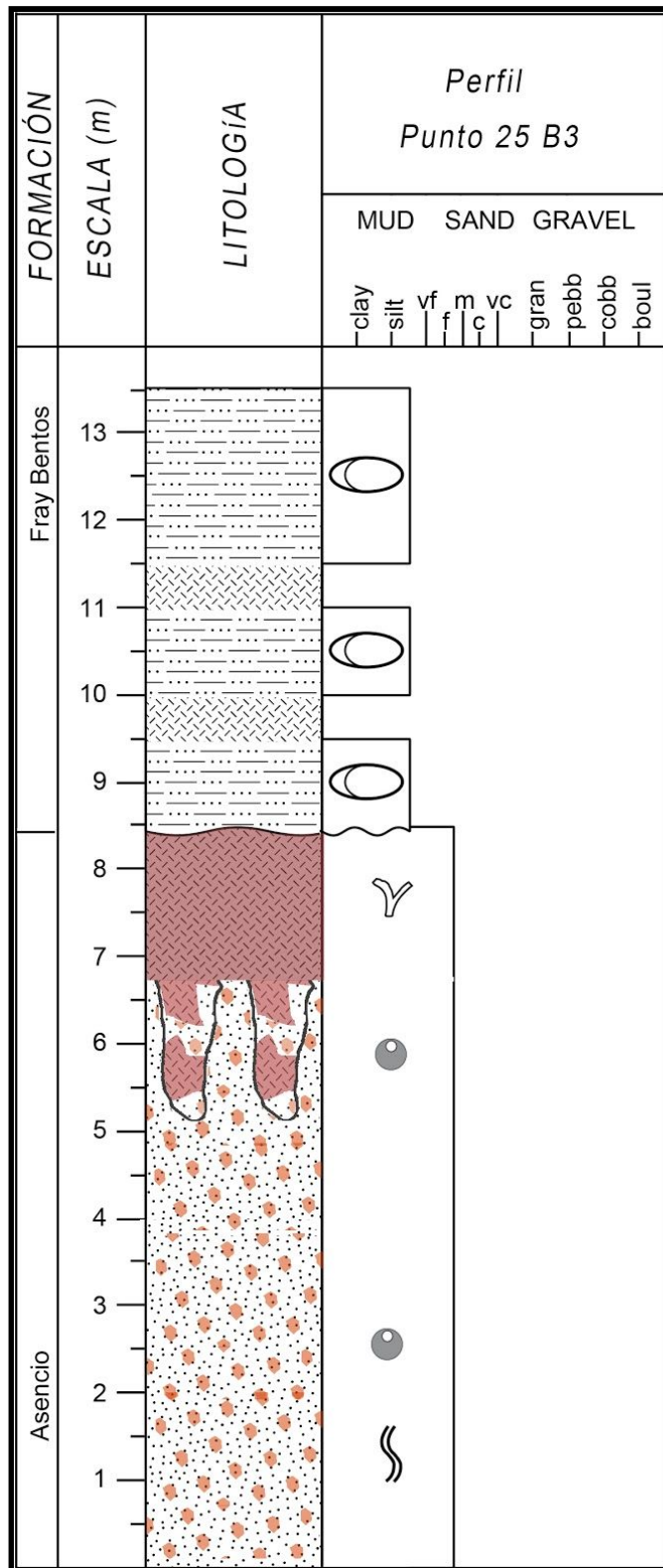


Figura 6.26. Perfil Selley levantado en el punto 25 en el frente de cantera Noreste. Cota topográfica 55 m. Ver leyenda en Figura 5.1.

- *Frente Suroeste:*

Dicho frente consta de 11 m de potencia (Figura 6.27). Allí se levantó el perfil A. En el mismo se observaron columnas de hasta dos m, en contacto con las areniscas intensamente ferrificadas (coraza desmantelada) y las areniscas moteadas. Por encima se perciben 7,5 m de la Formación Fray Bentos.

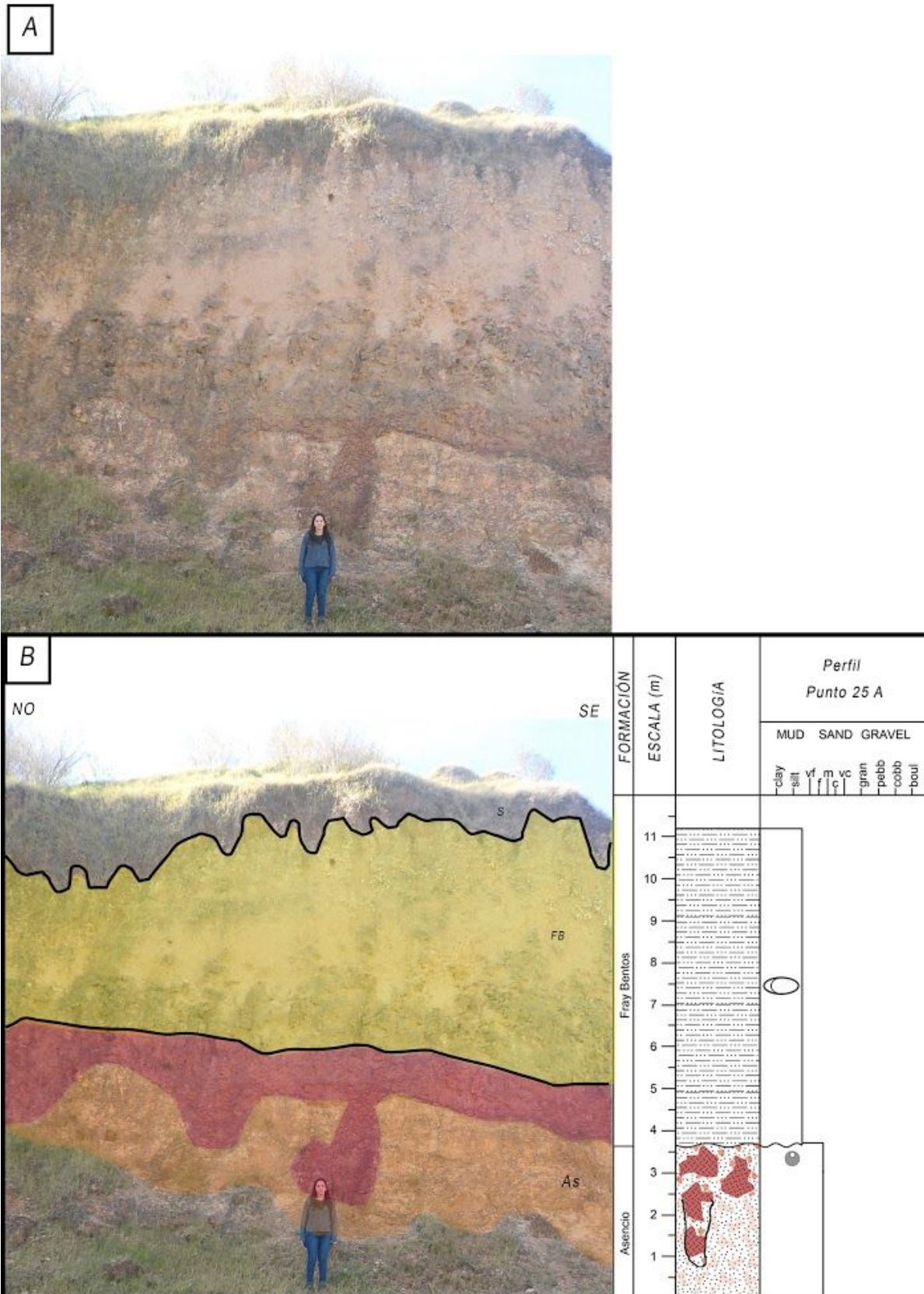


Figura 6.27. A y B: Vista panorámica del frente de cantera Suroeste, perteneciente al punto 25. Se observan areniscas moteadas en la base (naranja) y en el tope coraza (areniscas intensamente ferrificadas (rojo)), así como una columna de dos metros compuesta por coraza desmantelada. Las líneas negra marcan el contacto discordante entre el suelo (S) y la Fm. Fray Bentos (FB) y el contacto discordante entre la Fm. Asencio (As) y la Fm Fray Bentos. Cota topográfica 56 m.

#### 6.2.4. Punto 30, Cantera Grito de Asencio

El Punto 30 (cantera Grito de Asencio) está localizado al sureste del área (Figura 6.14 y 6.28). Se considera una de las más importantes localidades del área de estudio, dado que en la misma se puede apreciar una buena exposición de la Formación Asencio, así como el contacto con la suprayacente Formación Fray Bentos.

Allí se levantaron un total de seis perfiles, cuyas coordenadas se muestran en la Tabla 6.2. Dos (A y B) se levantaron a lo largo del frente Oeste, mientras que los otros cuatro (C1, C2, C3, C4) se tomaron a lo largo del frente Norte



Figura 6.28. Vista satelital del área de estudio, marcado con amarillos donde se realizó el relevamiento de los perfiles. Modificado de Google Earth.

Tabla 6.2. Coordenadas de los perfiles levantados en la cantera correspondiente al punto 30.

Perfiles	Coordenadas UTM(m)	
A	411536	6302978
B	411579	6303029
C1	411475	6303021
C2	411472	6303021
C3	411467	6303020
C4	411462	6303018

- *Frente Oeste*

Dicho frente consta de entre 3,5 m (perfil A, Figura 6.30) a 9 m (perfil B, Figura 6.31) de potencia. En el mismo (Figura 6.29) se observó la Formación Fray Bentos, representada por limolitas pardas y un nivel conglomerádico aislado con concreciones carbonáticas, en contacto aparentemente discordante con las areniscas intensamente ferrificadas (perfil A) y con las areniscas con concreciones carbonáticas (perfil B) de la Formación Asencio. Se percibe una variación en las potencias de las formaciones de más del doble entre un perfil y otro (1,5 m y 2 m de las formaciones Asencio y Fray Bentos en el perfil A contra 4 m y 5 m, respectivamente, en el perfil B).



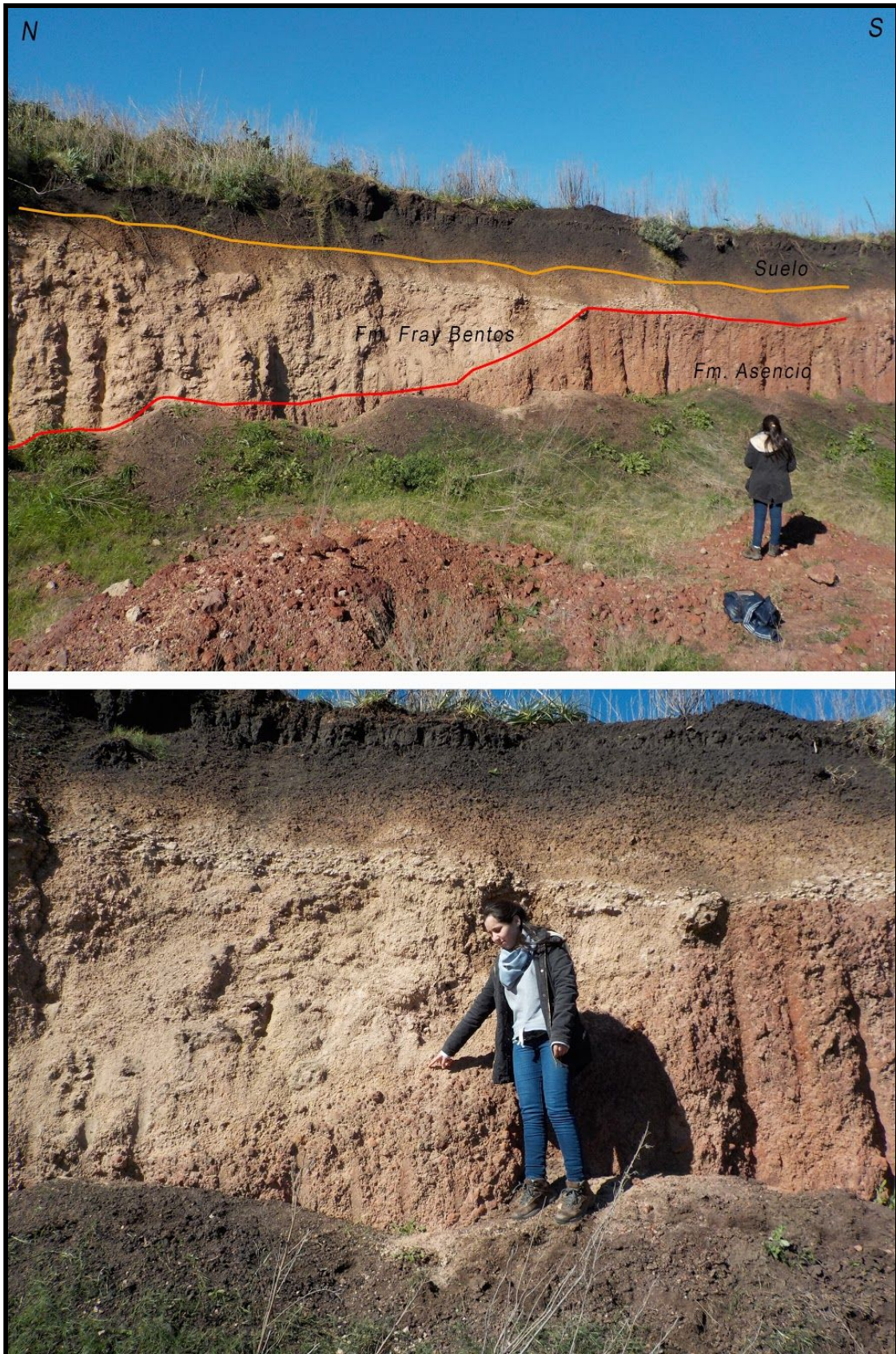


Figura 6.29. Vista panorámica del frente de cantera Oeste, donde se levantó el perfil A, . Se observa el contacto entre el suelo las limolitas pardas de la Formación Fray Bentos (Marcada con una línea naranja ) y el contacto entre la Formación Fray Bentos y las areniscas intensamente ferrificadas de la Formación Asencio (marcado con línea roja).

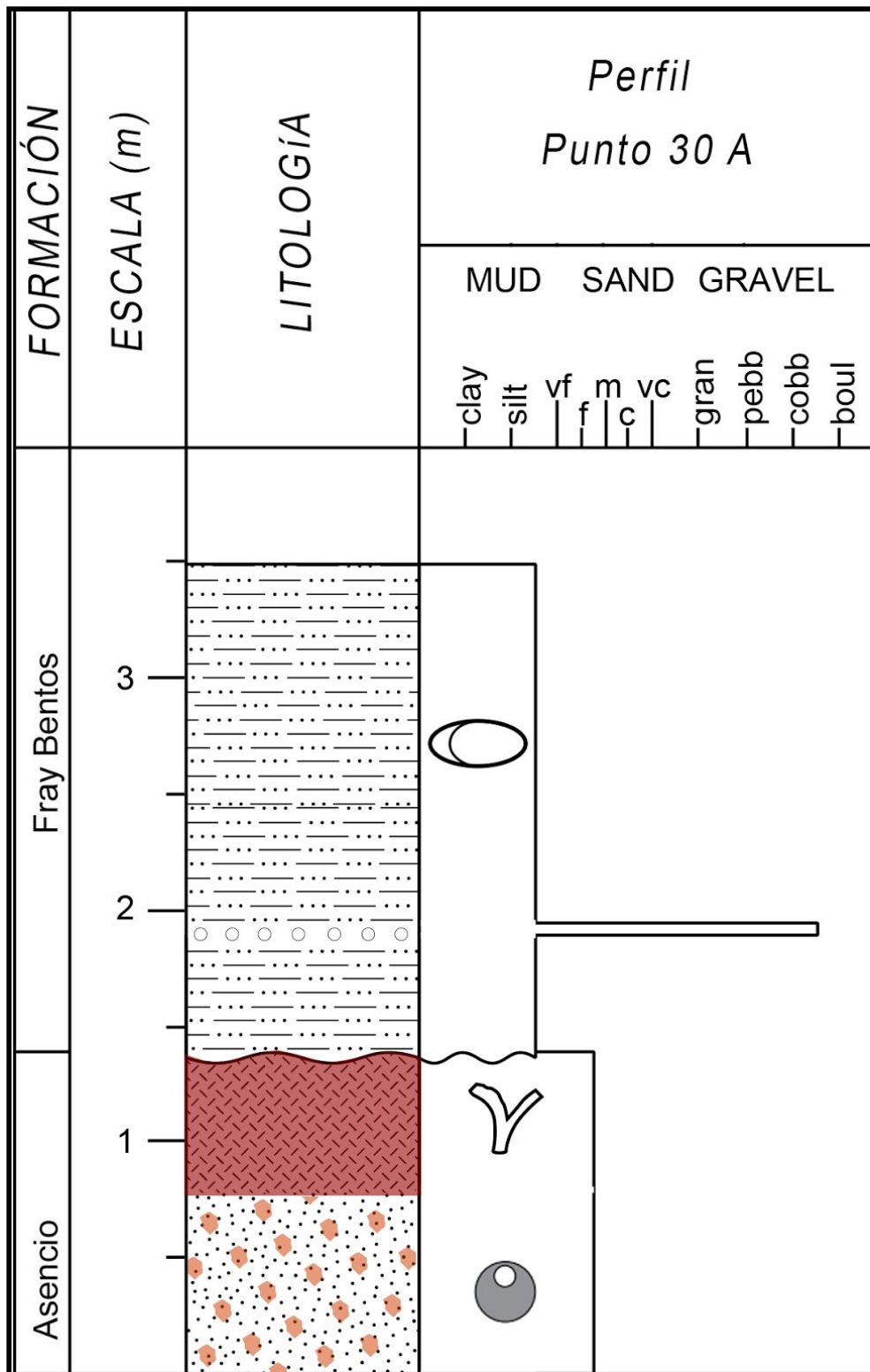


Figura 6.30. Perfil Selley correspondiente al frente de cantera Oeste del punto 30. Cota topográfica 78 m.

Ver leyenda en Figura 5.1.

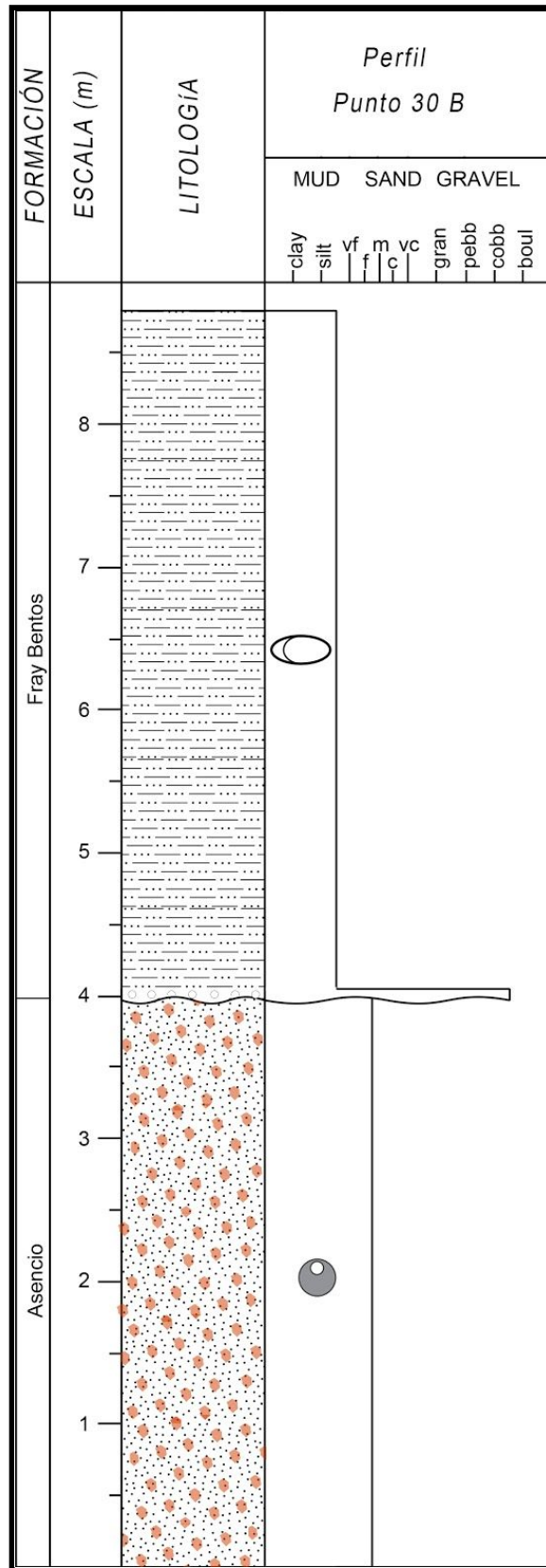


Figura 6.31. Perfil Selley correspondiente al frente de la cantera Noroeste. Cota topográfica 78 m. Ver leyenda en Figura 5.1.

- *Frente Norte:*

Se levantaron cuatro perfiles de 5 m de potencia aproximadamente, en dirección Este-Oeste, en cada uno se tomaron sendas muestras.

En la figura 6.32 se exhibe el contacto discordante entre la Formación Fray Bentos y la Formación Asencio, que exhibe irregularidades mayores a 1 m. Asimismo, se puede observar una variación en la lateral de los espesores, en particular la desaparición de las areniscas con concreciones en el tope de la Formación Asencio. En el perfil C1, correspondiente a la Figura 6.33, se puede observar que los litotipos areniscas con concreciones y areniscas intensamente ferrificadas presentan 1 m de espesor. Hacia el oeste (perfil C2, Figura 6.34), el espesor de las areniscas intensamente ferrificadas aumenta de 1 m a 1,5 m. En el perfil C3, ubicado en el centro del frente de cantera (Figura 6.35) se observa un cambio brusco, donde los espesores varían notoriamente: las areniscas intensamente ferrificadas pasan a tener una potencia de 2,5 m de espesor y las areniscas con concreciones, 0,5 metros de potencia. Ya en el extremo oeste, Perfil C4 (Figura 6.36), el espesor de las areniscas intensamente ferrificadas disminuye hasta 1 m, pasando a percibirse otro estrato en la base de estas, altamente meteorizado y recortado por venas carbonáticas.

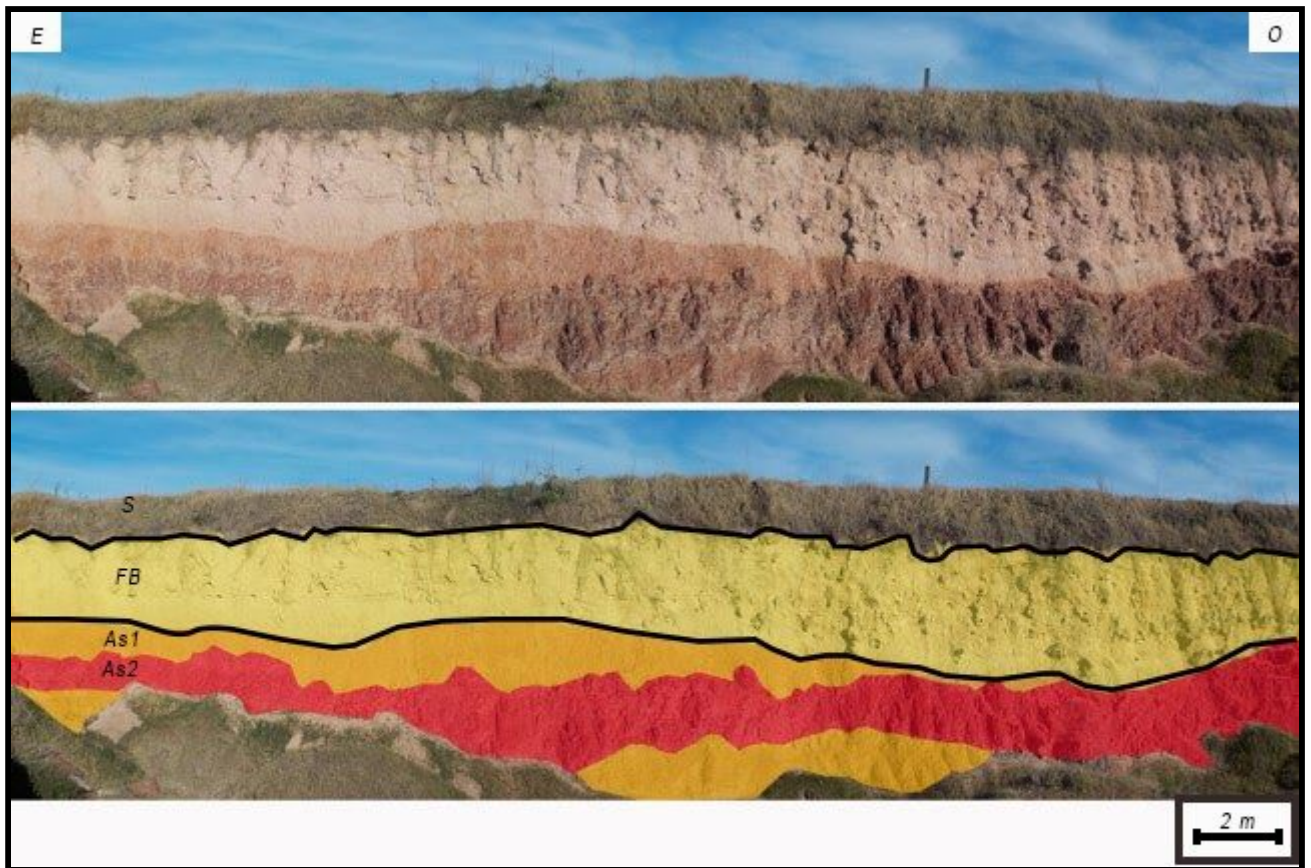


Figura 6.32. Vista panorámica del frente de cantera correspondiente al punto 30. Allí se observa el contacto disconforme entre la Formación Fray Bentos ( de color amarillo, (FB)), marcado con una línea negra y la Formación Asencio (en naranja (As1) se representa las areniscas con concreciones de óxido de hierro y en rojo (As2) las areniscas intensamente ferrificadas); Por arriba de estas se encuentra el suelo (S).

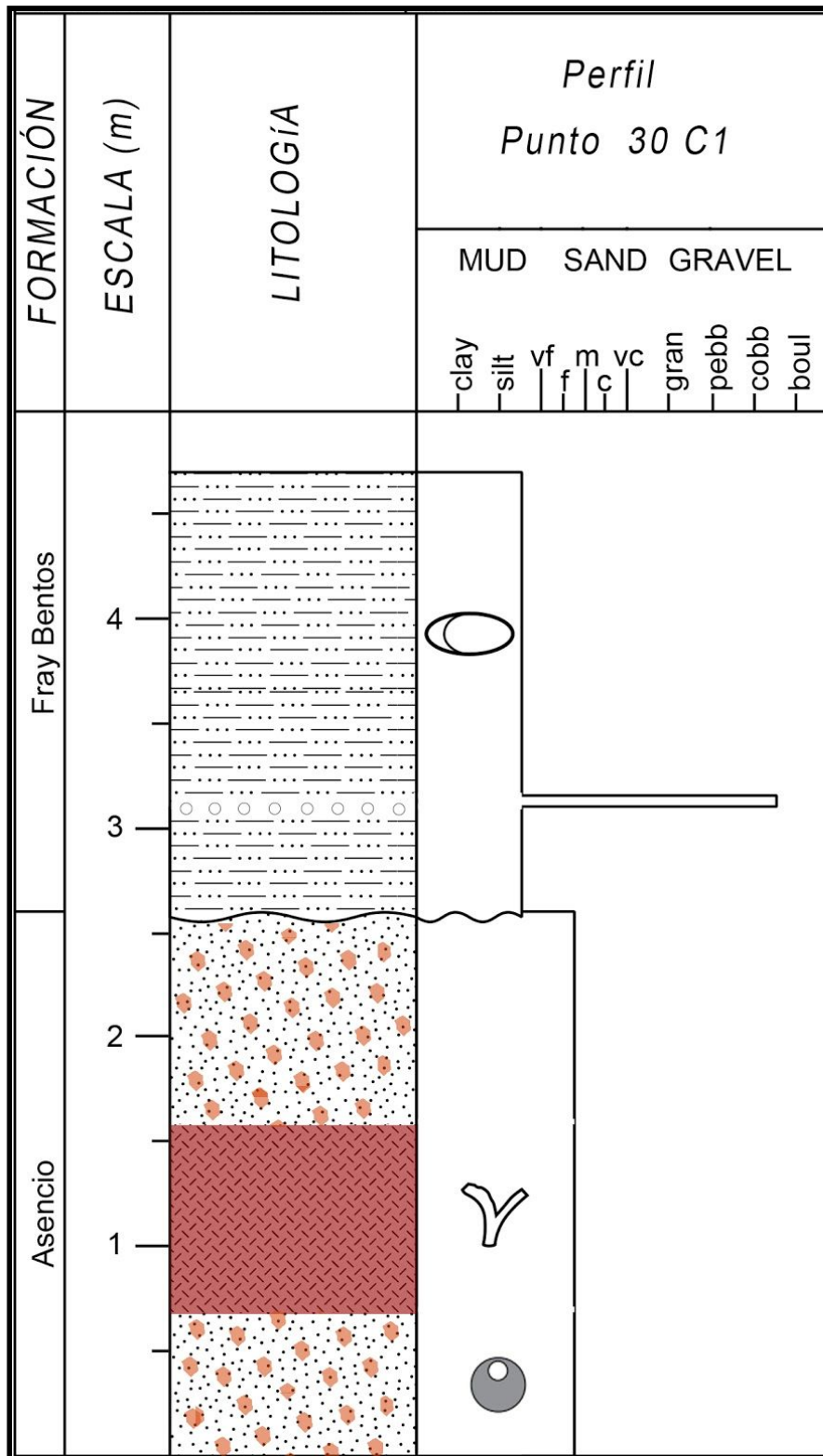


Figura 6.33. Perfil Selley, levantado más hacia el extremo este del frente de cantera Norte, del punto 30.  
 Cota topográfica 78 m.  
 Ver leyenda en Figura 5.1.

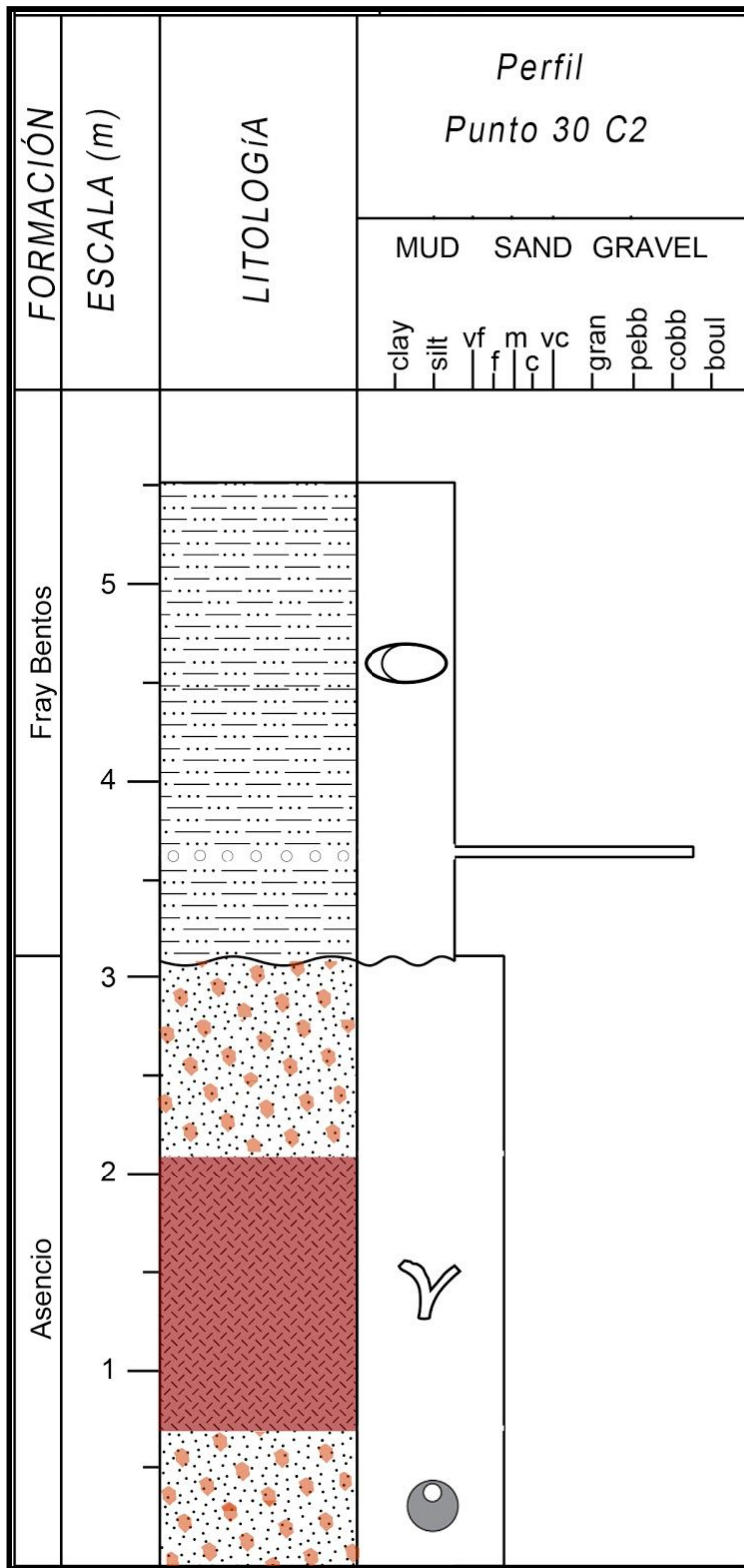


Figura 6.34. Perfil Selley, levantado en el frente de cantera Norte del punto 30. Cota topográfica 78 m.  
Ver leyenda en Figura 5.1.

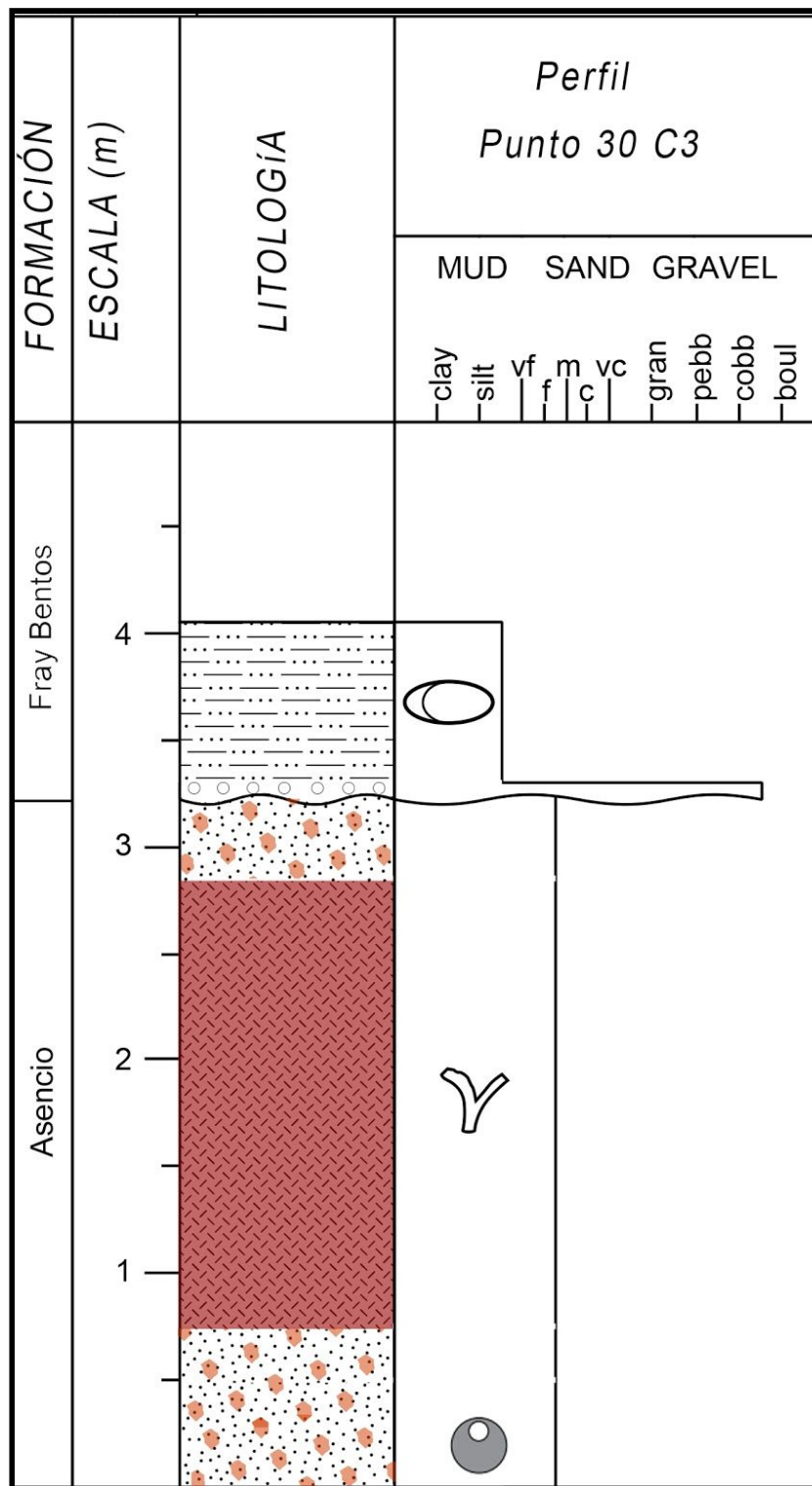


Figura 6.35. Perfil Selley, correspondiente al frente de cantera Norte del punto 30. Cota topográfica 78 m. Ver leyenda en Figura 5.1.



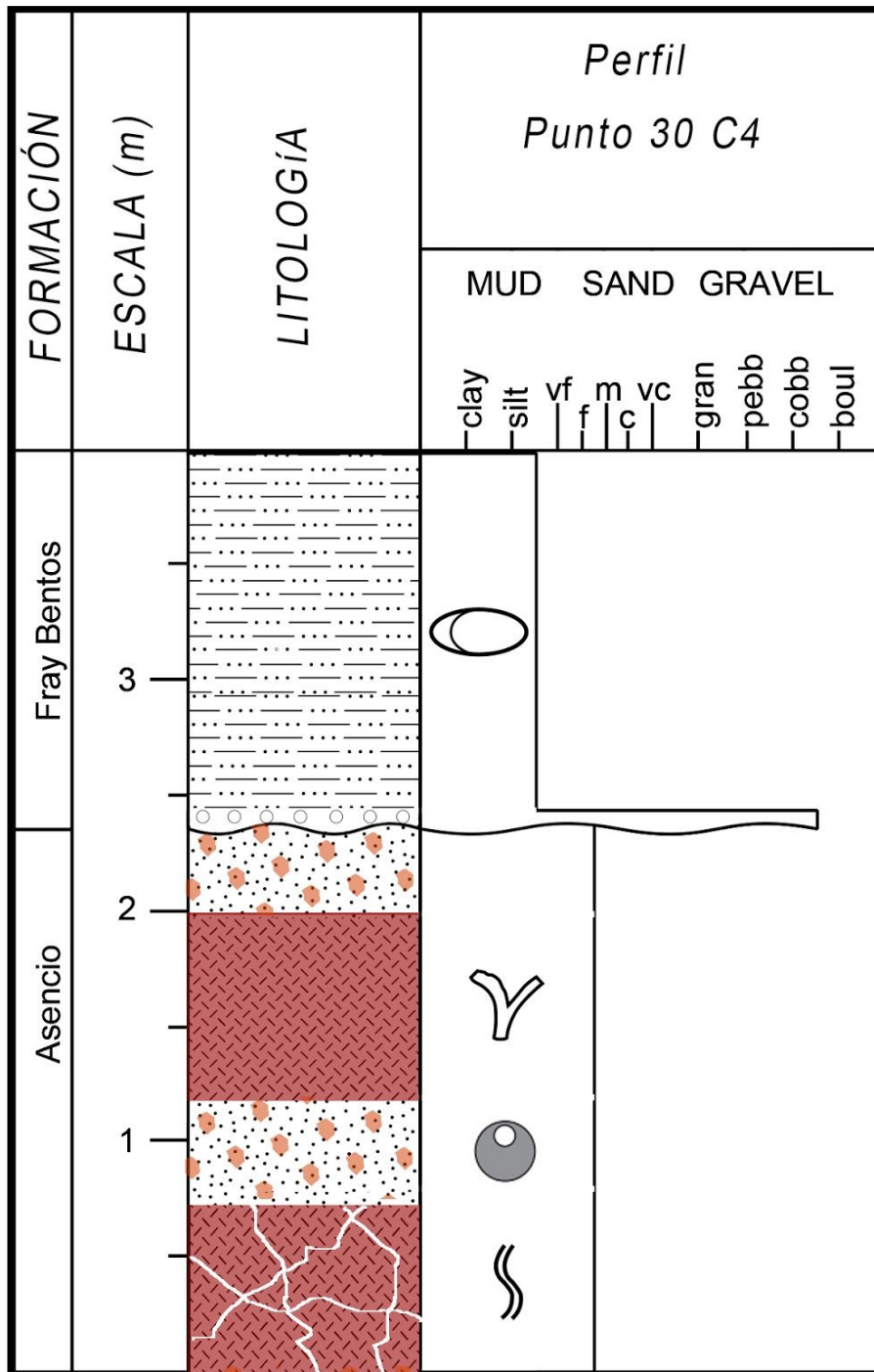


Figura 6.36. Perfil Selley levantado en el frente de cantera Norte del punto 30. Cota topográfica 78 m.  
Ver leyenda en Figura 5.1.

### 6.2.5. Punto 35, Calera Real

La Calera Real correspondiente al punto 35 (Figura 6.14), se localiza al Noreste del área de estudio, próximo al Río Negro. Allí se encuentran aflorantes calizas con alto contenido de carbonato de calcio, pertenecientes a la Formación Mercedes (Figura 6.37).



Figura 6.37. A: Vista panorámica del horno perteneciente a la cantera Daca, creado sobre la Formación Mercedes. B: Vista en detalle de muestra de nabis de la roca utilizada para el horno, en la parte superior derecha se muestra la reacción del ácido clorhídrico con la roca.

### 6.3. Ampliación de la Memoria explicativa del Mapa Geológico de la región al sur de la ciudad de Mercedes, departamento de Soriano

En esta sección del trabajo se ampliará la información que fue presentada en el mapa geológico. Se especifican las características y la distribución espacial de cada formación que se encuentra presente en el área de estudio. Asimismo, se describirán las estructuras geológicas que fueron observadas e inferidas con la ayuda del mapa magnetométrico que se adjunta en el anexo. La columna estratigráfica del área de estudio se presenta en la Tabla 6.3.

Tabla 6.3. Columna estratigráfica del área de estudio.

<i>Columna Estratigráfica</i>	
<i>Edad</i>	<i>Formación</i>
<i>Cuaternario</i>	<i>Cuaternario</i>
<i>Oligoceno</i>	<i>Fray Bentos</i>
<i>Cretácico</i>	<i>Asencio</i>
	<i>Mercedes</i>

La *Formación Mercedes* tiene su máxima expresión en el lindero Norte del área, principalmente asociada a los arroyos Bequeló y Daca, aunque de forma excepcional puede encontrarse, a cotas mayores, aflorante en el cauce del arroyo el Boticario, ubicado hacia el sureste del área. La misma se encuentra entre las cotas 0 m a 20 m aproximadamente. No genera un relieve característico, siendo este ondulado suave con ocasional presencia de cornisas donde se encuentra silicificada.

Gran parte del área se encuentra ocupada por la *Formación Asencio*. La misma se extiende sin preferencia alguna, pudiéndose encontrar a cotas de entre 20 m a 50 m aproximadamente, a excepción de la zona Este, próxima al arroyo el Boticario, donde se encuentra a cotas mayores. No se identifica una distribución preferencial de cada litotipo dentro del área, los mismos fueron estudiados en su conjunto en los diversos frentes de cantera, donde los más presentes son los litotipos del tope: areniscas moteadas y areniscas intensamente ferrificadas (corazas, a veces desmanteladas).

Los afloramientos de esta unidad son escasos; algunos de estos se expresan como

cornisas de pocos metros, compuestas principalmente por corazas y areniscas moteadas, encontrándose esencialmente paralelas al arroyo Daca y subordinadamente al arroyo los Maulas. Salvo por el relieve generado por las cornisas, dicha formación no presenta un relieve propio, siendo el mismo de carácter ondulado suave.

Dentro del área de estudio, la *Formación Fray Bentos* no tiene una distribución preferencial; la misma puede ser identificada tanto en la zona oeste, como en la zona sur y noroeste, encontrándose entre cotas de 50 m y 80 m aproximadamente.

Dada la generación de suelos fértiles que se producen a partir de dicha formación, una gran parte del área se encuentra bajo extensas plantaciones, provocando la escasa existencia de afloramientos, por lo que otra herramienta utilizada para identificarla fue el característico relieve cóncavo-convexo, con interfluvios estrechos que genera.

El cuaternario que se encuentra dentro del área de estudio fue separado en base a fotointerpretación, el mismo se localiza al Norte del área.

Desde un enfoque estructural, y con ayuda de los mapas de sombra y magnetométrico, se interpretó la existencia de tres familias de lineamientos, siendo las direcciones dominantes NE-SO y su conjugada NO-SE, y subordinadamente N-S. Las direcciones dominantes mencionadas confieren al Río Negro una apariencia meandriforme, y también están expresadas en algunos arroyos como ser el arroyo Daca (NO- SE), la cañada de las Ánimas y el arroyo del Boticario (NE-SO). La dirección N-S se observa en el curso de las cañadas del Curupí y de las Piedras; una excepción a las direcciones mencionadas la constituye el arroyo Maula (E-O). Asimismo, se puede observar como los lineamientos de dirección NO-SE, en el arroyo Dacá, son dislocados por otros lineamientos que se interpretan como más jóvenes.

Por otro lado, se infiere por la diferencia de cotas la existencia de dos fallas, en base a datos magnetotélúricos, localizadas hacia el sur del área, atravesando la misma con dirección NE-SO. Dichas fallas afectan tanto a la Formación Fray Bentos, como a las formaciones Asencio y Mercedes, ya que se pudo observar diferencias de cotas en ambos lados de la falla, para la Formación Fray Bentos. No obstante, estas fallas no muestran expresión superficial.

#### 6.4. Cortes Geológicos

Por último y para brindar una mayor comprensión de la estructura geológica del área de estudio se realizaron dos cortes, uno de dirección Norte-Sur (Figura 6.38 Corte N 1) y otro de dirección Oeste-Este (Figura 6.38 Corte N 2), para los cuales se tuvo en cuenta la localización e información de los pozos brindados por PRENADER, mencionados en el Capítulo 5 (Tabla 5.1), se realizaron dichos cortes geológicos para representar el comportamiento inferido, en profundidad, de las unidades presentes en el área. Entre los pozos proporcionados, fueron seleccionados aquellos cuyas descripciones son más detalladas y permiten inferir las unidades.

Para el corte N-S los pozos utilizados fueron los de Rodríguez y Mazzilli; y para el corte O-E, Rodríguez y Sandoval.

##### - *Descripción de los cortes*

El Corte N-S posee aproximadamente una longitud de 20 km. A medida que se recorre de Norte a Sur, se puede observar cómo a lo largo de los dos primeros km, a cotas de entre 12 m y 20 m, aflora la Formación Mercedes. Subsiguientemente se suscita una intercalación entre afloramientos de las formaciones Asencio y Fray Bentos; la primera a cotas que varían desde los 30 m a los 50 m; con espesor uniforme de 20 m aproximadamente, y la segunda a cotas entre los 30 m a 70 m, y con espesores variables, de aproximadamente 10 m a 40 m. Próximo a los 15 km del origen del corte se infiere una falla de carácter normal, que ocasiona un levantamiento relativo de unos 25 m del bloque Sur, y por consiguiente afloramientos de la Formación Asencio a la inusual cota de 83 m. Si bien esta falla no tiene expresión superficial, en base a los mapas magnetométricos presentados en el capítulo 3 se identifica una estructura de rumbo NE-SO. La Formación Mercedes no se encuentra aflorante, infiriéndose su tope a cota 25 m, aproximadamente, que ascendería por tanto aproximadamente a cota 50 m en el bloque afectado por fallamiento.

El Corte O-E se extiende a lo largo de 16 km. De Oeste a Este se puede ver cómo la Formación Asencio puede ser encontrada entre cotas de 15 m a 35 m, y, más hacia el

Este, a cota 40 m; dicha formación mantiene un espesor bastante homogéneo a lo largo de todo el corte, de aproximadamente 20 m. La Formación Fray Bentos aflora a partir de la cota 35 m, llegando hasta cotas de 75 m; con espesores máximos de 30 m y mínimos de 10 m, aproximadamente. Asimismo, como en el corte anterior se puede observar que la Formación Mercedes no se encuentra aflorante, por lo que los límites se establecieron en base a la información de pozos, fijando así el tope a cota 10 m aproximadamente.

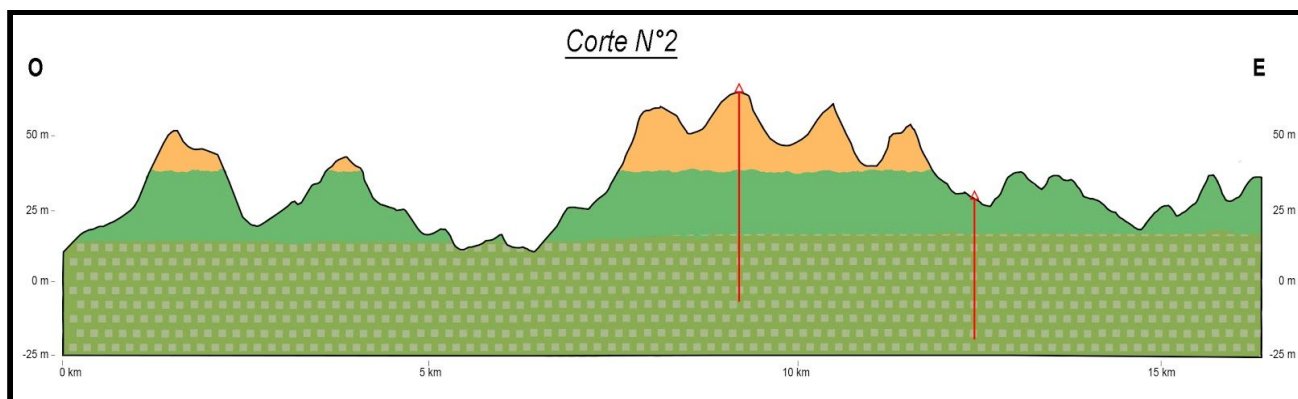
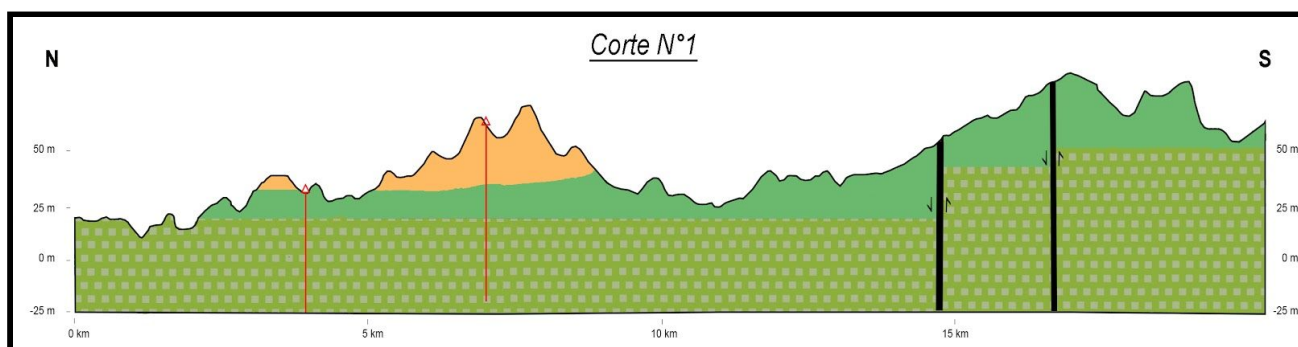


Figura 6.38. Cortes Geológicos del área de estudio. Las referencias del mismo se encuentran en el anexo.

## Capítulo 7. Discusión

Tomando en consideración los resultados obtenidos que fueron expresados en el capítulo anterior se pasará a la interpretación y discusión de los mismos, haciendo énfasis en las propuestas nomenclaturales, en los litotipos y rasgos edáficos de la Formación Asencio y el paleoambiente de la misma.

### 7.1. Propuestas nomenclaturales

Teniendo en cuenta la información presentada en el Capítulo 4, se esboza a modo de resumen en la Tabla 7.1 la evolución nomenclatural, no exenta de controversias, que las formaciones Mercedes y Asencio han experimentado con el transcurso del tiempo. Allí se puede ver como la misma ha sido totalmente subsumida recientemente, según algunos autores (Goso & Perea, 2004), dentro de la Formación Mercedes.

Tabla 7.1. Evolución de la nomenclatura estratigráfica del Cretácico Superior (excepto Formación Guichón) de Uruguay. Verde - Fm. Mercedes. Naranja - Fm. Asencio.

	BOSSI, 1966	FORD & GANCIO, 1988	GOSO & PEREA, 2004
FM. ASENCIO	Mb. Del Palacio	Mb. Del Palacio	Mb. Del Palacio
	Mb. Yapeyú	Mb. Yapeyú	Mb. Yapeyú
FM. MERCEDES			Mb. Del Chileno

En base a las descripciones de los diferentes litotipos, tanto de la Formación Asencio como de la Formación Mercedes, realizadas en el Capítulo 6, se puede observar que existe una clara distinción litológica (composicional, textural, etc.) entre ambas formaciones. Asimismo, las relaciones estratigráficas de ambas unidades con sus linderos son claras. Por último, ambas unidades son cartografiables (e.g. Bossi & Ferrando, 2001). En cambio, reducir la Formación Asencio únicamente a las corazas no tiene un sentido desde el punto de vista geológico y no es operativo dado que dichas corazas no muestran gran continuidad lateral y podrían existir errores en cuanto a la fotointerpretación por confusión con cornisas de areniscas silicificadas. Asimismo, desde el punto de vista de la geología aplicada, es conveniente mapear separadamente ambas unidades ya que, de ambas unidades cretácicas del litoral del Río Uruguay, sólo la Formación Mercedes funciona como acuífero (de tipo poroso, cuando no está silicificadas).

## 7.2. Formación Asencio: litotipos y rasgos edáficos

A grandes rasgos, la **Formación Asencio** se encuentra conformada por areniscas finas, cuarzosas, de selección y madurez textural regular, con cemento principalmente arcilloso y de óxido de hierro, y en ocasiones carbonático; con características que evidencian procesos de edafización y lateritización.

Las relaciones estratigráficas de la Formación Asencio son, hacia la base, con la Formación Mercedes. No pudo ser observada en el área de estudio, pero según distintos autores es concordante (Bossi, 1966), no está clara (Preciozzi *et al.*, 1985). Con respecto a las relaciones estratigráficas entre las formaciones Fray Bentos y Asencio, sí pudo ser observado el contacto entre las mismas, en varios frentes de canteras, siendo este de carácter disconforme, con irregularidades de superiores al metro. No obstante, teniendo en cuenta que los sedimentos finos de Fray Bentos no tienen potencial erosivo, se interpreta que la Formación Fray Bentos está apoyada sobre una superficie de paleorelieve labrada con anterioridad a su depositación sobre las areniscas de la Formación Asencio.

En varios de los litotipos de la Formación Asencio pueden ser observados rasgos edáficos, como ser la generación de arcillas, en dos instancias: primeramente se generan *coatings* de grano (cutanes, ver Capítulo 1), y posteriormente parches de arcilla, posiblemente caolinita, lo que debería ser confirmado con difracción por rayos X. Otra particularidad común en varias láminas es la introducción de óxido de hierro *a posteriori* en el material arcilloso.

En uno de los litotipos en particular, las areniscas moteadas, se pueden distinguir más rasgos edáficos. Es el caso de la fábrica de birrefringencia con estrías. Según Stoops *et al.* (2015), dicha fábrica se genera cuando los minerales de arcilla se disponen de forma paralela entre sí. Esto ocasiona que los rayos rápidos incidan con la misma orientación a todos los minerales arcillosos, comportándose como un solo cuerpo, que bajo nicols cruzados y al girar la platina desaparecen. Asimismo, también se observa una textura gefúrica, en la cual, siguiendo a los mismos autores, el material más fino forma puentes entre los materiales más gruesos. Dichos puentes pueden ser de forma convexa o cóncava, dependiendo del material.



Se observaron, al igual que Bellosi *et al.* (2004), rasgos edáficos adicionales, como ser textura porfírica en las areniscas intensamente ferrificadas (el material más grueso se encuentra como una masa densa de material más fino; Stoops *et al.*, 2015), y abundancia de arcillas autigénicas.

Aquí se considera que la Formación Asencio representa un perfil típico de lateritas, concordando con Bellosi *et al.* (2004). No obstante, para estos autores la zona de alteración (Figura 7.1) pertenece a la Formación Mercedes. Aquí, siguiendo la propuesta original de Bossi (1966), las areniscas blancas corresponden a la Formación Asencio.

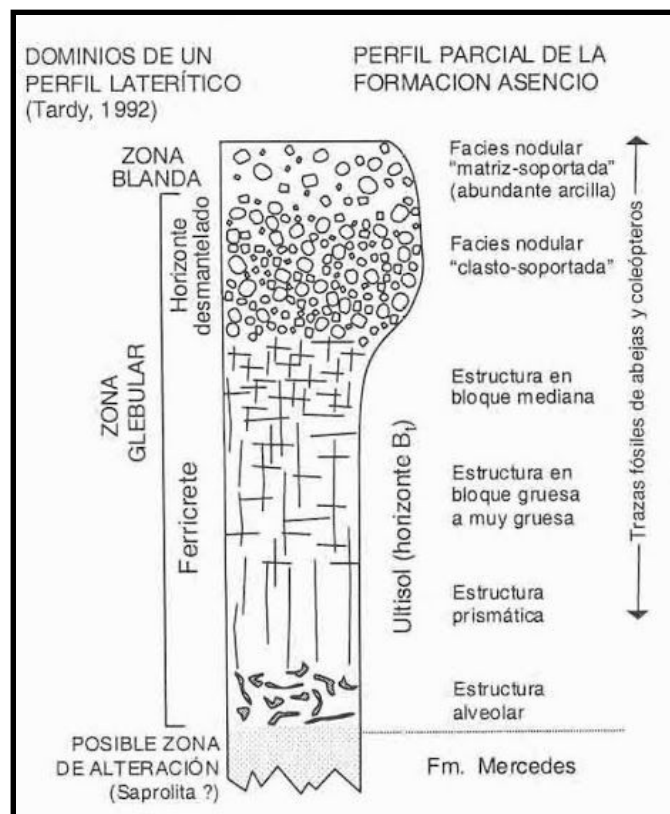


Figura 7.1. Reconstrucción de un perfil laterítico de la Formación Asencio. Tomado de Bellosi *et al.* (2004).

Tardy *et al.* (1992) considera a las lateritas como producto de una intensa meteorización, la cual se compone de una asamblea mineral, donde se encuentran incluido los óxidos, oxihidróxidos, o hidróxidos de hierro o aluminio, así como caolinita y cuarzo.

Según el autor un perfil típico de laterita está compuesto por tres zonas, de base a tope; 1 - zona de alteración; 2 - zona globular; y 3 - zona blanda (Figura 7.2). En la zona de

alteración se conservan en su mayoría las estructuras y el volumen de la roca madre, estando caracterizada por la lixiviación de mucho de los minerales solubles y por la disolución incongruente de los minerales primario. Los últimos elementos móviles son el Al y Fe, estos se liberan por intemperismo, y no sufren transporte si no que quedan in situ. La zona globular, se caracteriza por tener acumulaciones endurecidas de Fe y Al, bien sea de forma discontinua, nodular o continua, como ferricretas o bauxitas. Esto conlleva a la reorganización del material original y una acumulación de Fe, Al y caolinita.

La última zona, según Tardy *et al.* (1992), posee una acumulación relativa de minerales primarios y secundarios, como ser cuarzo y caolinita, óxidos e hidróxidos respectivamente; dichos minerales son el resultado de la degradación, disolución y desmantelamiento del material globular o bien del retrabajamiento a causa de la actividad de las termitas.

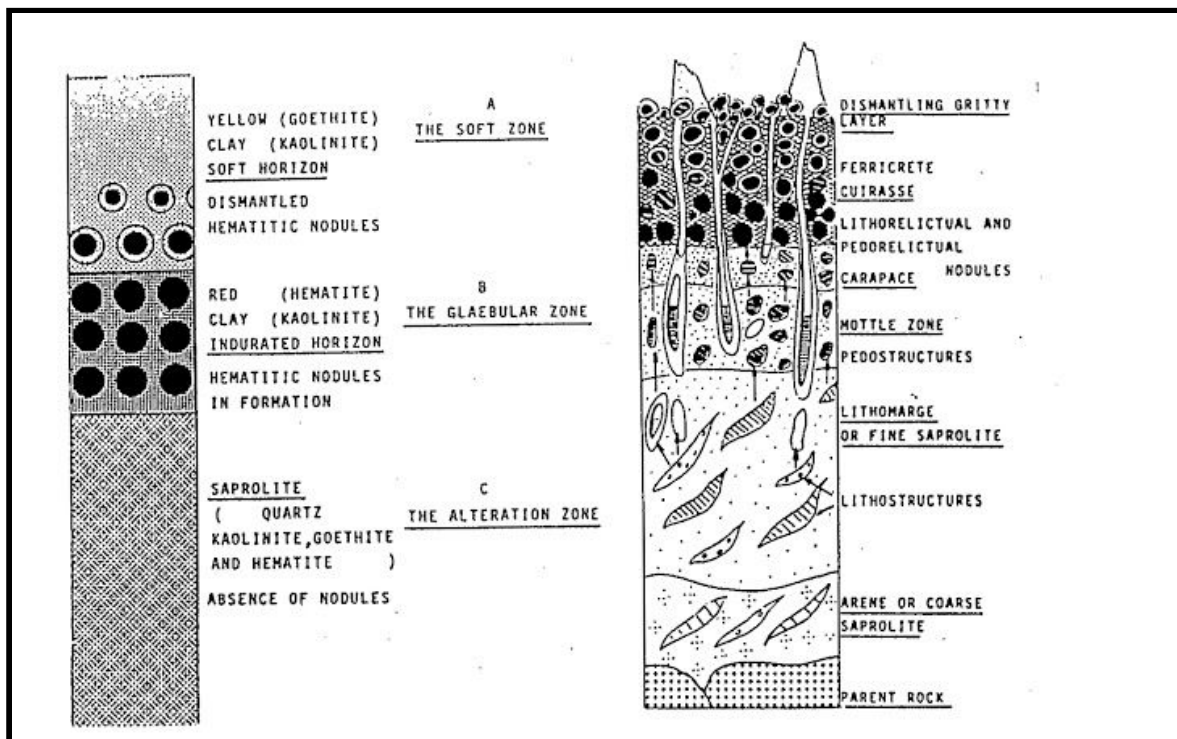


Figura 7.2. Representación de un perfil de laterita con las tres zonas que lo componen. Tomado de Tardy *et al.* (1992).

Por lo que, siguiendo el perfil de lateritas de Tardy *et al.* (1992) y en base a los datos presentados en el capítulo 6, la Formación Asencio podría representar un perfil típico de lateritas; estando la zona de alteración representada por las areniscas intensamente

ferrificadas; la zona globular por las areniscas con concreciones de óxido de hierro, las areniscas marrón rojizo con parches y las areniscas moteadas; mientras que la zona blanda estaría compuesta por las areniscas calcáreas blanquecinas y las areniscas blancas cuarzosas, estas dos última pertenecientes al miembro algorta según Preciozzi et al. (1985).

Asimismo, Tardy *et al.* (1992) proponen una temperatura promedio para la formación las lateritas de 25 a 30°C y una precipitación de 1500 mm/año. Estudios realizados por Turner *et al.* (2017) establecen que las condiciones paleoambientales para la Formación Asencio serían, de forma estimativa, una temperatura de 15.1-19.6 °C y una precipitación de 1070-1669 mm/año, valores sensiblemente menores a los anteriormente mencionados.

Otros observaciones que se llevaron a cabo son, que tanto en afloramiento (Figura 6.36, Perfil C4) como en lámina delgada (Figura 6.10), más específicamente en las areniscas intensamente ferrificadas y las areniscas con concreciones de óxido de hierro, ocurren dos procesos diagenéticos que afectan a la formación. Un primer proceso donde se da la ferruginización con un mayor aporte de minerales arcillosos, y un segundo proceso la calcretización, la cual genera la ruptura de la fábrica original de la roca, separando los clastos y a su vez recortando a la misma. Este último proceso es a consecuencia del clima y de los ascensos hidrotermales que se conectan a la freática ocasionando la abundancia de carbonato (R. Tofalo, com.pers.,2019). El orden cronológico de procesos que aquí se establece es concordante con lo propuesto por Goso & Perea (2004); dichos autores establecen un último proceso de silicificación, posterior en el tiempo a los anteriormente mencionados.

Por otro lado, en varias canteras, presentes en el área, se encuentran expuestas las columnas típicas de la Formación Asencio. Allí se puede observar cómo las mismas se encuentran compuestas tanto por las areniscas con concreciones de óxido de hierro como por las areniscas intensamente ferrificadas (coraza). Dichas columnas no presentan dimensiones homogéneas entre ellas, si no que las mismas pueden ir desde varios decímetros hasta varios metros de potencia (y un diámetro aproximado; medido en el área de estudio, de entre 40 cm y 100 cm). Con el transcurso del tiempo, diferentes autores han establecido hipótesis del origen de las mismas.

Genise *et al.* (2011) proponen que las columnas se formaron a causa de procesos, como ser liberación de ácidos orgánicos, evapotranspiración, aquellos relacionados con los microorganismos, entre otros, que imperaban en esa rizósfera. Dichos procesos generaron la cementación y precipitación de óxido de hierro, y en algunos casos geométricas concéntricas.

En cambio Morrás *et al.* (2010) proponen que las mismas se forman a partir de la erosión química que sufre el tope de la Formación Mercedes, donde el carbonato se disuelve de forma tal que se generan estructuras conoides, que luego son rellenadas por areniscas ferrificadas.

Mientras que para Goso & Gueréquiz (2001) la formación de las columnas se atribuye a fluidos cargados de iones de hierro que percolan verticalmente por las fracturas de la roca caja, generando aureolas de dispersión concéntricas.

### **7.3. Paleoambiente**

Teniendo en cuenta las litologías y las estructuras presentes en Formación Asencio (Capítulo 6) y al igual que lo establecido por Tófalo (1968), se puede inferir que la formación, dada sus características, fue depositada bajo un régimen fluvial de baja energía, involucrando una baja pendiente y alta sinuosidad. Como fue propuesto por Tofalo *et al.* (2001) y Veroslavsky *et al.* (2019), los depósitos de la Formación Asencio corresponden a planicies arenosas depositadas bajo un régimen fluvial meandriforme.

Próximo al área de estudio (hacia el este) se observaron paleocanales (Figura 7.3), poco profundos y estrechos. Dentro del área de estudio no se pudieron observar estructuras sedimentarias ni macroformas propias de un sistema fluvial.



Figura 7.3. Vista en detalle de un paleocanal de la Formación Asencio, encontrado próximo al área de estudio.

## Capítulo 8. Conclusiones

En base a lo discutido en el capítulo anterior, se puede concluir que la parte superior de la Formación Asencio representa un perfil típico de lateritas, donde se encuentran representadas las tres zonas que lo componen. Asimismo, se establece que las areniscas moteadas constituyen un suelo arenoso menos alterado, generado en condiciones de clima menos intenso al de las areniscas intensamente ferrificadas. Más precisamente, un horizonte Bt, dado que presentan varios rasgos característicos de este, como ser la textura gélifera y una gran concentración de arcillas de iluviación.

Considerando la presencia de venas carbonáticas que recortan las areniscas intensamente ferrificadas y las areniscas con concreciones de óxido de hierro, se asume un ascenso hidrotermal que conecta a la napa freática, lo que ocasiona la abundancia de carbonato. Se establecen dos procesos diagenéticos: un primer proceso donde se genera la ferruginización y otro donde se genera una carbonatación. Posteriormente a dichos procesos tiene lugar la silicificación.

En consideración al ambiente de depositación de la Formación Asencio se establece, dada las características litológicas, composicional, textural, etc. que la misma representa la depositación de un sistema fluvial meandriforme, con desarrollo de planicies arenosas. Dichos depósitos fueron posteriormente afectados por procesos de edafización y lateritización junto a procesos esporádicos de carbonatación.

Se infiere para el sur del área de estudio dos fallas de orientación NE-SO que tienden a levantar el bloque que se encuentra más hacia el sur, provocando que las formaciones Fray Bentos, Asencio y Mercedes, en dicha área, estén a cotas relativamente altas.

## Bibliografía

- Bellosi, E; González, M; & J.Genise (2004). ***Origen y desmantelamiento de lateritas paleógenas del sudoeste de Uruguay (Formación Asencio)***. En: Revista y Museo Argentino de Ciencias Naturales, pp. 25-40.
- Bossi, J. (1966) ***Geología del Uruguay***. Volumen 2. Montevideo. Departamento de Publicaciones Universidad de la República.
- Bossi, J.; Navarro, R. (1988) ***Geología del Uruguay***. Volumen 2. Edición 1988. Montevideo. Departamento de Publicaciones Universidad de la República.
- Caorsi, J.; & Goñi, J. (1958) ***Geología Uruguaya***. Instituto Geológico del Uruguay, Boletín N° 37. Montevideo.
- De Santa Ana, H. (2004) ***Análise Tectono–estratigráfica das Seqüências Permotriássica e Jurocretácea da Bacia Chacoparanense Uruguiaia ("Cuenca Norte")***. Tese de Doutorado, IGCE–Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Brasil.
- Ford, I. (1988). ***Conglomerados con nidos de insectos fósiles: Formación Palmitas (provisorio) - Terciario inferior (tentativo)***. 6to Panel de Geología del Litoral, 1ra Reunión de Geología del Uruguay. Salto.
- Ford, I.; Gancio, F. (1988) ***Asociación caolinita-montmorillonita en un paleosuelo del terciario inferior del Uruguay (Fm. Asencio)***. Montevideo.
- Frenguelli, J. (1930) ***Apuntes de Geología Uruguaya***. Instituto de Geología y Perforaciones, Boletín N° 11. Montevideo.
- Genise, J. F; Bellosi, E.; Verde, M. y González, M. (2011) ***Large ferruginized plaeorizosphaera from a Paleogene lateritic profile of Uruguay***. En: Sedimentary Geology 240,pp. 85-96.

- Goso Aguilar, C. & Guérèquiz, R. (2001) **Hipótesis acerca del origen de las columnas en las Grutas del Palacio, Fm-Mercedes-Asencio (Ks), Dpto. de Flores (Uruguay)**. En: XI Congreso Latinoamericano de Geología, y III Congreso Uruguayo de Geología, 2001, Montevideo. Contribución n. 236, 13 pp. (CD-ROM).
- Goso, C.; Perea, D. (2004) El cretácico post-basáltico y el terciario inferior de la Cuenca Litoral del Río Uruguay: Geología y Paleontología. En: Veroslavsky, G.; Ubilla, M.; Martínez, S.; **Cuencas sedimentarias de Uruguay geología, paleontología y recursos naturales Mesozoico**. Montevideo, DIRAC, pp.143-170.
- Huene, F. von (1929) **Terrestrische Oberkreide in Uruguay**. Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie Abteilung B.
- Lambert, R. (1939) **Memoria Explicativa del Mapa Geológico de los Terrenos Sedimentarios y de las Rocas Efusivas del Departamento de Durazno**. Instituto Geológico del Uruguay, Boletín N° 25, Montevideo.
- Lambert, R. (1940) **Memoria Explicativa de un Mapa Geológico de Reconocimiento del Departamento de Paysandú y de los Alrededores de Salto**. Instituto Geológico del Uruguay, Boletín N° 27. Montevideo.
- Martínez, S.; Veroslavsky, G. (2004) Registros continentales no depositacionales del terciario temprano. En: Veroslavsky, G.; Ubilla, M.; Martínez, S.; **Cuencas sedimentarias del Uruguay geología, paleontología y recursos naturales Cenozoicos**. Montevideo-Uruguay, DIRAC, pp.63-82.
- Milani, E.J. (2004) **Comentários sobre a origem e a evoluçã tectônica da Bacia do Paraná**. En: Mantesso-Neto, V.; Bartorelli, A.; Carneiro, C.D.R. e Brito Neves, B.B. (org.), Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida, Editora Beca, São Paulo, pp. 265-279.
- Morales, H. & Ford, I. (1988) **Algunas consideraciones sobre las sedimentitas del**



**cretácico superior del Uruguay.** En: Actas del 6to Panel de Geología del Litoral, 1988, Salto, Uruguay, pp. 38- 41.

Morrás, H.; Tofalo, O. & Sánchez-Bettucci, L. (2010) ***Wethering processes at the boundary between the Mercedes formation and Asencio.*** Revista Geociências, Unesp v. 29 (4), 487-500, 2010 - 396.

Padula, E. & Mingramm, A. (1968) Estratigrafía, distribución y cuadro geotectónicosedimentario en el subsuelo de la Llanura Chaco-Paranense. Actas III Jornadas Geológicas Argentinas, 1: 291-331.

Pazos, P.; Tófalo, O. R.; González, M. ***La Paleosuperficie Yapeyú: Significado estratigráfico y paleoambiental en la evolución del Cretácico Superior del Uruguay.*** En: Actas del II Congreso Uruguayo de Geología, 1998, Punta del Este, Uruguay; pp. 59-63.

Panario, D. (1988) **Morfología del Uruguay.** Facultad de Ciencias, Universidad de la República.

Preciozzi, F.; Spoturno, J.; Heinzen, O.; y Rossi, P. (1985) ***Memoria explicativa de la Carta Geológica del Uruguay a escala 1:500.000.*** DINAMIGE (MIEM), pp. 90, 1 mapa.

Retallack, G, J. (1988) Field recognition of paleosols. En: Retallack, G, J.; ***Soils of the past: an introduction to paleopedology.*** Londres, Blackwell Science,pp. 1-20.

Sopena & Sánchez-Moya (2010) Sistemas aluviales de baja sinuosidad. En: Alfonso Sopena y Yolanda Sánchez-Moya; ***Sedimentología Del proceso físico a la cuenca sedimentaria.*** Madrid, CSIC, 73-83.

Serra, N. (1945) ***Memoria Explicativa del Mapa Geológico del Departamento de Soriano.*** Instituto Geológico del Uruguay, Boletín N° 32. Montevideo.

- Soares, P.C.; Landim, P.M.B.; Fúlfaro, V.J.; Sobreiro Neto, A.F. (1980) Ensaio de caracterização estratigráfica do Cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru. *Revista Brasileira de Geociências*, 10(3):177-185.
- Soto, M.; Perea, D.; Veroslavsky, G.; Rinderknecht, A.; Ubilla, M.; Lecuona, G. (2008) ***Nuevos hallazgos de restos de dinosaurios y consideraciones sobre la edad de la Formación Guichón***. *Revista de la Sociedad Uruguaya de Geología*, 15: 11-23.
- Stoops, G. (2015) Análisis de contextura de la masa basal mineral y los rasgos edáficos del suelo. En: Loaiza, J.C.; Stoops, G.; Poch, R. & Casamitjana, M. ***Manual de micromorfología de suelos y técnicas complementarias***. Argentina, Pascual Bravo, pp. 87-154.
- Tardy, Y. (1992) Diversity and terminology of lateritic profiles. En: ***Weathering, Soils & Paleosols***. *Developments in Earth Surface Processes* 2. Elsevier, pp. 379-405.
- Tofalo, O. (1968). ***Caracterización sedimentológica y estratigrafía de las formaciones Puerto Yerua y Arroyo Avalos, Provincias de Entre Ríos y Corrientes***. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
- Tófalo, R. & Pazos, P. & Sánchez Bettucci, L. (2001). ***Caracterización micromorfológica de calcretes, "Calizas del Queguay", Departamento Paysandú***, Uruguay. 11o Congreso Latinoamericano y 3o Uruguayo de Geología, Actas CDR: 5-24, Montevideo.
- Turner, A.; McGuire, C.; Hobbs, K. ; Soto, M.; Perea, D.; Moore, J. (2017) ***The sedimentology, paleoenvironment, diagenesis of the Asencio Formation of Western Uruguay***, . En: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* (2017).
- Ubilla, M.; Veroslavsky, G & Martínez, S. (2004) El Mesozoico. En: Veroslavsky, G.; Ubilla, M.; Martínez, S.; ***Cuencas sedimentarias de Uruguay geología, paleontología y recursos naturales Mesozoico***. Montevideo, DIRAC, pp.13-34.
- Veroslavsky, G.; Aubet, N.; Martínez, S.; Heaman, L.; Cabrera, F. & Mesa, V. (2019) ***Late Cretaceous stratigraphy of the southeastern Chaco-Paraná basin ("Norte basin" - Uruguay) The Maastrichtian age of the calcretization process***. *Revista*

Geociências, Unesp v. 38 (2), 377 - 396.

Viseras & Fernández. (2010) Los sistemas aluviales de alta sinuosidad. En: Cesar Viseras y Juan Fernández; ***Sedimentología Del proceso físico a la cuenca sedimentaria.*** Madrid, CSIC, 261-297.

Walther, K. (1919) ***Líneas Fundamentales de la Estructura Geológica de la República O. Del Uruguay.*** Revista del Instituto Nacional de Agronomía N° 3. Montevideo.

## Anexo

### -Tabla de puntos relevados

Punto	Formación	X	Y	Z
1	Cuaternario	399970	6321334	6
2	Fray Bentos	399193	6319835	27
3	Fray Bentos	399469	6317990	37
4	Cuaternario	402876	6320888	10
5	Mercedes	404736	6321372	0
6	Mercedes	405435	6321107	17
7	Mercedes	405387	6321028	20
8	Mercedes	407129	6320647	22
9	Asencio	407735	6320326	36
10	Mercedes	408814	6321752	12
11	Mercedes	411401	6321564	32
12	Mercedes	412247	6321284	11
13	Fray Bentos	414446	6321972	37
14	Fray Bentos	414567	6320889	33
15	Asencio	402471	6316557	23
16	Asencio	402707	6216259	26
17	Asencio	402951	6316432	19
18	Asencio	402986	6316447	20
19	Asencio	402301	6316163	31
20	Fray Bentos	404593	6302724	65
21	Fray Bentos Cantera	399605	6314594	46

22	Fray Bentos	405221	6306414	69
23	Asencio Cantera	399867	6311501	47
24	Fray Bentos	399300	6308572	63
25	Fray Bentos Cantera	398521	6306112	44
26	Fray Bentos	405739	6309607	45
27	Asencio Cantera	407060	6309352	60
28	Asencio	409702	6309749	47
29	Asencio	410490	6307528	70
30	Fray Bentos Cantera	411708	6303117	78
31	Asencio	405740	6318467	66
32	Asencio	406287	6318297	30
33	Fray Bentos	406539	6318029	60
34	Asencio	406073	6316827	51
35	Mercedes	401912	6320477	<b>10</b>
36	Fray Bentos Cantera	407245	6316428	53
37	Asencio Cantera	399867	6311501	48
38	Fray Bentos	407960	6314615	76
39	Fray Bentos	409566	6314023	46
40	Fray Bentos	410041	6314203	52
41	Fray Bentos	411469	6313557	46
42	Fray Bentos	413067	6312860	45
43	Fray Bentos	409903	6312799	63

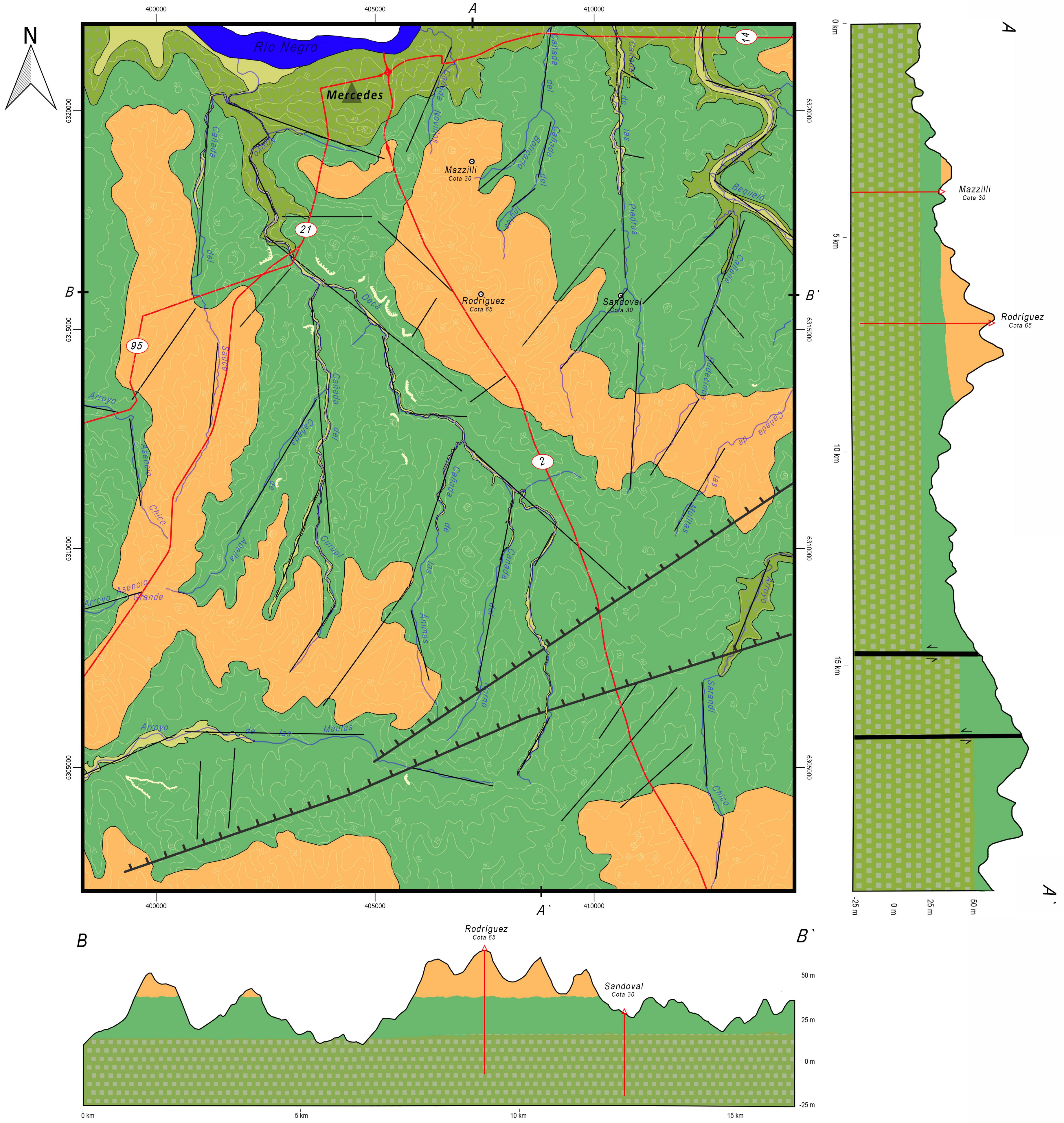
44	Fray Bentos	410207	6312624	60
45	Fray Bentos Cantera	410224	6312201	66
46	Asencio	411263	6311634	70
47	Asencio Cantera	413024	6310397	54
48	Asencio	413271	6310354	53
49	Asencio	413547	6310248	57
50	Fray Bentos Cantera	413823	6310920	59
51	Asencio	403451	6315761	17
52	Fray Bentos	402475	6307572	63
53	Fray Bentos	405481	6308207	59
54	Asencio	405102	6305649	52
55	Asencio	404832	6304545	63
56	Asencio	405056	6304494	61
57	Asencio Cantera	405449	6304328	64
58	Mercedes	403096	6316784	12
59	Fray Bentos	403685	6318425	43
60	Asencio	409638	6307711	62
61	Fray Bentos	405752	6309569	48
62	Asencio	405519	6308453	53
63	Fray Bentos	404612	6308357	69
64	Cuaternario	403882	6308420	50
65	Fray Bentos	403563	6308436	60
66	Asencio	400663	6309128	58

67	Fray Bentos	399705	6315453	56
68	Fray Bentos	399778	6318453	43
69	Fray Bentos	405280	6319141	46
70	Asencio	405926	6318975	50
71	Fray Bentos	406637	6318754	45
72	Fray Bentos	407398	6319154	33
73	Asencio	407727	6320275	30
74	Asencio	409575	6318644	34
75	Fray Bentos	408629	6316545	48
76	Fray Bentos Cantera	408595	6315481	56
77	Fray Bentos Cantera	407715	6315847	55
78	Fray Bentos	408440	6314909	67
79	Asencio	410140	6314412	52
80	Fray Bentos	411483	6313549	46
81	Fray Bentos	414089	6312402	42
82	Asencio	415018	6311958	51
83	Asencio	414528	6311240	58
84	Asencio	413530	6310217	56
85	Fray Bentos	397974	6300925	53
86	Fray Bentos	399166	6301221	64
87	Fray Bentos	401625	6301912	61
88	Fray Bentos	403156	6302218	59
89	Asencio	405928	6301696	54
90	Asencio	409653	6302225	65
91	Fray Bentos	410402	6302514	79

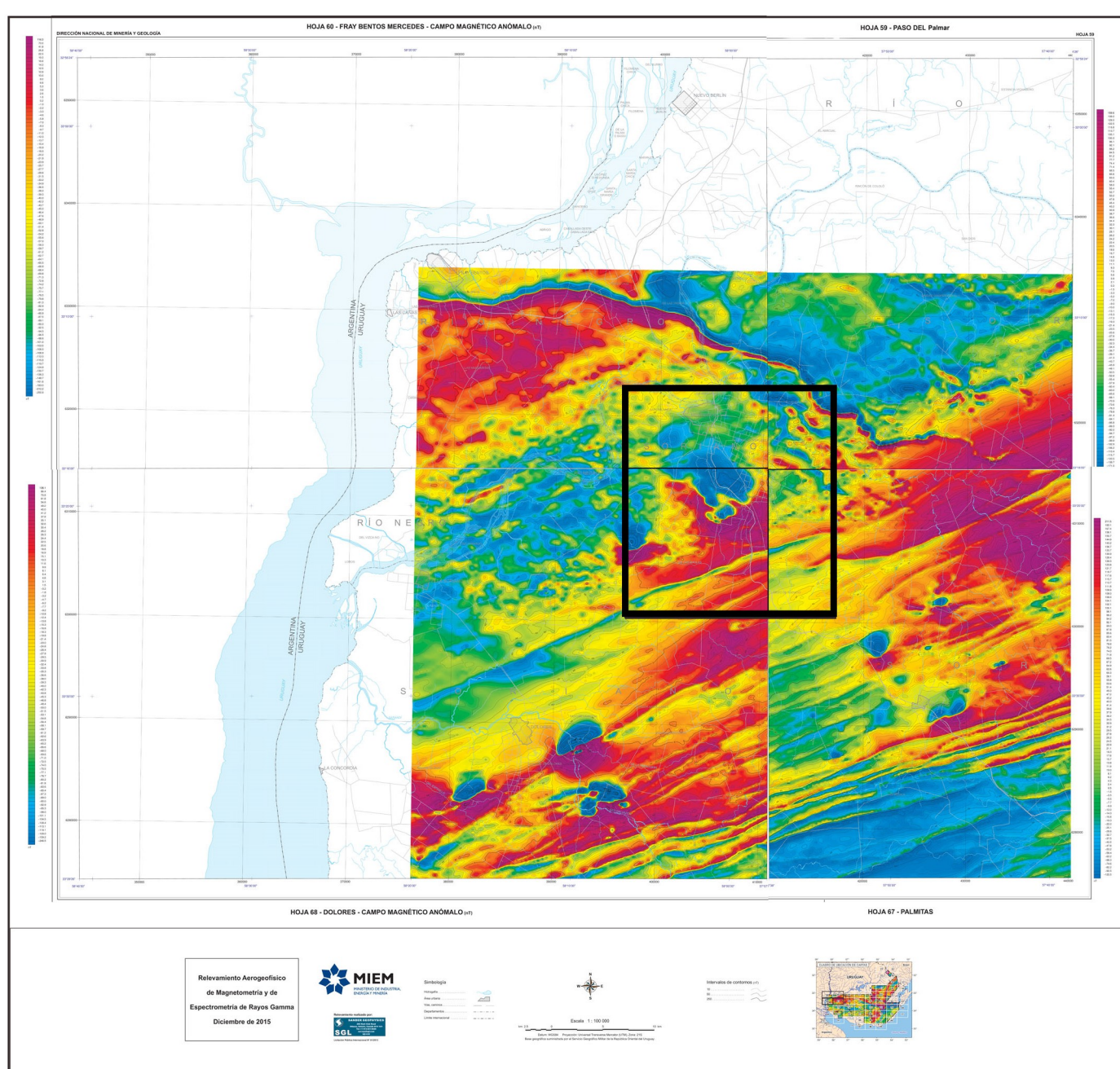
92	Asencio	408894	6311320	41
93	Asencio	407125	6310853	50
94	Asencio	411668	6315408	45
95	Mercedes	410485	6321717	9
96	Mercedes	410209	6322505	7
97	Mercedes	408845	6321750	11
98	Mercedes	407755	6321818	19
99	Mercedes	407311	6321542	17
100	Mercedes	406676	6321984	17
101	Mercedes	405281	6321088	13
102	Fray Bentos	404587	6318415	47
103	Fray Bentos	403339	6318878	34
104	Mercedes	402598	6318234	8
105	Asencio	403133	6318465	26
106	Asencio	403359	6318363	23
107	Asencio	404530	6316184	26
108	Asencio	404601	6315323	16
109	Asencio	404900	6314334	22
110	Asencio	405543	6312980	25
111	Fray Bentos	405313	6306993	67



# MAPA GEOLÓGICO DE LA REGIÓN ALSUR DE LA CIUDAD DE MERCEDES DEPARTAMENTO DE SORIANO



## Mapa del Campo Magnético Anómalo



Mosaico de la Carta Magnetométrica (hojas 59; 60; 67 y 68), se marca el área de estudio con un rectángulo negro. Modificado de DINAMIGE

## Referencias

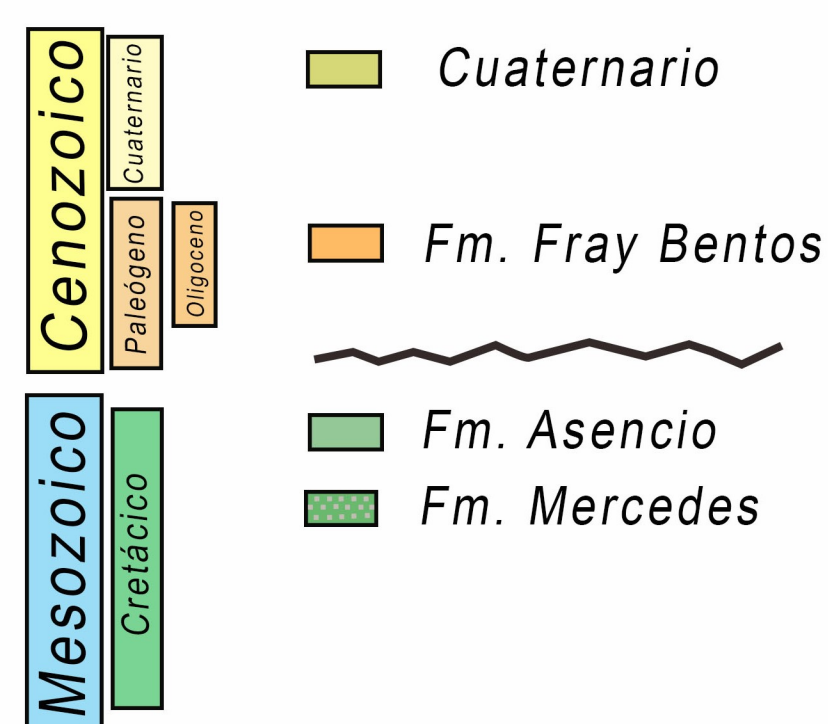
### Geográficas

- Ruta Nacional
- Ciudad
- Cursos de agua
- Pozo (en corte)
- Pozo (en mapa)

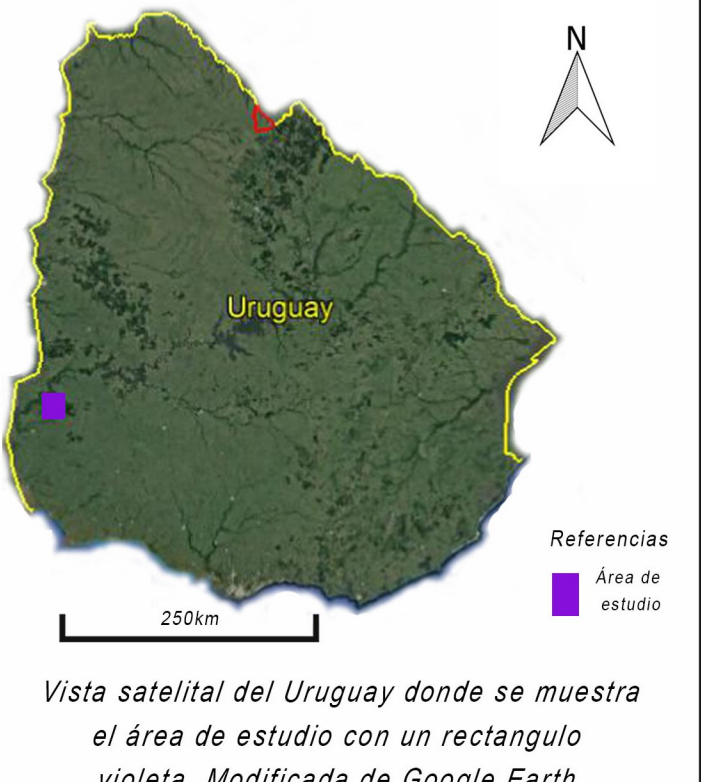
### Estructurales

- Lineamiento
- Falla inferida
- Cornisa

### Columna estratigráfica



## Mapa del Uruguay



Vista satelital del Uruguay donde se muestra el área de estudio con un rectángulo violeta. Modificada de Google Earth

## Memoria explicativa del mapa geológico de la región al sur de la ciudad de Mercedes a escala 1:50.000

**Formación Mercedes:** - Sucesión de conglomerados y areniscas conglomeráticas cuarzosas, de color naranja muy pálido, con un esqueleto variable entre 4 mm y 23 mm. Los clastos son sub-esféricos a sub-prismáticos, y sub-redondeados. Presenta una matriz con clastos de arena media a fina, sub-esféricos a sub-redondeados, de composición principalmente cuarzosa.  
- Arenisca gruesa a fina, cuarzosa, con clastos sub-redondeados a sub-esféricos, y matriz limosa. Presenta cemento calcáreo y arcilloso, y localmente parches de chert, lo que le confiere un alto grado de consolidación en esas zonas.  
- Hacia el tope nivel de estratos masivos y silicificados.  
Relación estratigráfica discordante a la base con el basamento y concordante al tope con la Formación Asencio.  
Potencia de 90 m en pozo.  
Edad Cretácico Tardío.

**Formación Asencio:** - Sucesión de areniscas finas, cuarzosas, con clastos sub-redondeados y sub-esféricos, masivas; hacia el tope sufren procesos de ferrificación, calcritización y silicificación.  
Relación estratigráfica concordante en la base con la Formación Mercedes y discordante en el tope con la Formación Fray Bentos.  
Potencia de 30 m.  
Edad Cretácico Tardío.

**Formación Fray Bentos:** - Limos arcillosos blanquecinos, masivos, con alto contenido de carbonato de calcio. Se intercalan niveles con concreciones carbonáticas.  
Relación estratigráfica discordante en la base con la Formación Asencio.  
Potencia de 80 m.  
Edad Oligoceno.

**Cuaternario:** - Sedimentos principalmente limo arcillosos y arenosos, de caracter moderno, variantes en textura.

## Fotos aéreas

11-075	39-125
11-077	39-123
11-079	39-121

0 1 2 3 4 5 km

Escala 1:50.000

Sistemas de coordenadas: WGS84/UTM zone 21S