



# **CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA DE ROCAS Y CRUDOS EN LAS CUENCAS DE CESAR-RANCHERÍA, SINÚ-SAN JACINTO, CHOCÓ Y ÁREA DE SOÁPAGA (CUENCA CORDILLERA ORIENTAL)**

## **INFORME FINAL**



**Bogotá, Agosto de 2007**

**Trabajo Realizado por:**  
**Cesar Mora, Geól. M.Sc.**  
**Pedro Parra, Geól.**  
**Gerson Navas Geol.**  
**GEMS Ltda.**

**Coordinación Análisis de Laboratorio**  
**Paulina Gomez, Quím. Ind.**

**Análisis de Laboratorio Realizados por:**  
**Baseline Resolution**  
**Humble Geochemical Service**

**Trabajo Presentado a:**



**Bogotá D.C, Mayo de 2007**

---

**TABLA DE CONTENIDO**

	<b>Pag.</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>14</b>
<b>2. LOCALIZACIÓN DE LAS ÁREAS DE ESTUDIO Y ANÁLISIS REALIZADOS.....</b>	<b>15</b>
<b>3. METODOLOGÍA DEL TRABAJO .....</b>	<b>17</b>
<b>3.1 Fase de Muestreo:.....</b>	<b>17</b>
<b>3.2 Análisis de Laboratorio: .....</b>	<b>17</b>
3.2.1 Contenido Orgánico Total -TOC .....	17
3.2.2 Pirólisis Rock-Eval .....	18
3.2.3 Análisis Visual del Kerógeno .....	18
3.2.4 Reflectancia de la Vitrinita (%Ro) e Índice de Alteración Termal (TAI) .....	19
3.2.5 Extracción de Bitumen .....	20
3.2.7 Contenido de Azufre (% S).....	21
3.2.8 Análisis de Isótopos de Carbono .....	21
3.2.9 Cromatografía Líquida (LC).....	21
3.2.10 Cromatografía de Gases (GC) .....	21
3.2.11 Cromatografía de Gases Acoplada a Espectrometría de Gases (GC-MS) .....	22
<b>4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>23</b>
<b>4.1 CUENCA CESAR-RANCHERÍA .....</b>	<b>24</b>
4.1.1 Evaluación de Roca .....	26
4.1.2 Evaluación de Extractos .....	35
<b>4.2 SINÚ – SAN JACINTO.....</b>	<b>50</b>
4.2.1 Evaluación de Roca.....	52
4.2.2 Evaluación de Crudos de Rezumadero.....	59
<b>4.3 CUENCA CHOCÓ .....</b>	<b>75</b>
4.3.1 Evaluación de Roca.....	77
<b>4.4 SOAPAGA (CORDILLERA ORIENTAL).....</b>	<b>84</b>
4.4.1 Evaluación de Roca.....	86
4.4.2 Evaluación de Extractos, Crudos e Impregnaciones.....	94
<b>5. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>115</b>

**LISTA DE TABLAS**

	<b>Pag.</b>
<b>Tabla 1.</b> Cuantificación por área de estudio, de cada uno de los análisis geoquímicos realizados sobre las muestras de roca, extracto y crudo disponibles. ....	<b>15</b>
<b>Tabla 2.</b> Listado de localidades muestreadas en la cuenca Cesar-Ranchería indicando el número de análisis de roca realizados y los valores promedios de los parámetros geoquímicos medidos. Se ha resaltado con color amarillo las localidades en los que se encuentran muestras con buen contenido de materia orgánica (TOC>1%). ....	<b>29</b>
<b>Tabla 3.</b> Número de análisis realizados y promedios por formación para la cuenca Cesar Ranchería. Los promedios de la Formación Cuervos son particularmente altos debido principalmente a la presencia de algunos niveles de carbones. Maracas, Tocuy y Animas son miembros de la Fm. Aguasblancas y ésta, junto con la fm. Lagunitas forman el Grupo Cogollo.....	<b>30</b>
<b>Tabla 4.</b> Síntesis de la evaluación geoquímica de rocas de la cuenca Cesar-Ranchería. Esta tabla se obtiene de los valores promedios de los parámetros geoquímicos estudiados por formación. De aquí se reconoce que las muestras analizadas para las formaciones Los Cuervos, Animas y La Luna, tienen características geoquímicas asociadas con roca fuente. ....	<b>33</b>
<b>Tabla 5.</b> Muestras de roca seleccionadas para análisis de extractos. La selección se realiza con base en las muestras que presentan S1 por encima de 0,2 mg HC / g roca. ....	<b>37</b>
<b>Tabla 6.</b> Resultados de los análisis de Extracción de Bitumen y Cromatografía Líquida (LC), este último también conocido como SARA, con el que se obtiene los porcentajes de Saturados, Aromáticos y Resinas + Asfaltenos. ....	<b>38</b>
<b>Tabla 7.</b> Valores de Parafinas e Isoparafinas obtenidos del análisis de Cromatografía de Gases (GC), de los extractos de roca evaluados. Las casillas con la sigla n.d. indican que el dato no está disponible para ese parámetro en particular (como en la mayoría de extractos del pozo Compae-1, debido a que no existen picos de parafinas por efecto de la biodegradación). Los cromatogramas de cada muestra se encuentran en los anexos de este trabajo. ....	<b>40</b>
<b>Tabla 8.</b> Relaciones entre los compuestos biomarcadores de la fracción saturados obtenidos por GC-MS de las muestras de extracto de roca de la cuenca Cesar Ranchería. Los resultados de los compuestos independientes se encuentran en los anexos de este trabajo. ....	<b>44</b>

<b>Tabla 9.</b>	Relaciones entre los compuestos biomarcadores de la fracción de aromáticos obtenidos por GC-MS de las muestras de extracto de roca de la cuenca Cesar Ranchería. Los resultados de los compuestos independientes y la nomenclatura empleada para abreviar los títulos de las de estas relaciones, se encuentran en los anexos de este trabajo.....	<b>47</b>
<b>Tabla 10.</b>	Listado de localidades muestreadas en la Sinú – San Jacinto indicando el número de análisis geoquímicos de roca realizados y los valores promedios de los parámetros medidos. ....	<b>52</b>
<b>Tabla 11.</b>	Número de análisis realizados y promedios por formación para la cuenca Sinú-San Jacinto.....	<b>52</b>
<b>Tabla 12.</b>	Síntesis de la evaluación geoquímica de rocas de la cuenca Cesar-Ranchería. Esta tabla se obtiene de los valores promedios de los parámetros geoquímicos estudiados por formación. De aquí se reconoce que las muestras analizadas para las formaciones Los Cuervos, Animas y La Luna, tienen características geoquímicas asociadas con roca fuente.....	<b>57</b>
<b>Tabla 14.</b>	Muestras de roca seleccionadas de rezumaderos de la Cuenca Sinú-San Jacinto analizados.....	<b>61</b>
<b>Tabla 15.</b>	Resultados de los análisis de Cromatografía Líquida (LC) y <i>Bulk</i> e Isótopos de Carbono, para las muestras de rezumadero de la cuenca Sinú-San Jacinto. ....	<b>62</b>
<b>Tabla 16.</b>	Valores de Parafinas e Isoparafinas obtenidos del análisis de Cromatografía de Gases (GC) de crudo completo, para las muestras de rezumaderos de la cuenca Sinú-San Jacinto. Las casillas con la sigla n.d. indican que el dato no está disponible para ese parámetro en particular. ....	<b>64</b>
<b>Tabla 17.</b>	Relaciones entre los compuestos biomarcadores de la fracción saturados obtenidos por GC-MS de las muestras de extracto de roca de la cuenca Cesar Ranchería. Los resultados de los compuestos independientes se encuentran en los anexos de este trabajo. ....	<b>67</b>
<b>Tabla 18.</b>	Relaciones entre los compuestos biomarcadores de la fracción de aromáticos obtenidos por GC-MS de las muestras de rezumaderos de la cuenca Sinú – San Jacinto. Los resultados de los compuestos independientes y la nomenclatura empleada para abreviar los títulos de las de estas relaciones, se encuentran en los anexos de este trabajo.....	<b>71</b>
<b>Tabla 19.</b>	Listado de localidades muestreadas en la cuenca Chocó indicando el número de análisis de roca realizados y los valores promedios de los parámetros geoquímicos medidos. Se ha resaltado con color amarillo las localidades en los que se encuentran muestras con buen contenido de materia orgánica (TOC>1%). ....	<b>77</b>

<b>Tabla 20.</b>	Número de análisis realizados y promedios por formación para la cuenca Chocó. Los valores detallados para cada muestra se encuentran en los anexos a este documento. ....	<b>79</b>
<b>Tabla 21.</b>	Síntesis de la evaluación geoquímica de las rocas analizadas de la cuenca Chocó. Esta tabla se obtiene de los valores promedios de los parámetros geoquímicos estudiados por formación. Estos resultados representan solo las localidades y muestras analizadas y no descartan la posibilidad de encontrar potencial generador en otros sectores de la Cuenca, como se menciona anteriormente.....	<b>82</b>
<b>Tabla 22.</b>	Listado de localidades muestreadas en el sector de Soapaga (Cordillera Oriental), indicando el número de análisis de roca realizados y los valores promedios de los parámetros geoquímicos medidos. Se ha resaltado con color amarillo las localidades en los que se encuentran muestras con buen contenido de materia orgánica (TOC>1%). ....	<b>86</b>
<b>Tabla 23.</b>	Número de análisis realizados y promedios por formación para el área de Soapaga (Cordillera Oriental). Los altos promedios registrados en las formaciones Guaduas y Arcillas de Socha, se deben principalmente a la presencia muestras muy carbonosas o incluso de niveles de carbones. ....	<b>87</b>
<b>Tabla 24.</b>	Síntesis de la evaluación geoquímica de rocas de la cuenca Cesar-Ranchería. Esta tabla se obtiene de los valores promedios de los parámetros geoquímicos estudiados por formación. De aquí se reconoce que las muestras analizadas para las formaciones Los Cuervos, Animas y La Luna, tienen características geoquímicas asociadas con roca fuente. ....	<b>92</b>
<b>Tabla 25.</b>	Muestras de roca seleccionadas para análisis de extractos. La selección se realiza con base en las muestras que presentan S1 por encima de 0,2 mg HC / g roca. ....	<b>96</b>
<b>Tabla 26.</b>	Muestras de crudo de pozo, de rezumadero y de impregnaciones analizadas para correlación crudo-crudo y crudo-roca.....	<b>97</b>
<b>Tabla 27.</b>	Resultados de los análisis de cromatografía líquida (LC) realizados sobre los extractos de roca en muestras del área de Soapaga.....	<b>98</b>
<b>Tabla 28.</b>	Resultados de los análisis de Extracción de Bitumen y Cromatografía Líquida (LC), este último también conocido como SARA, con el que se obtiene los porcentajes de Saturados, Aromáticos y Resinas + Asfaltenos. Las casillas con n.d indican para cuales muestras no fue posible obtener el dato.....	<b>99</b>
<b>Tabla 29.</b>	Valores de Parafinas e Isoparafinas obtenidos del análisis de Cromatografía de Gases (GC), de los extractos de roca evaluados. Las casillas con la sigla n.d. indican que el dato no está disponible para ese parámetro en particular. No se	

---

	presenta tabla para los crudos e impregnaciones debido a que no existen compuestos de parafinas, esto por efecto de la biodegradación. ....	<b>101</b>
<b>Tabla 30.</b>	Relaciones entre los compuestos biomarcadores de la fracción saturados obtenidos por GC-MS de las muestras de extracto de roca del área de Soapaga. Los resultados de los compuestos independientes se encuentran en los anexos de este trabajo. ....	<b>105</b>
<b>Tabla 31.</b>	Relaciones entre los compuestos biomarcadores de la fracción saturados obtenidos por GC-MS de las muestras de crudo e impregnaciones del área de Soapaga. Los resultados de los compuestos independientes se encuentran en los anexos de este trabajo. ....	<b>107</b>
<b>Tabla 32.</b>	Relaciones entre los compuestos biomarcadores de la fracción de aromáticos obtenidos por GC-MS de las muestras de extracto de roca del área de Soapaga. Los resultados de los compuestos independientes y la nomenclatura empleada para abreviar los títulos de las de estas relaciones, se encuentran en los anexos de este trabajo. ....	<b>111</b>
<b>Tabla 33.</b>	Relaciones entre los compuestos biomarcadores de la fracción de aromáticos obtenidos por GC-MS de las muestras de impregnaciones y crudos del área de Soapaga. Los resultados de los compuestos independientes y la nomenclatura empleada para abreviar los títulos de las de estas relaciones, se encuentran en los anexos de este trabajo. ....	<b>112</b>

**LISTA DE FIGURAS**

**Pag.**

**Figura 1.** Localización general de las áreas de estudio con información del número de muestras analizadas. Los valores de cero corresponden a no disponibilidad de muestra para realizar ese tipo de análisis. ....**16**

**Figura 2.** Mapa de distribución geográfica de las muestras dentro de la Cuenca Cesar-Ranchería. Columna estratigráfica generalizada para el área y sección estructural. Las formaciones analizadas se encuentran resaltadas en la columna estratigráfica. ....**25**

**Figura 3.** Mapa geológico del sector de la Cuenca Cesar Ranchería de donde se seleccionaron las muestras de roca para los análisis geoquímicos realizados en este trabajo. Los valores corresponden a datos de %COT. ....**28**

**Figura 4.** Diagrama de %COT Versus PG (ilustrando el potencial de generación actual de las rocas analizadas en cuenca Cesar Ranchería. Cada figura representa un formación diferente, de acuerdo a la convención establecida en la figura. ....**30**

**Figura 5.** Izquierda: Diagrama IH Versus Tmax, en donde se puede observar los bajos valores de IH por efecto de la alta madurez alcanzada, especialmente por las rocas cretácicas. Derecha: Correlación de los datos de Tmax. Versus. %Ro (Reflectancia de la Vitrinita). Se observa una buena correlación entre los datos, sin embargo, los valores de %Ro están un poco por debajo de los valores de Tmax. ....**31**

**Figura 6.** Izquierda: Diagrama de IO (Índice de Oxígeno en mg C02/gr COT) Versus IH (Índice de Hidrógeno en mg Hc / gr COT). Derecha: Diagrama triangular con los porcentajes de materia orgánica Amorfa, Liptinita y Vitrinita + Inertinita, obtenidos del análisis visual del kerógeno. Por efecto de la madurez, los valores de IH de la mayoría de muestras, se encuentran disminuidos (para el caso de Los Cuervos), y agotados (para el caso de las unidades cretácicas). El análisis visual del kerógeno, permite identificar de manera más directa, el tipo de materia orgánica presente en estas rocas. Los datos de los análisis petrográficos con el reporte individual de las muestras analizadas se encuentra en los respectivo anexos de este trabajo. ....**32**

**Figura 7.** Perfiles de parámetros geoquímicos de roca para la sección estratigráfica de la formación Los Cuervos, levantada en trabajos anteriores en la carretera Victoria – Becerril. Perfiles para otras localidades son presentadas en los anexos de este trabajo. ....**34**

<b>Figura 8.</b>	Porcentajes de las fracciones de Resinas + Asfaltenos Versus Hidrocarburos Saturados obtenidos de la cromatografía líquida del bitumen o extracto de roca de muestras de la cuenca Cesar-Ranchería. ....	<b>36</b>
<b>Figura 9.</b>	Cromatogramas de la fracción de saturados de extractos de las formaciones Los Cuervos (parte superior) y La Luna (parte inferior). En los Anexos correspondientes se encuentran los cromatogramas de los 13 extractos analizados. ....	<b>39</b>
<b>Figura 10.</b>	Relación Fitano/nC18 Versus Pristano /nC17. Las franjas representan los tipos de kerógeno asociado a cada relación entre estos parámetros. En los extractos de las formaciones la Luna y Aguasblancas las parafinas han sido biodegradadas totalmente. ....	<b>41</b>
<b>Figura 11.</b>	Fragmentogramas m/z 191 (parte superior) y 217 (parte inferior), representativos y obtenidos de los análisis GC-MS saturados de los extractos de las formaciones los Cuervos (parte izquierda) y La Luna (parte derecha). ....	<b>42</b>
<b>Figura 12.</b>	Diagrama de Diasteranos/Esteranos Regulares versus C35/C34 Hopanos, ilustrando la correlación inversa entre los extractos de las formaciones Los Cuervos, La Luna, Aguasblancas y Lagunitas. ....	<b>45</b>
<b>Figura 13.</b>	Diagrama de %C27 Esteranos versus %C29 Esteranos, ilustrando la correlación inversa entre los extractos de las formaciones Los Cuervos, La Luna, Aguasblancas y Lagunitas. ....	<b>45</b>
<b>Figura 14.</b>	Diagrama Ternario de los compuestos esteroides monoaromáticos C27, C28 y C29 en porcentaje.....	<b>48</b>
<b>Figura 15.</b>	Correlación inversa entre la relación Pristano / Fitano de los compuestos saturados y la relación Dibenzotiofeno / Fenantreno de los compuestos aromáticos. Las zonas en el diagrama asociadas con ambientes de depositación son propuestas por Hughes, W. et al (1985). ....	<b>48</b>
<b>Figura 16.</b>	Correlación directa entre los valores de Reflectancia de la vitrinita (%Ro), obtenida directamente por Petrografía Orgánica (eje de las X), y Reflectancia equivalente (%Rm), obtenida a partir de la ecuación propuesta por Radke et al (1986), a partir de los compuestos aromáticos Metildibenzotiofenos (MDBT). ....	<b>49</b>
<b>Figura 17.</b>	Mapa de distribución geográfica de las muestras dentro de la Cuenca Sinú-San Jacinto. Columna estratigráfica generalizada para el área y sección estructural. Las formaciones analizadas se encuentran resaltadas en la columna estratigráfica. ....	<b>51</b>

<b>Figura 18.</b>	Mapa geológico del sector de la Cuenca Sinú – San Jacinto de donde se seleccionaron las muestras de roca para los análisis geoquímicos realizados en este trabajo. Los valores corresponden a datos de %COT. ....	<b>53</b>
<b>Figura 19.</b>	Diagrama de %COT Versus PG (Potencial de Generación), para ilustrar el potencial generador actual de las rocas analizadas en cuenca Sinú-San Jacinto. ....	<b>54</b>
<b>Figura 20.</b>	Izquierda: Diagrama IH Versus Tmax, en donde se puede observar los bajos valores de IH por efecto de la alta madurez alcanzada, especialmente por las rocas cretácicas. Derecha: Correlación de los datos de Tmax. Versus. %Ro (Reflectancia de la Vitrinita). Se observa una buena correlación entre los datos, sin embargo, los valores de %Ro están un poco por debajo de los valores de Tmax. ....	<b>55</b>
<b>Figura 21.</b>	Izquierda: Diagrama de IO (Índice de Oxígeno en mg CO <sub>2</sub> /gr COT) Versus IH (Índice de Hidrógeno en mg Hc / gr COT). Derecha: Diagrama triangular con los porcentajes de materia orgánica Amorfa, Liptinita y Vitrinita + Inertinita, obtenidos del análisis visual del kerógeno.....	<b>55</b>
<b>Figura 22.</b>	Perfiles de parámetros geoquímicos de roca para la sección estratigráfica de la formación Los Cuervos, levantada en trabajos anteriores en la carretera Victoria – Becerril. Perfiles para otras localidades son presentadas en los anexos de este trabajo. ....	<b>58</b>
<b>Figura 23.</b>	Diagramas de correlación entre el Contenido de Azufre (%S) versus la Gravedad API (izquierda) y versus la relación Vanadio / Niquel (derecha), para los rezumaderos de la cuenca Sinú – San Jacinto. ....	<b>60</b>
<b>Figura 24.</b>	Porcentajes de las fracciones de Resinas + Asfaltenos Versus Hidrocarburos Saturados obtenidos de la cromatografía líquida del bitumen o extracto de roca de muestras de la cuenca Cesar-Ranchería. ....	<b>60</b>
<b>Figura 25.</b>	Cromatogramas de la fracción de saturados de los crudos de rezumadero de San Sebastián (parte superior), Río Sinú (parte media) y Perdices (parte inferior).....	<b>63</b>
<b>Figura 26.</b>	Relación Fitano/nC18 Versus Pristano /nC17. Las franjas representan los tipos de kerógeno asociado a cada relación entre estos parámetros. En los extractos de las formaciones la Luna y Aguasblancas las parafinas han sido biodegradadas totalmente. ....	<b>65</b>
<b>Figura 27.</b>	Fragmentogramas representativos m/z 191 (parte superior) y 217 (parte inferior), obtenidos de los análisis GC-MS para la fracción de saturados de los rezumaderos de San Sebastián (parte izquierda) y Perdices (parte derecha). Los fragmentogramas y reportes de cada una de las 7 muestras analizadas son encontrados en los anexos de este trabajo. ....	<b>65</b>

<b>Figura 28.</b>	Parte izquierda: Diagrama de Diasteranos/Esteranos Regulares versus C35/C34 Hopanos. Estos compuestos han desaparecido por biodegradación, en los crudos de Perdices. Parte derecha: Diagrama de %C27 Esteranos versus %C29 Esteranos, ilustrando las facies orgánicas de los crudos analizados. ....	<b>66</b>
<b>Figura 29.</b>	Diagrama de las relaciones Oleanano / Hopano versus C30 / C29 Esteranos, como parámetros indicadores de facies orgánicas de los crudos. ....	<b>68</b>
<b>Figura 30.</b>	Diagrama de la Gravedad API versus la relación C29-25 Norhopanos para los rezumaderos de San Sebastián y Perdices. ....	<b>69</b>
<b>Figura 31.</b>	Diagrama Ternario de los compuestos esteroides monoaromáticos C27, C28 y C29 en porcentaje.....	<b>70</b>
<b>Figura 32.</b>	Correlación inversa entre la relación Pristano / Fitano de los compuestos saturados y la relación Dibenzotiofeno / Fenantreno de los compuestos aromáticos. Las zonas en el diagrama asociadas con ambientes de depositación son propuestas por Hughes, W. et al (1985). ....	<b>72</b>
<b>Figura 33.</b>	Correlación directa entre los valores de Reflectancia de la vitrinita (%Ro), obtenida directamente por Petrografía Orgánica y Reflectancia equivalente (%Rm), obtenida a partir de la ecuación propuesta por Radke et al (1986), a partir de los compuestos aromáticos Metildibenzotiofenos (MDBT).....	<b>73</b>
<b>Figura 34.</b>	Mapa de distribución geográfica de las muestras dentro de la Cuenca Chocó. Columna estratigráfica generalizada para el área y sección estructural. Las formaciones analizadas se encuentran resaltadas en la columna estratigráfica.....	<b>76</b>
<b>Figura 35.</b>	Mapa geológico del sector de la cuenca Chocó de donde se seleccionaron las muestras de roca para los análisis geoquímicos realizados en este trabajo. Los valores corresponden a datos de %COT.....	<b>78</b>
<b>Figura 37.</b>	Diagrama de %COT Versus PG (ilustrando el potencial de generación actual de las rocas analizadas en cuenca Chocó. Cada figura representa un formación diferente, de acuerdo a la convención establecida en la figura. ....	<b>80</b>
<b>Figura 38.</b>	Izquierda: Diagrama IH Versus Tmax, en donde se puede observar los bajos valores de IH por efecto de la alta madurez alcanzada, especialmente por las rocas cretácicas. Derecha: Correlación de los datos de Tmax. Versus. %Ro (Reflectancia de la Vitrinita). Se observa una buena correlación entre los datos, sin embargo, los valores de %Ro están un poco por debajo de los valores de Tmax. ....	<b>81</b>
<b>Figura 39.</b>	Izquierda: Diagrama de IO (Índice de Oxígeno en mg C02/gr COT) Versus IH (Índice de Hidrógeno en mg Hc / gr COT). Derecha: Diagrama triangular con	

	los porcentajes de materia orgánica Amorfa, Liptinita y Vitritina + Inertinita, obtenidos del análisis visual del kerógeno.....	<b>81</b>
<b>Figura 40.</b>	Perfiles de parámetros geoquímicos de roca para la sección estratigráfica de la Quebrada Bernabé. Perfiles para otras localidades son presentadas en los anexos de este trabajo.....	<b>83</b>
<b>Figura 41.</b>	Mapa de distribución geográfica de las muestras dentro del área de Soapaga (Cordillera Oriental). Columna estratigráfica generalizada para el área y sección estructural. Las formaciones analizadas se encuentran resaltadas en la columna estratigráfica.....	<b>85</b>
<b>Figura 42.</b>	Mapa geológico del sector de Soapaga (Cordillera Oriental), de donde se seleccionaron las muestras de roca para los análisis geoquímicos realizados en este trabajo. Los valores corresponden a datos de %COT. ....	<b>88</b>
<b>Figura 43.</b>	Diagrama de %COT Versus PG ilustrando el potencial de generación actual de las rocas analizadas en el área de Soapaga. Cada figura representa una formación diferente, de acuerdo a la convención establecida en la figura. ....	<b>89</b>
<b>Figura 44.</b>	Izquierda: Diagrama IH Versus Tmax, en donde se puede observar los bajos valores de IH por efecto de la alta madurez alcanzada, especialmente por las rocas cretácicas. Derecha: Correlación de los datos de Tmax. Versus. %Ro (Reflectancia de la Vitritina). Se observa una buena correlación entre los datos, sin embargo, los valores de %Ro están un poco por debajo de los valores de Tmax. ....	<b>90</b>
<b>Figura 45.</b>	Izquierda: Diagrama de IO (Índice de Oxígeno en mg C02/gr COT) Versus IH (Índice de Hidrógeno en mg Hc / gr COT). Derecha: Diagrama triangular con los porcentajes de materia orgánica Amorfa, Liptinita y Vitritina + Inertinita, obtenidos del análisis visual del kerógeno.....	<b>90</b>
<b>Figura 46.</b>	Perfiles de parámetros geoquímicos de roca para la sección estratigráfica de las formaciones Chipaque, Une y Tibasosa, levantada en trabajos anteriores en el sector aledaño a la Escuela Buenavista- Corrales. Perfiles para otras localidades son presentadas en los anexos de este trabajo.....	<b>93</b>
<b>Figura 47.</b>	Porcentajes de las fracciones de Resinas + Asfaltenos Versus Hidrocarburos Saturados obtenidos de la cromatografía líquida de muestras de extractos, crudos e impregnaciones de Soapaga (Cordillera Oriental). ....	<b>95</b>
<b>Figura 48.</b>	Porcentajes de las fracciones de Resinas + Asfaltenos Versus Hidrocarburos Saturados obtenidos de la cromatografía líquida de muestras de impregnaciones y de crudos (Bolivar-1 y rezumadero) y res, crudos.....	<b>95</b>
<b>Figura 49.</b>	Cromatogramas representativos de la fracción de saturados de extractos, de las formaciones Arcillas de Socha, Guaduas, Fm. Plaeners, crudo Bolivar-1,	

	rezumadero Soapaga e impregnación en arenisca de la fm. Picacho. En los Anexos correspondientes se encuentran los cromatogramas de los 13 extractos analizados.....	<b>100</b>
<b>Figura 50.</b>	Relación Fitano/nC18 Versus Pristano /nC17. Las franjas representan los tipos de kerógeno asociado a cada relación entre estos parámetros. Los extractos están reprintsados por símbolos no rellenos, mientras que los crudos con círculos rellenos. ....	<b>102</b>
<b>Figura 51.</b>	Fragmentogramas m/z 191 (parte superior) y 217 (parte inferior), representativos y obtenidos de los análisis GC-MS saturados de los extractos de las formaciones los Cuervos (parte izquierda) y La Luna (parte derecha). .....	<b>103</b>
<b>Figura 52.</b>	Diagrama de Diasteranos/Esteranos Regulares versus C35/C34 Hopanos, para los extractos del área de Soapaga y el crudo Bolivar-1. ....	<b>108</b>
<b>Figura 53.</b>	Diagrama de %C27 Esteranos versus %C29 Esteranos, ilustrando la correlación inversa entre los extractos de las formaciones Los Cuervos, La Luna, Aguasblancas y Lagunitas. ....	<b>108</b>
<b>Figura 54.</b>	Diagrama de Oleanano / C30 Hopanos versus Pristano / Fitano, revelando la ausencia del biomarcador de angiospermas incluso en los extractos terciarios. ...	<b>109</b>
<b>Figura 55.</b>	Diagrama Ternario de los compuestos esteroides monoaromáticos C27, C28 y C29 en porcentaje, para las impregnaciones y crudos del área de Soapaga. ....	<b>113</b>
<b>Figura 56.</b>	Correlación inversa entre la relación Pristano / Fitano de los compuestos saturados y la relación Dibenzotiofeno / Fenantreno de los compuestos aromáticos. Las zonas en el diagrama asociadas con ambientes de depositación son propuestas por Hughes, W. et al (1985). ....	<b>113</b>
<b>Figura 57.</b>	Correlación directa entre los valores de Reflectancia de la vitrinita (%Ro), obtenida directamente por Petrografía Orgánica (eje de las X), y Reflectancia equivalente (%Rm), obtenida a partir de la ecuación propuesta por Radke et al (1986), a partir de los compuestos aromáticos Metildibenzotiofenos (MDBT). ....	<b>114</b>

## **LISTA DE ANEXOS**

**ANEXO I.** Datos Analíticos Cuenca César – Ranchería

**ANEXO II.** Datos Analíticos Cuenca Sinú – San Jacinto

**ANEXO III.** Datos Analíticos Cuenca César - Chocó

**ANEXO IV.** Datos Analíticos Cuenca Soapaga (Cordillera Oriental)

## 1. INTRODUCCIÓN

Mediante la suscripción del Contrato N°2061936 del 22 de septiembre de 2006, entre FONADE y GEMS Ltda., se acordó realizar la CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA DE ROCAS Y CRUDOS EN LAS CUENCAS DE CESAR-RANCHERÍA, SINÚ-SAN JACINTO, CHOCÓ Y ÁREA DE SOÁPAGA (CUENCA CORDILLERA ORIENTAL), analizándose un total de 652 muestras de roca, de los cuales se seleccionaron 363 para análisis de pirólisis rock-eval, 121 para petrografía orgánica y 40 para extracción y análisis de bitumen. Igualmente, se incluyó el análisis de 9 crudos (7 de Sinú-San Jacinto y 2 de Soapaga) y 16 impregnaciones (de Soapaga).

El muestreo de roca se realizó en la Litoteca Nacional a partir de las muestras de afloramiento obtenidas en los trabajos previos de cartografía geológica y levantamientos estratigráficos que desarrollaron para la ANH en el año 2006, las empresas: Geoestudios (Cartografía Geológica Cuenca Cordillera Oriental, Sector Soápaga; Cartografía Geológica Cuenca Cesar Ranchería); Dunia Consultores Ltda. (Cartografía Geológica en el Área de la Subcuenca Atrato-San Juan, Departamento del Chocó); y la Unión Temporal B&G (Cartografía Geológica de los Cinturones Plegados Sinú-San Jacinto).

Adicionalmente se incluyeron 12 muestras de zanja seca de los pozos Bolívar-1 y Cormichoque-1 (Cuenca Cordillera Oriental) y Compae-1 (cuenca Cesar-Ranchería), para hacerles extracción y análisis geoquímicos del bitumen, permitiendo obtener información complementaria y relevante para la realización de correlaciones roca-roca y crudo-roca.

La discusión de los resultados de este estudio es presentada para cada cuenca por separado, iniciando con la evaluación de rocas (Carbono Orgánico Total, Pirólisis Rock Eval y Petrografía Orgánica) y posteriormente con los análisis de extractos, crudos e impregnaciones, (Cromatografía Líquida - CL, Cromatografía Gaseosa – GC y Cromatografía Gaseosa acoplada a Espectrometría de Masas - GC-MS de las fracciones de hidrocarburos saturados y aromáticos y análisis de Isótopos de Carbono).

Anexo a este trabajo, se incluyen las tablas con los datos de cada uno de los análisis realizados, las imágenes de los cromatogramas y fragmentogramas y los archivos de los mapas en Argis para uso georeferenciado. Junto con el informe final, esta información se encuentra distribuida en 3 volúmenes de la siguiente manera:

Volumen 1: Informe Final

Volumen 2: Anexo I (Cuenca Cesar) y Anexo II (Cuenca Sinú) y Anexo III (Cuenca Chocó)

Volumen 3: Anexo IV (Área Soápaga – Cuenca Cordillera Oriental)

En formato digital se ha preparado una base de datos en ACCESS que incluye los datos analíticos de las cuatro cuencas analizadas.

Para el uso selectivo de la información se ha preparado un aplicativo FLASH que permite a diferentes usuarios acceder solo a la información de la cuenca que le haya autorizado consultar.

## 2. LOCALIZACIÓN DE LAS ÁREAS DE ESTUDIO Y ANÁLISIS REALIZADOS

En la **Figura 1**, se ilustra la ubicación general de las cuatro áreas de estudio indicando el tipo y número de análisis realizados para cada sector y cuyo detalle se lista en la **Tabla 1**.

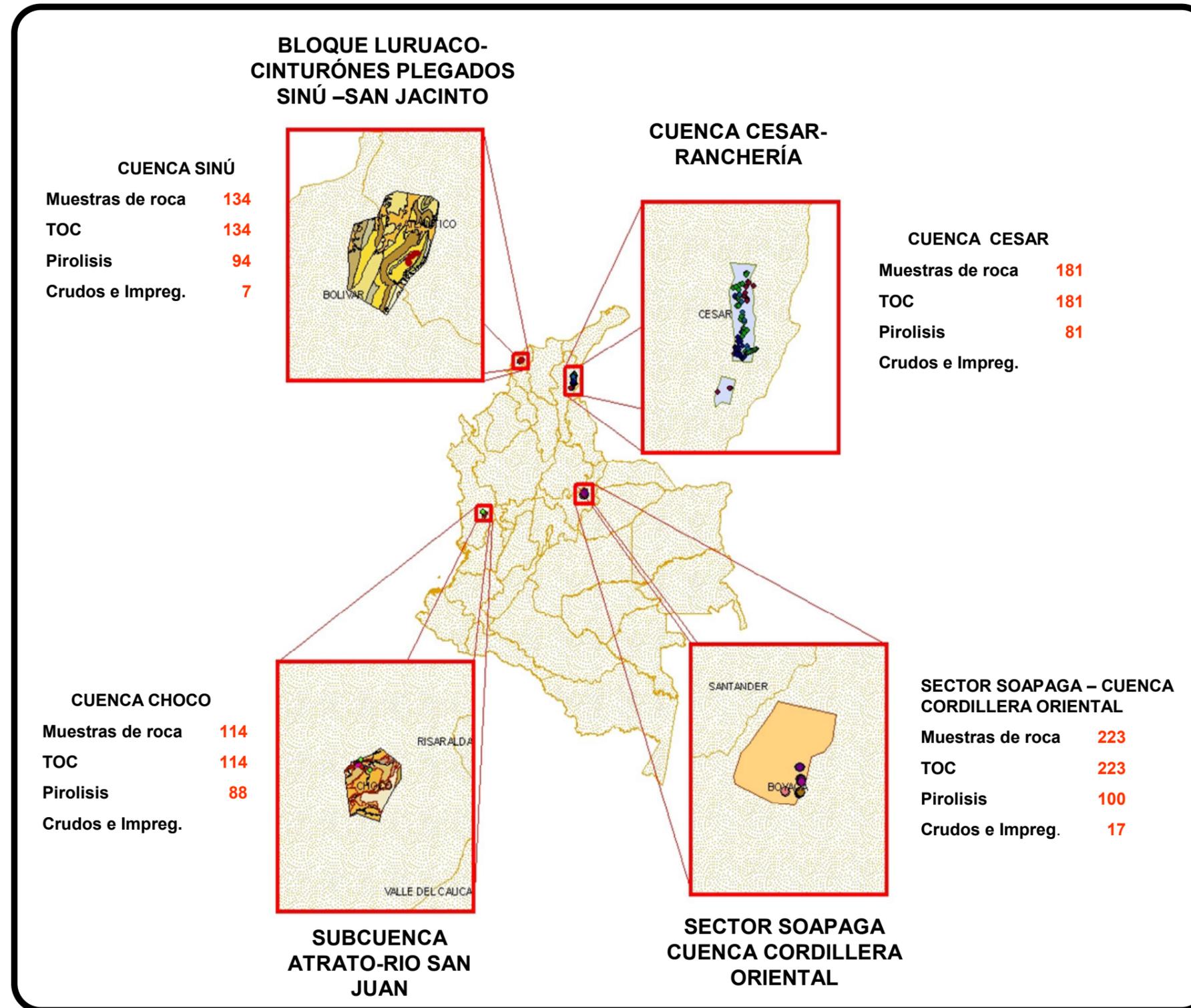
SECTOR	ANÁLISIS ROCA				ANÁLISIS DE EXTRACTOS DE ROCA			
	TOC	PIROL.	PETRO. ORG.	EXTRAC.	LC	GC	GC-MS SAT	GC-MS AROM.
SOAPAGA-CORDILLERA	223	100	37	27	27	27	27	15
CHOCÓ	114	88	20	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
SINÚ-SAN JACINTO	134	94	2	n.d			n.d	n.d
CESAR-RANCHERÍA	181	81	62	13	13	13	13	11
<b>Totales</b>	<b>652</b>	<b>363</b>	<b>121</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>26</b>

SECTOR	ANÁLISIS DE IMPREGNACIONES, CRUDOS Y REZUMADEROS					
	LC	GC	GC-MS SAT	GC-MS AROM.	ISÓT. SAT.	ISÓT. AROM.
SOAPAGA-CORDILLERA	18	18	18	18	18	18
CHOCÓ	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
SINÚ-SAN JACINTO	7	7	7	7	7	7
CESAR-RANCHERÍA	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
<b>Totales</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>

**Tabla 1.** Cuantificación por área de estudio, de cada uno de los análisis geoquímicos realizados sobre las muestras de roca, extracto y crudo disponibles. TOC: Carbono Orgánico Total; PIROL.: Pirólisis Rock-Eval; PETRO. ORG.: Petrografía Orgánica; LC: Cromatografía Líquida; GC: Cromatografía de Gases ; GC-MS SAT: Espectrometría de Masas acoplada Cromatografía de Gases de la fracción de Saturados; GC-MS AROM.: Espectrometría de Masas acoplada Cromatografía de Gases de la fracción de ; ISÓT. SAT: Isótopos de Carbono de la fracción de saturados ; ISÓT. AROM.: Isótopos de Carbono de la fracción de aromáticos.

A un total de 652 muestras de afloramiento se les identificó el Contenido de Carbono Orgánico Total (TOC) y de estas se seleccionaron 363 (aquellas con TOC > 0,5% Wt), para análisis de Pirólisis de Rock-Eval. De los mejores resultados del pico S1 (mayores a 0,25 mgr HC / gr roca), se seleccionaron 40 muestras para extracción de bitumen, incluyendo 12 de zanja seca provenientes de los pozos: Bolivar-1 y Cormichoque-1 (Cuenca Cordillera Oriental) y Compae-1 (cuenca Cesar-Ranchería). El bitumen obtenido fue analizado por cromatografía líquida (LC), cromatografía gaseosa (GC) y acoplada a espectrometría de masas (GC-MS).

También, fueron analizadas 25 muestras de crudos e impregnaciones provenientes de solo dos de las cuatro cuencas estudiadas. De la cuenca Sinú se evaluaron 7 crudos; del área de Soápaga un crudo, 16 impregnaciones y un rezumadero. De las cuencas de Cesar y Chocó no se evaluaron crudos.



**Figura 1.** Localización general de las áreas de estudio con información del número de muestras analizadas. Los valores de cero indican la no disponibilidad de muestra para realizar ese tipo de análisis en el sector.

### 3. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

El presente trabajo se realizó en 3 fases: muestreo, análisis de laboratorio y procesamiento e interpretación de resultados. A continuación la descripción de cada una de ellas.

#### 3.1 Fase de muestreo:

Para la realización de los análisis geoquímicos de rocas, extractos de roca y crudos, un total de 652 muestras de afloramiento, 16 impregnaciones y 9 crudos (entre ellos un rezumadero), fueron seleccionados en la Litoteca Nacional provenientes de los trabajos de campo realizados en las cuencas de Cesar-Ranchería, Sinú-San Jacinto, área de Soápage (cuenca Cordillera Oriental) y la cuenca Chocó. Las muestras fueron escogidas teniendo como criterio básico, el tipo de litología y su color asociado a posible roca fuente. Para evaluación de roca fuente se descartaron litologías arenosas, conglomeráticas o cualquiera de colores rojizos, claros o tonos asociados a exposición aérea.

Posteriormente, se recolectaron 12 muestras de zanja seca de los pozos Bolivar-1 y Cormichoque-1 (cuenca Cordillera Oriental), y Compae-1 (cuenca Cesar-Ranchería), para hacerles extracción de bitumen y los análisis geoquímicos correspondientes.

Las actividades de muestreo fueron realizadas en conjunto con funcionarios de la Agencia Nacional de Hidrocarburos.

#### 3.2 Análisis de Laboratorio:

Los análisis de laboratorio incluyen análisis de roca y de crudos, extractos e impregnaciones. Estos análisis fueron realizados en los laboratorios de *Baseline Resolution* en Estados Unidos. Una breve descripción de cada método empleado se hace a continuación:

##### 3.2.1 Contenido Orgánico Total -TOC

El Carbono Orgánico total es analizado usando un equipo LECO. Los carbonatos de la muestra son eliminados con ácido clorhídrico y la fracción orgánica remanente es quemada en presencia de oxígeno y la señal resultante es expresada en términos de porcentaje en peso total de Carbono Orgánico.

La siguiente es la calificación que se le da a los valores de TOC (tomada de *AAPG Memoir 60, Magoon et al, 1994*):

Potencial de Petróleo	TOC (% en peso)
Pobre	0,0 - 0,5
Regular	0,5 - 1,0
Buena	1,0 - 2,0
Muy buena	2,0 - 4,0
Excelente	> 4

### 3.2.2 Pirólisis Rock-Eval

El Equipo Rock-Eval VI mide la cantidad de hidrocarburos libres o el material volátil (S1), expresado en mg de hidrocarburos (HC) por gramo de roca, adicionalmente, mide la cantidad de material orgánico convertible (S2) también expresado en mg de HC/gramo de roca. Este material convertible es también llamado como el potencial de la roca para generar hidrocarburos.

El pico S3 representa la cantidad de CO<sub>2</sub> que se obtiene de la combustión final de la materia orgánica en la muestra, cantidad que es expresada en mg de CO<sub>2</sub> / gramo de roca.

La Tmax es la temperatura la que ocurre la máxima generación de hidrocarburos (pico S2). Este parámetro ayuda a definir la madurez térmica de la muestra de roca.

A continuación la clasificación de la calidad de la materia orgánica (tomada de *AAPG Memoir 60, Magoon et al, 1994*) :

Potencial de Petróleo	S1	S2	PG=S1+S2
Pobre	0,0 - 0,5	0,0 - 2,5	0,0 - 3,0
Regular	0,5 - 1,0	2,5 - 5,0	0,3 - 6,0
Bueno	1,0 - 2,0	5,0 - 10,0	6,0 - 12,0
Muy bueno	2,0 - 4,0	10, - 20,0	12,0 - 24,0
Excelente	> 4	> 20	24

Las unidades de los valores de S1, S2 y Potencial de Generación (PG=S1+S2) están dadas en mg HC/gramo de roca.

A partir de la combinación de los valores de S2 y S3 con el TOC se obtiene los índices de Hidrógeno y Óxígeno respectivamente ( $IH=S2/TOC*100$  y  $OI=S3/TOC*100$ ), con los cuales se puede estimar el tipo de kerógeno presente en la muestra analizada, usando el diagrama de Van krevelen modificado.

Tipo de Kerógeno	$IH=S2/TOC*10$	$OI=S3/TOC*100$
Tipo I	>600	<10
Tipo II	400 - 600	10-50
Tipo III	200 - 400	50-100
Tipo IV	<200	>100

### 3.2.3 Análisis Visual del Kerógeno

Para este análisis se emplea un sistema de microscopio universal equipado con fuentes de luz de halógena, xenón y tungsteno. La fuente de luz halógena es usada para reflectancia de vitrinita con un indicador digital calibrado empleando un estándar con una reflectancia

de 1.02% en aceite. La fuente de luz de xenón es usada para fluorescencia de luz azul con un filtro de excitación a 495 nm y un filtro de barrido a 520 nm. La fuente de luz de tungsteno es usada para el análisis de Índice de Alteración Termal.

La medida de Reflectancia de Vitrinita es realizada sobre un pulido con luz reflejada y el Índice de Alteración Termal es medido en una sección delgada con luz transmitida. La determinación del kerógeno y el porcentaje de materia orgánica es un estimado combinado de ambas preparaciones usando luz reflejada, transmitida y el análisis de fluorescencia. La Fluorescencia es usada para resaltar la identificación de material lipídico estructurado y no estructurado, vitrinita rica en lípidos, bitumen sólido y contaminantes de lodo de perforación. La fluorescencia también correlaciona con la madurez y el estado de preservación de la materia orgánica. El tipo de kerógeno indica, tanto como sea posible, el componente orgánico original y no es reclasificado con el incremento de la madurez o con variaciones químicas

### **3.2.4 Reflectancia de la Vitrinita (%Ro) e Índice de Alteración Termal (TAI)**

Los valores de reflectancia son normalmente registrados solamente en donde hay mejor calidad de Vitrinita, incluyendo contaminación y material recirculado. Cuando la vitrinita de buena calidad es ausente, las medidas son hechas en la tabla del análisis visual del kerógeno, que indica como los valores de reflectancia pueden ser afectados por texturas ásperas, contenido de lípidos, oxidación o mayor calentamiento. Cuando la vitrinita es ausente como en las muestras del Paleozoico inferior, otros macerales tales como bitumen sólido o graptolitas pueden ser sustituidos y están indicados en el histograma y en la tabla de Análisis Visual del Kerógeno.

A continuación se presentan los valores equivalentes de Reflectancia de la Vitrinita para la escala de índices de Alteración Termal (TAI):

Índice de Alteración Termal (TAI)	Vitrinita equivalente (%Ro <sub>eq</sub> )	Color de fluorescencia de Esporas (SFC)	Vitrinita equivalente (%Ro <sub>eq</sub> )	Color de esporas en luz transmitida (SC)	Vitrinita equivalente (%Ro <sub>eq</sub> )
1-	<0.3	Verde Palido (PG)	<0.2	Amarillo Palido (PY)	<0.2
1+ to 2-	0.40	Verde (G)	0.20	Amarillo Claro (LY)	0.20
2-	0.45	Verde-Amarillo (GY)	0.25	Amarillo (Y)	0.30
2- to 2	0.50	Amarillo (Y)	0.30	Amarillo-Naranja (YO)	0.40
2	0.55	Amarillo-Naranja (YO)	0.40	Anaranjado-Marron (OB)	0.50
2 to 2+	0.72	Naranjado Claro (LO)	0.50	Marrón Oro (GB)	0.60
2+ to 3-	0.90	Naranjado Moderado (MO)	0.60	Marrón Claro (LB)	0.70
3	1.00	Naranjado Oscuro (DO)	0.75	Red-brown (RB)	1.00
3 to 3+	1.10	Naranjado-Rojo (OR)	0.95	Marrón Oscuro (DB)	1.40
4-	1.20	Rojo (R)	1.15	Gris oscuro-Marrón (DGB)	1.60
4- to 4	1.25	Extinguido (X)	1.20	Negro (B)	2.00
4+	1.35				
5	>1.50				

Las estimaciones de madurez son realizadas a partir de los histogramas de Reflectancia de Vitrinita y de la información de la tabla del análisis visual del kerógeno. La información geoquímica y geológica es usada si está disponible. Todos los valores registrados son reportados en el histograma y los otros cálculos de madurez pueden hacerse si existe información adicional.

El Índice de Alteración Termal es medido en una sección delgada con luz transmitida. A continuación se presenta la escala de Ro equivalente.

### 3.2.5 Extracción de Bitumen

La extracción es realizada usando un aparato estándar de extracción Soxhlet. La muestra primero es limpiada para remover cualquier tipo de contaminación (lodo u otros materiales) y luego es pulverizada con malla 60, pesada y seguidamente es colocada en un dedal de celulosa. El solvente usado para hacer la extracción es Diclorometano y la muestra es

extraída por 24 horas. El solvente es removido, resultando el extracto cuantificado (% en peso).

Los siguientes tres análisis, Gravedad API, Contenido de Azufre (%S) y el Análisis de Isótopos de Carbono, son pruebas de laboratorio a las que comúnmente se les conoce como Análisis *Bulk*, debido a que se realizan sobre la muestra total de crudo. Para este trabajo, estos tres análisis fueron realizados solo para las muestras de crudo.

### **3.2.6. Gravedad API**

Para la determinación de la gravedad específica se utiliza un hidrómetro. El valor obtenido es adimensional y se convierte a valores que normalmente fluctúan entre 10 (crudos pesados) a 50 °API (Crudos condensados), mediante la siguiente ecuación, dada por el *American Petroleum Institute*:

Gravedad API =  $(141,5/GE \text{ a } 60 \text{ °F}) - 131,5$  donde GE es la gravedad específica del crudo.

### **3.2.7 Contenido de Azufre (% S)**

El equipo Analizador de Azufre LECO SC 132, es usado para medir la cantidad de azufre en muestras de crudo, expresado en porcentaje en peso. El instrumento es calibrado con series de estándares que cubren el rango normal de los valores de azufre encontrados en los crudos.

### **3.2.8 Análisis de Isótopos de Carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ )**

Este análisis es realizado en las fracciones de hidrocarburos saturados, aromáticos, asfaltenos y/o crudo total y son sometidos a combustión en un equipo analizador elemental Eurovector con un horno de reducción de alta temperatura con detector de masas. El CO<sub>2</sub> resultante es analizado inmediatamente y el valor final es el resultado de la diferencia entre el <sup>13</sup>C y el <sup>12</sup>C de la muestra con relación a la diferencia del <sup>13</sup>C y el <sup>12</sup>C del estándar analizado.

### **3.2.9 Cromatografía Líquida (LC)**

Las muestras de crudos y extractos son separados en fracciones de hidrocarburos saturados, aromáticos y resinas + asfaltenos, lo cual se realiza en una columna abierta de vidrio, usando silica gel activada como adsorbente y hexano, hexano-tolueno y tolueno-metanol-diclorometano para eluir las diferentes fracciones respectivamente. La muestra es pesada inicialmente y cuantificada al final del análisis por gravimetría. Los resultados son dados en porcentaje en peso.

### **3.2.10 Cromatografía de Gases (GC)**

El análisis cuantitativo es realizado en un equipo Cromatógrafo de Gases Agilent 6890. El volumen de muestra (*whole oil*, hidrocarburos saturados o aromáticos) es un microlitro, el cual es inyectado en un inyector *split/splitless* del cromatógrafo, donde una columna

capilar es usada para proporcionar la separación de compuestos de hidrocarburos en el rango carbono de nC9 a nC35, usando un detector de ionización de llama (FID). El procesamiento de los datos es realizado usando el software *Chemstation*.

### **3.2.11 Cromatografía de Gases Acoplada a Espectrometría de Masas (GC-MS)**

Um volumen de un microlitro de la preparación de la fracción de hidrocarburos saturados o aromáticos es inyectada en un inyector frío *on-column* en un cromatógrafo de gases Agilent 6890 Series Plus, que es acoplado a un detector selectivo de masas Agilent 5973 Series. La columna capilar usada para la separación analítica es la DB-1 o DB-5 de 60 metros. El detector es operado en modo SIM (Ion selectivo de masas) y los componentes son identificados y cuantificados a partir de los iones seleccionados en el modo SIM para cada una de las fracciones analizadas. Los datos son procesados usando el software *Chemstation*.

#### **4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Debido a que este trabajo es continuación de los trabajos de cartografía geológica y levantamiento estratigráfico realizado en las cuatro cuencas, no se incluye información geológica detallada para cada área, sin embargo, se presentan un mapa con la ubicación de las muestras, una columna estratigráfica generalizada y un corte geológico.

Los resultados analíticos y su interpretación son presentados separadamente por cuenca, iniciando por la cuenca de Cesar-Ranchería, luego con las cuencas de Sinú-San Jacinto y Chocó y por último, con el área de Soápaga (cuenca Cordillera oriental).

## 4.1 CUENCA CESAR-RANCHERÍA

El bloque está distribuido en dos zonas, una norte y otra sur. El área total es de unos 550 km<sup>2</sup> y está comprendida entre la cota de 150 metros sobre el nivel del mar en la parte plana, y la de 1200 metros sobre el nivel del mar, en la parte mas alta, hacia el sureste de la zona sur. En la **Figura 2** se ilustran el mapa de distribución geográfica de las muestras, la columna estratigráfica generalizada y una sección estructural del área.

De esta cuenca se seleccionaron 181 muestras de roca a las cuales se les hizo análisis de TOC. Con los resultados obtenidos se seleccionaron 81 de ellas para análisis de pirólisis Rock-Eval, 62 para petrografía orgánica y 13 muestras para extractos de roca. En el reporte final del trabajo de campo de Geoestudios, 2006 (Cartografía Geológica Cuenca Cesar Ranchería), se reportan rezumaderos de la formación Río Negro, sin embargo no se encontraron este tipo de muestras, ni muestras de crudo para hacerles análisis geoquímicos.

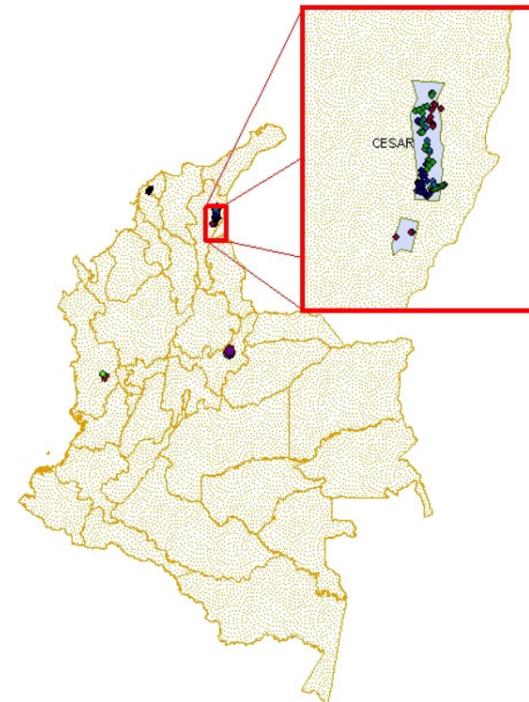
Las unidades estratigráficas analizadas incluyen: La Fm. La Quinta del Jurásico, Fms. Rionegro, Lagunitas, los miembros Tocuy Animas y Tocuy Maracas de la formación Aguas Blancas, la Formación La Luna del cretáceo y la Formación los Cuervos del Terciario.

Las localidades en donde se realizaron los muestreos son listadas a continuación:

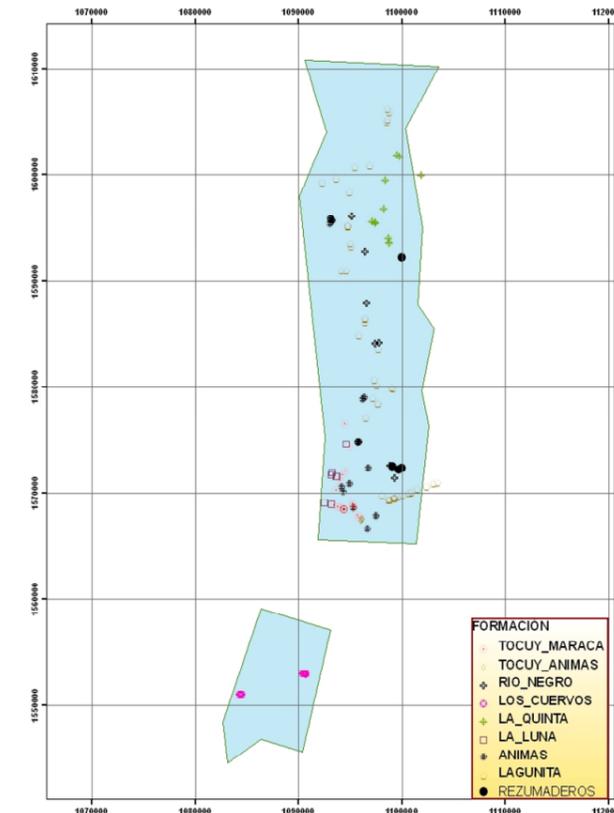
Arroyo Alberto	Carretera La Victoria-Becerril	Mina Carbones de La Jagua
Arroyo Arena	Carrizal	Quebrada El Roncón
Arroyo Azufrada	Casa Roja	Quebrada Los Ceibotes
Arroyo Caño Seco	Cerro Sicarare	Quebrada Teolinda
Arroyo Chungal	Cuchilla Bolemo	Río Candela
Arroyo Lata	Cuchilla No Hay Manera	Río Fernambuco
Arroyo Los Espinos	El Toro	Río Maracas
Buenavista	Hacienda Quindío	Sabanas de Marchena
Candela Abajo	La Duda	Sierra del Milagro
Caño Azul	Lomas Coloradas	Sierra Fernambuco
Caño Perdido	Maracas-Roncón	

### Columna Estratigráfica Generalizada.

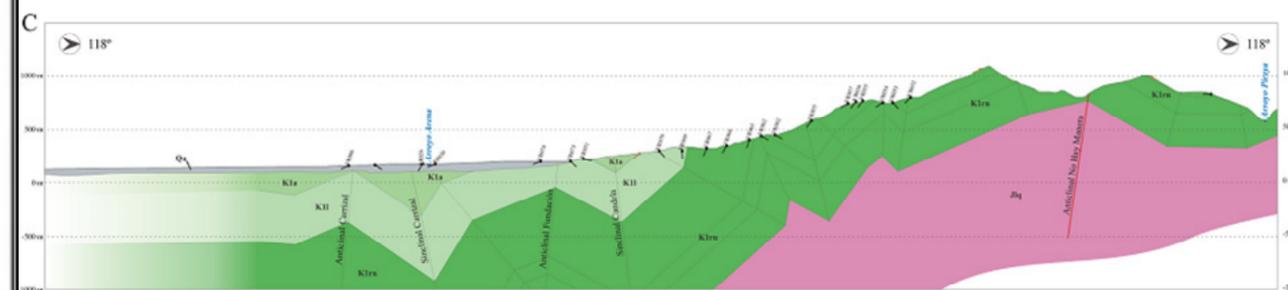
EDAD	FORMACION	COD. FORM	Espesor Promedio(M)	LITOLOGIA										DESCRIPCION
				Evapor	Md	Wk	Pv	Gr	Bo	Lo	Lj	Lf	Mf	
CUATER		Qt		[Litológico]										
PAL	BARCÓ LOS CUERVOS	Ebc	>500	[Litológico]										Bancos métricos de arcillolitas varicoloredas laminadas y macizas con abundantes fragmentos vegetales intercaladas con facies heterolíticas de arenitas y lodolitas laminadas y bioturbadas. Ocasionalmente secuencias granocrecientes y granodecrecientes completas e incompletas de arenitas subarcóicas con estratificación cruzada planar y laminadas bioturbadas. En el segmento superior son comunes los mantos de carbón.
MAAS				[Litológico]										
CAM	MOLINO	K2m	>500	[Litológico]										Bancos métricos de shale con laminación horizontal muy fina color gris medio a gris oscuro, con intercalaciones menores de calizas en capas finas y medias tabulares.
SAN				[Litológico]										
CON	LA LUNA	K2II	170	[Litológico]										Paquetes métricos de lodolitas calcáreas negras de carácter fiol con concreciones decimétricas de mudstone con amonitas. Son comunes los mudstone fosilíferos en capas medias tabulares.
TUR				[Litológico]										
CEN	GRUPO COGOLLO AGUAS BLANCAS	MARACAS	K1m	[Litológico]										Capas gruesas de wackestone fosilíferos bioturbados intercalados con mudstone fosilíferos bioturbados y lodolitas calcáreas bioturbadas.
		TOCUY		[Litológico]										Intercalaciones medias y gruesas de mudstone fosilíferos con laminación horizontal y lodolitas calcáreas con laminación horizontal. Es común la presencia de arenitas glaucofíticas.
		ANIMAS	K1a	270	[Litológico]									
ALB	LAGUNITAS	K1II	320	[Litológico]										Capas gruesas de wackestone fosilíferos bioturbados intercalados con mudstone fosilíferos bioturbados y lodolitas calcáreas bioturbadas. Hacia la base se aprecia un banco métrico de packstone con estratificación cruzada planar.
APT				[Litológico]										
	RIO NEGRO	K1m	800 a 1000	[Litológico]										Secuencias granodecrecientes completas que inician con arenitas de grano medio con estratificación cruzada planar continúan arenitas bioturbadas y terminan lodolitas o limolitas bioturbadas. Intercalaciones de limolitas rojas y arenitas arcóicas. Secuencias granodecrecientes incompletas que inician con conglomerados matriz y clastos portados, seguidos por arenitas conglomeráticas y termina con arenitas de grano grueso con estratificación cruzada planar.
JUR	LA QUINTA	Jlq	>500	[Litológico]										Secuencias volcanosedimentarias compuestas por tobos, arenitas arcóicas rojas y limolitas macizas rojas en capas gruesas subtabulares. Muy localmente arenitas conglomeráticas.



### Localización de las Muestras



### Sección Estructural del Área



Cartografía Geológica Cuenca Cesar Ranchería. Geoestudios-ANH, 2006

**Figura 2.** Mapa de distribución geográfica de las muestras dentro de la Cuenca Cesar-Ranchería. Columna estratigráfica generalizada para el área y sección estructural. Las formaciones analizadas se encuentran resaltadas en la columna estratigráfica.

#### 4.1.1 Evaluación de Roca

La **Figura 3** ilustra en un mapa del área la distribución geográfica y geológica de las muestras de roca analizadas. Los resultados analíticos empleados para la evaluación de roca se encuentran listados en su totalidad en el **Anexo I** de este trabajo.

Dentro de los análisis de roca realizados para esta cuenca se tienen:

Contenido de Materia Orgánica Total (TOC): 181 muestras

Pirólisis Rock-Eval: 81 muestras

Petrografía Orgánica: 62 muestras

La **Tabla 2** presenta el número de muestras analizadas por localidad y un valor promedio del parámetro medido en cada sección. Algunas veces aparece repetido el nombre de la localidad debido a que corresponden a secciones diferentes levantadas dentro de cada una de ellas. Esta información es reorganizada por unidades estratigráficas en la Tabla 3.

Las propiedades de cantidad y calidad de la materia orgánica presentes en las rocas analizadas (**Figura 4**), permiten establecer que las unidades con características asociadas a rocas fuentes en el área son las formaciones Los Cuervos (de edad Paleoceno) y La Luna y Ánimas (de edad Turoniano-Santoniano y Cenomaniano respectivamente). Sin embargo, los parámetros de madurez indican que la Formación Los Cuervos tienen su potencial en estado inmaduro y localmente en inicio de la ventana de generación, mientras que las formaciones La Luna y Ánimas se encuentran actualmente agotadas debido a los altos valores de madurez alcanzados (**Figura 5**).

En contraste con lo anterior, los resultados de las muestras de las unidades Tocuy – Maracas, Lagunitas (de edad Cenomaniano), Río Negro (Aptiano) y La Quinta (de edad Jurásico), sugieren que estas rocas no tienen condiciones para ser consideradas rocas fuentes.

Los datos de pirólisis Rock Eval y los resultados del análisis visual del kerógeno indican que la materia orgánica de la Formación Los Cuervos tiene condiciones favorables para la generación de gas principalmente (por ser predominantemente kerógeno tipo III), sin descartar que localmente, ésta puede generar hidrocarburos líquidos, y esto en donde hay presencia de kerógeno tipo II (**Figura 6**). Por efecto de la madurez, los valores de IH de la mayoría de muestras, se encuentra disminuido (para el caso de Los Cuervos), y agotado (para el caso de las unidades cretácicas).

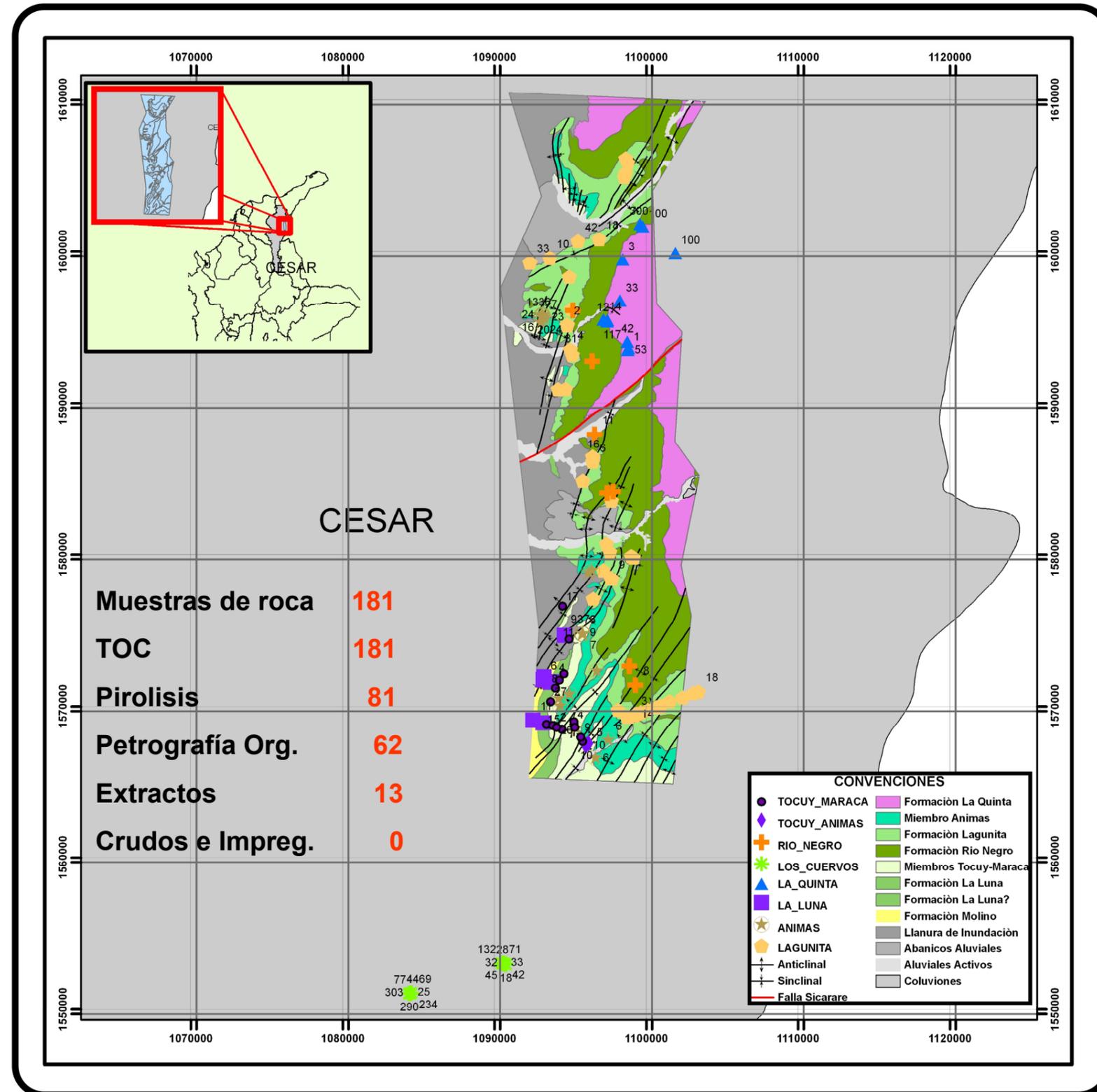
Por otro lado, la materia orgánica de las formaciones La Luna y Ánimas, con mayor porcentaje de material amorfo (superiores al 90%), sugieren que estas rocas debieron generar hidrocarburos líquidos principalmente y gaseosos en menor proporción.

La **Tabla 4** presenta un resumen de evaluación geoquímica de las rocas para las formaciones analizadas, identificando las posibles rocas generadoras, sus principales características y el tipo de crudo que pueden o han generado.

Los datos de los análisis de petrografía orgánica con el reporte individual de las muestras analizadas se encuentra en los respectivo anexos de este trabajo.

Mapas georeferenciados con información de %COT, IH, Tmax. y %Ro son incluidos como anexos digitales a este trabajo.





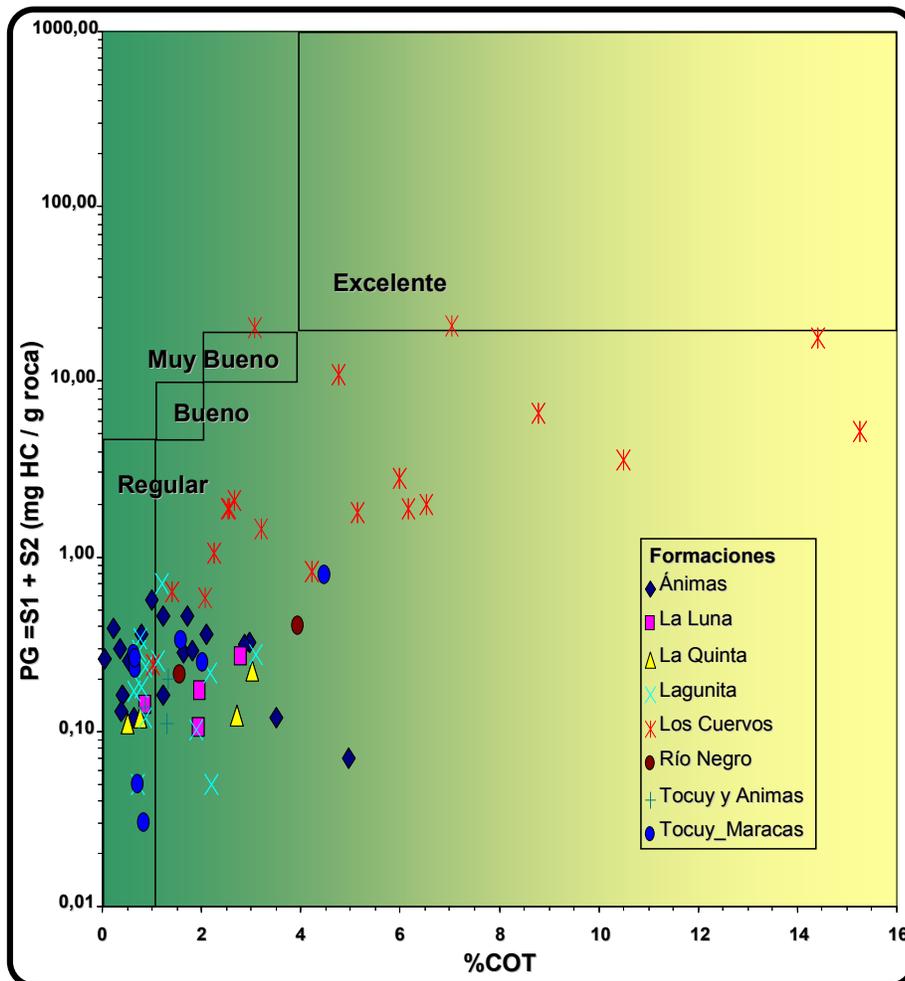
**Figura 3.** Mapa geológico del sector de la Cuenca Cesar Ranchería de donde se seleccionaron las muestras de roca para los análisis geoquímicos realizados en este trabajo. Los valores corresponden a datos de %COT.

LOCALIDAD	VALORES PROMEDIO										
	# de muestras	TOC	# de muestras	S1	S2	S3	Tmax	HI	OI	S1/TOC	PI
		Wt. %		mg/g	mg/g	mg/g					
ARROYO AZUFRADA	1	2,70	1	0,13	0,15	0,16	553	6	6	4,80	0,46
ARROYO ALBERTO	1	0,76	1	0,03	0,09	0,21	554	12	28	4,02	0,25
ARROYO ALBERTO	2	0,28	1	0,04	0,07	0,13	473	14	26	7,92	0,36
ARROYO ARENA	1	0,07	1	0,01	0,07	0,16	488	100	229	15,33	0,13
ARROYO CAÑO SECO	14	0,11									
ARROYO CAÑO SECO	1	4,49	1	0,10	0,67	0,76	520	15	17	2,26	0,13
ARROYO CAÑO SECO	1	0,71	1	0,02	0,03	0,10	458	4	14	2,77	0,40
ARROYO CAÑO SECO	1	0,04	1	0,01	0,05	0,14	497	125	350	24,98	0,17
ARROYO CHUNGAL	6	1,16	3	0,05	0,14	0,44	538	6	22	2,07	0,25
ARROYO LATA	2	0,06									
ARROYO LOS ESPINOS	2	0,36	1	0,08	0,18	0,14	516	27	21	11,75	0,30
BUENAVISTA	2	1,16	2	0,12	0,36	3,07	501	30	258	10,14	0,24
CANDELA ABAJO	2	0,11									
CAÑO AZUL	1	1,55	1	0,04	0,17	0,31	545	11	20	2,61	0,19
CAÑO PERDIDO	1	0,06	1	0,02	0,02	0,04	516	33	67	34,08	0,51
CAÑO PERDIDO	1	0,02	1	0,03	0,09	0,09	506	450	450	154,48	0,26
CARRERA LA VICTORIA-BECERRIL	20	14,99	20	0,84	24,99	5,22	436	100	48	2,97	0,03
CARRIZAL	1	0,37	1	0,01	0,02	0,13	434	5	35	2,69	0,33
CARRIZAL	3	0,94	1	0,03	0,19	0,94	519	9	43	1,38	0,14
CARRIZAL	1	0,27	1	0,02	0,02	0,09	377	7	33	7,43	0,50
CASA ROJA	7	0,61	3	0,05	0,10	0,31	509	9	28	4,44	0,34
CERRO SICARARE	2	0,02									
CUCHILLA BOLEMO	2	0,12									
CUCHILLA NO HAY MANERA	1	0,07	1	0,00	0,02	0,12	394	29	171		
EL TORO	1	0,08	1	0,02	0,02	0,14	402	25	175	24,63	0,50
EL TORO	3	1,36	2	0,10	0,16	0,24	550	11	18	7,07	0,38
HACIENDA QUINDIO	1	3,03	1	0,04	0,04	0,31	430	1	10	1,35	0,51
HACIENDA QUINDIO	2	0,21									
LA DUDA	4	0,08									
LOMAS COLORADAS	1	0,03	1	0,02	0,04	1,01	547	133	3367	67,54	0,34
LOMAS COLORADAS	2	0,98	1	0,02	0,08	0,36	517	4	19	1,04	0,19
LOMAS EL LIMÓN	4	1,15	3	0,06	0,17	0,26	524	16	21	5,33	0,27
MARACAS-RONCÓN	17	0,21	2	0,05	0,07	0,27	507	8	36	6,51	0,49
MINA CARBONES DE LA JAGUA	11	13,53	8	1,18	49,45	3,53	434	211	90	5,34	0,03
QUEBRADA EL RONCON	9	0,23	1	0,05	0,12	0,57	482	18	88	7,83	0,30
QUEBRADA LOS CEIBOTES	5	0,40	2	0,03	0,10	0,18	475	14	25	5,11	0,30
QUEBRADA LOS CEIBOTES	5	0,33	1	0,04	0,10	0,76	524	11	86	4,49	0,28
QUEBRADA TEOLINDA	7	2,84	6	0,03	0,24	0,97	539	7	33	1,05	0,14
QUEBRADA TEOLINDA	1	3,42	1	0,09	0,37	0,19	546	11	6	2,68	0,20
QUEBRADA TEOLINDA	2	0,05									
RIO CANDELA	3	0,21									
RIO FERNAMBUCO	1	0,30	1	0,04	0,10	0,26	539	33	87	13,51	0,29
RIO MARACAS	1	3,95	1	0,10	0,30	1,40	540	8	35	2,58	0,25
RIO MARACAS	1	1,71	1	0,03	0,10	0,42	522	6	25	1,73	0,23
SABANAS DE MARCHENA	1	1,58	1	0,06	0,27	0,48	496	17	30	3,70	0,18
SIERRA DEL MILAGRO	2	1,42	1	0,01	0,11	1,20	518	4	44	0,38	0,08
SIERRA FERNAMBUCO	5	0,62	3	0,06	0,18	0,29	514	20	32	6,26	0,24
SIERRA FERNAMBUCO	5	0,23	1	0,06	0,23	0,33	529	31	44	8,47	0,21
SIERRA FERNAMBUCO	10	1,06	8	0,05	0,25	0,27	523	21	22	5,08	0,20
SIERRA FERNAMBUCO	1	2,20	1	0,01	0,04	0,86	450	2	39	0,46	0,20
AREA DE ESTUDIO	181	3,07	81	0,361	11,178	1,9979	490	54	45	4,1397	0,18

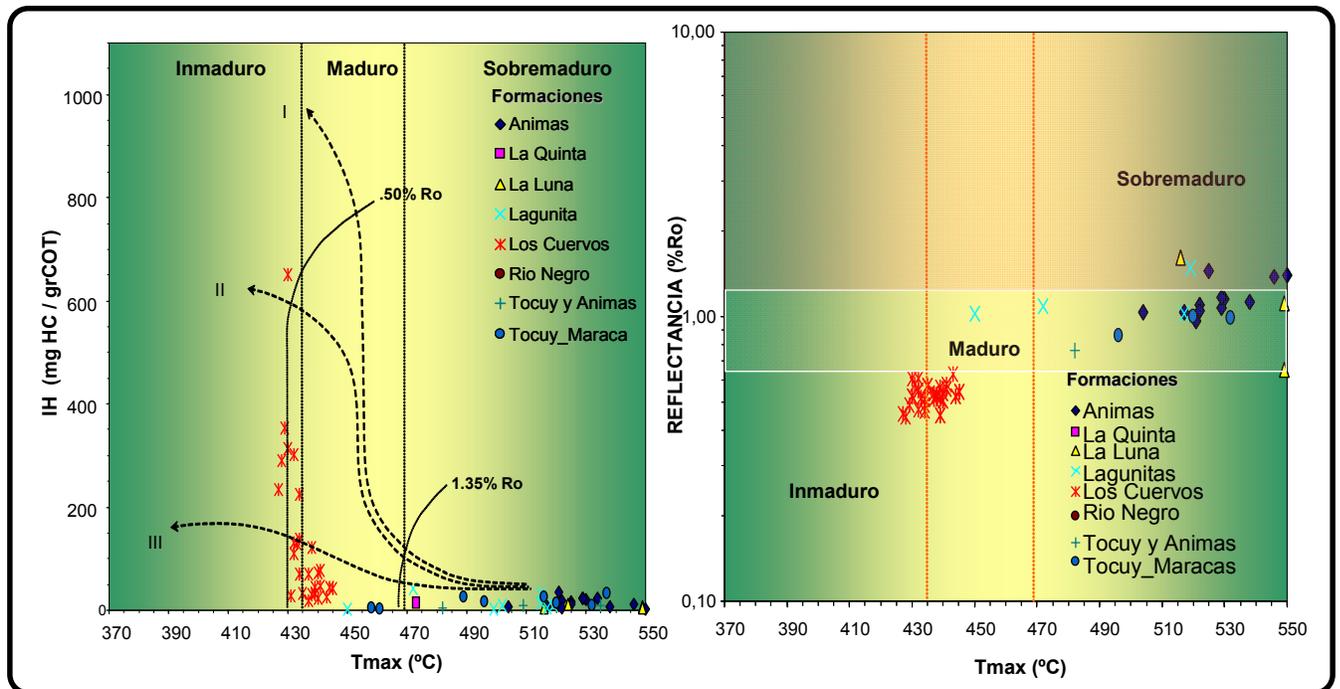
**Tabla 2.** Listado de localidades muestreadas en la cuenca Cesar-Ranchería indicando el número de análisis de roca realizados y los valores promedios de los parámetros geoquímicos medidos. Se ha resaltado con color amarillo las localidades en los que se encuentran muestras con buen contenido de materia orgánica (TOC>1%).

AREA	FORMACIÓN		TOC	S1	S2	S3	Tmax	HI	OI	S1/TOC	PI
CESAR RANCHERIA	LOS CUERVOS	Nº Datos	31	28	28	28	28	28	28	28	28
		Promedio	14,47	0,94	31,98	4,74	436	132	60	3,64	0,03
	LA LUNA	Nº Datos	7	4	4	4	4	4	4	4	4
		Promedio	1,13	0,04	0,13	0,52	535	7	38	2,67	0,26
	TOCUY-MARACA	Nº Datos	30	8	8	8	8	8	8	8	8
		Promedio	0,47	0,06	0,22	0,31	501	17	23	5,46	0,26
	TOCUY Y ANIMAS	Nº Datos	7	3	3	3	3	3	3	3	3
		Promedio	0,61	0,05	0,10	0,31	509	9	28	4,44	0,34
	ANIMAS	Nº Datos	29	19	19	19	19	19	19	19	19
		Promedio	1,47	0,05	0,23	0,48	530	13	23	3,38	0,21
	LAGUNITA	Nº Datos	58	13	13	13	13	13	13	13	13
		Promedio	0,40	0,06	0,17	0,84	510	16	72	6,19	0,29
	RIO NEGRO	Nº Datos	8	2	2	2	2	2	2	2	2
		Promedio	0,78	0,07	0,24	0,86	543	9	28	2,59	0,22
LA QUINTA	Nº Datos	11	4	4	4	4	4	4	4	4	
	Promedio	0,73	0,05	0,10	0,48	513	8	28	3,97	0,29	

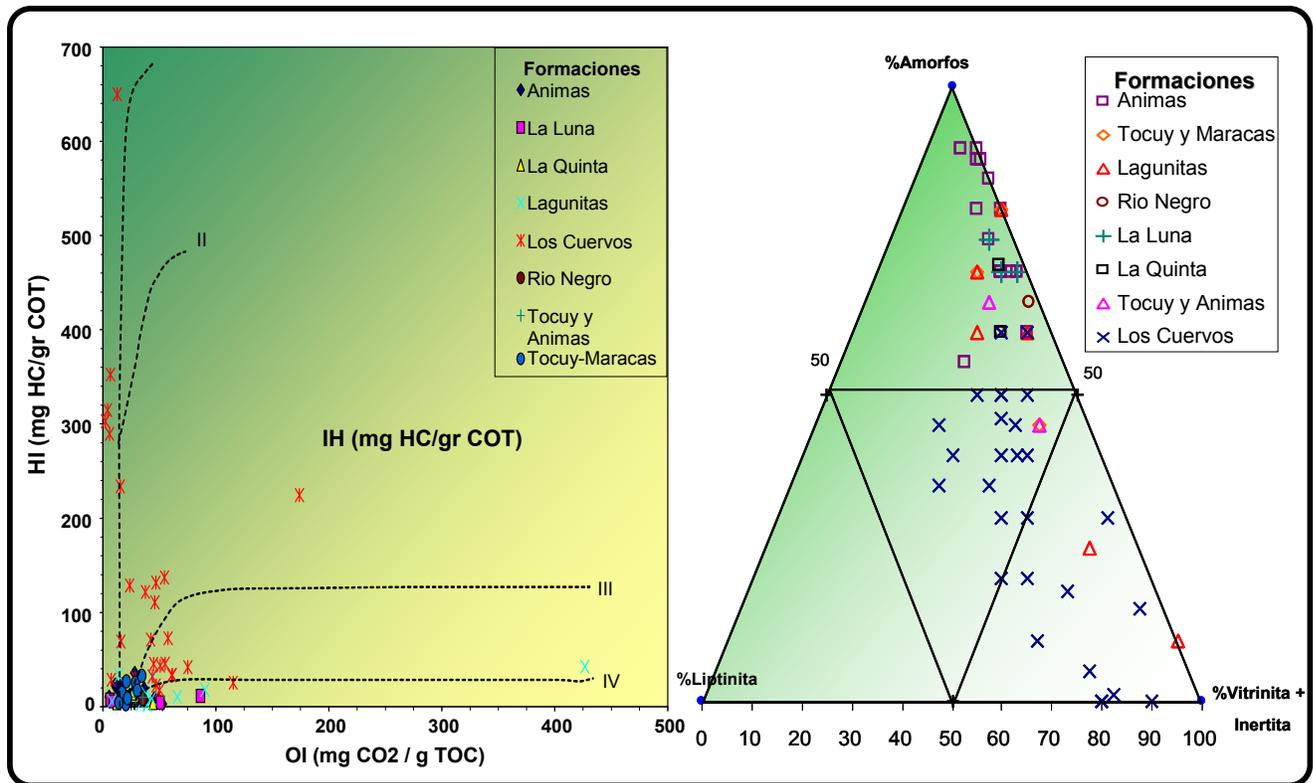
**Tabla 3.** Número de análisis realizados y promedios por formación para la cuenca Cesar Ranchería. Los promedios de la Formación Cuervos son particularmente altos debido principalmente a la presencia de algunos niveles de carbones. Maracas, Tocuy y Animas son miembros de la Fm. Aguasblancas y ésta, junto con la fm. Lagunitas forman el Grupo Cogollo.



**Figura 4.** Diagrama de %COT Versus PG ilustrando el potencial de generación actual de las rocas analizadas en cuenca Cesar Ranchería.



**Figura 5.** Izquierda: Diagrama IH versus Tmax, en donde se puede observar los bajos valores de IH por efecto de la alta madurez alcanzada, especialmente por las rocas cretácicas. Derecha: Correlación de los datos de Tmax. Versus. %Ro (Reflectancia de la Vitrinita); se observa una buena correlación entre los datos, sin embargo, los valores de %Ro están un poco por debajo de los valores de Tmax, lo anterior probablemente debido a

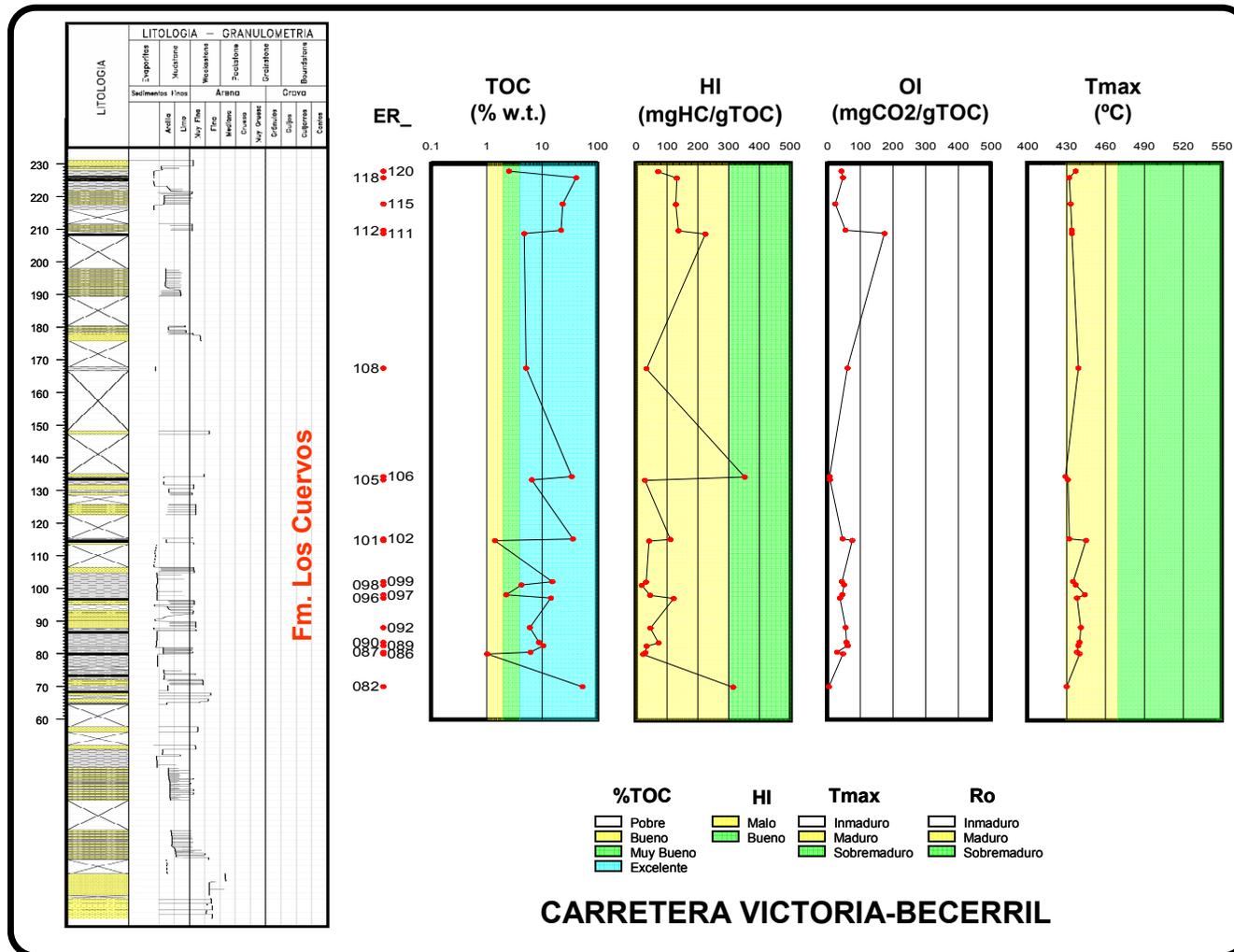


**Figura 6.** Izquierda: Diagrama de IO (Índice de Oxígeno en mg CO<sub>2</sub>/gr COT) Versus IH (Índice de Hidrógeno en mg Hc / gr COT). Derecha: Diagrama triangular con los porcentajes de materia orgánica Amorfa, Liptinita y Vitrinita + Inertinita, obtenidos del análisis visual del kerógeno. Por efecto de la madurez, los valores de IH de la mayoría de muestras, se encuentran disminuidos (para el caso de la Fm. Los Cuervos), y agotados (para el caso de las unidades cretácicas). El análisis visual del kerógeno permite identificar de manera más directa el tipo de materia orgánica presente en estas rocas. Los datos de los análisis petrográficos con el reporte individual de las muestras analizadas se encuentran en los respectivos anexos de este trabajo.

Edad	Unidades Evaluadas	Muestras Analizadas	Contenido Promedio M.O	Potencial Generación (PG)	Tipo M.O	Madurez Térmica	Roca fuente en el área	Tipo de Hidrocarburo	Tipo de posible crudo asociado
Terciario	Los Cuervos	31	Muy Bueno-Excelente	Actual	III IV y II	Inmadura - Inicio Ventana	Potencial	Gas/Crudo	Crudo proximal Terciario
Cretácico	La Luna	7	Bueno	Agotado	II	Sobremadura	Consumida	Crudo/Gas	Crudo marino Cretácico
	Tocuy y Maracas	30	Bajo	No	II-III	Sobremadura	No	N.A	N.A
	Animas	36	Bueno	Agotado	II	Sobremadura	Consumida	Crudo/Gas	Crudo marino Cretácico
	Lagunitas	58	Bajo	No	II-III	Sobremadura	No	N.A	N.A
Jurásico	Río Negro	8	Bajo	No	III	Sobremadura	No	N.A	N.A
	La Quinta	11	Bajo	No	III	Sobremadura	No	N.A	N.A

**Tabla 4.** Síntesis de la evaluación geoquímica de rocas de la cuenca Cesar-Ranchería. Esta tabla se obtiene de los valores promedios de los parámetros geoquímicos estudiados por formación. De aquí se reconoce que las muestras analizadas para las formaciones Los Cuervos, Animas y La Luna, tienen características geoquímicas asociadas con roca fuente. No: se refiere a ningún potencial de generación o ningún nivel de roca fuente a partir de las muestras analizadas; N.A: No aplica.

Ocasionalmente dentro de las unidades con muy bajo potencial de generación de hidrocarburos, se identifican algunos niveles con potencial de generación, sin embargo, por representar espesores de tan solo algunos centímetros, éstos no son suficientemente espesos para permitir catalogar la unidad como roca fuente. En los anexos de esta cuenca se incluyen perfiles geoquímicos para cada sección estratigráfica levantada en los trabajos previos de campo, para ilustrar las variaciones y los espesores aproximados que representan estas propiedades. La **Figura 7** es un ejemplo de estos perfiles, mostrando los parámetros de TOC, HI, OI y Tmax. para la sección estratigráfica de la carretera Victoria – Becerril.



**Figura 7.** Perfiles de parámetros geoquímicos de roca para la sección estratigráfica de la formación Los Cuervos, levantada en la carretera Victoria – Becerril (Cartografía Geológica Cuenca Cesar Ranchería. Geostudios, 2006). Perfiles para otras localidades son presentadas en los anexos de este trabajo.

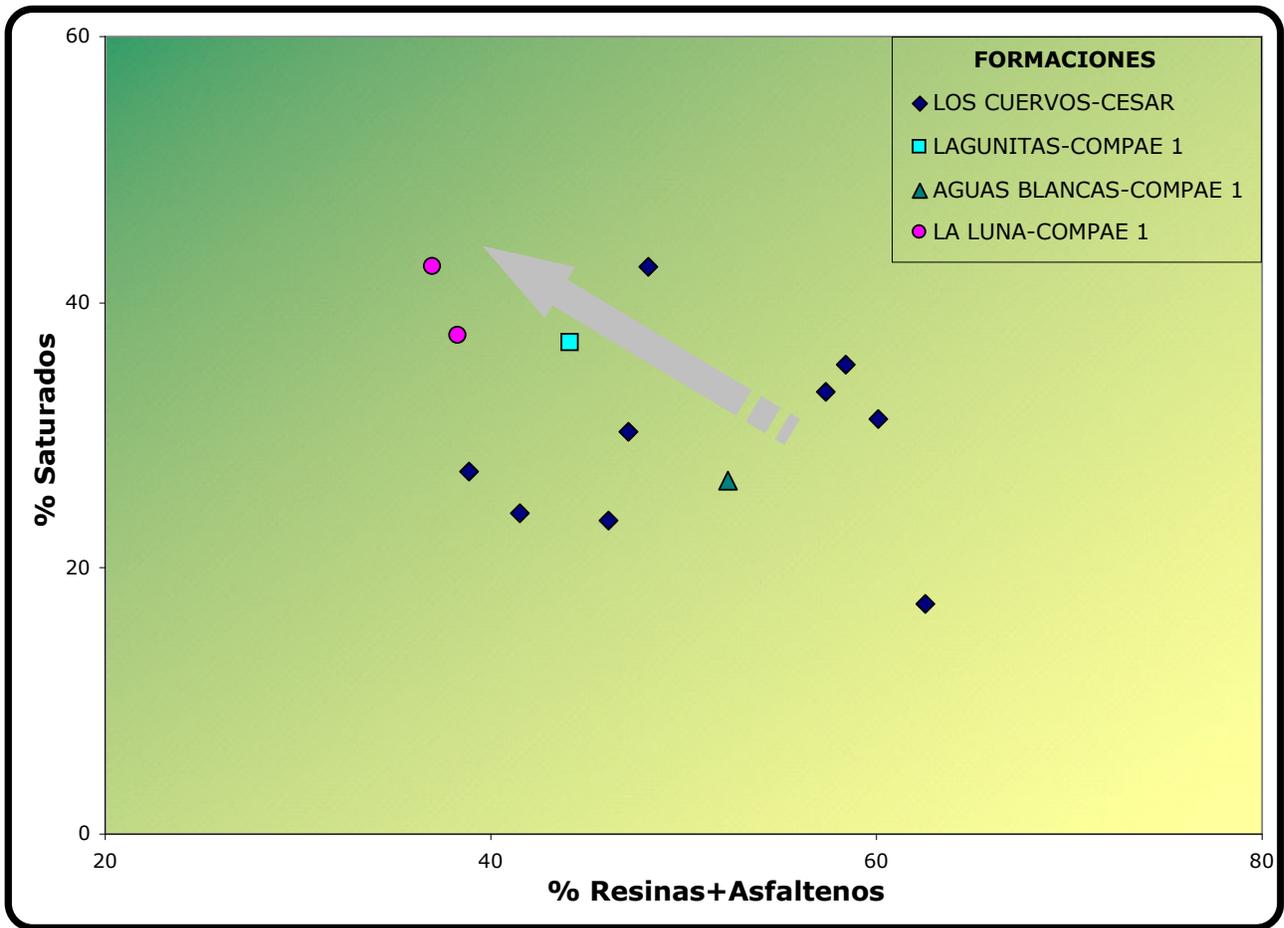
#### 4.1.2 Evaluación de extractos de roca

La evaluación geoquímica de extractos es empleada para caracterizar el bitumen presente en la roca fuente que servirá para hacer correlaciones crudo – roca permitiendo asociar el origen de los crudos en una cuenca a una roca en particular. Para el caso de la cuenca de Cesar-Ranchería en este trabajo se analizaron solamente, debido a la no disponibilidad de muestras de crudo de rezumaderos (**Tabla 5**). Los resultados registran la caracterización del bitumen hallado en estas rocas, lo cual servirá para futuros estudios de correlación con crudos (ya sean de pozos o rezumaderos) hallados en esta cuenca.

De las muestras de afloramiento con mejores valores de S1 mayores que 0,2 mg HC/g roca, obtenidos en la pirólisis Rock Eval (indicando hidrocarburos libres en la roca) se seleccionaron 9 y se incluyeron 4 muestras de zanja seca del pozo Compae-1 ubicado hacia la parte central de la Cuenca, completando un total de 13 muestras a las que se les hizo extracción de bitumen y posteriormente se les realizaron análisis de cromatografía líquida (LC), cromatografía gaseosa (GC) y cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas (GC-MS).

Todas las 9 muestras de afloramiento seleccionadas provienen de la Formación Los Cuervos, debido a que estas fueron las únicas con S1 suficiente para extracción de bitumen. Para compensar la ausencia de muestras del Cretáceo, se incluyeron 4 del pozo Compae-1, una de la Fm. Lagunitas, una de la Fm. Aguas Blancas y 2 de la Fm. La Luna.

La cromatografía líquida de estos extractos permite identificar un ligero contraste entre las rocas del Terciario (menos maduras) y las del Cretácico, las primeras con un menor porcentaje de la fracción de bicarburos saturados en comparación con las segundas (**Figura 8**). Esto mismo se refleja en la cromatografía de gases de la fracción saturados de los extractos de la Formación los Cuervos, en donde por efecto de la baja madurez abundan más las parafinas de alto peso molecular (**Figura 9**). Ver resultados en la **Tabla 6**.



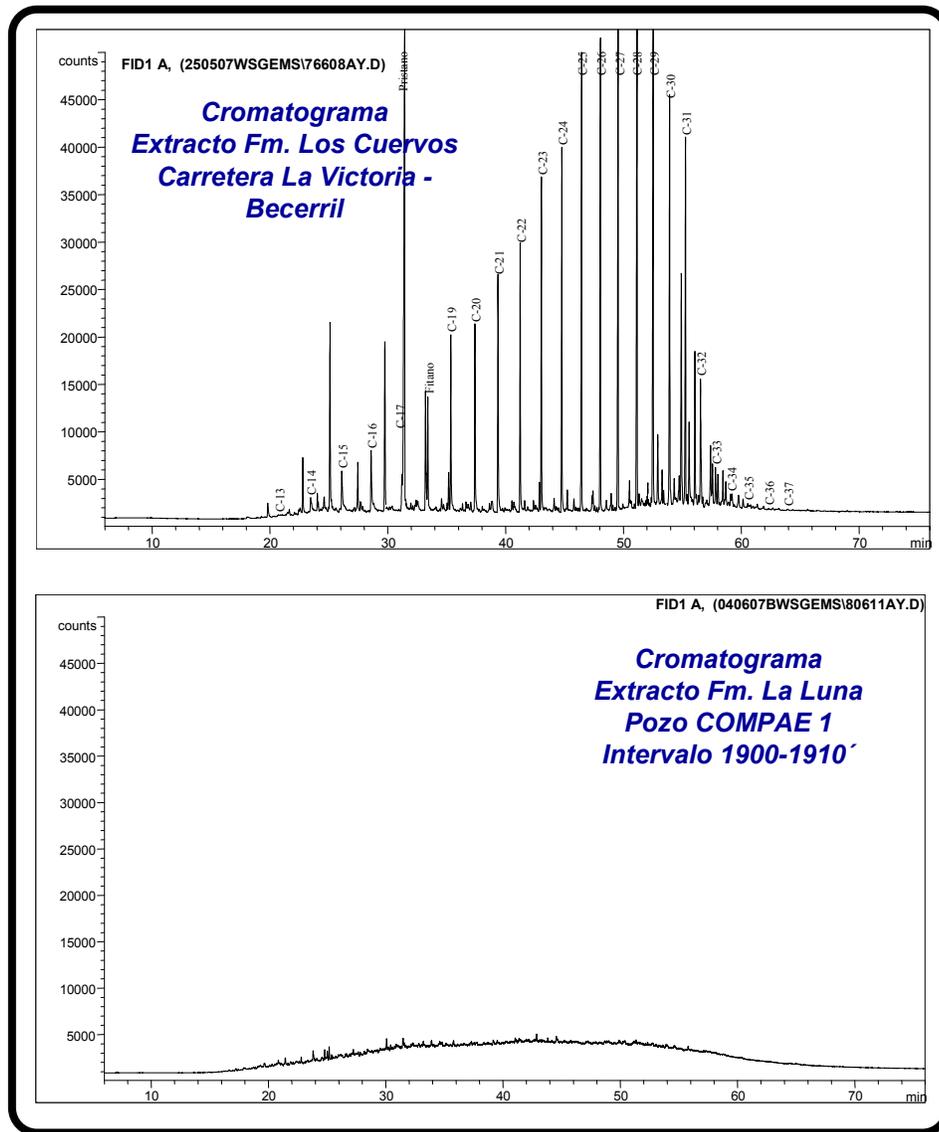
**Figura 8.** Porcentajes de las fracciones de Resinas + Asfaltenos Versus Hidrocarburos Saturados obtenidos de la cromatografía líquida del bitumen o extracto de roca de muestras de la cuenca Cesar-Ranchería. La flecha la correlación inversa entre estos dos parámetros.

Muestras Analizadas						
Codigo Interno	Identificación de la muestra	Localidad	Formación	Coordenadas E	Coordenadas N	Espesor acumulado (m) / *Profundidad (pies)
R060151	RE082	Carretera La Victoria-Becerril	Los Cuervos	1090766,23	1552976,15	200,0
R060157	RE096	Carretera La Victoria-Becerril	Los Cuervos	1090718,90	1553002,53	205,0
R060160	RE099	Carretera La Victoria-Becerril	Los Cuervos	1090706,42	1553003,20	207,0
R060162	RE102	Carretera La Victoria-Becerril	Los Cuervos	1090678,15	1553006,89	210,0
R060167	RE112	Carretera La Victoria-Becerril	Los Cuervos	1090492,46	1553039,76	200,0
R060168	RE115	Carretera La Victoria-Becerril	Los Cuervos	1090477,67	1553041,87	199,0
R060169	RE118	Carretera La Victoria-Becerril	Los Cuervos	1090458,18	1553043,09	199,0
R060179	RE146	Mina Carbones de La Jagua	Los Cuervos	1084524,98	1551088,33	200,0
R060181	RE148	Mina Carbones de La Jagua	Los Cuervos	1084529,64	1551089,98	200,0
R070950	COMPAE-1 (4030-4040)	Pozo Compae-1	Lagunitas	1044350,3	1566049,8	*4030-4040
R070962	COMPAE-1 (2360-2370)	Pozo Compae-1	Aguas Blancas	1044350,3	1566049,8	*2360-2370
R070966	COMPAE-1 (1900-1910)	Pozo Compae-1	La Luna	1044350,3	1566049,8	*1900-1910
R070975	COMPAE-1 (2180-2200)	Pozo Compae-1	La Luna	1044350,3	1566049,8	*2180-2200

**Tabla 5.** Muestras de roca seleccionadas para análisis de extractos. La selección se realiza con base en las muestras que presentan S1 mayor que 0,2 mg HC / g roca.

Extracción de Bitumen y Cromatografía de Columna Abierta Líquida								
Codigo Interno	Identificación de la muestra	Localidad	Formación	% Bitumen	% Hidrocarburos Saturados	% Hidrocarburos Aromáticos	% NSO	Sat/Aro
R060151	RE082	Carretera La Victoria-Becerril	Los Cuervos	0,636	27,23	33,86	38,90	0,804
R060157	RE096	Carretera La Victoria-Becerril	Los Cuervos	0,222	42,63	9,20	48,17	4,636
R060160	RE099	Carretera La Victoria-Becerril	Los Cuervos	0,078	31,29	8,59	60,12	3,644
R060162	RE102	Carretera La Victoria-Becerril	Los Cuervos	0,366	33,23	9,42	57,35	3,527
R060167	RE112	Carretera La Victoria-Becerril	Los Cuervos	0,509	30,22	22,60	47,17	1,337
R060168	RE115	Carretera La Victoria-Becerril	Los Cuervos	0,321	35,31	6,32	58,38	5,587
R060169	RE118	Carretera La Victoria-Becerril	Los Cuervos	0,165	17,25	20,20	62,55	0,854
R060179	RE146	Mina Carbones de La Jagua	Los Cuervos	0,113	23,65	30,29	46,06	0,781
R060181	RE148	Mina Carbones de La Jagua	Los Cuervos	0,632	24,12	34,34	41,54	0,703
R070950	COMPAE-1 (4030-4040)	Pozo Compae-1	Lagunitas	0,270	36,93	18,97	44,11	1,946
R070962	COMPAE-1 (2360-2370)	Pozo Compae-1	Aguas Blancas	0,374	26,66	21,01	52,33	1,269
R070966	COMPAE-1 (1900-1910)	Pozo Compae-1	La Luna	0,239	42,71	20,32	36,97	2,102
R070975	COMPAE-1 (2180-2200)	Pozo Compae-1	La Luna	0,252	37,46	24,22	38,32	1,547

**Tabla 6.** Resultados de los análisis de extracción de Bitumen y Cromatografía Líquida (LC), este último también conocido como SARA, con el que se obtiene los porcentajes de hidrocarburos saturados y aromáticos y de la fracción de Resinas + Asfaltenos.



**Figura 9.** Cromatogramas de la fracción de saturados de extractos de las formaciones Los Cuervos (A) y La Luna (B). En los Anexos correspondientes se encuentran los cromatogramas de los 13 extractos analizados.

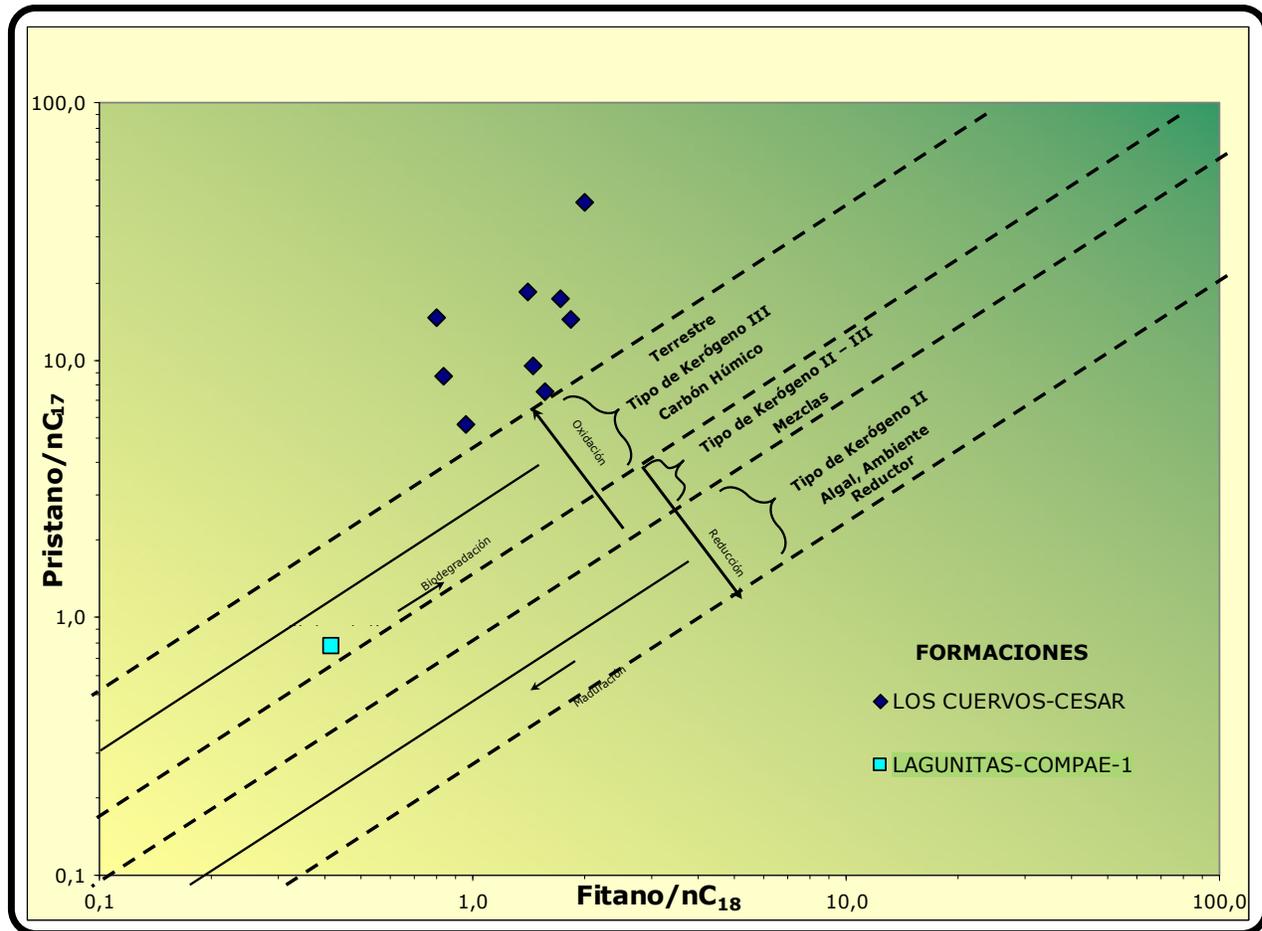
La desaparición de las parafinas en el extracto de la Formación La Luna puede deberse a efecto de la biodegradación que se lleva a cabo en una roca que por sus características litológicas (margas y calizas fracturadas) puede no solo comportarse como una roca fuente sino también como una roca reservorio permitiendo en casos como este último, que ocurran procesos de alteración del bitumen recién expulsado (crudo).

La predominancia del Pristano sobre el Fitano en los extractos de la Formación Los Cuervos confirma su relación con ambientes más óxicos, en donde el potencial generador de la materia orgánica original pudo haber sido afectado notablemente.

Cromatografía Gaseosa										
Codigo Interno	Identificación de la muestra	Localidad	Formación	nC17	Pristano	nC18	Fitano	Pr/Fi	Pr/nC17	Fi/nC18
R060151	REO82	Carretera La Victoria-Becerril	Los Cuervos	7,0	53,0	9,0	14,0	3,79	7,57	1,56
R060157	REO96	Carretera La Victoria-Becerril	Los Cuervos	6,0	87,0	6,0	11,0	7,91	14,50	1,83
R060160	RE099	Carretera La Victoria-Becerril	Los Cuervos	10,0	86,0	12,0	10,0	8,60	8,60	0,83
R060162	RE102	Carretera La Victoria-Becerril	Los Cuervos	5,0	87,0	7,0	12,0	7,25	17,40	1,71
R060167	RE112	Carretera La Victoria-Becerril	Los Cuervos	15,0	84,0	23,0	22,0	3,82	5,60	0,96
R060168	RE115	Carretera La Victoria-Becerril	Los Cuervos	3,0	55,0	5,0	7,0	7,86	18,33	1,40
R060169	RE118	Carretera La Victoria-Becerril	Los Cuervos	1,0	41,0	2,0	4,0	10,25	41,00	2,00
R060179	RE146	Mina Carbones de La Jagua	Los Cuervos	3,0	44,0	5,0	4,0	11,00	14,67	0,80
R060181	RE148	Mina Carbones de La Jagua	Los Cuervos	9,0	86,0	11,0	16,0	5,38	9,56	1,45
R070950	COMPAE-1 (4030-4040)	Compae-1	Lagunita	18,0	14,0	19,0	8,0	1,75	0,78	0,42
R070962	COMPAE-1 (2360-2370)	Compae-2	Aguas Blancas	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d.	n.d.	n.d
R070966	COMPAE-1 (1900-1910)	Compae-3	La Luna	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d.	n.d.	n.d
R070975	COMPAE-1 (2180-2200)	Compae-1	La Luna	n.d	2,0	4,0	n.d	n.d.	n.d.	n.d

**Tabla 7.** Valores de Parafinas e Isoparafinas obtenidos del análisis de Cromatografía de Gases (GC) de los extractos de roca evaluados. Las casillas con la sigla n.d. indican que el dato no está disponible para ese parámetro en particular (como en la mayoría de extractos del pozo Compae-1, debido a que no existen picos de parafinas por efecto de la biodegradación). Los cromatogramas de cada muestra se encuentran en los anexos de este trabajo.

En el diagrama de Fitano/nC18 versus Pristano/nC17 (**Figura 10**) los extractos de roca de las formaciones los Cuervos y Lagunitas se ubican hacia el sector de kerógeno con mayor aporte terrestre. No se tienen datos para las formaciones La Luna y Ánimas debido a que estos extractos están afectados por biodegradación.

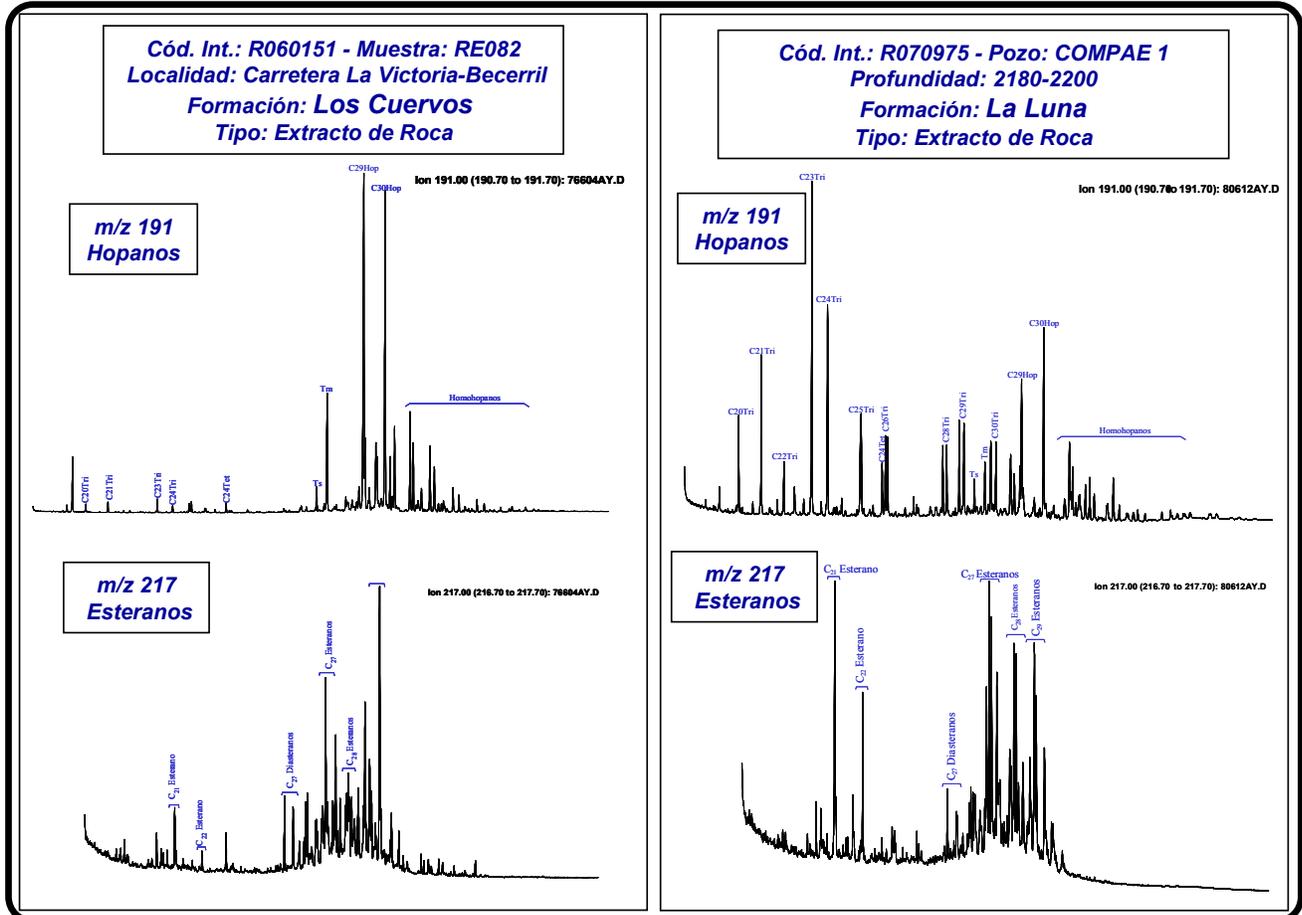


**Figura 10.** Relación Fitano/nC<sub>18</sub> Versus Pristano /nC<sub>17</sub>. Las franjas representan los tipos de kerógeno asociado a cada relación entre estos parámetros. En los extractos de las formaciones La Luna y Aguasblancas las parafinas han sido biodegradadas totalmente.

Los análisis deGC-MS para la fracción de hidrocarburos saturados permiten caracterizar apropiadamente los extractos analizados, ilustrando en los fragmentogramas más comúnmente empleados para obtener los compuestos Hopanos y Esteranos (m/z 191 y 217), contrastes relevantes entre las muestras terciarias (Fm. Los Cuervos) y las muestras cretácicas (Fms. La Luna, Ánimas y Lagunitas), como se puede ver en la **Figura 11**.

Contrario a lo que ocurre en los extractos de la Fm. Los Cuervos, los extractos de la Fm. La Luna muestran una predominancia de los compuestos Terpanos Tricíclicos sobre los Hopanos (ver fragmentogramas m/z 191) y mayor abundancia de C27 Esteranos en

comparación de los C29 Esteranos (ver fragmentogramas m/z 217). El primer parámetro está asociado con madurez de los extractos y el segundo con las facies orgánicas (C27 esteranos: algal, C29 esteranos: materia orgánica terrestre).



**Figura 11.** Fragmentogramas m/z 191 (parte superior) y 217 (parte inferior), representativos y obtenidos de los análisis GC-MS de la fracción de hidrocarburos saturados de los extractos de las formaciones Los Cuervos (parte izquierda) y La Luna (parte derecha).

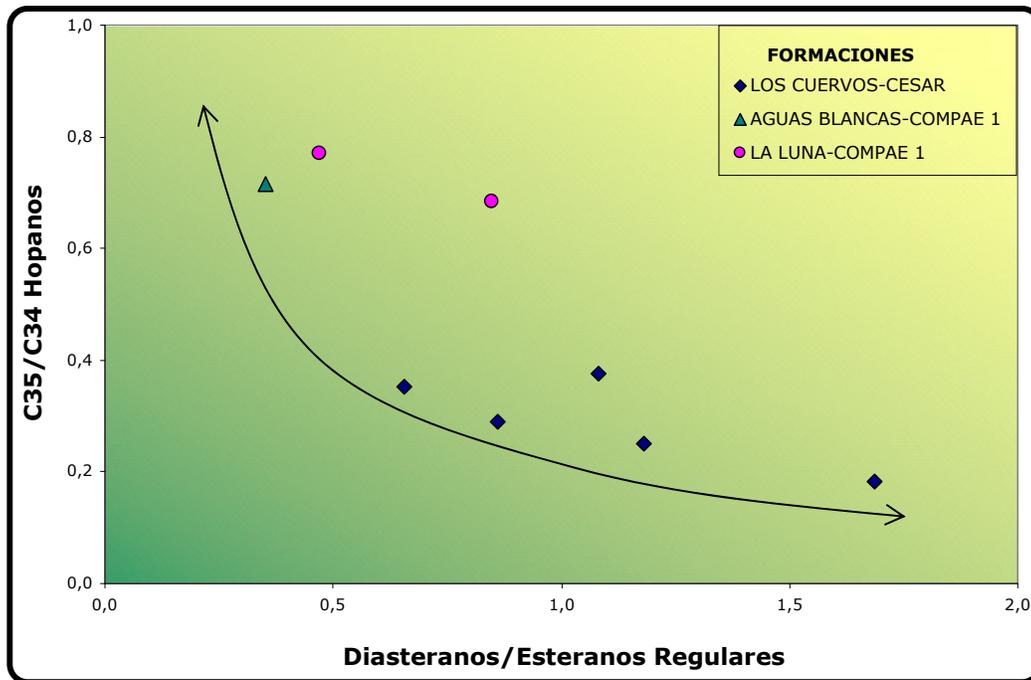
En la **Tabla 8** se listan los resultados de la GC-MS para la fracción de saturados de las muestras de extractos analizadas. En los anexos de este trabajo, se presentan los resultados individuales para cada muestra, con sus respectivos fragmentogramas.

La relación Diasteranos / Esteranos regulares indicadora de rocas fuentes arcillosas y de condiciones óxicas (Peters & Moldowan, 1993), muestra una correlación inversa con los C35 / C34 Hopanos, indicadores rocas fuentes carbonáticas (Waples D. W., Machihara, T., 1991), reflejando propiedades más siliciclásticas y óxicas para las muestras de la Formación Los Cuervos, mientras que, condiciones más anóxicas y de ambientes carbonáticos en las muestras de las formaciones La Luna y Aguas Blancas (**Figura 12**).

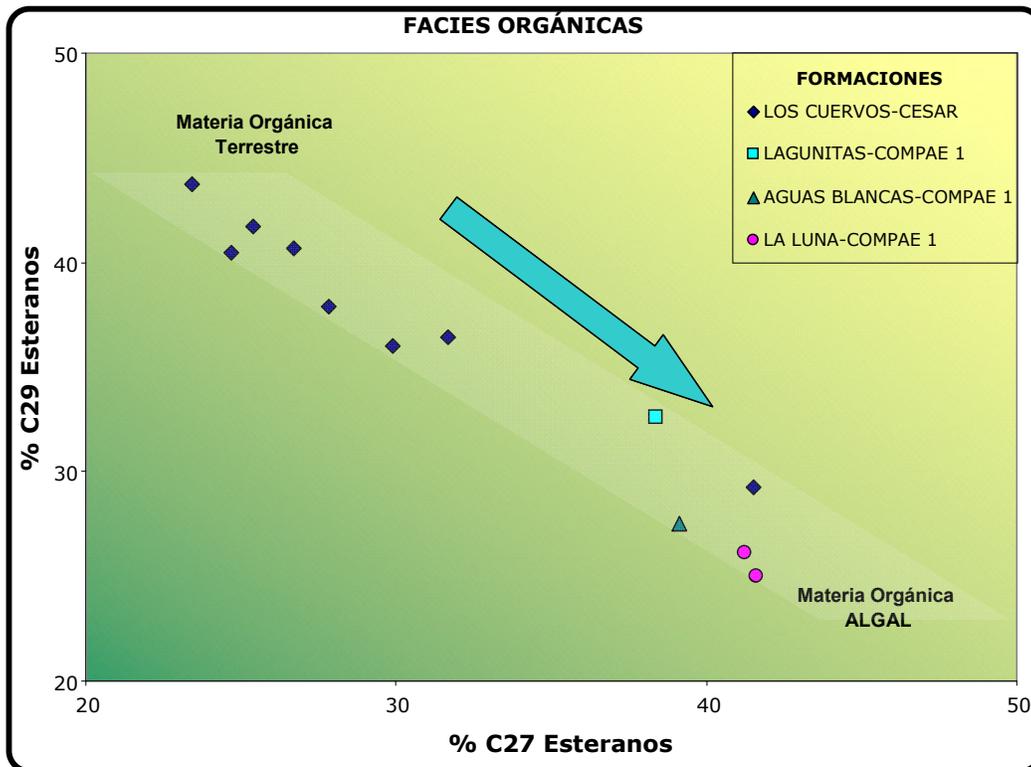
En la **Figura 13** se presentan los %C27 Esteranos, que indican la influencia de materia orgánica algal marina (con lo mayores valores en los extractos de muestras cretácicas), versus los %C9 Esteranos, asociados a plantas superiores, con los mayores valores en las muestras terciarias (Peters & Moldowan, 1993); estos dos parámetros correlacionan de manera inversa.

Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masas (Análisis de Biomarcadores)																																
Codigo Interno	Identificación de la muestra	Formación	Ts/Tm	Diasteranos/esteranos regulares	C35/C34 Hopanos extendidos	Tricliclicos/Hopanos	%C27 Esteranos	%C28 Esteranos	%C29 Esteranos	C28/C29 Esteranos	C30 / C29 Esteranos	Te124/Tr126	C23 Tricliclicos / C24 Tetracliclicos	C29/C30 Hopano	Oleanano/Hopano	Gammacerano/Hopano	Esteranos / Hopanos	C29 Esteranos S / (S+R)	C31S/S+R Hopanos	Ts / Ts+Tm	Te124/Hopano	C23tri/Hopano	25Nor/Hopano	O1/O+C30 Hop	Ga/Ga+C30 Hop	C29NorH/C29NorH+C30 Hop	C24Te/C24Te+C26Tri	C25/C26 Tricliclicos	C30 Esteranos /C27..29 Esteranos	Dias C27/Dias Reg +C27aaa R	%Esteranos de cadena corta	C29bb/(aa+bb)
R060151	RE082	Los Cuervos	0.209	0.66	0.35	0.05	24.68	34.82	40.50	0.78	0.04	5.02	1.39	0.99	0.02	0.01	0.05	0.35	0.59	0.17	0.03	0.04	0.02	0.02	0.01	0.02	0.84	0.74	0.01	0.40	6.52	0.27
R060157	RE096	Los Cuervos	0.072	1.15	n.d.	n.d.	25.39	32.90	41.71	0.98	0.21	6.83	0.73	0.35	0.00	0.02	n.d.	0.22	0.60	0.07	0.07	0.05	0.21	0.00	0.02	0.17	0.87	n.d.	0.04	0.53	4.36	0.20
R060160	RE099	Los Cuervos	2.612	0.97	n.d.	n.d.	29.90	34.08	36.02	0.83	0.07	27.90	0.31	1.72	0.01	0.01	n.d.	0.19	0.61	0.72	0.14	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.97	n.d.	0.02	0.49	11.01	0.18
R060162	RE102	Los Cuervos	0.062	1.18	0.25	n.d.	19.43	34.22	46.35	0.66	0.34	n.d.	0.05	3.75	n.d.	0.07	0.02	0.27	0.56	0.06	0.49	0.03	0.03	n.d.	0.06	0.03	n.d.	n.d.	0.10	0.54	6.21	0.17
R060167	RE112	Los Cuervos	0.062	0.86	0.29	n.d.	27.85	34.27	37.89	0.85	0.29	n.d.	0.09	1.32	0.01	0.02	n.d.	0.23	0.58	0.06	0.11	0.01	n.d.	0.01	0.02	n.d.	n.d.	n.d.	0.07	0.46	6.38	0.07
R060168	RE115	Los Cuervos	0.129	1.20	n.d.	n.d.	31.67	31.93	36.40	0.80	0.26	14.40	0.32	1.10	n.d.	0.03	n.d.	0.25	0.59	0.11	0.09	0.03	0.02	n.d.	0.03	0.02	0.94	n.d.	0.06	0.55	3.97	0.18
R060169	RE118	Los Cuervos	0.065	0.94	n.d.	n.d.	41.50	29.25	29.25	1.00	0.39	n.d.	0.17	1.70	0.03	0.06	n.d.	0.17	0.62	0.06	0.17	0.03	0.02	0.03	0.06	0.02	n.d.	n.d.	0.06	0.48	8.29	0.18
R060179	RE146	Los Cuervos	0.053	1.08	0.38	n.d.	26.70	32.62	40.68	0.76	0.07	n.d.	0.20	0.98	0.04	0.01	0.03	0.29	0.59	0.05	0.10	0.02	0.01	0.04	0.01	0.01	n.d.	n.d.	0.02	0.52	10.88	0.25
R060181	RE148	Los Cuervos	0.042	1.69	0.18	n.d.	23.43	32.81	43.75	0.64	0.07	n.d.	0.13	1.03	0.06	0.01	0.04	0.28	0.57	0.04	0.09	0.01	0.10	0.06	0.01	0.09	n.d.	n.d.	0.02	0.63	3.85	0.24
R070950	COMPAE-1 (4030-4040)	Lagunita	10.5	3.17	n.d.	n.d.	38.38	29.00	32.62	0.80	0.23	0.51	7.34	0.60	0.24	0.19	n.d.	0.61	0.64	0.91	0.63	4.64	0.74	0.19	0.16	0.43	0.34	1.12	0.04	0.76	27.82	0.54
R070962	COMPAE-1 (2360-2370)	Aguas Blancas	0.582	0.35	0.72	2.03	39.12	33.35	27.53	1.16	0.11	0.78	6.20	0.70	0.04	0.08	0.65	0.39	0.60	0.37	0.29	1.77	0.21	0.04	0.08	0.18	0.44	1.34	0.02	0.26	21.62	0.65
R070966	COMPAE-1 (1900-1910)	La Luna	1.066	0.85	0.68	3.78	41.60	33.40	25.00	1.24	0.10	0.64	7.46	0.71	0.07	0.16	0.88	0.41	0.75	0.52	0.45	3.33	0.37	0.07	0.14	0.27	0.39	1.31	0.02	0.46	36.11	0.62
R070975	COMPAE-1 (2180-2200)	La Luna	0.627	0.47	0.77	2.26	41.25	32.60	26.15	1.26	0.11	0.68	6.43	0.65	0.05	0.07	0.63	0.41	0.60	0.39	0.28	1.83	0.23	0.05	0.07	0.18	0.41	1.34	0.02	0.32	22.57	0.65

**Tabla 8.** Relaciones entre los compuestos biomarcadores de la fracción de hidrocarburos saturados obtenidos por GC-MS de las muestras de extracto de roca de la cuenca Cesar Ranchería. Los resultados de los compuestos independientes se encuentran en los anexos de este trabajo. n.d= dato no disponible.



**Figura 12.** Diagrama de Diasteranos/Esteranos Regulares versus C35/C34 Hopanos, ilustrando la correlación inversa entre los extractos de las formaciones Los Cuervos, La Luna y Aguasblancas.



**Figura 13.** Diagrama de %C27 Esteranos versus %C29 Esteranos, ilustrando la correlación inversa entre los extractos de las formaciones Los Cuervos, La Luna y Aguasblancas.

La relación Oleanano/C30 Hopano en la mayoría de las muestras está muy por debajo del valor de 0,2, límite mínimo establecido para determinar el aporte significativo de plantas superiores, particularmente angiospermas (según Peters and Moldowan, 1993) que aparecieron al final del Cretáceo y fueron ampliamente distribuidas durante el Terciario. Lo anterior, no corresponde con lo esperado especialmente para las muestras de la Formación Los Cuervos (del Paleoceno). Ésto puede ser explicado por varias hipótesis (Alberdi & Lopez, 2000), tales como: La no presencia de angiospermas en cercanía del área de depositación asociado a ambientes de pantano o la alteración del Oleanano original por efecto de aromatización (Murray et al, 1997).

11 análisis GC-MS de la fracción de hidrocarburos aromáticos fueron realizados incluyendo los 9 extractos de formación Los Cuervos (muestras de afloramiento) y dos de la Formación La Luna (pozo Compae-1). Los resultados analíticos totales y los fragmentogramas son presentados en los anexos de este trabajo.

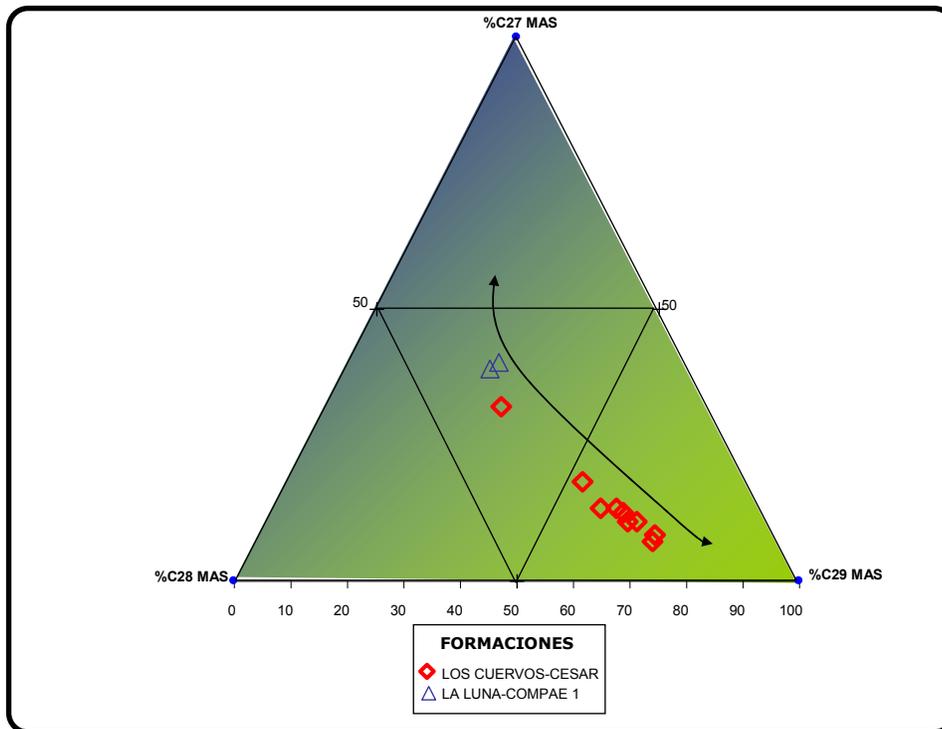
En la **Tabla 9** se listan las principales relaciones usadas que incluyen compuestos mono y triaromáticos esteroides, fenantrenos y dibenzotiofenos.

La distribución de los compuestos esteroides monoaromáticos C27, C28 y C29 en un diagrama ternario, representando su contenido en porcentaje (**Figura 14**), ilustra un claro contraste entre los extractos de la Formación Los Cuervos y los de la fm. La Luna, permitiendo asociar este contraste con la facies orgánica de la roca fuente (Moldowan & Fago, 1985).

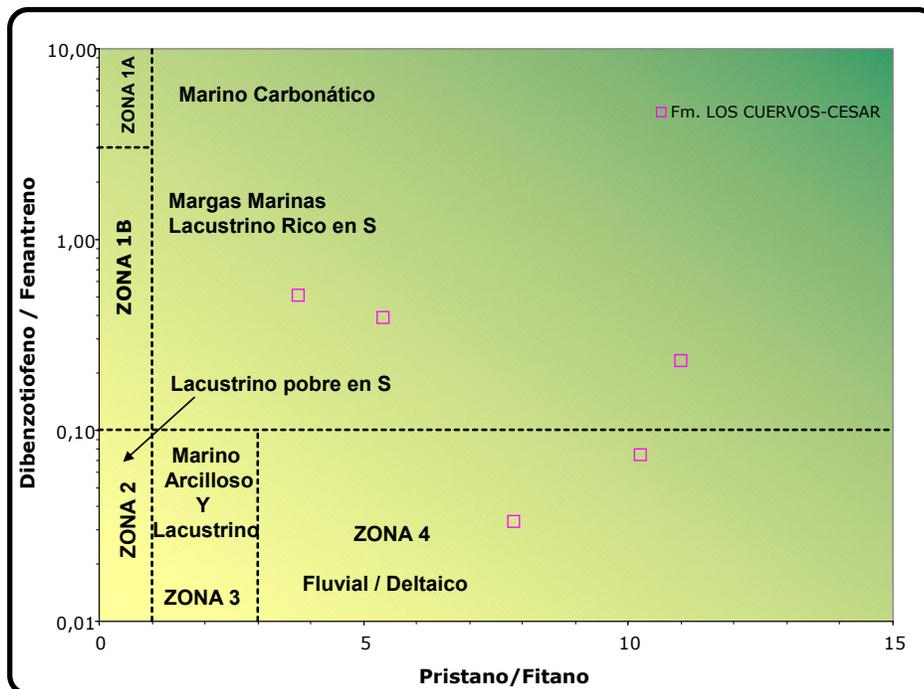
La correlación propuesta por Hughes, W. et al (1995), entre la relación Dibenzotiofeno / Fenantreno (DBT/F), ubica a las muestras de la Formación Los Cuervos, principalmente en la zona 4 del diagrama de correlación entre estos dos parámetros, zona que indica un ambiente de depositación deltaicos y/o fluviales, de acuerdo con lo esperado para los extractos de esta unidad (**Figura 15**).

Codigo interno	Identificación de la muestra	Formación	MONO- TRI AROMATICOS ESTEROIDES (TAS)														m/z 245	FENANTRENOS NAFTALENOS Y DIBENZOTIOFENOS														NEW RATIOS					
			(C20+C21)/S TAS	TAS #1 20/20+27	TAS #2 21/21+28	%26 TAS	%27 TAS	%28 TAS	%29 TAS	C28/C26 20S TAS	C28/C27 20R TAS	Dial/Regular C27 MAS	%27 MAS	%28 MAS	%29 MAS	(C21+C22)/S MAS		TAS/(MAS+TAS)	TA28/(TA28+MA29)	Dinosteroid Index	C4/C3+C4 Mester	MPI-1	MPI-2	Rc(a) If Ro < 1.3 (Ro%)	Rc(b) If Ro > 1.3 (Ro%)	DNR-1	DNR-2	TNR1	TDE-1	TDE-2	MDR	Rm (R0%)	MDR23	MDR1	DBT/Phenanthrene	PNR	MDPNR
R060151	RE082	Los Cuervos	0,25	0,66	0,21	10,38	22,53	64,17	2,93	5,11	2,85	5,11	11,18	24,83	63,99	0,10	0,79	0,75	0,20	0,66	1,57	0,55	1,31	1,36	1,40	0,78	0,29	3,27	0,67	1,20	0,64	1,17	1,76	0,51	0,20	0,80	n.d.
R060157	RE096	Los Cuervos	0,11	0,39	0,12	14,48	24,28	59,08	2,16	4,22	2,43	3,00	12,49	24,77	62,74	0,07	0,92	0,91	0,25	0,57	0,60	0,71	0,73	1,94	3,64	1,83	1,31	18,01	0,32	1,96	0,71	0,47	0,48	0,01	0,27	0,83	0,11
R060160	RE099	Los Cuervos	0,08	0,28	0,13	11,19	26,92	59,06	2,83	7,21	2,19	1,67	18,15	29,44	52,42	0,06	0,74	0,77	0,28	0,16	0,21	0,29	0,50	2,17	3,44	1,81	1,48	5,17	0,36	3,20	0,76	0,44	0,27	0,01	0,33	0,91	n.d.
R060162	RE102	Los Cuervos	0,10	0,37	0,12	10,64	22,43	64,23	2,70	6,16	2,86	1,79	8,72	21,35	69,93	0,04	0,80	0,78	0,22	0,44	0,51	0,58	0,68	1,99	3,06	1,80	1,45	21,62	0,37	1,95	0,71	0,50	0,35	0,00	0,42	0,74	n.d.
R060167	RE112	Los Cuervos	0,11	0,38	0,12	11,25	25,28	61,43	2,05	5,80	2,43	3,74	11,07	23,25	65,68	0,04	0,77	0,74	0,26	0,41	0,46	0,36	0,65	2,02	2,00	1,13	1,10	30,08	0,30	0,87	0,60	0,66	0,99	0,00	0,31	0,65	n.d.
R060168	RE115	Los Cuervos	0,07	0,26	0,10	14,60	24,64	58,53	2,23	4,67	2,38	3,32	13,53	25,43	61,03	0,04	0,73	0,73	0,28	0,55	0,71	0,62	0,79	1,88	3,00	2,00	1,44	5,33	0,48	1,25	0,65	0,97	1,13	0,03	0,28	0,64	n.d.
R060169	RE118	Los Cuervos	0,14	0,41	0,25	24,96	30,76	41,40	2,88	2,19	1,35	0,92	32,26	36,60	31,14	0,09	0,50	0,58	0,33	0,45	0,95	1,09	0,94	1,73	3,92	2,34	1,41	4,30	0,46	2,49	0,73	1,94	1,20	0,07	0,25	0,61	n.d.
R060179	RE146	Los Cuervos	0,33	0,74	0,26	13,78	26,80	55,95	3,47	3,77	2,09	2,68	13,47	28,59	57,94	0,14	0,73	0,67	0,13	0,76	1,65	0,53	1,36	1,31	0,80	0,51	0,93	37,40	0,89	1,06	0,63	1,11	0,88	0,23	0,05	0,26	n.d.
R060181	RE148	Los Cuervos	0,16	0,58	0,12	9,45	20,30	66,08	4,17	6,25	3,26	8,69	7,17	22,45	70,37	0,08	0,61	0,57	0,14	0,72	0,64	0,47	0,76	1,91	1,19	0,84	0,57	10,81	0,91	1,83	0,70	0,36	0,37	0,39	0,19	0,72	n.d.
R070966	COMPAE-1 (1900-1910)	La Luna	0,59	0,76	0,83	22,36	41,02	32,21	4,41	1,34	0,79	1,32	40,42	33,05	26,54	0,28	0,82	0,76	0,46	0,51	1,19	1,05	1,08	1,59	3,35	2,54	0,52	5,98	0,45	0,80	0,58	1,86	2,06	0,22	0,59	0,13	0,28
R070975	COMPAE-1 (2180-2200)	La Luna	0,46	0,67	0,72	24,98	36,53	33,90	4,58	1,27	0,93	0,84	39,17	35,35	25,47	0,19	0,74	0,72	0,45	0,54	1,33	1,22	1,17	1,50	3,22	2,34	0,73	3,38	0,43	1,53	0,68	1,39	1,79	0,69	0,51	0,53	0,27

**Tabla 9.** Relaciones entre los compuestos biomarcadores de la fracción de hidrocarburos aromáticos obtenidos por GC-MS de las muestras de extracto de roca de la cuenca Cesar Ranchería. Los resultados de los compuestos independientes y la nomenclatura empleada para abreviar los títulos de las de estas relaciones, se encuentran en los anexos de este trabajo. Los nombres completos de los compuestos y relaciones entre aromáticos son presentados en los anexos de la Cuenca.

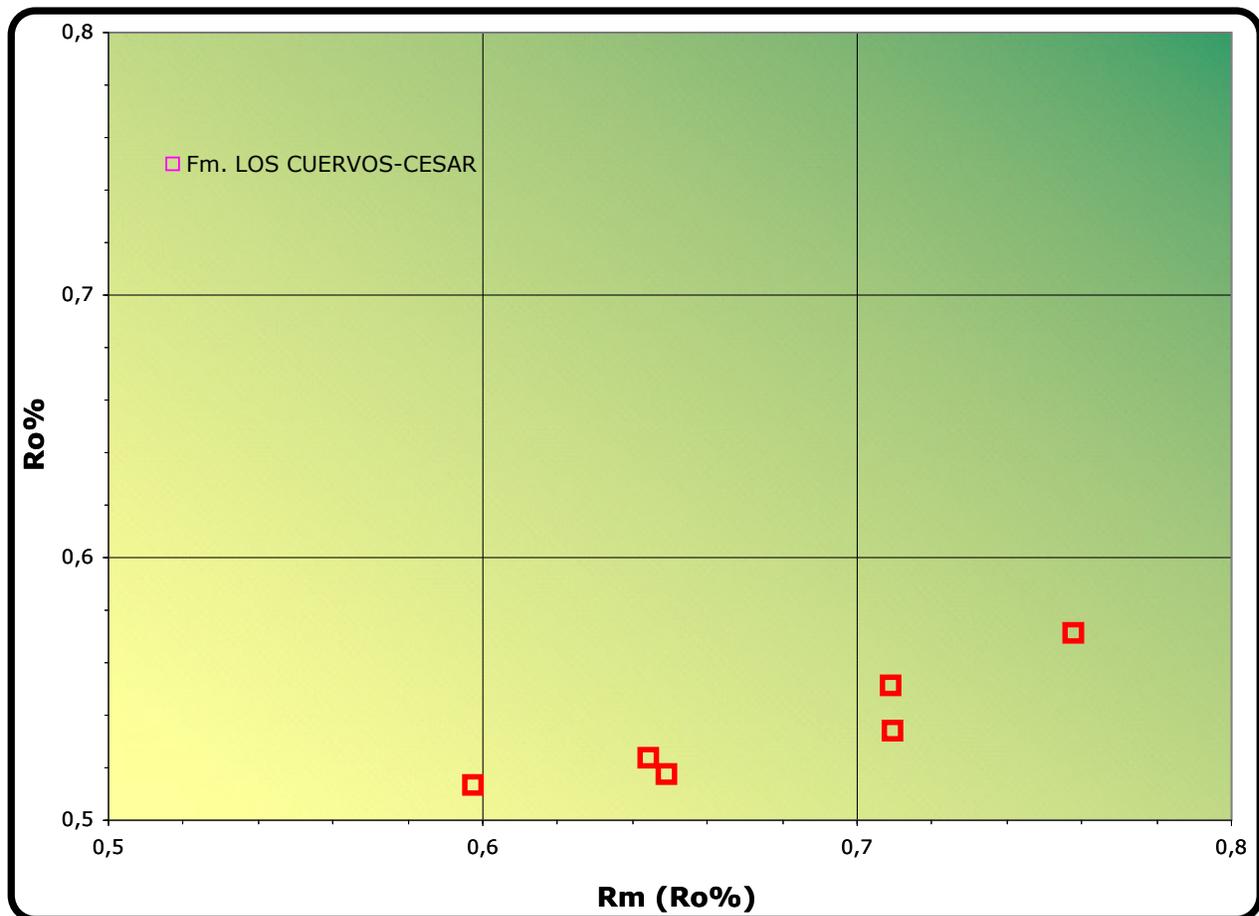


**Figura 14.** Diagrama Ternario de los compuestos esteroides monoaromáticos C27, C28 y C29 en porcentaje.



**Figura 15.** Correlación inversa entre la relación Pristano / Fitano de los compuestos de hidrocarburos saturados y la relación Dibenzotiofeno / Fenantreno de los compuestos de hidrocarburos aromáticos. Las zonas en el diagrama asociadas con ambientes de depositación son propuestas por Hughes, W. et al (1985).

Otro de las importantes aplicaciones de la evaluación de la fracción de compuestos de hidrocarburos aromáticos es la determinación del nivel de madurez de la roca fuente en el momento en que ésta generó hidrocarburos. Con la formulación propuesta por Radke et al (1986), a partir de los compuestos metildibenzotiofenos se ha calculado un valor de Reflectancia equivalente ( $R_m$ ) y se ha comparado con el valor de la Reflectancia de la vitrinita ( $\%R_o$ ) leído directamente de la roca (**Figura 16**), mostrando una buena correlación, no precisamente en valor absoluto, más que en identificación del rango apropiado de madurez.



**Figura 16.** Correlación directa entre los valores de Reflectancia de la vitrinita ( $\%R_o$ ), obtenida directamente por Petrografía Orgánica (eje de las X), y Reflectancia equivalente ( $\%R_m$ ), obtenida a partir de la ecuación propuesta por Radke et al (1986), a partir de los compuestos aromáticos Metildibenzotiofenos (MDBT).

## 4.2 SINÚ – SAN JACINTO

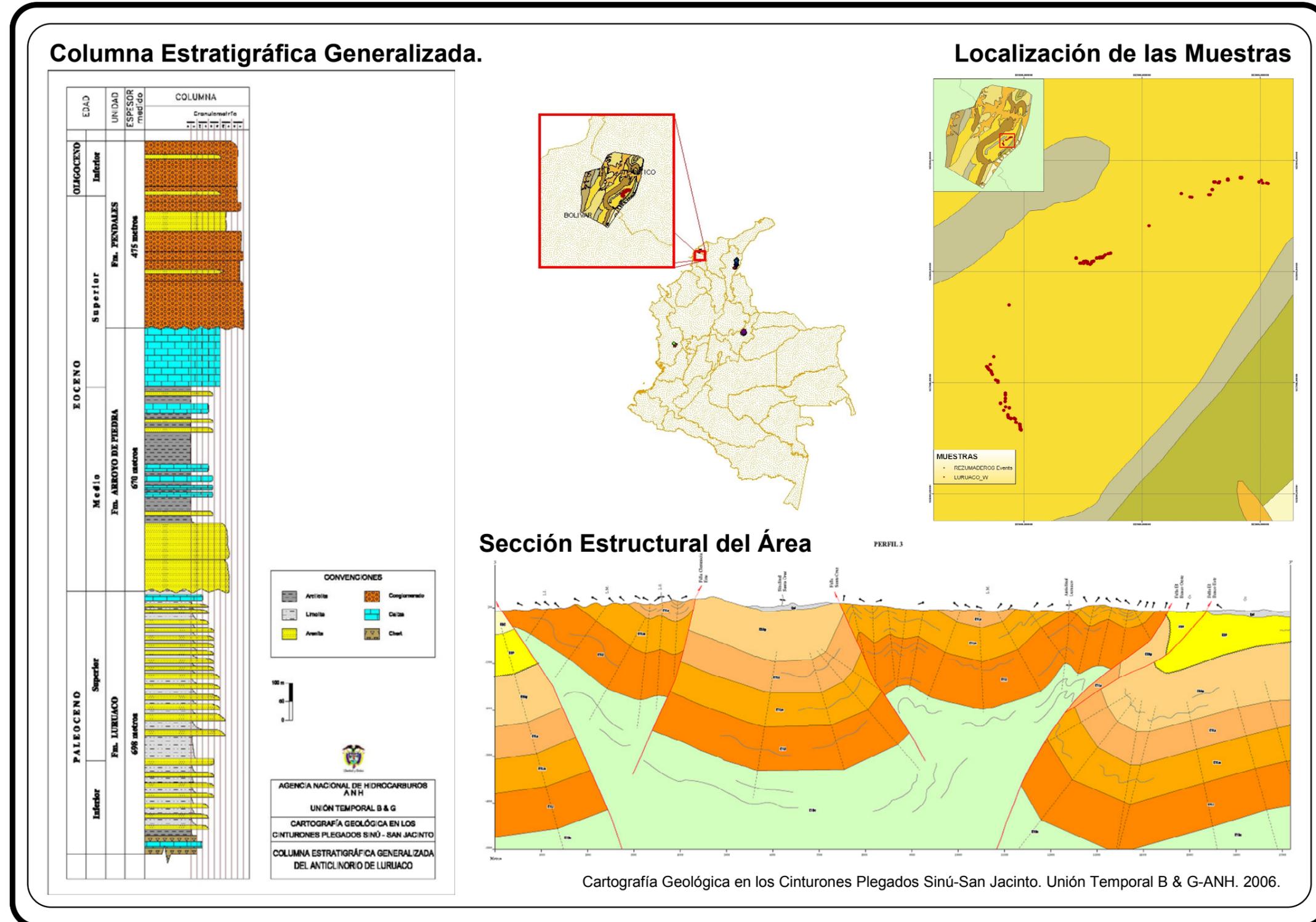
Las muestras de analizadas en esta cuenca fueron recolectadas en un trabajo previo de cartografía geológica realizado por la Unión Temporal B&G para la ANH, labores que se realizaron en el bloque Luruaco ubicado entre los departamentos de Bolívar y Atlántico. Este bloque tiene una superficie de 390 Km<sup>2</sup> y las muestras estudiadas provienen de las formaciones Luruaco y San Cayetano del Paleoceno y la formación Cansona del Cretáceo superior.

En la **Figura 17** se ilustra un mapa del área con la distribución geográfica de las muestras, la columna estratigráfica generalizada y una sección estructural del área.

Las muestras de afloramiento disponibles para análisis geoquímicos se encuentran en su mayoría meteorizadas y en términos generales su calidad no es la más apropiada. Con base en lo anterior, se seleccionaron 134 muestras de roca para análisis de TOC; con los resultados obtenidos se escogieron 94 de ellas para análisis de pirólisis Rock-Eval, 2 para petrografía orgánica y 7 muestras de crudos de rezumadero. No fue posible hacer análisis de extracto de roca debido a los muy bajos valores de S1 obtenidos en la pirólisis Rock-Eval.

Las localidades en donde se realizaron los muestreos son listadas a continuación:

Arroyo Alferez	Arroyo Zapata	Via	Huamanga-Base
Arroyo Henequen	Via Base-Caracolí		



**Figura 17.** Mapa de distribución geográfica de las muestras dentro de la Cuenca Sinú-San Jacinto. Columna estratigráfica generalizada para el área y sección estructural. Las formaciones analizadas se encuentran resaltadas en la columna estratigráfica.

#### 4.2.1 Evaluación de Roca

La **Figura 18** ilustra el mapa de distribución geográfica y geológica de las muestras de roca analizadas. Los resultados analíticos empleados para la evaluación de roca se encuentran listados en su totalidad en el **Anexo II** a este trabajo.

El inventario de análisis de roca realizados para esta cuenca incluye:

Contenido de Materia Orgánica Total (TOC): 134 muestras

Pirólisis Rock-Eval: 94 muestras

Petrografía Orgánica: 2 muestras

La **Tabla 10** presenta el número de muestras analizadas por localidad y un valor promedio del parámetro medido en cada sección. Esta información es reorganizada por unidades estratigráficas en la **Tabla 11**.

	LOCALIDAD	VALORES PROMEDIO											
		# de muestras	TOC Wt. %	# de muestras	S1 mg/g	S2 mg/g	S3 mg/g	Tmax	HI	OI	S1/TOC	PI	
BLOQUE LURUACO (SINU-SAN JACINTO)	ARROYO ALFEREZ	1	0,5	1	0,1	0,4	0,4	426,0	72,0	78,0	10,1	0,1	
	ARROYO HANEQUEN	59	0,67	51	0,06	0,38	0,32	430,96	52,38	45,27	9,09	0,15	
	ARROYO ZAPATA	50	0,65	42	0,04	0,34	0,28	432,69	46,26	41,87	5,15	0,10	
	VÍA BASE -CARACOLÍ	13	0,14	0									
	VÍA HUAMANGA-BASE	11	0,06	0									
	AREA DE ESTUDIO	134	0,56	94	0,05	0,36	0,30	431,68	49,85	44,10	7,34	0,13	

**Tabla 10.** Listado de localidades muestreadas en la Sinú – San Jacinto indicando el número de análisis geoquímicos de roca realizados y los valores promedios de los parámetros medidos.

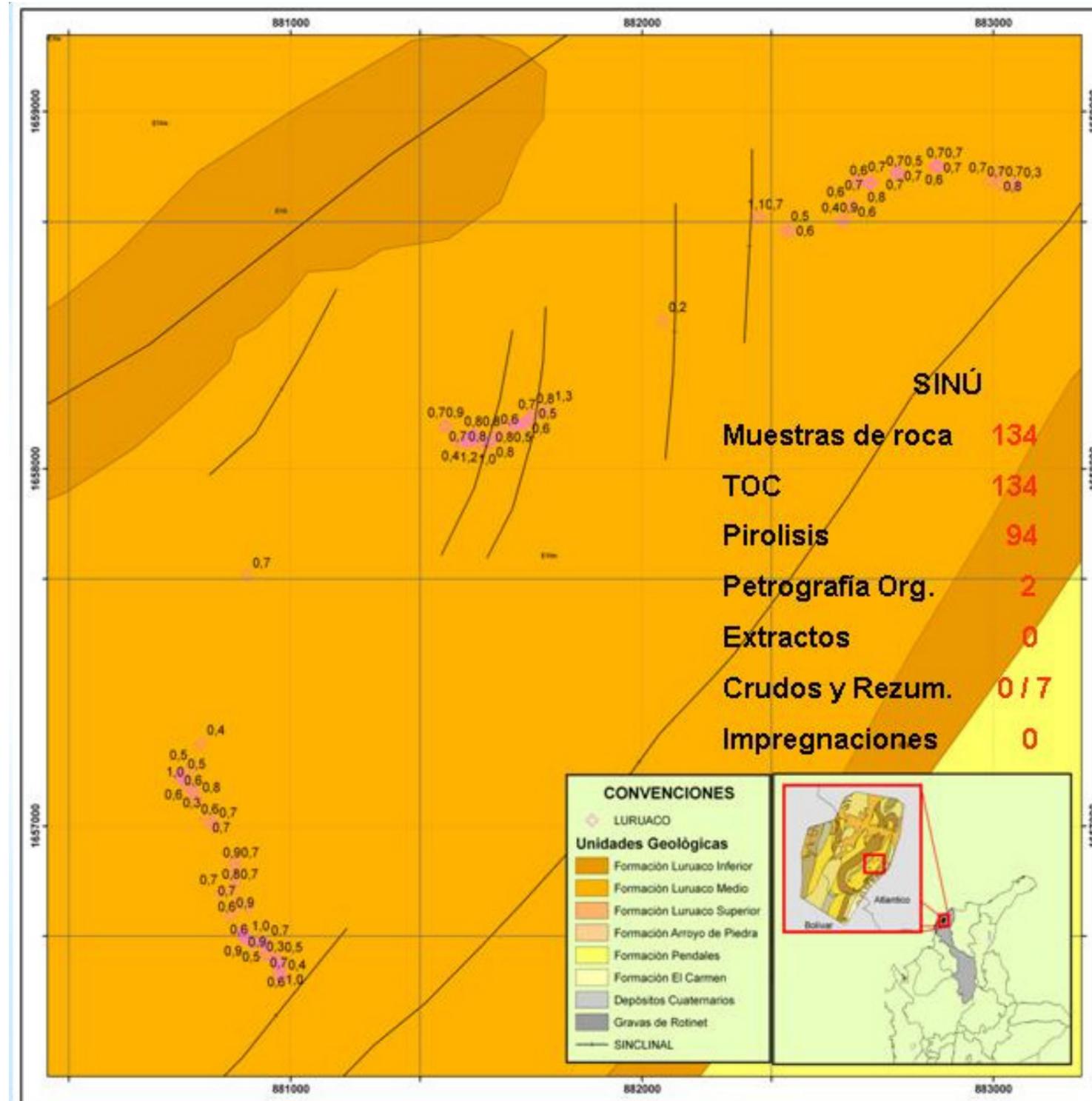
ÁREA	FORMACIÓN	Nº Datos	TOC	S1	S2	S3	Tmax	HI	OI	S1/TOC	PI
BLOQUE LURUACO- CINTURON PLEGADO SINU-SAN JACINTO	SAN CAYETANO	Nº Datos	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Promedio	0,50	0,05	0,36	0,39	426	72	78	10,09	0,12
	LURUACO	Nº Datos	109	93	93	93	93	93	93	93	93
		Promedio	0,66	0,05	0,36	0,30	432	50	44	7,31	0,13
	CANSONA	Nº Datos	24	0	0	0	0	0	0	0	0
		Promedio	0,10								

**Tabla 11.** Número de análisis realizados y promedios por formación para la cuenca Sinú-San Jacinto.

Las propiedades de cantidad y calidad de la materia orgánica de las rocas analizadas (**Figuras 19 y 20**), permiten determinar que éstas no presentan condiciones favorables para que sean consideradas como rocas fuente de hidrocarburos en el área de estudio. Lo anterior no descarta que estas mismas unidades puedan tener un potencial de generación en otros sectores de la Cuenca.

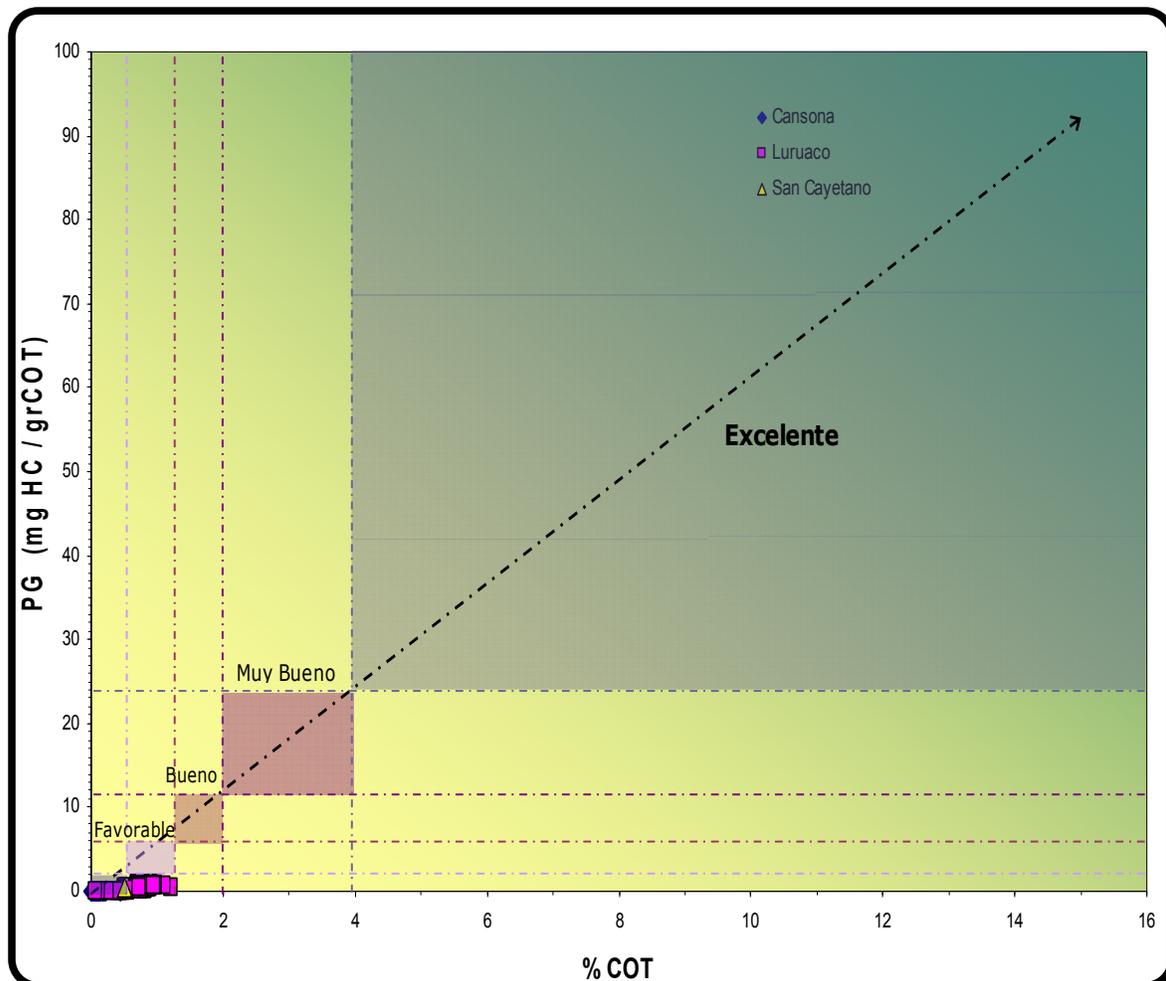
Debido al bajo contenido de materia orgánica en estas rocas, solo fue posible realizar análisis de Petrografía Orgánica (análisis visual del kerógeno, reflectancia de la vitrinita y TAI), en solo dos muestras de la formación Luruaco.

Los resultados de pirólisis al igual que los del análisis visual del kerógeno indican que la materia orgánica de esta unidad estratigráfica es principalmente leñosa (vitrinita e inertinita), correspondiendo con un tipo de materia III y IV (**Figura 21**).

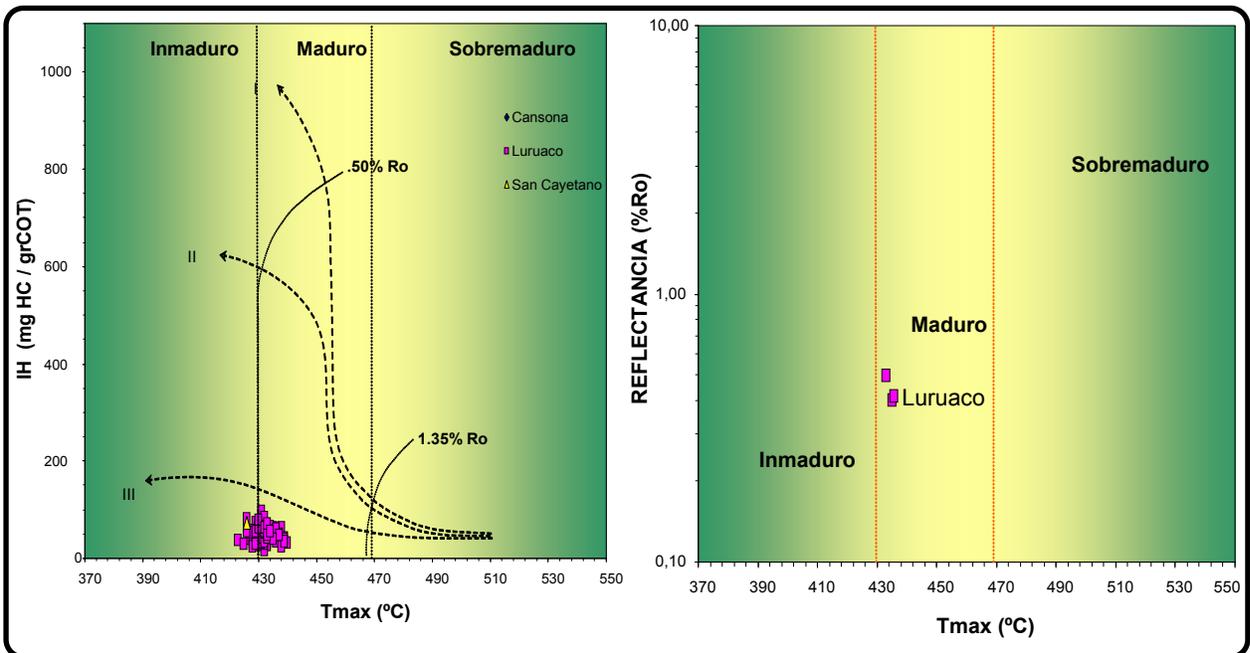


**Figura 18.** Mapa geológico del sector de la Cuenca Sinú – San Jacinto de donde se seleccionaron las muestras de roca para los análisis geoquímicos realizados en este trabajo. Los valores corresponden a datos de %COT.

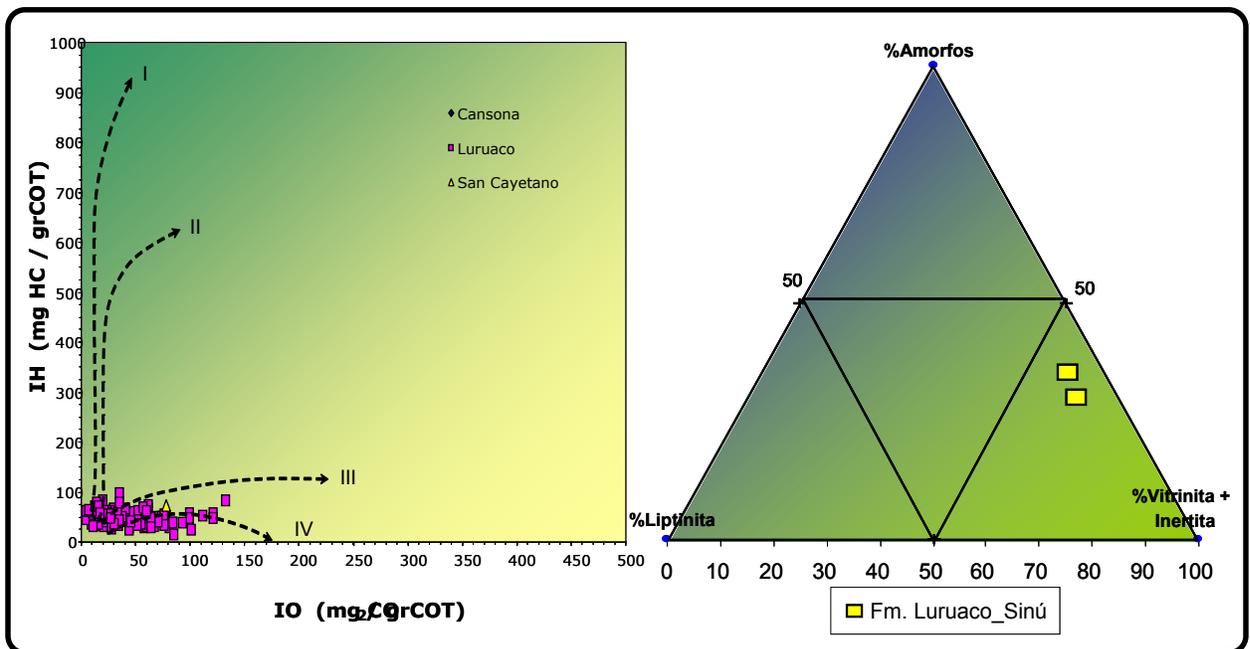
La madurez solo puede ser medida en algunas pocas muestras, permitiendo estimar que para el caso de las formaciones Luruaco y San Cayetano, la materia orgánica se encuentra en el rango de inmadura (con valores de %Ro cercanos a 0,5), y localmente en el inicio de ventana de generación (Tmax promedio mayor a 435°C). No fue posible determinar los valores de madurez de La formación Cansona por el bajo contenido de materia orgánica en las muestras analizadas.



**Figura 19.** Diagrama de %COT Versus PG (Potencial de Generación), para ilustrar el potencial generador actual de las rocas analizadas en cuenca Sinú-San Jacinto.



**Figura 20.** Izquierda: Diagrama IH Versus Tmax, en donde se puede observar los bajos valores de IH por efecto de la alta madurez alcanzada, especialmente por las rocas cretácicas. Derecha: Correlación de los datos de Tmax. Versus. %Ro (Reflectancia de la Vitrinita). Se observa una buena correlación entre los datos, sin embargo, los valores de %Ro están un poco por debajo de los valores de Tmax.



**Figura 21.** Izquierda: Diagrama de IO (Índice de Oxígeno en mg O<sub>2</sub>/gr COT) Versus IH (Índice de Hidrógeno en mg Hc / gr COT). Derecha: Diagrama triangular con los porcentajes de materia orgánica Amorfa, Liptinita y Vitrinita + Inertinita, obtenidos del análisis visual del kerógeno.

La **Tabla 12** presenta un resumen cualitativo de evaluación geoquímica de las rocas para las formaciones analizadas.

Los datos de los análisis petrográficos con el reporte individual de las muestras analizadas se encuentra en los respectivo anexos de este trabajo.

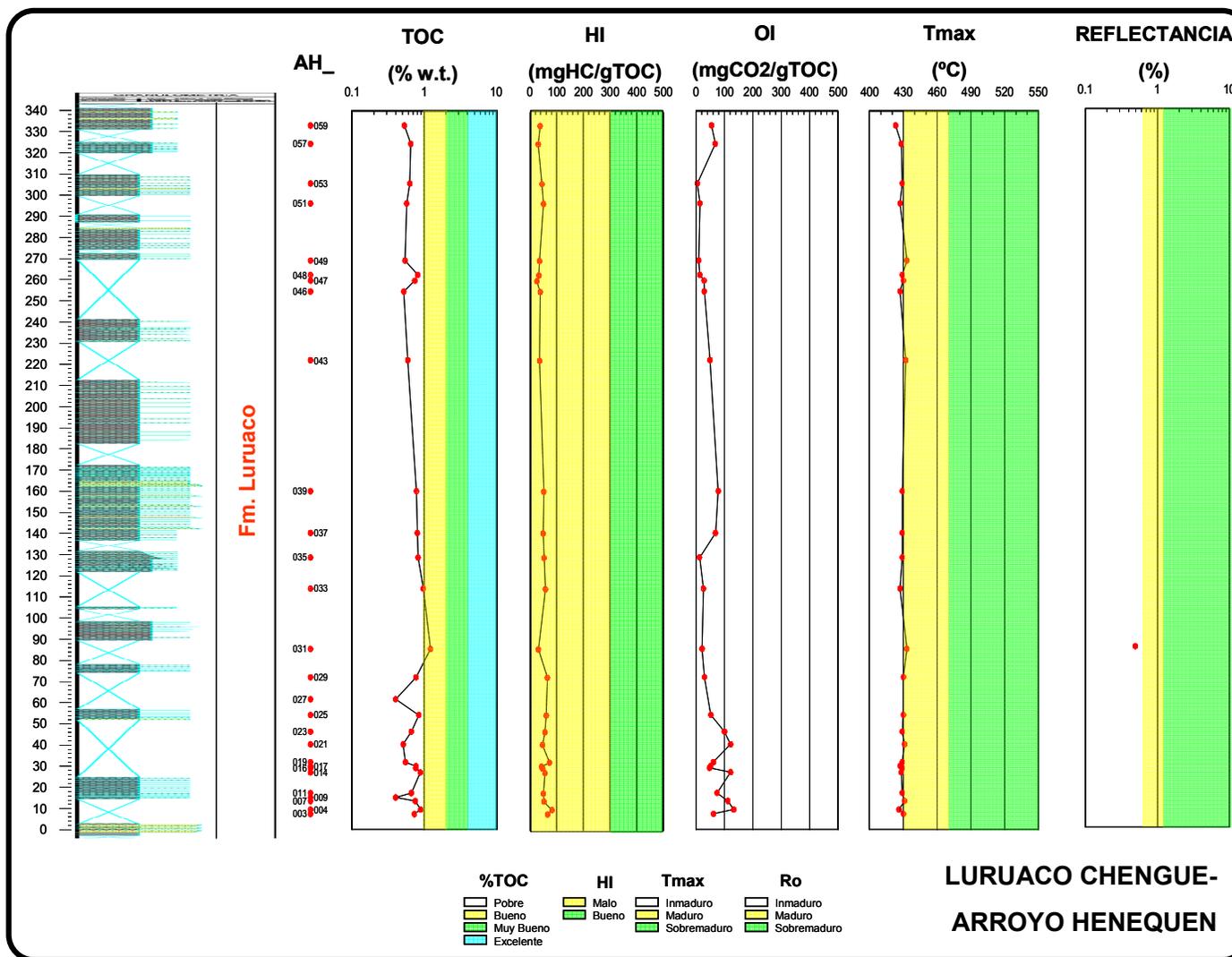
Mapas georeferenciados con información de %COT, IH, Tmax. y %Ro son incluidos como anexos digitales a este trabajo.

En los anexos correspondientes esta Cuenca, se incluyen perfiles geoquímicos para cada sección estratigráfica levantada en los trabajos previos de campo, para ilustrar las variaciones y los espesores aproximados que representan estas propiedades. La **Figura 22** es un ejemplo de estos perfiles, mostrando los parámetros de TOC, HI, OI y Tmax. para la sección estratigráfica Luruaco Chengue – Arroyo Henequen.

Debido a los muy bajos valores de S1 obtenidos en la pirólisis y los cuales indican la cantidad de bitumen disponible en la roca, no fue posible realizar evaluación de extractos para las muestras de esta Cuenca.

Edad	Unidades Evaluadas	Muestras Analizadas	Contenido Promedio M.O	Potencial Generación (PG)	Tipo M.O	Madurez	Roca Fuente en el Área	Tipo Hidrocarburo	Tipo de Posible Crudo Asociado
Terciario	San Cayetano	1	Muy Pobre	No	IV	Inmadura	No	No	No
	Luruaco	109	Muy Pobre	No	III y IV	Inmadura - Inicio Ventana	No	No	No
Cretácico	Cansona	24	Muy Pobre	No	III y IV	n.d.	No	No	No

**Tabla 12.** Síntesis de la evaluación geoquímica de rocas de la cuenca Cesar-Ranchería. Esta tabla se obtiene de los valores promedios de los parámetros geoquímicos estudiados por formación. De aquí se reconoce que las muestras analizadas para las formaciones Los Cuervos, Animas y La Luna, tienen características geoquímicas asociadas con roca fuente.



**Figura 22.** Perfiles de parámetros geoquímicos de roca para la sección estratigráfica de la formación Los Cuervos, levantada en trabajos anteriores en la carretera Victoria – Becerril. Perfiles para otras localidades son presentadas en los anexos de este trabajo.

#### 4.2.2 Evaluación de Crudos de Rezumadero

Un total de 7 muestras de rezumaderos han sido analizadas, de las cuales 3 están localizadas en cercanías del pozo San Sebastián-3, 1 en un afluente del río Sinú, en el municipio de San Sebastián y las otras 3 en alrededores a los pozos Perdices, en el municipio de Tubará (**Tabla 13**).

Los análisis realizados incluyen análisis *Bulk*: Gravedad API, Contenido de Azufre (%S), Contenido Niquel-Vanadio (ppm), análisis de Isótopos de Carbono ( $\delta^{13}C$  de la fracciones Saturados y Aromáticos), cromatografía líquida (LC o SARA); cromatografía gaseosa de crudo completo (GC), y cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas (GC-MS), de las fracciones de saturados y aromáticos.

Desde los análisis Bulk que se hacen sobre el crudo completo y los análisis de alta resolución realizados sobre las fracciones de saturados y/o aromáticos, se observa un claro contraste entre los parámetros geoquímicos estudiados, sugiriendo la presencia de 3 familias de crudos.

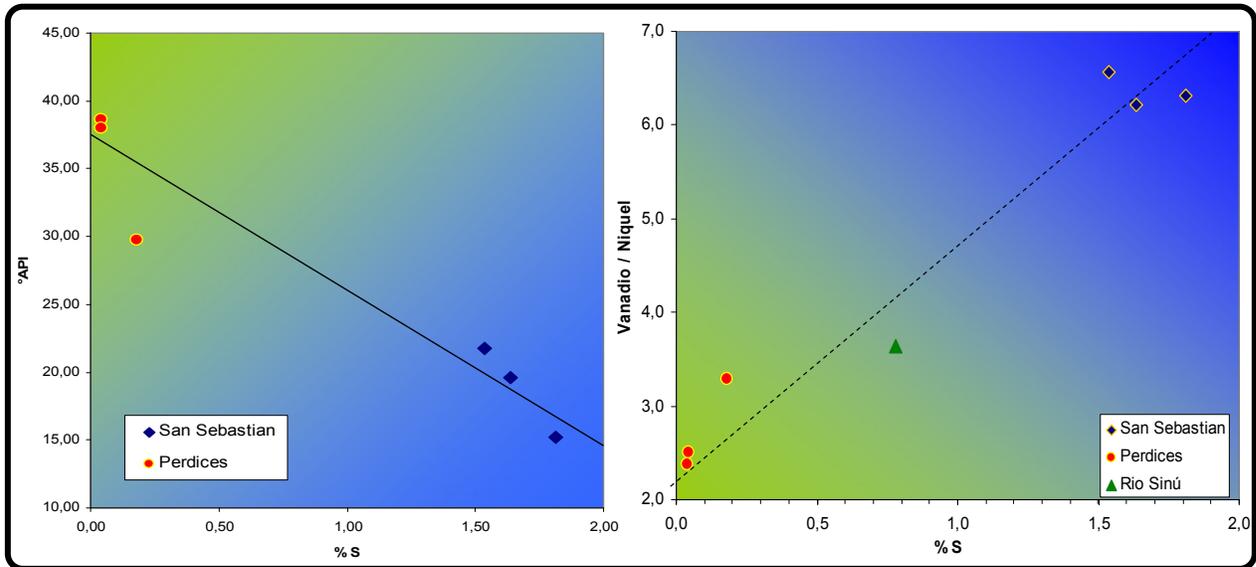
La gravedad API revela una gran variación de esta propiedad desde crudos livianos, en los rezumaderos Perdices (30 a 38°), hasta crudos pesados en los rezumaderos de San Sebastián (15 a 22°). Este parámetro muestra una muy buena correlación inversa con el Contenido de Azufre. A su vez el porcentaje de azufre presenta una buena correlación directa con la relación Vanadio / Niquel, como podría ser esperado para los dos casos (**Figura 23**).

Estos parámetros iniciales asociados a la calidad del crudo, dan información sobre el tipo de materia orgánica que originó estos crudos y las condiciones oxidantes o reductoras con que esta se depositó. Para el caso de San Sebastián, los crudos podrían relacionarse con un ambiente marino anóxico (condiciones reductoras), mientras que para los crudos de Perdices, las condiciones serían más oxidantes, relacionadas con un ambiente marino proximal o deltaico con mayor contribución de plantas superiores. Río Sinú se separa en valores intermedios a los dos grupos descritos anteriormente.

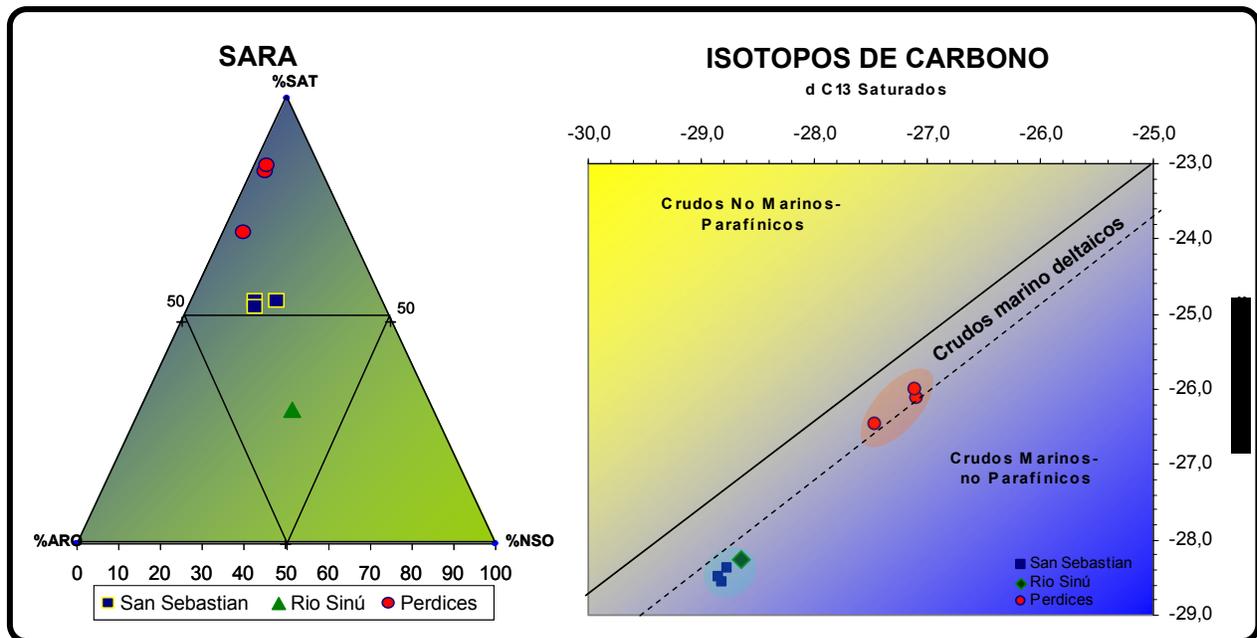
Los resultados de la cromatografía líquida permiten de nuevo separar los 3 grupos anteriormente mencionados, mostrando que los crudos de Perdices son más parafínicos que los de San Sebastián y que los del Río Sinú, este último registrándose como el más aromático de los tres (**Figura 24**). El mayor aporte de plantas superiores en los crudos más livianos y parafínicos, puede ser una explicación asociada a estas características.

Los análisis de isótopos de carbono ( $\delta^{13}C$ ) sobre las fracciones de saturados y aromáticos muestran un grupo de crudos de composición isotópica mucho más liviana (San Sebastián y Río Sinú), según lo propuesto por Sofer (1986), corresponderían a ambientes marinos no

parafínicos, mientras que los crudos de Perdices se ubican en la zona de transición indicando crudos marinos deltaicos (**Figura 24**).



**Figura 23.** Diagramas de correlación entre el Contenido de Azufre (%S) versus la Gravedad API (izquierda) y versus la relación Vanadio / Niquel (derecha), para los rezumaderos de la cuenca Sinú – San Jacinto.



**Figura 24.** Porcentajes de las fracciones de Resinas + Asfaltenos Versus Hidrocarburos Saturados obtenidos de la cromatografía líquida del bitumen o extracto de roca de muestras de la cuenca Cesar-Ranchería.

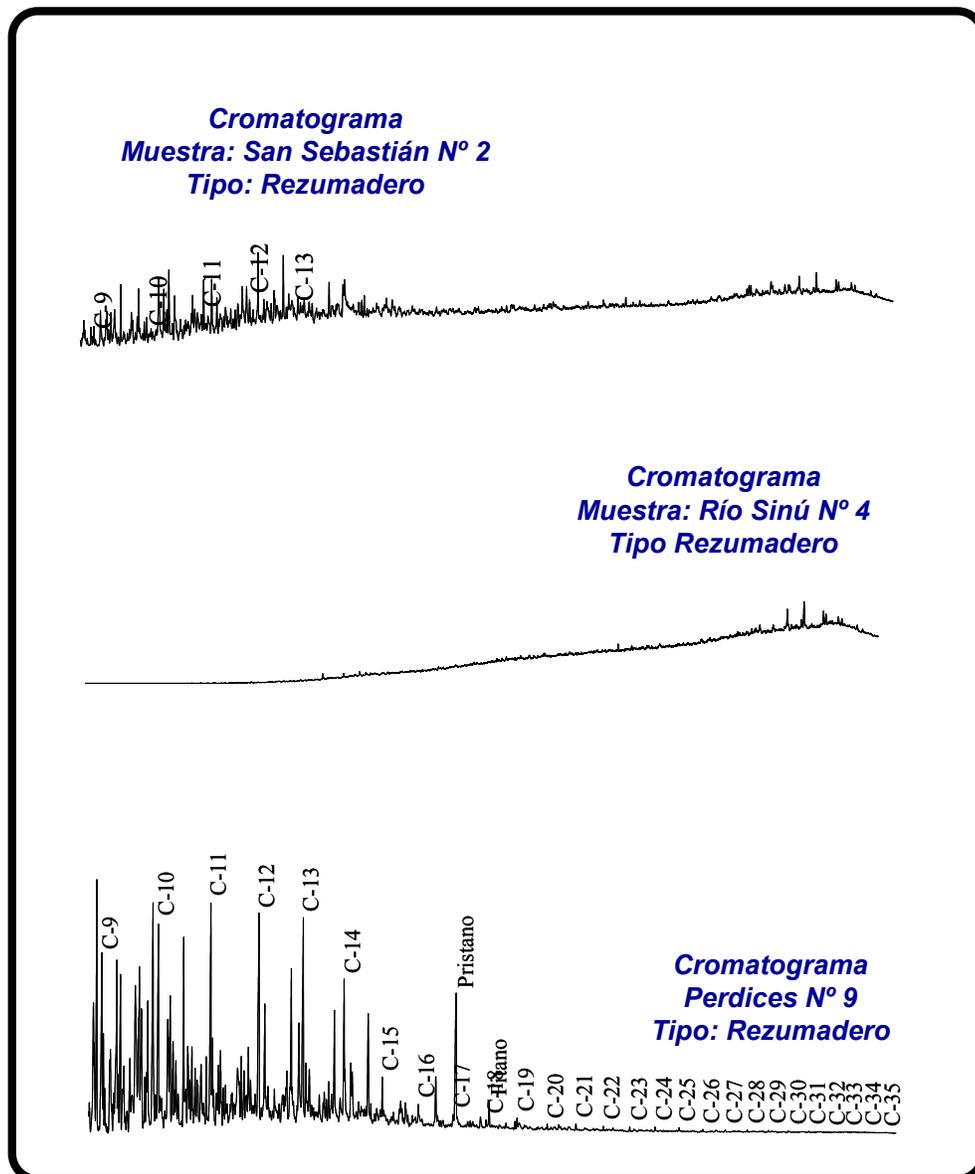
Rezumaderos Analizados						
Codigo Interno	Identificación de la muestra	Localidad	Coordenadas E	Coordenadas N	Cuenca	Tipo de Muestra
A010630015	San Sebastian N° 1	Cerca al pozo San Sebastián-3 Municipio de San Sebastián, vía a Lorica	812829,00	1513274,00	Sinú-San Jacinto	Rezumadero
A010630016	San Sebastian N° 2	Cerca al pozo San Sebastián-3 Municipio de San Sebastián, vía a Lorica	812834,00	1513281,00	Sinú-San Jacinto	Rezumadero
A010630017	San Sebastian N° 3	Cerca al pozo San Sebastián-3 Municipio de San Sebastián, vía a Lorica	812827,00	1513280,00	Sinú-San Jacinto	Rezumadero
A010630018	Río Sinú N° 4	Municipio de San Sebastián, orilla de un brazo del río Sinú-San Jacinto, barrio San Carlos	811665,00	1512335,00	Sinú-San Jacinto	Rezumadero
A010630019	Perdices N° 8	Municipio de Tubará Área pozo Perdices	902859,00	1699777,00	Sinú-San Jacinto	Rezumadero
A010630020	Perdices N° 9	Municipio de Tubará Área pozo Perdices	902799,00	1699698,00	Sinú-San Jacinto	Rezumadero
A010630021	Perdices N° 10	Municipio de Tubará Área pozo Perdices, Finca Andalucía	902788,00	1699705,00	Sinú-San Jacinto	Rezumadero

**Tabla 14.** Muestras de roca seleccionadas de rezumaderos de la Cuenca Sinú-San Jacinto analizados.

Cromatografía de Columna Abierta Líquida			Cromatografía Líquida				Análisis Bulk						
Código Interno	Identificación de la muestra	Localidad	%Saturados	%Aromáticos	% NSO	Sat/Aro	S (%)	Gravedad API	Vanadio (ppm)	Níquel (ppm)	V/Ni	δ13C Saturados	δ13C Aromáticos
A010630015	San Sebastian N° 1	Cerca al pozo San Sebastián-3 Municipio de San Sebastián, vía a Lorica	54,5	30,1	15,4	1,8	1,54	21,80	59,66	9,08	6,57	-28,8	-28,4
A010630016	San Sebastian N° 2	Cerca al pozo San Sebastián-3 Municipio de San Sebastián, vía a Lorica	53,4	30,8	15,8	1,7	1,64	19,60	94,11	15,15	6,21	-28,8	-28,5
A010630017	San Sebastian N° 3	Cerca al pozo San Sebastián-3 Municipio de San Sebastián, vía a Lorica	54,7	24,7	20,7	2,2	1,81	15,20	122,28	19,37	6,31	-28,8	-28,6
A010630018	Río Sinú N° 4	Municipio de San Sebastián, orilla de un brazo del río Sinú- San Jacinto, barrio San Carlos	30,2	33,4	36,4	0,9	0,78		177,42	48,78	3,64	-28,7	-28,3
A010630019	Perdices N° 8	Municipio de Tubará Área pozo Perdices	69,9	25,2	5,0	2,8	0,18	29,70	15,18	4,61	3,29	-27,5	-26,5
A010630020	Perdices N° 9	Municipio de Tubará Área pozo Perdices	83,7	13,1	3,2	6,4	0,04	38,60	2,83	1,19	2,38	-27,1	-26,1
A010630021	Perdices N° 10	Municipio de Tubará Área pozo Perdices, Finca Andalucía	84,9	12,2	2,9	7,0	0,05	38,00	3,31	1,32	2,51	-27,1	-26,0

**Tabla 15.** Resultados de los análisis de Cromatografía Líquida (LC) y *Bulk* e Isótopos de Carbono, para las muestras de rezumadero de la cuenca Sinú-San Jacinto.

La cromatografía de gases (GC), de crudo completo permite proponer que las muestras de los rezumaderos estudiados han sido alterados por biodegradación eliminando la gran mayoría de compuestos parafínicos, como en los casos de los rezumaderos de San Sebastián y Río Sinú. La presencia de parafinas de bajo peso molecular en los crudos de Perdices, adicionalmente sugieren un fenómeno posterior de *refreshing*, del que se deducen al menos dos pulsos de generación, un primer pulso, en el que la biodegradación consumió hasta las parafinas de más alto peso molecular y otro en el que llegó un crudo más liviano que mejoró la calidad del crudo original (**Figura 25**).



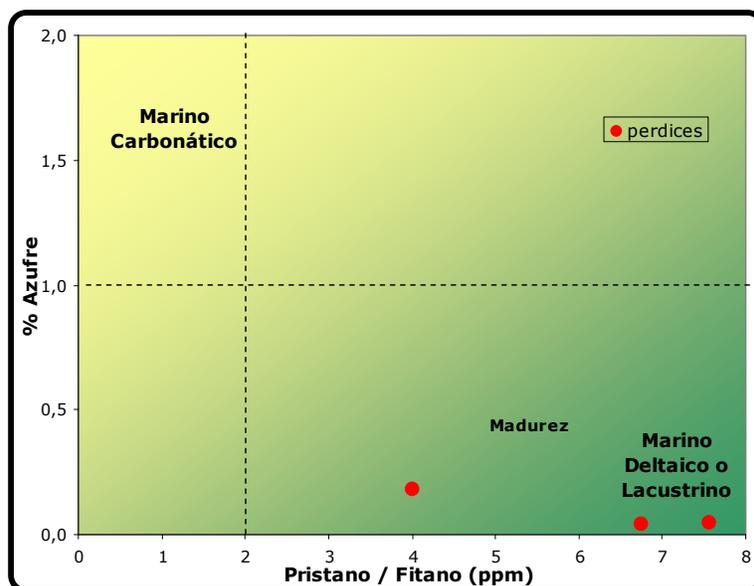
**Figura 25.** Cromatogramas de la fracción de saturados de los crudos de rezumadero de San Sebastián (parte superior), Río Sinú (parte media) y Perdices (parte inferior).

Solo ha sido posible obtener valores de las isoparafinas Pristano y Fitano en los crudos de Perdices, ya que en los otros rezumaderos, el estado de biodegradación eliminó estos compuestos (**Tabla 16**). La relación de Pristano / Fitano es mucho mayor que 2 indicando una proveniencia de ambientes oxidantes posiblemente asociados con un área de depósitos de carbón (Peters & Moldowan, 1993). Esto mismo es observado en el diagrama de Pristano / Fitano versus Contenido de Azufre (**Figura 26**), en donde los crudos de Perdices se ubican en la zona referida a ambiente marino deltaico.

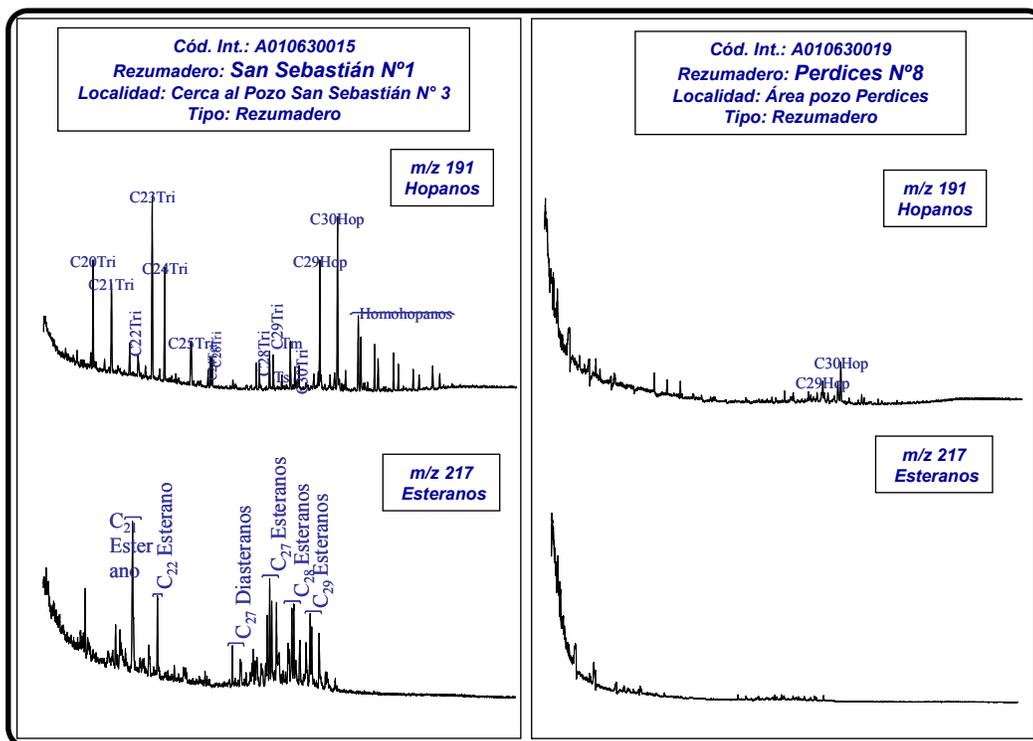
Cromatografía Gaseosa								
Codigo Interno	Identificación de la muestra	nC17	Pristano	nC18	Fitano	Pr/Fi	Pr/nC17	Fi/nC18
A010630015	San Sebastian Nº 1	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
A010630016	San Sebastian Nº 2	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
A010630017	San Sebastian Nº 3	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
A010630018	Río Sinú Nº 4	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
A010630019	Perdices Nº 8	58,0	80,0	55,0	20,0	4,00	1,38	0,36
A010630020	Perdices Nº 9	4,0	54,0	2,0	8,0	6,75	13,50	4,00
A010630021	Perdices Nº 10	n.d	53,0	n.d	7,0	7,57	n.d	n.d

**Tabla 16.** Valores de Parafinas e Isoparafinas obtenidos del análisis de Cromatografía de Gases (GC) de crudo completo, para las muestras de rezumaderos de la cuenca Sinú-San Jacinto. Las casillas con la sigla n.d. indican que el dato no está disponible para ese parámetro en particular.

Los análisis GC-MS para la fracción de saturados permiten caracterizar apropiadamente los rezumaderos de San Sebastián y Río Sinú, caso contrario con los crudos de Perdices en donde una gran parte de los compuestos terpanos (m/z 191) y esteranos (m/z 217), han desaparecido por efecto de una alta biodegradación (**Figura 27**).



**Figura 26.** Relación Fitano/nC18 Versus Pristano /nC17. Las franjas representan los tipos de kerógeno asociado a cada relación entre estos parámetros. En los extractos de roca de las formaciones la Luna y Aguasblancas las parafinas han sido biodegradadas totalmente.

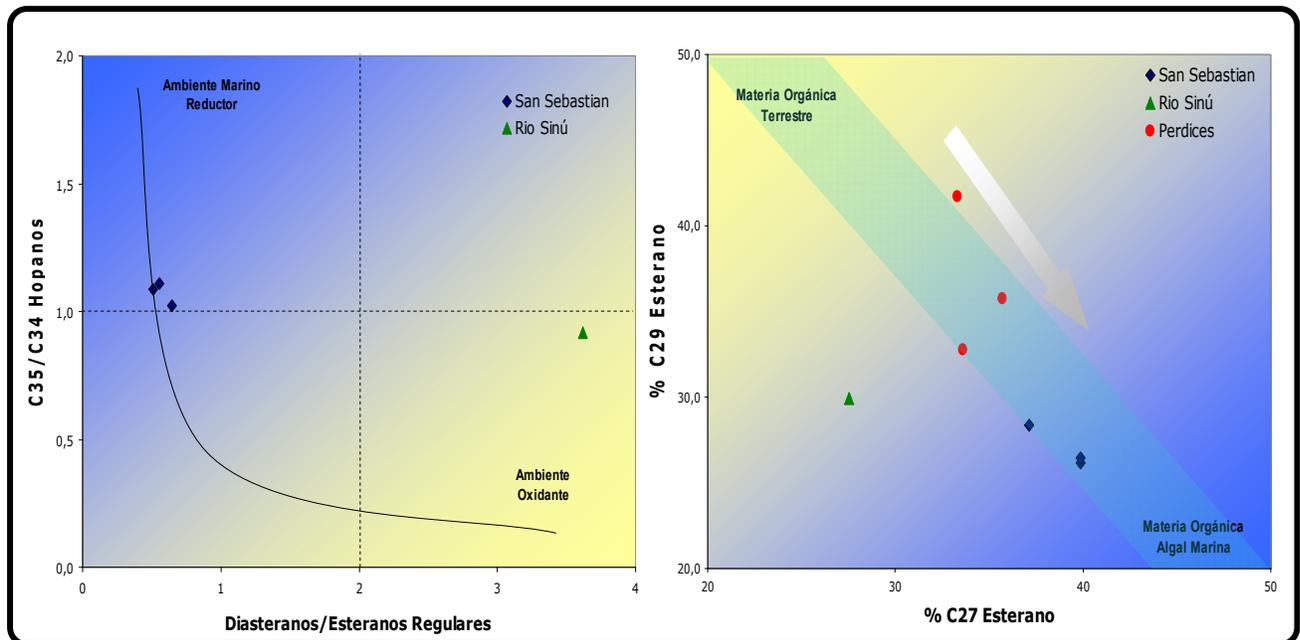


**Figura 27.** Fragmentogramas representativos m/z 191 (parte superior) y 217 (parte inferior), obtenidos de los análisis GC-MS para la fracción de saturados de los rezumaderos de San Sebastián (parte izquierda) y Perdices (parte derecha). Los fragmentogramas y reportes de cada una de las 7 muestras analizadas son encontrados en los anexos de este trabajo.

En la **Tabla 17** se listan las relaciones entre los compuestos biomarcadores obtenidos por GC-MS de la fracción saturados. En los anexos de este trabajo, se presentan los resultados individuales para cada muestra con sus respectivos fragmentogramas.

Los crudos de San Sebastián presentan una relación de C35 / C34 Hopanos mayor que uno indicadora de rocas fuente carbonáticas (Waples D. W., Machihara, T., 1991), mientras que valores altos de Diasteranos / Esteranos regulares indicadores de rocas fuente arcillosas y condiciones óxicas (Peters & Moldowan, 1993), son observados en el crudo de Río Sinú (**Figura 28**). Por efecto de la biodegradación intensa, en los crudos de Perdices no se detectan estos compuestos.

De manera similar pero dando información sobre facies orgánicas, en la **Figura 28** se ilustran el %C27 Esteranos, indicativo de materia orgánica algal marina, con lo mayores valores en los crudos de San Sebastian, versus el %C9 Esteranos, asociados a plantas superiores (Peters & Moldowan, 1993), con los mayores valores en los crudos de Perdices. El crudo de Río Sinú presenta valores intermedios a los dos grupos descritos anteriormente.



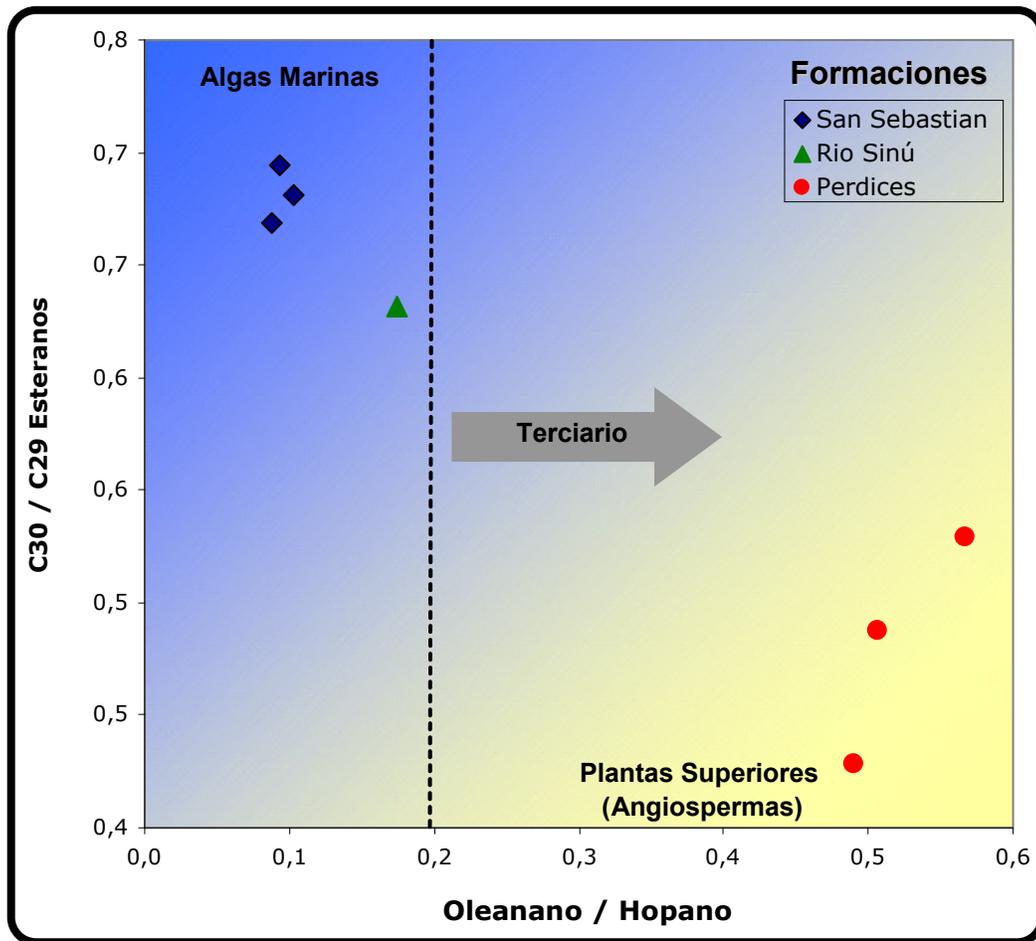
**Figura 28.** Parte izquierda: Diagrama de Diasteranos/Esteranos Regulares versus C35/C34 Hopanos. Estos compuestos han desaparecido por biodegradación, en los crudos de Perdices. Parte derecha: Diagrama de %C27 Esteranos versus %C29 Esteranos, ilustrando las facies orgánicas de los crudos analizados.

Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masas (Análisis de Biomarcadores) - Fracción Saturados																															
Codigo Interno	Identificación de la muestra	Ts/Tm	Diasteranos/esteranos regulares	C35/C34 Hopanos extendidos	Tricíclicos/Hopanos	%C27 Esteranos	%C28 Esteranos	%C29 Esteranos	C28/C29 Esteranos	C30 / C29 Esteranos	Tet24/Tri26	C23 Tricíclicos / C24 Tetracíclicos	C29/C30 Hopano	Oleanano/Hopano	Gammacerano/Hopano	Esteranos / Hopanos	C29 Esteranos S / (S+R)	C31S/S+R Hopanos	Ts/ Ts+Tm	Tet24/Hopano	C23tri/Hopano	25Nor/Hopano	OI/OH-C30 Hop	Ga/Ga+C30 Hop	C29Norh/C29Norh+C30 Hop	C24Tei/C24Te+C26Tri	C25/C26 Tricíclicos	C30 Esteranos /C27..29 Esteranos	Dias C27/Dias Reg +C27aaa R	%Esteranos de cadena corta	C29bb/(aa+bb)
A010630015	San Sebastian N° 1	0,28	0,55	1,11	1,13	39,9	34,0	26,2	1,23	0,17	0,58	10,68	0,69	0,09	0,04	0,52	0,45	0,59	0,22	0,10	1,06	0,02	0,09	0,04	0,02	0,37	1,51	0,03	0,36	29,8	0,6
A010630016	San Sebastian N° 2	0,29	0,65	1,02	1,20	39,9	33,7	26,5	1,20	0,15	0,58	11,79	0,67	0,09	0,04	0,52	0,42	0,59	0,23	0,10	1,16	0,07	0,08	0,04	0,06	0,37	1,47	0,02	0,39	34,0	0,6
A010630017	San Sebastian N° 3	0,29	0,51	1,08	1,03	37,1	34,5	28,4	1,18	0,12	0,58	10,44	0,68	0,10	0,04	0,52	0,44	0,58	0,22	0,10	1,03	0,07	0,09	0,04	0,06	0,38	1,49	0,02	0,34	28,7	0,6
A010630018	Río Sinú N° 4	0,44	3,62	0,92	0,81	27,5	42,5	29,9	1,42	1,31	0,86	8,51	0,63	0,17	0,03	0,09	0,51	0,58	0,31	0,09	0,78	0,06	0,15	0,03	0,06	0,47	1,54	0,19	0,78	49,4	0,4
A010630019	Perdices N° 8	1,11	n.d.	n.d.	n.d.	33,3	25,0	41,7	0,77	0,62	1,33	4,51	0,43	0,49	n.d.	n.d.	n.d.	0,57	0,53	0,12	0,54	0,12	0,33	n.d.	0,11	0,53	1,43	0,14	n.d.	n.d.	n.d.
A010630020	Perdices N° 9	1,33	n.d.	n.d.	n.d.	33,6	33,6	32,7	1,00	0,63	1,25	3,99	0,53	0,57	0,15	n.d.	n.d.	0,61	0,57	0,19	0,75	0,17	0,36	0,13	0,15	0,53	1,11	0,11	n.d.	n.d.	n.d.
A010630021	Perdices N° 10	0,85	n.d.	n.d.	n.d.	35,7	28,6	35,7	0,68	0,45	0,75	5,63	0,49	0,51	n.d.	n.d.	n.d.	0,55	0,46	0,12	0,66	0,12	0,34	n.d.	0,10	0,43	1,50	0,10	n.d.	n.d.	n.d.

**Tabla 17.** Relaciones entre los compuestos biomarcadores de la fracción saturados obtenidos por GC-MS de las muestras de extracto de roca de la cuenca Cesar Ranchería. Los resultados de los compuestos independientes se encuentran en los anexos de este trabajo.

Una información de relevancia y adicional a la suministrada anteriormente sobre las facies orgánicas de los crudos analizados, es dada por la presencia del compuesto Oleanano, indicador de plantas angiospermas que aparecen en el Cretáceo superior y se desarrollan y explotan globalmente durante el Terciario y C30 Hopano (Moldowan et al 1995).

En la **Figura 29** se ilustran las relaciones Oleanano/C30 Hopano versus C30 / C29 Esteranos (indicador de aporte algal marino), confirmando las facies orgánicas identificadas anteriormente (Figura 27) y permitiendo sugerir para los crudos de Perdices, un origen en rocas fuente terciarias con alto aporte de materia orgánica superior, en contraste con lo observado en los crudos de San Sebastián y Perdices.

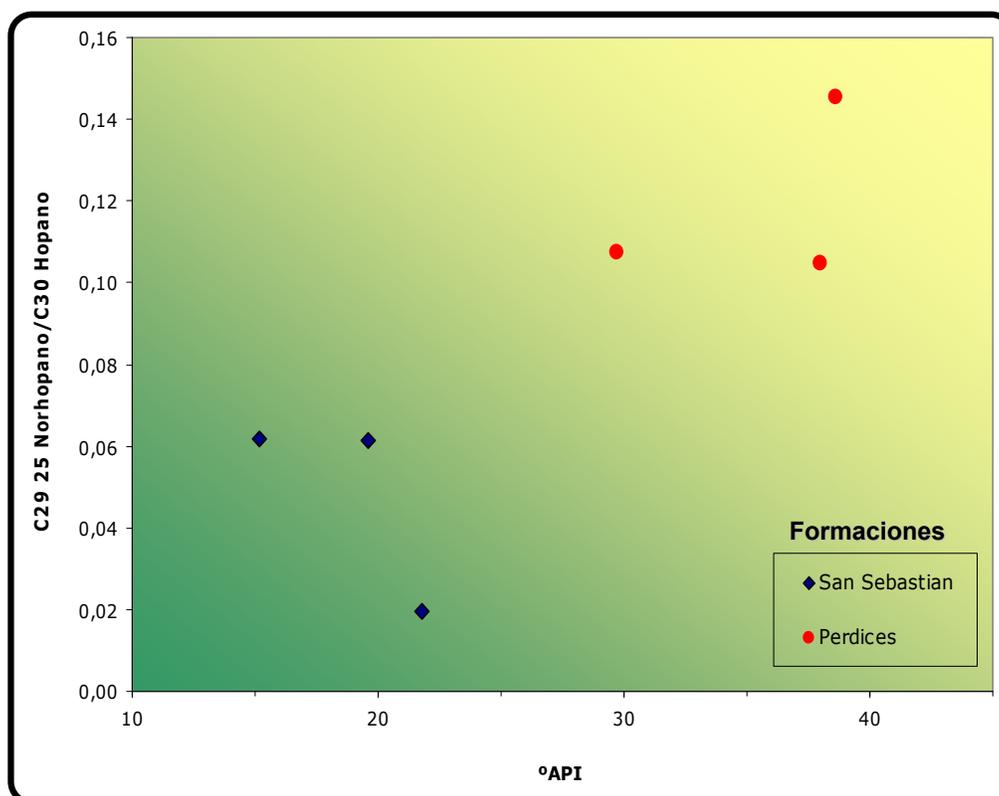


**Figura 29.** Diagrama de las relaciones Oleanano / Hopano versus C30 / C29 Esteranos, como parámetros indicadores de facies orgánicas de los crudos.

Los procesos de biodegradación actuales y pasados que han afectado las propiedades originales de los crudos, se reflejan entre otros, en los bajos valores de gravedad API y en los cromatogramas de gases sin picos de parafinas, como es el caso de los rezumaderos de

San Sebastián y Rio Sinú; mientras que para los crudos de Perdices, éstos se reflejan en los fragmentogramas con la ausencia de una gran parte de los compuestos terpanos y esteranos (m/z 191 y 217 respectivamente, ver Figura 27) y en los valores de la relación C29-25 Norhopano / Hopano, relacionada con biodegradación en el yacimiento (Wenger & Isaksen, 2002).

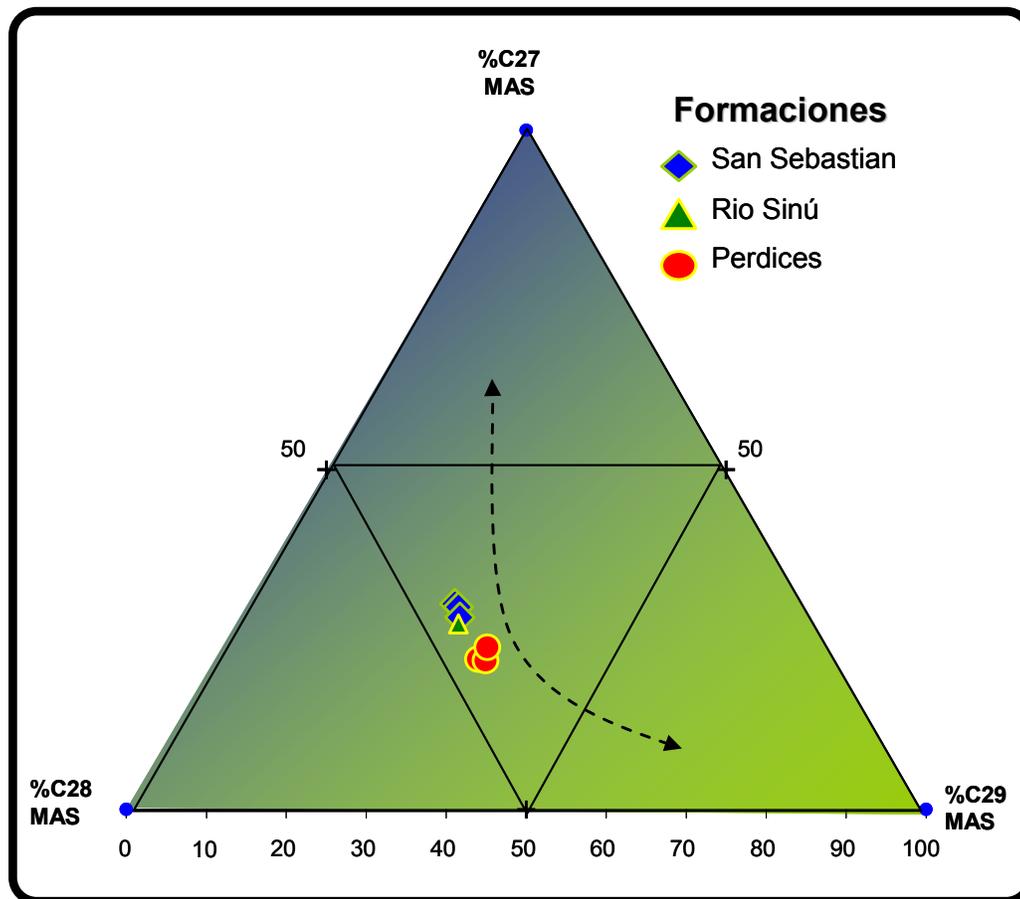
Al comparar la gravedad API con la relación C29-25 Norhopano / Hopano (**Figura 30**), es interesante observar que los crudos con mejor °API (Perdices), tienen los valores más altos de esta relación y lo contrario sucede con los crudos de San Sebastián (baja °API y bajos valores de C29-25 Norhopano), sugiriendo para el primer grupo de crudos procesos de Paleobiodegradación y posterior *refreshing*, mientras que para los segundos, procesos de biodegradación actuales o más recientes.



**Figura 30.** Diagrama de la Gravedad API versus la relación C29-25 Norhopanos para los rezumaderos de San Sebastián y Perdices.

En la **Tabla 18** se listan las principales relaciones entre compuestos compuestos mono y triaromáticos esteroides, fenantrenos y dibenzotiofenos, usadas en la evaluación geoquímica de crudos.

La distribución de los compuestos esteroides monoaromáticos C27, C28 y C29 en un diagrama ternario, representando su contenido en porcentaje (**Figura 31**), ilustra una pequeña pero clara separación entre los rezumaderos de San Sebastián – Río Sinú y los de Perdices, permitiendo asociar y confirmar este contraste con la facies orgánica de la roca fuente (Moldowan & Fago, 1985), descrita anteriormente.

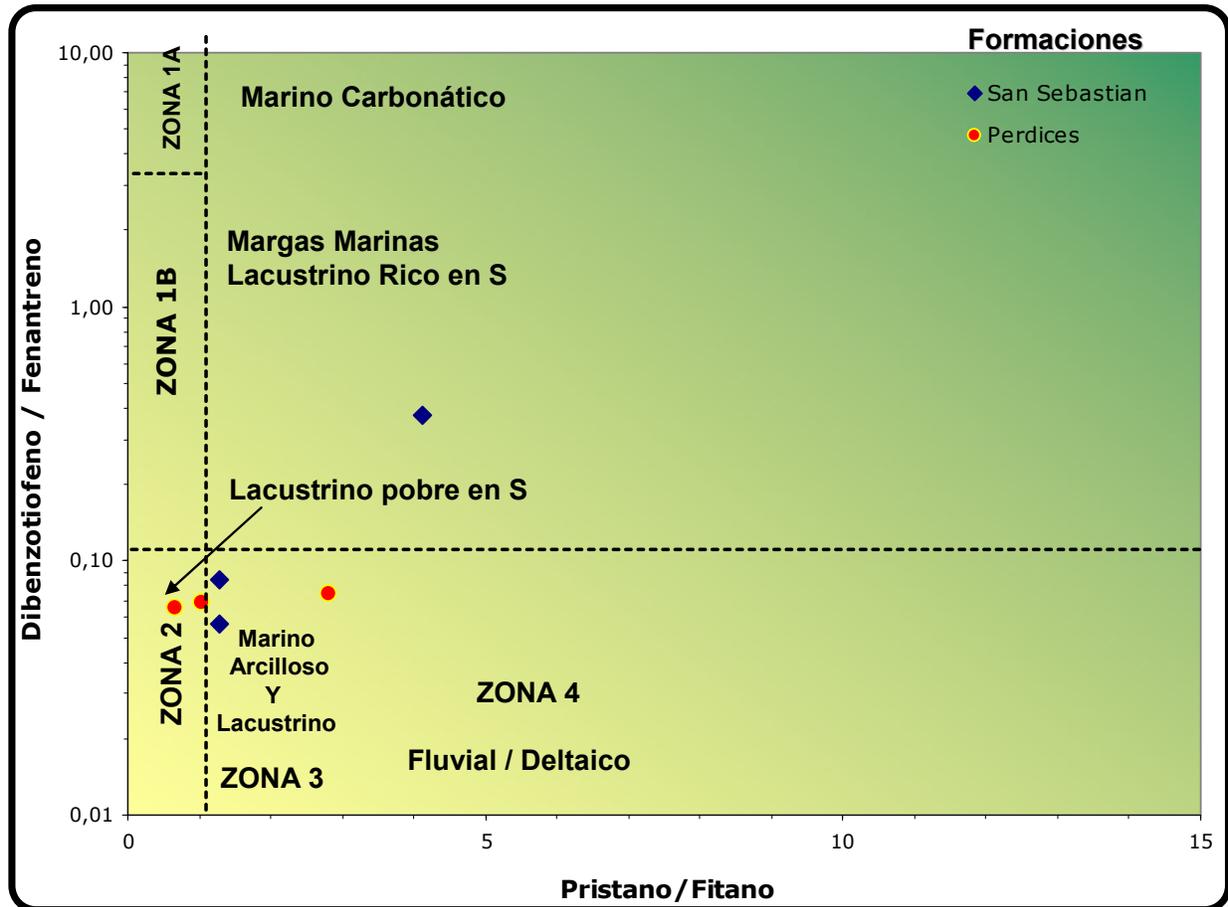


**Figura 31.** Diagrama Ternario de los compuestos esteroides monoaromáticos C27, C28 y C29 en porcentaje.

La correlación propuesta por Hughes, W. et al (1995), entre la relación Dibenzotiofeno / Fenantreno (DBT/F, parámetro asociado a ambiente de depositación de la roca fuente), y la relación Pristano / Fitano, ubica la mayoría de crudos en las áreas relacionadas con ambientes marinos deltaicos o lacustrinos bajos en contenido de azufre (**Figura 32**). Esto concuerda con lo descrito anteriormente para los crudos de Perdices, sin embargo, para los crudos de San Sebastián ocurre lo contrario. Lo anterior sugiere que estos crudos están compuestos por una mezcla de crudos de diferentes fuentes.

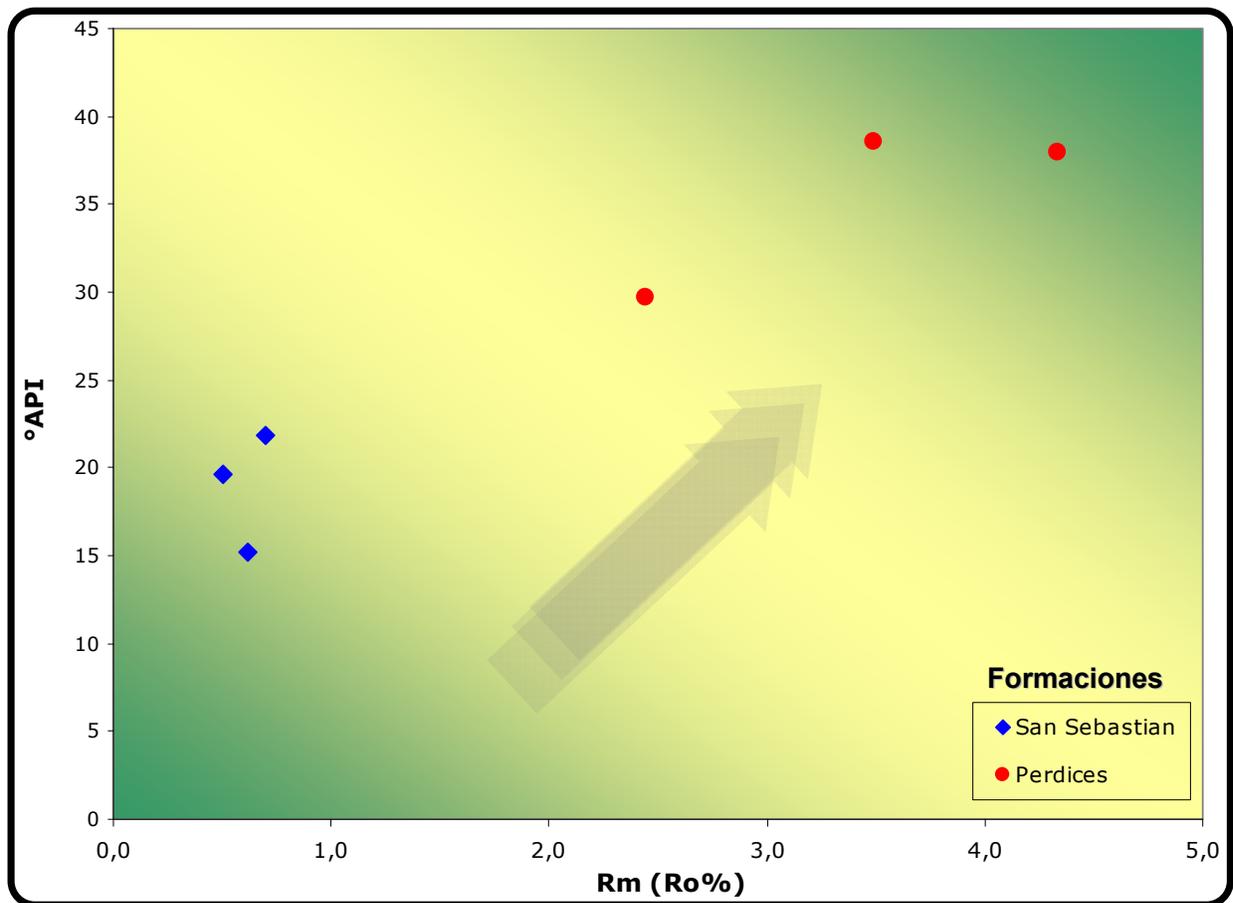
Codigo Interno	Identificación de la muestra	MONO- TRI AROMATICOS ESTEROIDES (TAS)														m/z 245		FENANTRENOS NAFTALENOS Y DIBENZOTIOFENOS														NEW RATIOS				
		(C20+C21)/S TAS	TAS #1 20/20+27	TAS #2 21/21+28	%26 TAS	%27 TAS	%28 TAS	%29 TAS	C28/C26 20S TAS	C28/C27 20R TAS	Dia/Regular C27 MAS	%27 MAS	%28 MAS	%29 MAS	(C21+C22)/S MAS	TAS/(MAS+TAS)	TA28/(TA28+MA29)	Dinosteroid Index	C4/C3+C4 Mester	MPI-1	MPI-2	Rc(a) If Ro < 1.3 (Ro%)	Rc(b) If Ro > 1.3 (Ro%)	DNR-1	DNR-2	TNR1	TDE-1	TDE-2	MDR	Rm (Ro%)	MDR23	MDR1	DBT/Phenanthrene	PNR	MDPNR	Dinosteroid Index 2
A010630015	San Sebastian Nº 1	0,18	0,33	0,44	19,42	46,97	29,26	4,34	1,45	0,62	1,87	30,25	43,79	25,96	0,15	0,60	0,62	0,53	0,60	0,70	0,74	0,79	1,88	3,87	2,46	0,88	2,86	0,47	1,81	0,70	0,60	0,47	0,38	0,53	0,83	0,30
A010630016	San Sebastian Nº 2	0,19	0,31	0,44	19,18	46,06	30,07	4,69	1,39	0,65	1,86	29,76	43,60	26,64	0,15	0,62	0,63	0,53	0,60	0,71	0,74	0,80	1,87	2,82	1,92	0,85	2,52	0,46	0,40	0,51	2,36	2,88	0,06	0,52	0,68	0,29
A010630017	San Sebastian Nº 3	0,17	0,30	0,42	17,84	45,73	31,60	4,83	1,69	0,69	1,86	28,24	44,21	27,55	0,15	0,71	0,72	0,54	0,59	0,71	0,68	0,80	1,87	1,75	1,54	0,73	2,26	0,49	1,02	0,62	0,94	1,00	0,08	0,52	0,45	0,30
A010630018	Río Sinú Nº 4	0,14	0,28	0,33	20,16	44,06	31,87	3,91	1,53	0,72	1,05	27,32	44,83	27,85	0,09	0,42	0,44	0,51	0,59	0,49	0,37	0,66	2,01	3,04	2,15	1,08	3,00	0,38	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
A010630019	Perdices Nº 8	0,38	0,67	0,59	23,97	36,29	39,74	n.d.	1,81	1,10	1,42	22,13	44,95	32,92	0,20	0,49	0,46	0,42	0,51	0,67	0,50	0,77	1,90	2,38	1,27	1,10	3,51	0,36	8,03	2,45	0,25	0,08	0,07	0,48	0,55	0,24
A010630020	Perdices Nº 9	0,47	0,73	0,68	24,47	36,07	39,46	n.d.	1,82	1,09	1,73	21,89	44,10	34,01	0,25	0,63	0,59	0,40	0,52	0,66	0,61	0,77	1,90	5,92	2,97	1,15	3,27	0,40	8,99	3,49	0,21	0,05	0,07	0,52	0,63	0,21
A010630021	Perdices Nº 10	0,47	0,74	0,69	24,66	34,81	40,53	n.d.	1,76	1,16	2,38	23,87	42,91	33,22	0,30	0,69	0,67	0,39	0,50	0,68	0,62	0,78	1,89	5,41	2,83	1,26	3,02	0,40	9,59	4,33	0,25	0,06	0,07	0,51	0,67	0,20

**Tabla 18.** Relaciones entre los compuestos biomarcadores de la fracción de aromáticos obtenidos por GC-MS de las muestras de rezumaderos de la cuenca Sinú – San Jacinto. Los resultados de los compuestos independientes y la nomenclatura empleada para abreviar los títulos de las de estas relaciones, se encuentran en los anexos de este trabajo.



**Figura 32.** Correlación inversa entre la relación Pristano / Fitano de los compuestos saturados y la relación Dibenzotiofeno / Fenantreno de los compuestos aromáticos. Las zonas en el diagrama asociadas con ambientes de depositación son propuestas por Hughes, W. et al (1985).

Entre las aplicaciones importantes de la evaluación de la fracción de compuestos aromáticos es la determinación del nivel de madurez de la roca fuente en el momento en que ésta generó el hidrocarburo. Con la formulación propuesta por Radke et al (1986), entre los metildibenzotiofenos se ha calculado un valor de Reflectancia equivalente ( $R_m$ ) y se ha comparado con la gravedad API de los rezumaderos (**Figura 33**), sugiriendo que los crudos de Perdices fueron generados en niveles muy avanzados de madurez de la roca fuente, mientras que los de San Sebastián serían generados en fases tempranas de madurez de su correspondiente roca fuente.



**Figura 33.** Correlación directa entre los valores de Reflectancia de la vitrinita (%Ro), obtenida directamente por Petrografía Orgánica y Reflectancia equivalente (%Rm), obtenida a partir de la ecuación propuesta por Radke et al (1986), a partir de los compuestos aromáticos Metildibenzotiofenos (MDBT).

Los datos analíticos detallados de los análisis de GC-MS de aromáticos y sus correspondientes fragmentogramas se encuentran debidamente organizados en los anexos de este trabajo.

En resumen para la cuenca Sinú-San Jacinto, a partir de lo observado en los datos analíticos de los 3 grupos de rezumaderos (San Sebastián, Perdices y Río Sinú), se puede proponer la existencia de al menos 2 familias de crudos, cada una con una historia compleja de formación:

### **Crudo de Rezumaderos de Perdices (3 muestras):**

Crudo parafínico liviano bajo en azufre (de excelente calidad a pesar de encontrarse en rezumaderos), conformado por una mezcla compleja de por lo menos 2 pulsos de generación: el primero fuertemente paleobiodegradado, al punto de no solo consumir las parafinas normales y ramificadas, sino que también, la mayoría de compuestos terpanos y

esteranos. Estas condiciones hacen difícil reconocer características del crudo original. El segundo pulso, conformado por un crudo muy liviano a condensado proporcionando un fenómeno conocido como *refreshing* sobre el crudo original. Asociado a rocas marino deltaicas terciarias, probablemente relacionadas con niveles carbonosos y materia orgánica predominantemente superior, originado en una fase de madurez de la roca bastante elevada.

**Crudo de Rezumaderos de San Sebastian (3 muestras):**

Crudo parafínico pesado con alto contenido de azufre y biodegradación actual o reciente (afectando solo a las parafinas normales y ramificadas), cuyo origen estaría relacionado con rocas marino carbonáticas, posiblemente de edad cretácico, depositadas en ambientes anóxicos y materia orgánica principalmente algal, generado aparentemente en una fase temprana de madurez de la roca fuente. La información de los aromáticos podría estar indicando no muy claramente, una posible mezcla, con crudos de origen marino deltaico (estos últimos en mucha menor proporción).

**Crudo de Rezumadero de Río Sinú (1 muestra):**

Con características, en muchos casos muy similares a las observadas en los crudos de San Sebastián, sin embargo, algunos parámetros particulares podrían indicar una mezcla con aporte menor de crudos más próximas.

### 4.3 CUENCA CHOCÓ

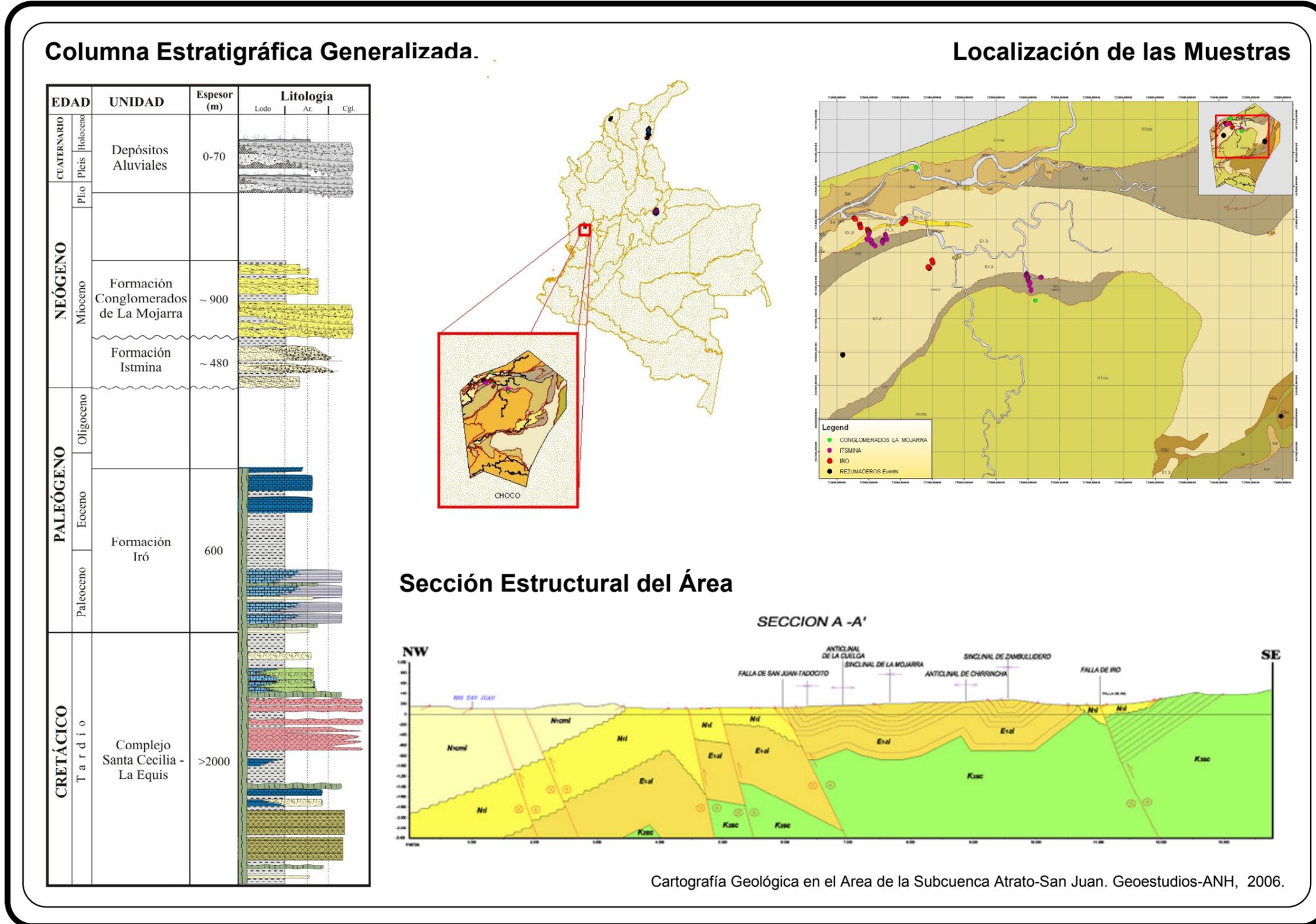
La zona de estudio geológico cubre un área de 540 Km<sup>2</sup> ubicada al sur de Quibdó, en inmediaciones de los municipios de Playa de Oro, Tadó, Istmina, Santa Rita y Condoto, dentro de la subcuenca Atrato. El muestreo fue realizado por la empresa Geoestudios, como parte del trabajo de cartografía geológica para la ANH en el año 2006. Las muestras seleccionadas para la caracterización geoquímica provienen del NW del área, en el valle del río San Juan, de rocas de las formaciones terciarias Iró, Istmina y Conglomerados de la Mojarra. En la **Figura 34** se ilustran el mapa de distribución geográfica de las muestras, la columna estratigráfica generalizada y una sección estructural del área.

De esta cuenca se seleccionaron 114 muestras de roca a las cuales se les hizo análisis de TOC. Con los resultados obtenidos se seleccionaron 88 de ellas para análisis de pirólisis Rock-Eval y 20 para petrografía orgánica. No fue posible obtener muestras para análisis de extractos de roca por los bajos valores asociados a bitumen en la roca. Igualmente, no se hallaron impregnaciones ni rezumaderos para analizar.

Algunas muestras se encontraban meteorizadas.

Las localidades en donde se realizaron los muestreos son listadas a continuación:

La Cuelga  
La Larga  
Manantial  
Manungara  
San Bernabé  
Santa Catalina 2  
Río San Juan



**Figura 34.** Mapa de distribución geográfica de las muestras dentro de la Cuenca Chocó. Columna estratigráfica generalizada para el área y sección estructural. Las formaciones analizadas se encuentran resaltadas en la columna estratigráfica.

### 4.3.1 Evaluación de Roca

La **Figura 35** ilustra en un mapa del área la distribución geográfica y geológica de las muestras de roca analizadas. Los resultados analíticos empleados para la evaluación de roca se encuentran listados en su totalidad en el **Anexo III** a este trabajo.

Dentro de los análisis de roca realizados para esta cuenca se tienen:

Contenido de Materia Orgánica Total (TOC): 114 muestras

Pirólisis Rock-Eval: 88 muestras

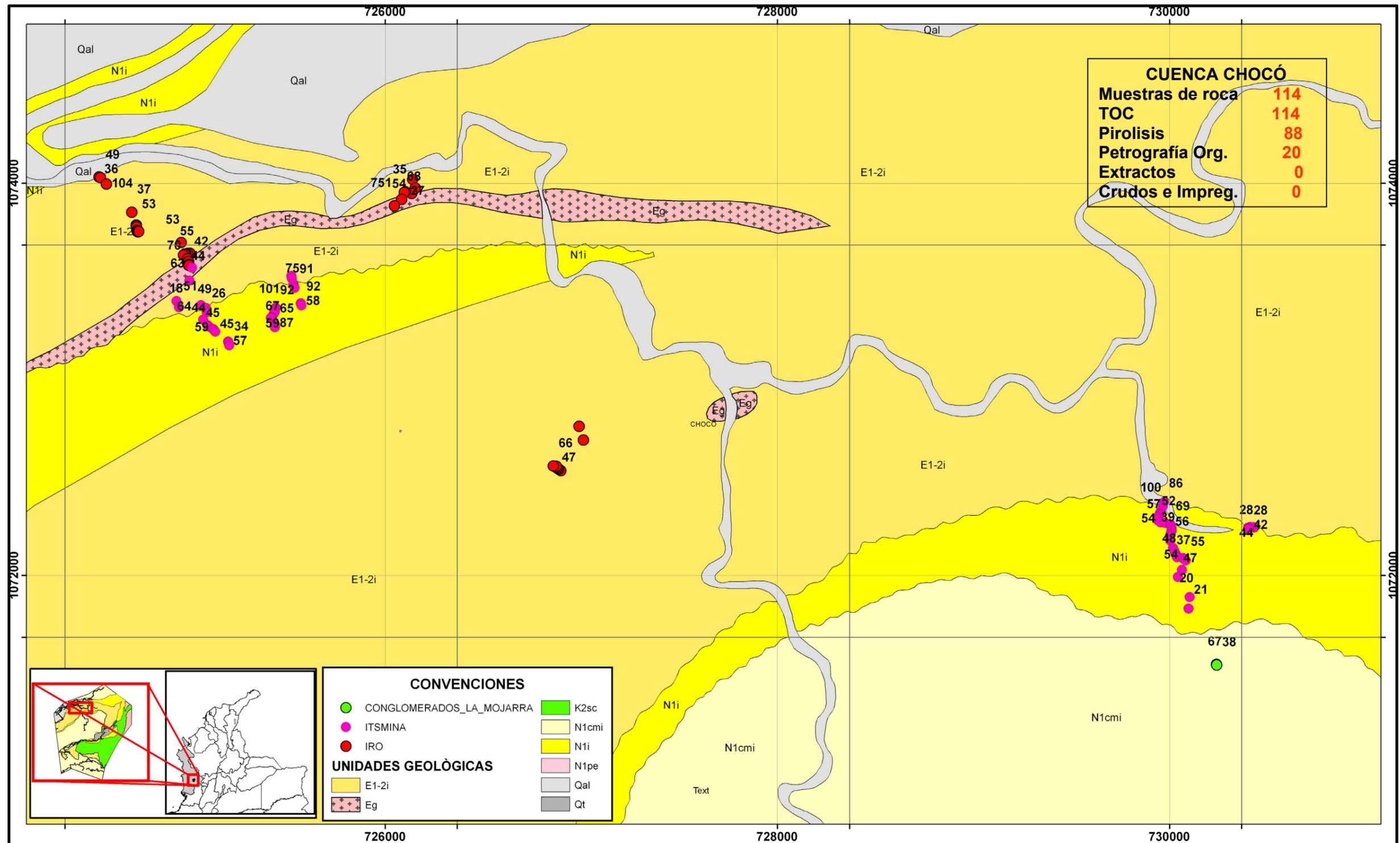
Petrografía Orgánica: 20 muestras

La **Tabla 19** presenta el número de muestras analizadas por localidad y un valor promedio del parámetro medido en cada sección. Esta información es reorganizada por unidades estratigráficas en la **Tabla 20**.

Las propiedades actuales de cantidad y calidad de la materia orgánica obtenidas a partir de de los análisis de TOC y pirólisis Rock Eval en general no son favorables para la generación de hidrocarburos (**Figura 36**), incluso la formación Iró, reconocida en otros sectores de la cuenca con un excelente potencial de generación (García, et al, 2001), en esta zona no presenta características para considerarse como roca fuente.

LOCALIDAD	VALORES PROMEDIO										
	# de muestras	TOC Wt. %	# de muestras	S1	S2	S3	Tmax	HI	OI	S1/	PI
				mg/g	mg/g	mg/g				TOC	
LA CUELGA	8	0,38	2	0,05	0,67	0,19	441	56	21	4,27	0,07
LA LARGA	32	0,85	32	0,04	0,41	0,49	452	48	59	4,57	0,09
MANANTIAL	7	1,54	6	0,22	8,46	0,20	439	165	13	5,99	0,07
MANUNGARA	7	0,85	6	0,03	0,34	0,37	447	37	40	3,60	0,09
SAN BERNABE	39	0,66	25	0,04	0,49	0,71	439	53	98	4,86	0,09
SANTA CATALINA 2	19	0,89	15	0,05	0,91	0,47	437	84	52	5,49	0,07
RIO SAN JUAN	2	0,63	2	0,05	0,28	0,49	449	44	78	7,17	0,14
AREA DE ESTUDIO	114	0,80	88	0,05	1,07	0,52	444	63	64	4,89	0,09

**Tabla 19.** Listado de localidades muestreadas en la cuenca Chocó indicando el número de análisis de roca realizados y los valores promedios de los parámetros geoquímicos medidos. Se ha resaltado con color amarillo las localidades en los que se encuentran muestras con buen contenido de materia orgánica (TOC>1%).



**Figura 35.** Mapa geológico del sector de la cuenca Chocó de donde se seleccionaron las muestras de roca para los análisis geoquímicos realizados en este trabajo. Los valores corresponden a datos de %COT.

FORMACIÓN		TOC	S1	S2	S3	Tmax	HI	OI	S1/TOC	PI
CONGLOMERADO LA MOJARRA	Nº Datos	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Promedio	0,61	0,04	0,29	0,50	450	48	83	6,95	0,13
ITSMINA	Nº Datos	72	64	64	64	64	64	64	64	64
	Promedio	0,85	0,04	0,54	0,48	446	56	57	4,73	0,09
IRO	Nº Datos	38	20	20	20	20	20	20	20	20
	Promedio	0,72	0,09	2,89	0,65	439	87	83	4,98	0,08

**Tabla 20.** Número de análisis realizados y promedios por formación para la cuenca Chocó. Los valores detallados para cada muestra se encuentran en los anexos a este documento.

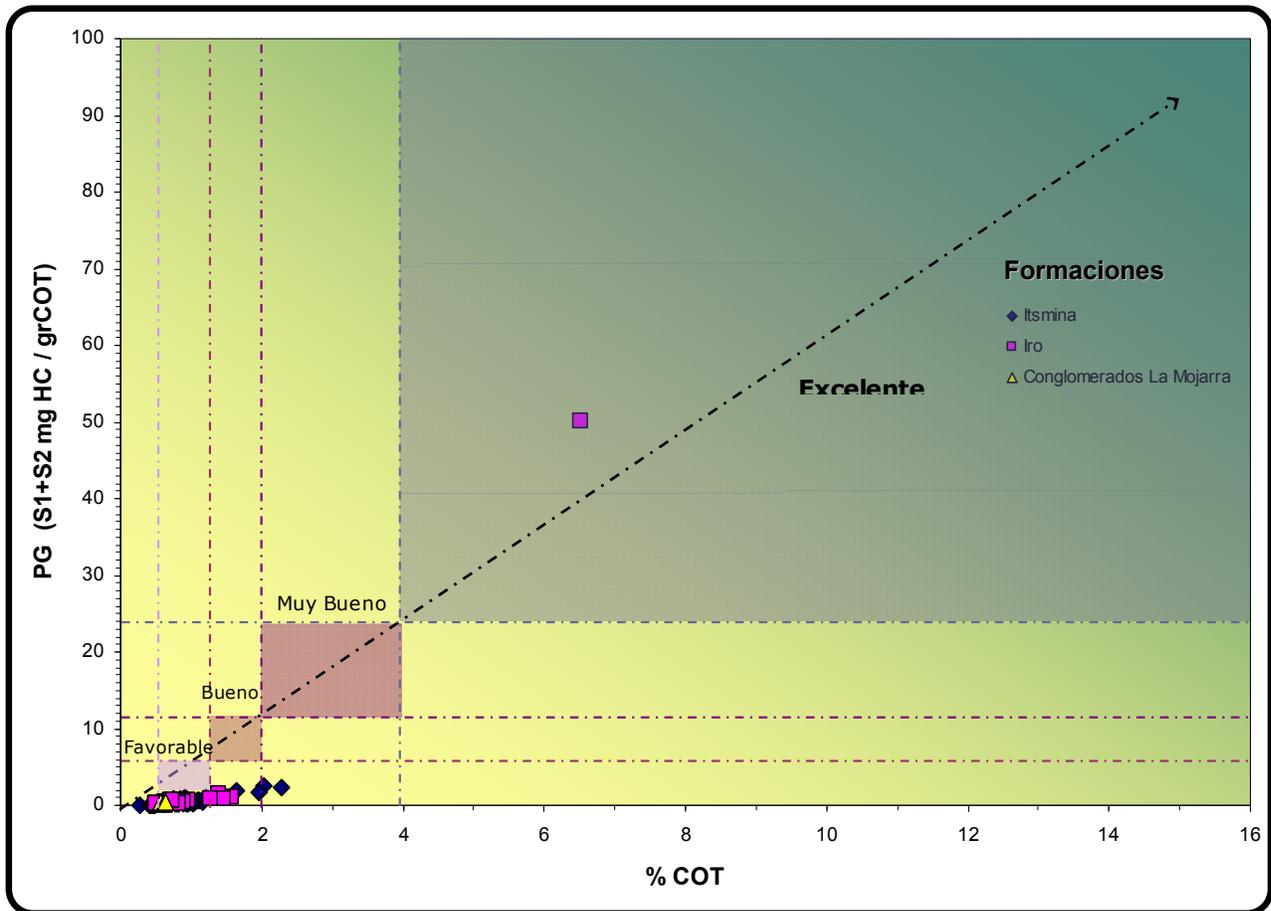
Las rocas registran un nivel de madurez ubicado entre el inicio y el pico de generación (**Figura 37**), nivel que provoca una disminución de los valores originales de potencial de la roca. Los análisis petrográficos permiten confirmar la presencia de una materia orgánica predominantemente tipo III y IV (**Figura 38**), esto sumado al bajo contenido de materia orgánica sugiere la ausencia de una roca fuente en los intervalos de estudio.

Por otro lado, la materia orgánica de las formaciones La Luna y Ánimas, con mayor porcentaje de material amorfo, sugiere que estas rocas debieron generar hidrocarburos líquidos principalmente y gaseosos en menor proporción.

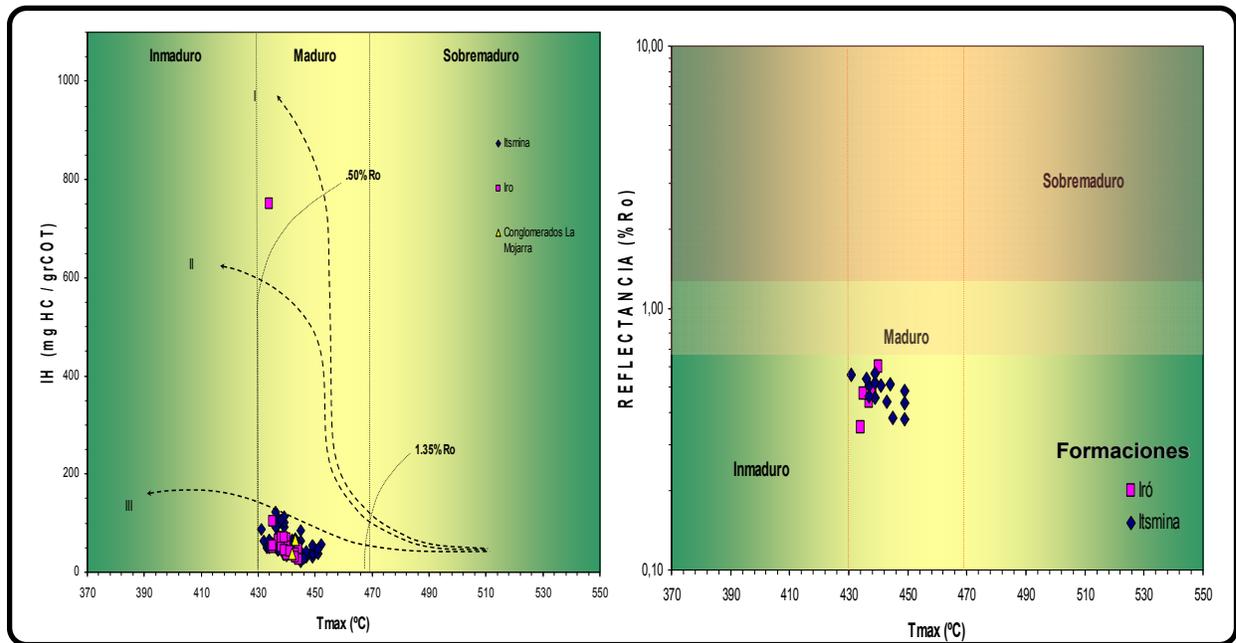
La **Tabla 20** presenta un resumen de evaluación geoquímica de las rocas para las formaciones analizadas, identificando las posibles rocas generadoras, sus principales características y el tipo de crudo que pueden o han generado.

Los datos de los análisis petrográficos con el reporte individual de las muestras analizadas se encuentra en los respectivo anexos de este trabajo. El análisis visual del kerógeno, permite identificar de manera más directa, el tipo de materia orgánica presente en estas rocas. Los datos de los análisis petrográficos con el reporte individual de las muestras analizadas se encuentra en los respectivo anexos de este trabajo.

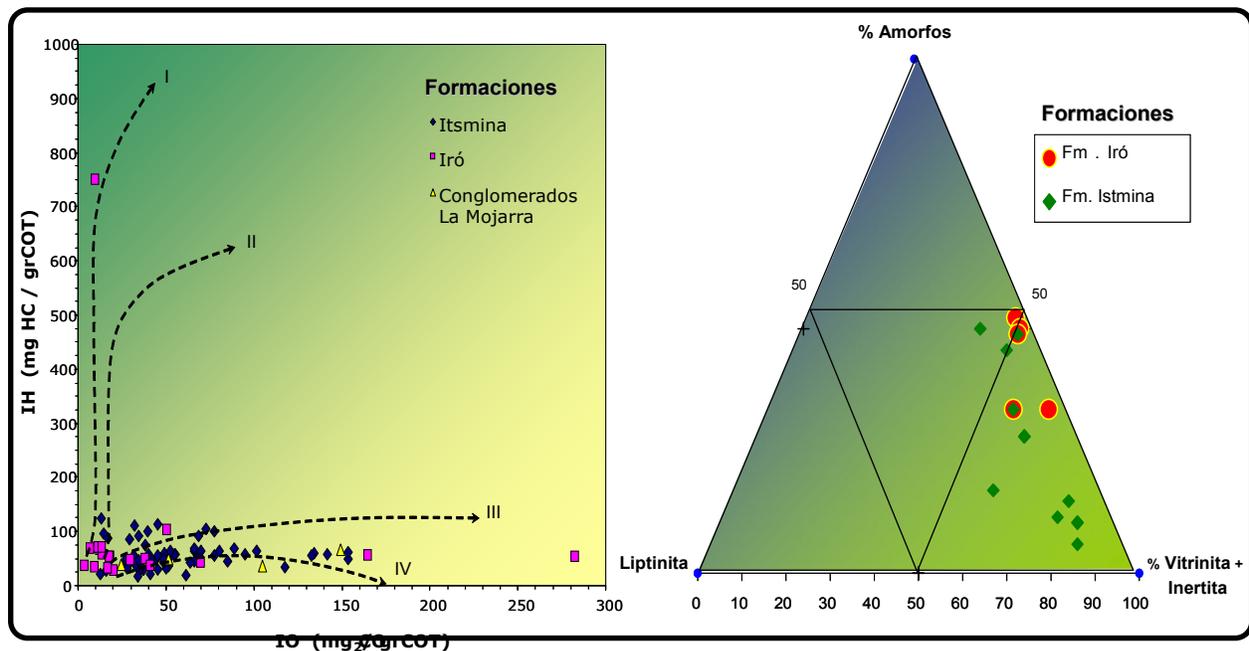
Mapas georeferenciados con información de %COT, IH, Tmax. y %Ro son incluidos como anexos digitales a este trabajo.



**Figura 37.** Diagrama de %COT Versus PG (ilustrando el potencial de generación actual de las rocas analizadas en cuenca Chocó. Cada figura representa un formación diferente, de acuerdo a la convención establecida en la figura.



**Figura 38.** Izquierda: Diagrama IH Versus Tmax, en donde se puede observar los bajos valores de IH por efecto de la alta madurez alcanzada, especialmente por las rocas cretácicas. Derecha: Correlación de los datos de Tmax. Versus. %Ro (Reflectancia de la Vitrinita). Se observa una buena correlación entre los datos, sin embargo, los valores de %Ro están un poco por debajo de los valores de Tmax.

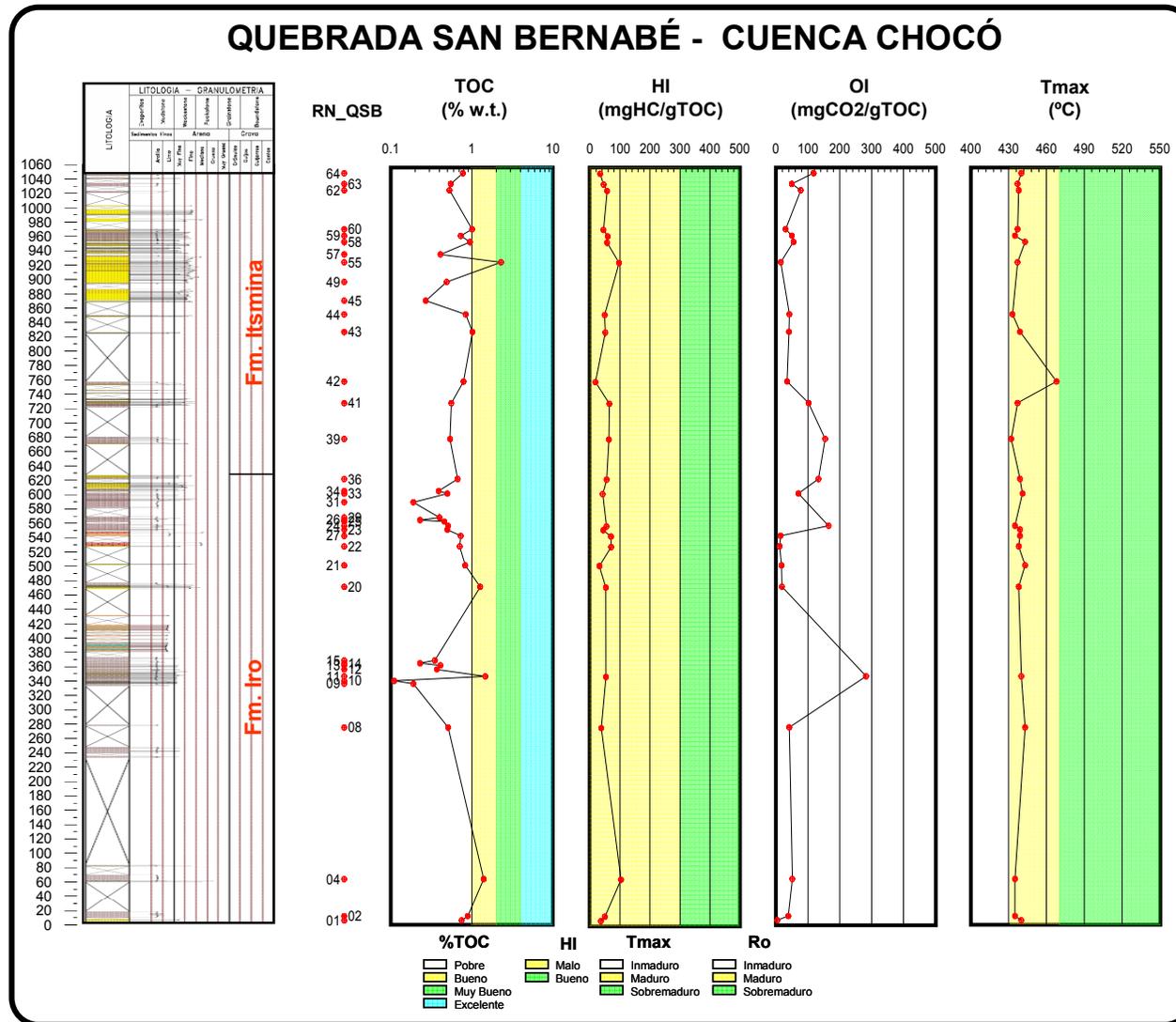


**Figura 39.** Izquierda: Diagrama de IO (Índice de Oxígeno en mg CO<sub>2</sub>/gr COT) Versus IH (Índice de Hidrógeno en mg Hc / gr COT). Derecha: Diagrama triangular con los porcentajes de materia orgánica Amorfa, Liptinita y Vitrinita + Inertinita, obtenidos del análisis visual del kerógeno.

Edad	Unidades Evaluadas	Muestras Analizadas	Contenido M.O Promedio	Potencial Generación (PG)	Tipo M.O	Madurez	Roca Fuente en el Área	Tipo Hidrocarburo	Tipo de Posible Crudo Asociado
Terciario	Conglomerado La Mojarra	4	Bajo	No	IV	Inicio	No	N.A	N.A
	Fm. Istmina	72	Bajo	No	III y IV	Inicio - Pico Ventana	No	N.A	N.A
	Fm. Iró	38	Bajo	No	III	Inicio - Pico Ventana	No	N.A	N.A

**Tabla 21.** Síntesis de la evaluación geoquímica de las rocas analizadas de la cuenca Chocó. Esta tabla se obtiene de los valores promedios de los parámetros geoquímicos estudiados por formación. Estos resultados representan solo las localidades y muestras analizadas y no descartan la posibilidad de encontrar potencial generador en otros sectores de la Cuenca, como se menciona anteriormente.

Ocasionalmente dentro de las unidades no consideradas rocas fuentes, son observados algunos niveles con potencial generador, sin embargo, no representan un intervalo importante de la unidad, de tal manera que la permita catalogarla como roca fuente. En los anexos de esta Cuenca, se incluyen perfiles geoquímicos para cada sección estratigráfica levantada en los trabajos previos de campo, para ilustrar las variaciones y los espesores aproximados que representan estas propiedades. La **Figura 40** es un ejemplo de estos perfiles, mostrando los parámetros de TOC, HI, OI y Tmax. para la sección estratigráfica de la Quebrada Bernabé.



**Figura 40.** Perfiles de parámetros geoquímicos de roca para la sección estratigráfica de la Quebrada Bernabé. Perfiles para otras localidades son presentadas en los anexos de este trabajo.

#### **4.4 SOAPAGA (CORDILLERA ORIENTAL)**

El área de estudio se encuentra en el Departamento de Boyacá, al norte de la población de Sogamoso, corresponde a un polígono que cubre 678 Km<sup>2</sup>. En la **Figura 41** se ilustran el mapa de distribución geográfica de las muestras, la columna estratigráfica generalizada y una sección estructural del área que forman parte del trabajo de cartografía geológica, levantamiento estratigráfico y muestreo de campo realizado por la empresa Geoestudios para la ANH en el 2006.

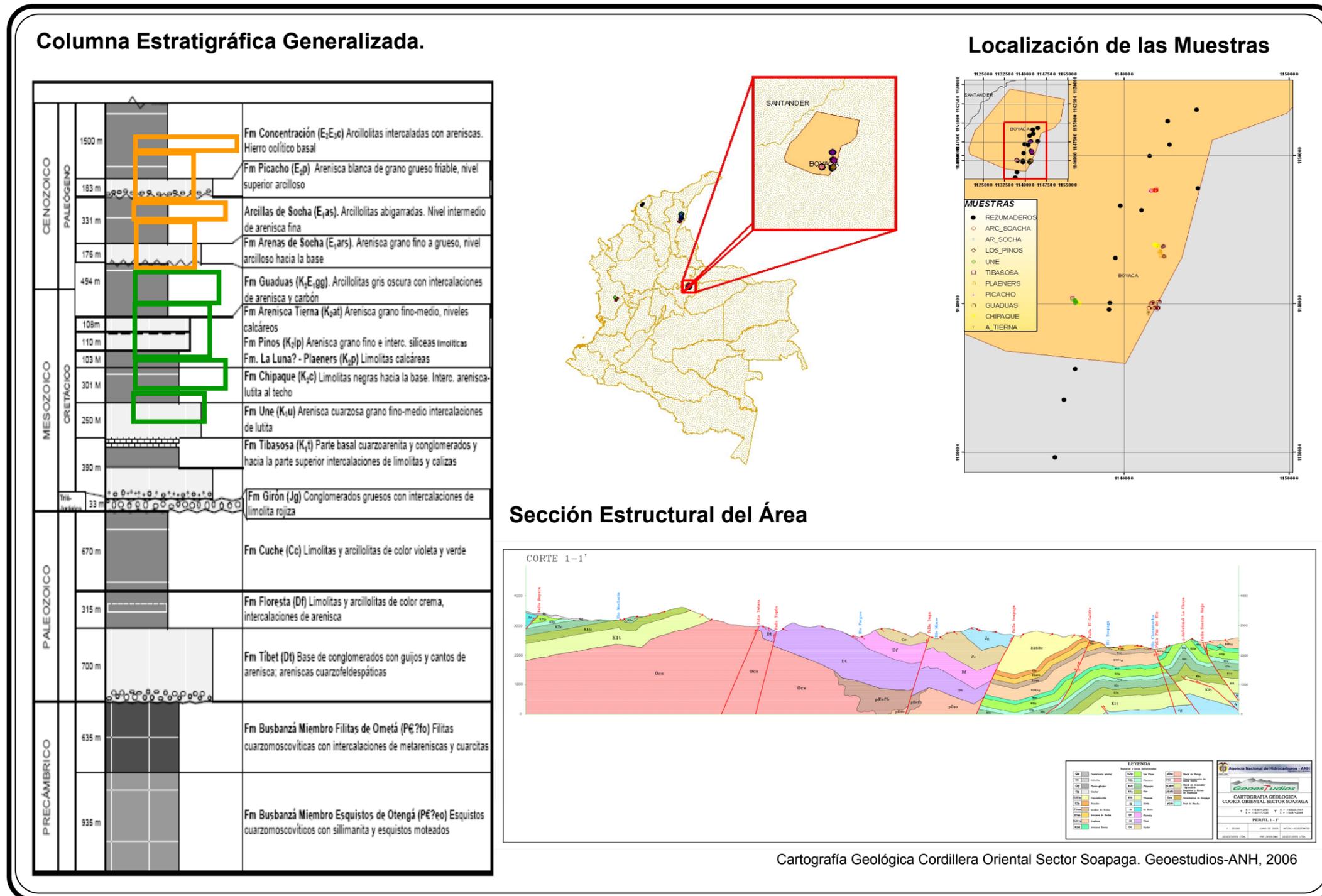
De esta zona se seleccionaron 223 muestras de roca a las cuales se les hizo análisis de TOC. Con los resultados obtenidos se seleccionaron 100 de ellas para análisis de pirólisis Rock-Eval, 37 para petrografía orgánica y 27 muestras para extractos de roca. Adicionalmente, se analizaron 16 impregnaciones, una muestra de crudo y una de rezumadero.

Las unidades estratigráficas analizadas incluyen: Fms. Tibasosa, Une, Chipaque, Plaeners, Los Pinos y Arenisca Tierna del Cretáceo y las formaciones Guaduas, Arenisca Socha, Arcillas Socha y Picacho del Terciario.

Las localidades en donde se realizaron los muestreos son listadas a continuación:

Carretera Corrales-Tasco  
Cosgua – Tasco  
Vereda San Isidro–Tasco  
Quebrada Tenería-Tasco  
Quebrada Canelas-Tasco  
Escuela Buenavista-Corrales  
Quebrada Tenería-Tasco (2)

Algunas veces en una misma localidad se levantaron más de una sección estratigráfica.



**Figura 41.** Mapa de distribución geográfica de las muestras dentro del área de Soapaga (Cordillera Oriental). Columna estratigráfica generalizada para el área y sección estructural. Las formaciones analizadas se encuentran resaltadas en la columna estratigráfica.

#### 4.4.1 Evaluación de Roca

La **Figura 42** ilustra en un mapa del área la distribución geográfica y geológica de las muestras analizadas. Los resultados analíticos se encuentran listados en su totalidad en el **Anexo IV** a este trabajo.

Dentro de los análisis de roca realizados para esta cuenca se tienen:

Contenido de Materia Orgánica Total (TOC): 223 muestras

Pirólisis Rock-Eval: 100 muestras

Petrografía Orgánica: 37 muestras

La **Tabla 22** presenta el número de muestras analizadas por localidad y un valor promedio del parámetro medido en cada sección. Algunas veces aparece repetido el nombre de la localidad debido a que corresponden a secciones diferentes levantadas dentro de cada una de ellas. Esta información es reorganizada por unidades estratigráficas en la **Tabla 23**.

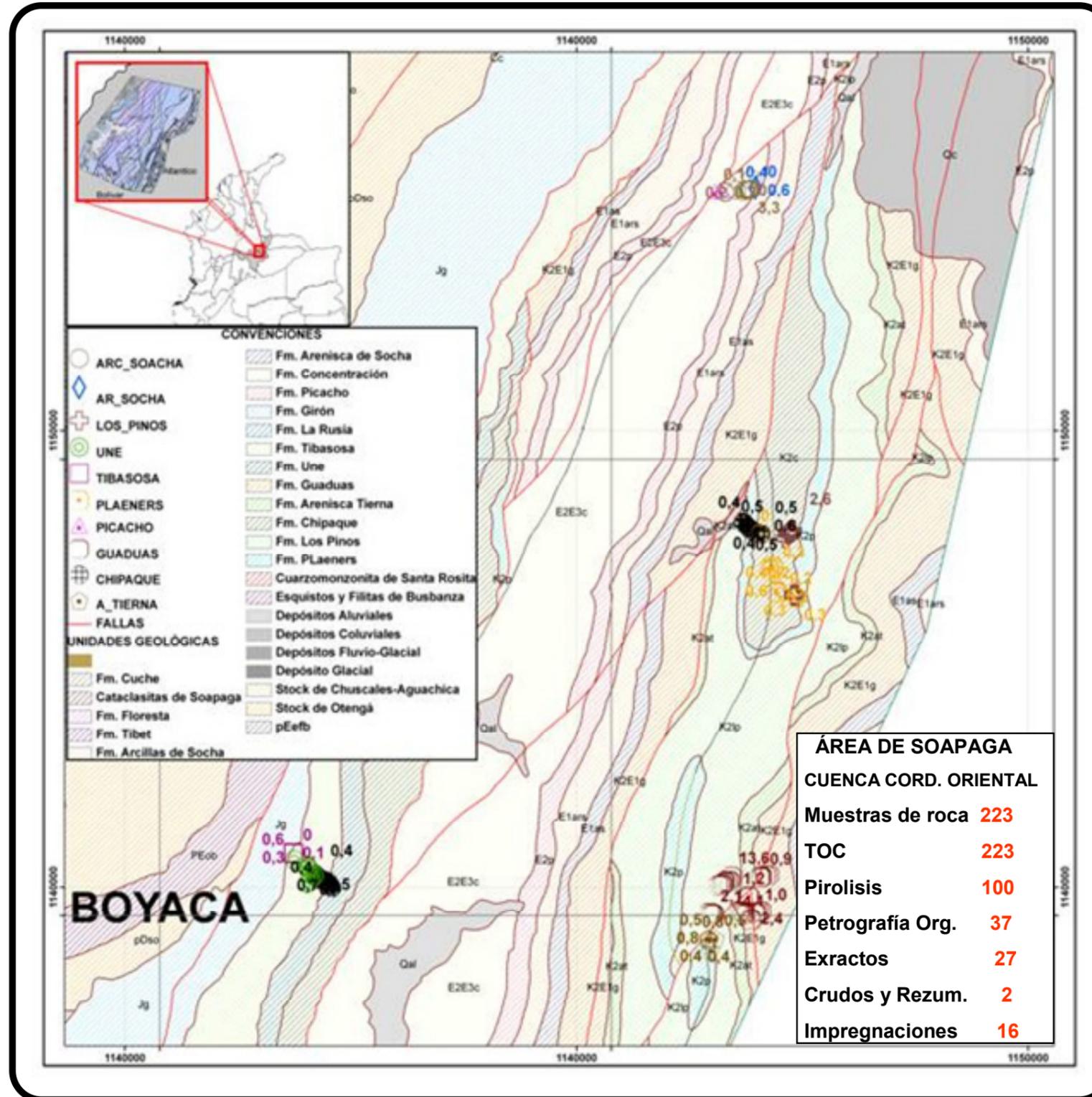
LOCALIDAD	VALORES PROMEDIO										
	# de muestras	TOC Wt. %	# de muestras	S1 mg/g	S2 mg/g	S3 mg/g	Tmax	HI	OI	S1/TOC	PI
CARRETERA CORRALES TASCO	23	0,41	2	0,40	5,93	0,45	436	264	71	21,2	0,10
COSGUA-TASCO	26	5,00	9	0,73	16,91	5,18	437	141	40	7,0	0,06
VDA. SAN ISIDRO-TASCO	16	0,35									
QDA. TENERÍA-TASCO	20	0,61	10	0,19	1,18	0,53	435	121	57	22,1	0,15
QDA. CANELAS TASCO	46	6,41	25	0,31	11,24	6,35	450	76	60	3,7	0,05
ESCUELA BUENAVISTA-CORRALES	65	0,70	48	0,04	0,15	0,47	449	16	62	6,0	0,31
QDA. TENERÍA-TASCO	27	0,38	6	0,07	0,13	0,47	447	22	81	12,4	0,29
AREA DE ESTUDIO	223	2,45	100	0,19	4,65	2,37	446	58	60	7,8	0,2

**Tabla 22.** Listado de localidades muestreadas en el sector de Soapaga (Cordillera Oriental), indicando el número de análisis de roca realizados y los valores promedios de los parámetros geoquímicos medidos. Se ha resaltado con color amarillo las localidades en los que se encuentran muestras con buen contenido de materia orgánica (TOC>1%).

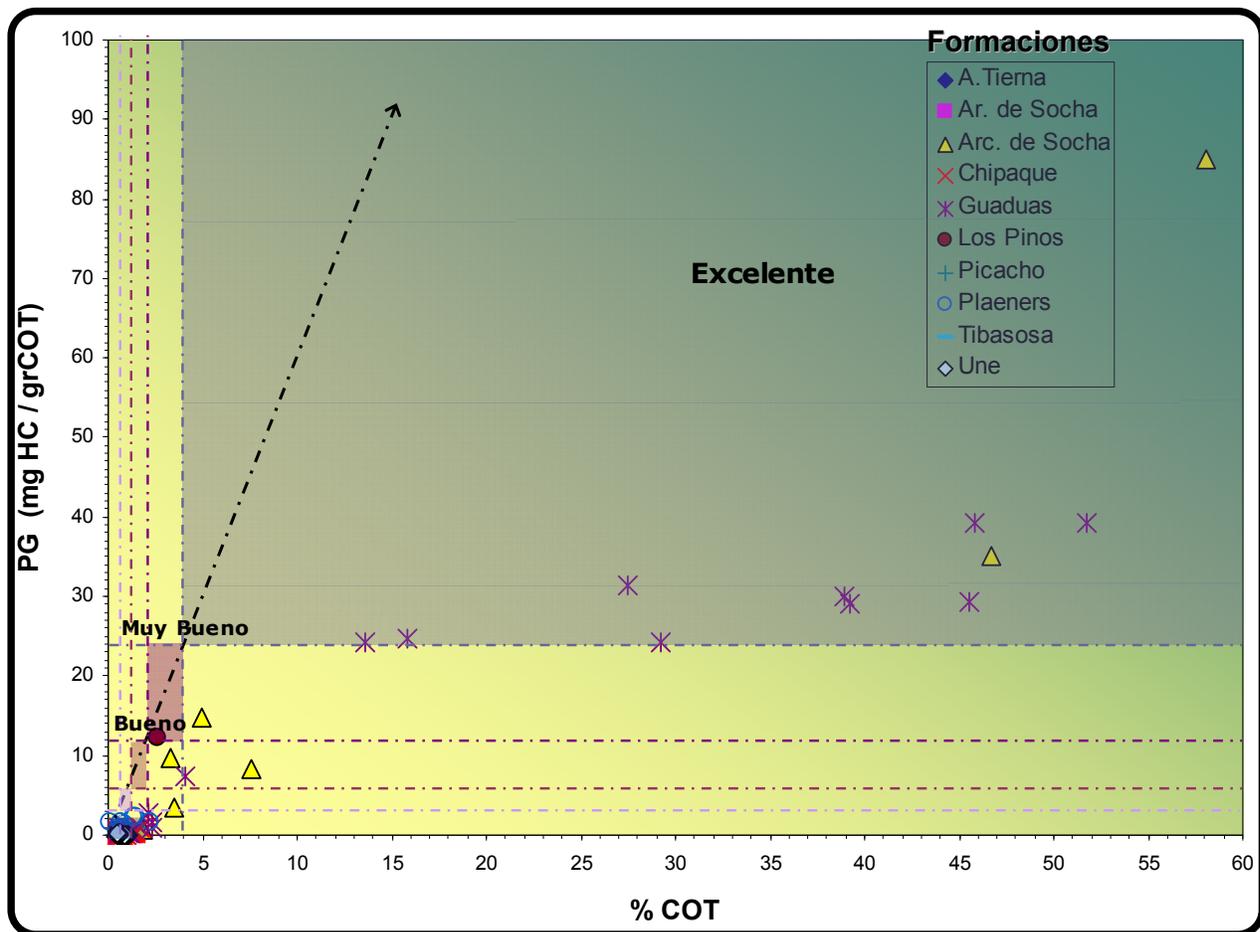
FORMACIÓN		TOC	S1	S2	S3	Tmax	HI	OI	S1/TOC	PI
PICACHO	Nº Datos	4	1	1	1	1	1	1	1	1
	Promedio	0,26	0,07	0,92	0,39	432	176	75	14,17	0,07
ARC_SOACHA	Nº Datos	19	7	7	7	7	7	7	7	7
	Promedio	6,73	0,92	21,57	6,56	429	148	34	5,79	0,05
AR_SOCHA	Nº Datos	3	1	1	1	1	1	1	1	1
	Promedio	0,34	0,05	0,35	0,31	499	56	50	8,25	0,13
GUADUAS	Nº Datos	40	22	22	22	22	22	22	22	22
	Promedio	7,28	0,34	12,72	7,18	449	78	64	3,16	0,04
A_TIerna	Nº Datos	6	3	3	3	3	3	3	3	3
	Promedio	0,56	0,05	0,40	0,23	456	59	34	7,94	0,11
LOS PINOS	Nº Datos	34	2	2	2	2	2	2	2	2
	Promedio	0,41	0,40	5,93	0,45	436	264	71	21,17	0,10
PLAENERS	Nº Datos	27	10	10	10	10	10	10	10	10
	Promedio	0,51	0,19	1,18	0,53	435	121	57	22,13	0,15
CHIPAQUE	Nº Datos	70	43	43	43	43	43	43	43	43
	Promedio	0,64	0,04	0,17	0,47	451	19	62	6,34	0,28
UNE	Nº Datos	16	10	10	10	10	10	10	10	10
	Promedio	0,59	0,05	0,06	0,48	439	9	71	8,01	0,42
TIBASOSA	Nº Datos	4	1	1	1	1	1	1	1	1
	Promedio	0,27	0,07	0,12	0,48	442	19	76	11,16	0,37

**Tabla 23.** Número de análisis realizados y promedios por formación para el área de Soapaga (Cordillera Oriental). Los altos promedios registrados en las formaciones Guaduas y Arcillas de Socha, se deben principalmente a la presencia muestras muy carbonosas o incluso de niveles de carbones.

Las propiedades de cantidad y calidad de la materia orgánica presentes en las rocas analizadas (**Figura 43**), permiten establecer que las unidades con características asociadas a rocas fuentes en el área son las formaciones Guaduas y las Arcillas de Socha (del Terciario). Los niveles de madurez alcanzados por estas rocas están en el rango de inicio a pico de la ventana de generación; por esta razón el potencial actualmente registrado debería ser menor que el original (**Figura 44**).



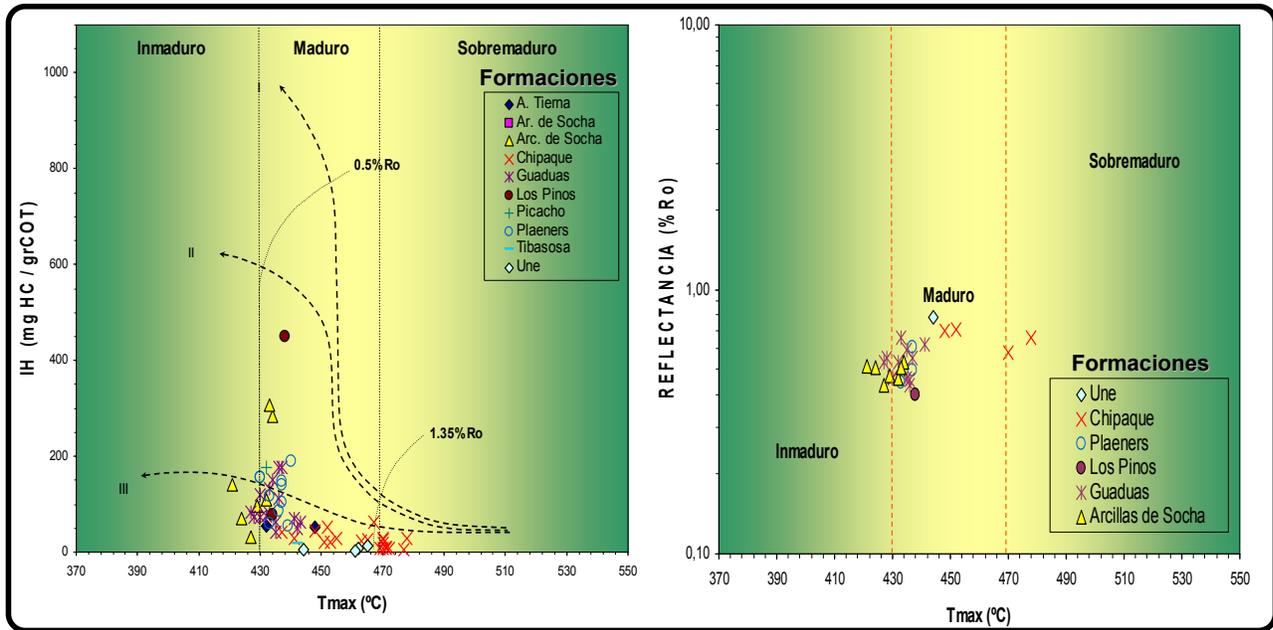
**Figura 42.** Mapa geológico del sector de Soapaga (Cordillera Oriental), de donde se seleccionaron las muestras de roca para los análisis geoquímicos realizados en este trabajo. Los valores corresponden a datos de %COT.



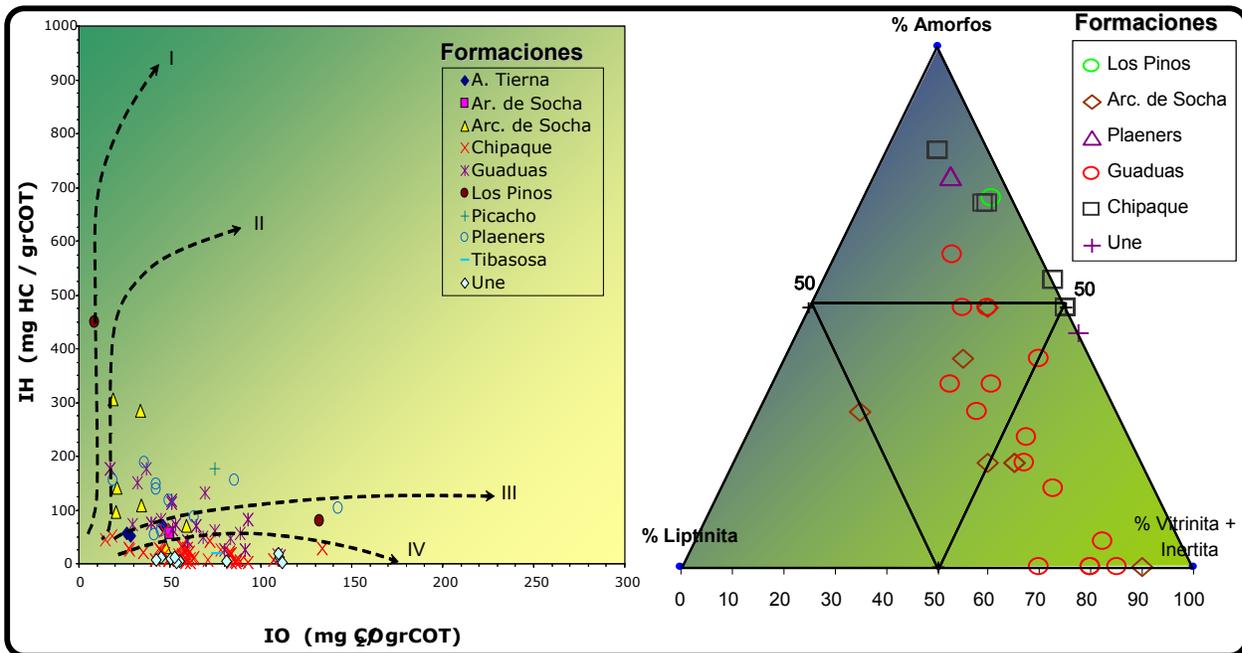
**Figura 43.** Diagrama de %COT Versus PG ilustrando el potencial de generación actual de las rocas analizadas en el área de Soapaga. Cada figura representa una formación diferente, de acuerdo a la convención establecida en la figura.

Por otro lado, las unidades Tibasosa, Une, Chipaque, Plaeners, Los Pinos, Arenisca Tierna, Arenisca de Socha y Picacho no tienen, al menos en esta área, características favorables para ser consideradas rocas fuente. Aunque algunas de estas unidades muestran una predominancia de materia orgánica amorfa, su contenido es demasiado bajo para que puedan generar y expulsar hidrocarburos. La formación Chipaque, ocasionalmente presenta niveles con algún potencial para generación principalmente de gas.

Los datos de pirólisis y los resultados del análisis visual del kerógeno indican que la materia orgánica de la formación Guaduas tiene condiciones favorables para la generación de gas principalmente (por ser predominantemente kerógeno tipo III), sin descartar que localmente, ésta puede generar hidrocarburos líquidos, y esto en donde hay presencia de kerógeno tipo II (**Figura 45**). Por efecto de la madurez, los valores de IH de la mayoría de muestras, se encuentra disminuido, como en el caso de Guaduas y las Arcillas de Socha.



**Figura 44.** Izquierda: Diagrama IH Versus Tmax, en donde se puede observar los bajos valores de IH por efecto de la alta madurez alcanzada, especialmente por las rocas cretácicas. Derecha: Correlación de los datos de Tmax. Versus. %Ro (Reflectancia de la Vitrinita). Se observa una buena correlación entre los datos, sin embargo, los valores de %Ro están un poco por debajo de los valores de Tmax.



**Figura 45.** Izquierda: Diagrama de IO (Índice de Oxígeno en mg C02/gr COT) Versus IH (Índice de Hidrógeno en mg Hc / gr COT). Derecha: Diagrama triangular con los porcentajes de materia orgánica Amorfa, Liptinita y Vitrinita + Inertinita, obtenidos del análisis visual del kerógeno.

La **Tabla 24** presenta un resumen de evaluación geoquímica de las rocas para las formaciones analizadas, identificando las posibles rocas generadoras, sus principales características y el tipo de crudo que pueden o han generado.

Los datos de los análisis petrográficos con el reporte individual de las muestras analizadas se encuentra en los respectivos anexos de este trabajo.

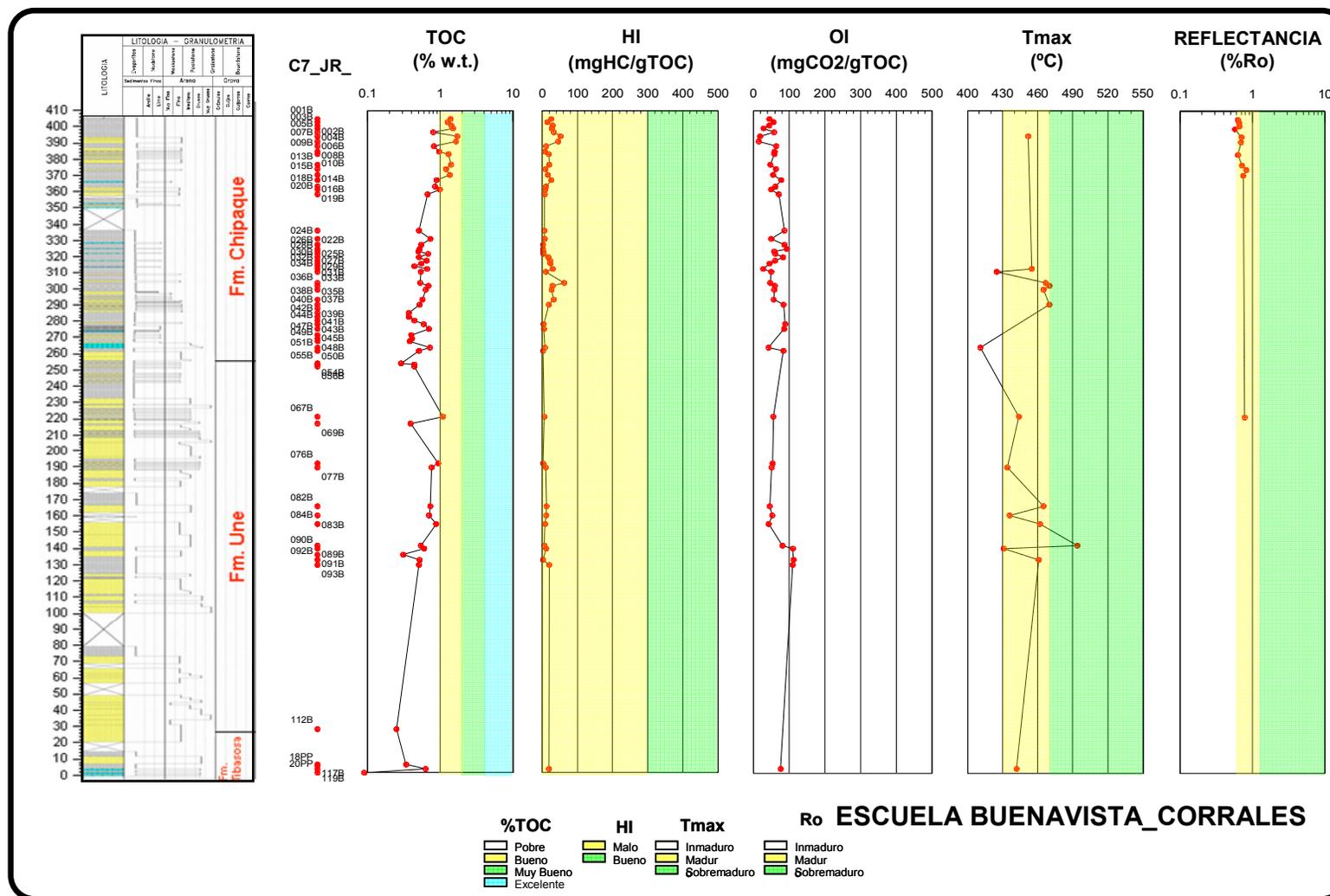
Mapas georeferenciados con información de %COT, IH, Tmax. y %Ro son incluidos como anexos digitales a este trabajo.



Edad	Unidades Evaluadas	Muestras Analizadas	Contenido Promedio M.O	Potencial Generación (PG)	Tipo M.O	Madurez	Roca Fuente en el Área	Tipo Hidrocarburo	Tipo de Posible Crudo Asociado
Terciario	Picacho	4	Muy Bajo	No	III y IV	Inmadura	No	N.A	N.A
	Arcilla Socha	19	Excelente	Agotado	III y II	Inmadura - Inicio de Ventana	Generando	Gas y Aceite	Marino deltaico
	Arenisca Socha	3	Muy Bajo		?	Sobremadura?	No	N.A	N.A
	Guaduas	40	Excelente	Agotado	III II y IV	Inicio - Pico de Ventana	Generando	Gas	Deltaico, carbones
Cretáceo	Arenisca Tierna	6	Bajo	No	?	Ventana	No	N.A	N.A
	Los Pinos	34	Muy Bajo	No	II	Ventana	No	N.A	N.A
	Plaeners	27	Bajo	No	II	Sobremadura	No	N.A	N.A
	Chipaque	70	Bajo	No	II	Ventana - Sobremaduro	No	N.A	N.A
	Une	16	Bajo	No	III	Ventana	No	N.A	N.A
	Tibasosa	4	Muy Bajo	No	?	Ventana	No	N.A	N.A

**Tabla 24.** Síntesis de la evaluación geoquímica de rocas de la cuenca Cesar-Ranchería. Esta tabla se obtiene de los valores promedios de los parámetros geoquímicos estudiados por formación. De aquí se reconoce que las muestras analizadas para las formaciones Los Cuervos, Animas y La Luna, tienen características geoquímicas asociadas con roca fuente.

Ocasionalmente dentro de las unidades no consideradas rocas fuentes, son observados algunos niveles con potencial generador, sin embargo, no representan un intervalo importante de la unidad, de tal manera que la permita catalogarla como roca fuente. En los anexos de esta Cuenca, se incluyen perfiles geoquímicos para cada sección estratigráfica levantada en los trabajos previos de campo, para ilustrar las variaciones y los espesores aproximados que representan estas propiedades. La **Figura 46** es un ejemplo de estos perfiles, mostrando los parámetros de TOC, HI, OI y Tmax. para la sección estratigráfica de la Escuela Buenavista Corrales.



**Figura 46.** Perfiles de parámetros geoquímicos de roca para la sección estratigráfica de las formaciones Chipaque, Une y Tibasosa, levantada en trabajos anteriores en el sector aledaño a la Escuela Buenavista- Corrales. Perfiles para otras localidades son presentadas en los anexos de este trabajo.

#### 4.4.2 Evaluación de Extractos de roca, Crudos e Impregnaciones

La evaluación geoquímica de extractos de roca es empleada para caracterizar el bitumen presente en la roca fuente, que servirá para hacer correlaciones crudo – roca, permitiendo asociar el origen de los crudos en una cuenca a una roca en particular. Para el caso del área de Soapaga, simultáneamente con la caracterización de los extractos de roca, crudos e impregnaciones, se ha realizado la correlación entre ellos, para establecer las similitudes o contrastes que permitan asociar el origen de los hidrocarburos de esta área.

De las muestras de afloramiento con mejores valores de S1 ( $S1 > 0,2$  mg HC/g roca), obtenidos en la pirólisis (indicando hidrocarburos libres en la roca), se seleccionaron 19 y se incluyeron 8 muestras de zanja seca de los pozos Bolivar-1 (4) y Cormichoque-1 (4) ubicados en la Cordillera Oriental, completando un total de 27 muestras a las que se les hizo extracción de bitumen y posteriormente se analizaron por cromatografía líquida (LC), cromatografía gaseosa (GC) y cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas (GC-MS).

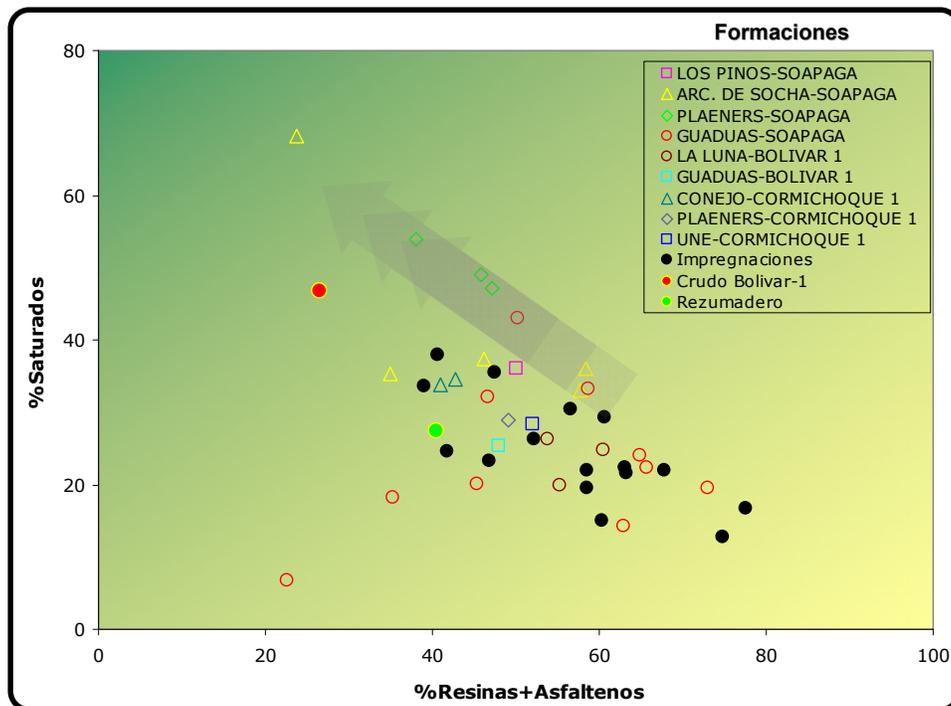
En la **Tabla 25** se listan las 27 muestras de roca seleccionadas para extracción y análisis del bitumen y en la **Tabla 26** se listan los crudos de pozo (1), rezumadero (1) y de impregnaciones (16) evaluados para buscar establecer posibles correlaciones crudo-crudo y roca-crudo.

La cromatografía líquida de estos extractos, crudos e impregnaciones permite observar en general, una predominancia de las fracciones más pesadas sobre las livianas (**Figura 47**).

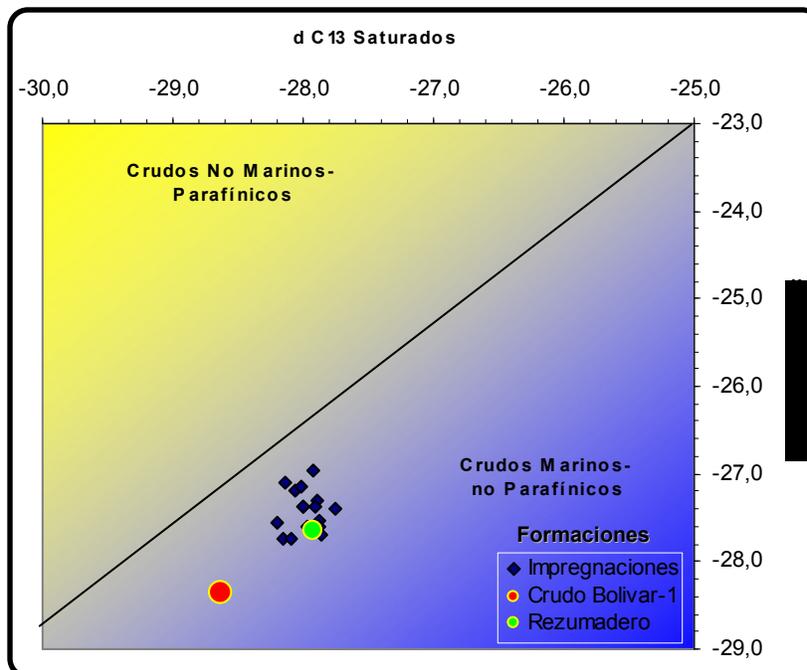
Los análisis de isótopos de carbono d13 de las fracciones de saturados y de las resinas + asfaltenos realizados sobre las impregnaciones, el crudo Bolivar-1 y el rezumadero, muestran un buen agrupamiento de estas muestras, con un ligero desplazamiento del crudo Bolivar-1 sobre el resto de impregnaciones (**Figura 48**). Los resultados de estos análisis se encuentran en las **Tabla 27** (Extractos) y **Tabla 28** (Crudos e impregnaciones).

Los cromatogramas de gases de la fracción saturados reflejan la huella de las parafinas en los extractos de las formaciones Arcilla de Socha, Fm. Guaduas y Plaeners, los dos primeros muy semejantes, mientras que contrastante con el tercero (**Figura 49**). En estos extractos la cantidad de Pristano es mucho mayor que la de Fitano, indicando condiciones óxicas en el ambiente e incluso, como en el caso de Guaduas y Picacho, pudiendo asociarse con ambiente de depósitos de carbones. Ver resultado en la **Tabla 29**.

Los crudos de Bolivar-1, el rezumadero de Soapaga y las impregnaciones reflejan en sus cromatogramas, procesos de biodegradación que han consumido prácticamente todas las parafinas.



**Figura 47.** Porcentajes de las fracciones de Resinas + Asfaltenos Versus Hidrocarburos Saturados obtenidos de la cromatografía líquida de muestras de extractos, crudos e impregnaciones de Soapaga (Cordillera Oriental).



**Figura 48.** Porcentajes de las fracciones de Resinas + Asfaltenos Versus Hidrocarburos Saturados obtenidos de la cromatografía líquida de muestras de impregnaciones y de crudos (Bolivar-1 y rezumadero) y res, crudos

Muestras Analizadas EXTRACTOS						
Codigo Interno	Identificación de la muestra	Localidad	Coordenadas E	Coordenadas N	Profundidad	Formación
R060334	C10JR021B	Carretera Corrales - Tasco	5,89608	-72,79191	60,3	Los Pinos
R060350	C1JR063B	Cosgua_Tasco	5,93	-72,79602	290,4	Arc. De Socha
R060352	C1JR069B	Cosgua_Tasco	5,92977	-72,79604	308,5	Arc. De Socha
R060353	C1JR073B	Cosgua_Tasco	5,92984	-72,79627	321,1	Arc. De Socha
R060354	C1JR074G	Cosgua_Tasco	5,92984	-72,79627	321,3	Arc. De Socha
R060356	C1JR078B	Cosgua_Tasco	5,92981	-72,79642	337,9	Arc. De Socha
R060382	C4JR002PP	Qda Tenería - Tasco	5,89229	-72,79411	6,0	Planeres
R060385	C4JR008B	Qda Tenería - Tasco	5,89207	-72,79401	30,0	Planeres
R060386	C4JR009B	Qda Tenería - Tasco	5,89204	-72,79399	32,0	Planeres
R060416	C6AB024B	Qda Canelas - Tasco	5,85826	-72,79677	280,7	Guaduas
R060418	C6AB028B	Qda Canelas - Tasco	5,85814	-72,79665	303,7	Guaduas
R060419	C6AB030B	Qda Canelas - Tasco	5,85805	-72,79652	332,7	Guaduas
R060422	C6AB033B	Qda Canelas - Tasco	5,85977	-72,79611	348,7	Guaduas
R060425	C6AB040B	Qda Canelas - Tasco	5,85756	-72,79596	392,7	Guaduas
R060426	C6AB041B	Qda Canelas - Tasco	5,85756	-72,79596	394,7	Guaduas
R060430	C6AB047B	Qda Canelas - Tasco	5,85834	-72,79521	465,7	Guaduas
R060432	C6AB051B	Qda Canelas - Tasco	5,85837	-72,79490	496,7	Guaduas
R060433	C6AB052B	Qda Canelas - Tasco	5,85837	-72,79490	497,7	Guaduas
R060437	C6AB059B	Qda Canelas - Tasco	5,86179	-72,79486	548,7	Guaduas
R070873	BOLIVAR-1 (3660-3690)	Bolivar -1	1135664,5	1130023,4	3660-3690	La Luna
R070879	BOLIVAR-1 (3480-3510)	Bolivar -1	1135664,5	1130023,4	3480-3510	La Luna
R070885	BOLIVAR-1 (3030-3060)	Bolivar -1	1135664,5	1130023,4	3030-3060	La Luna
R070899	BOLIVAR-1 (660-690)	Bolivar -1	1135664,5	1130023,4	660-690	Guaduas
R070904	CORMICHOQUE-1 (4830-4860)	Cormichoque-1	1093523,6	1108552,7	4830-4860	Conejo
R070905	CORMICHOQUE-1 (4690-4700)	Cormichoque-2	1093523,6	1108552,7	4690-4700	Conejo
R070908	CORMICHOQUE-1 (4130-4140)	Cormichoque-1	1093523,6	1108552,7	4130-4140	Plaeners
R070917	CORMICHOQUE-1 (2530-2540)	Cormichoque-1	1093523,6	1108552,7	2530-2540	Conejo

**Tabla 25.** Muestras de roca seleccionadas para análisis de extractos. La selección se realiza con base en las muestras que presentan S1 por encima de 0,2 mg HC / g roca.

Muestras de CRUDOS E IMPREGNACIONES Analizadas					
Codigo Interno	Identificación de la muestra	Coordenadas E	Coordenadas N	Formación	Tipo de Muestra
A010630022	Bolívar 1	1135664,5	1130023,4	n.d	Crudo
A010630023	Soapaga	n.d	n.d	n.d	Rezumadero
A010620001	09JC042-R07B	1141069,60	1146299,25	Picacho	Impregnación
A010620002	09JC050A	1139778,55	1146615,97	Picacho	Impregnación
A010620003	TGN8AB076	1142654,89	1152318,15	Picacho	Impregnación
A010620004	JM053	1144402,92	1153070,03	Picacho	Impregnación
A010620005	JM257-R11B	1135825,02	1129689,04	Picacho	Impregnación
A010620006	JM257-R11A	1135825,02	1129689,04	Picacho	Impregnación
A010620007	TG10JR05G	1139471,00	1143089,00	Picacho	Impregnación
A010620008	JU017A	1139097,67	1139623,68	Picacho	Impregnación
A010620009	JU022B	1139150,97	1140058,51	Picacho	Impregnación
A010620010	JU062	1141558,46	1149948,44	Picacho	Impregnación
A010620011	JU101-R05	1144465,28	1147786,08	Picacho	Impregnación
A010620012	JU265-R08B	1137052,85	1135616,07	Picacho	Impregnación
A010620013	JU266	1136371,65	1133554,99	Picacho	Impregnación
A010620014	QCNT11	1142748,35	1150718,88	Picacho	Impregnación
A010620015	Impreg M-1	n.d	n.d	n.d	Impregnación
A010620016	Impreg M-2	n.d	n.d	n.d	Impregnación

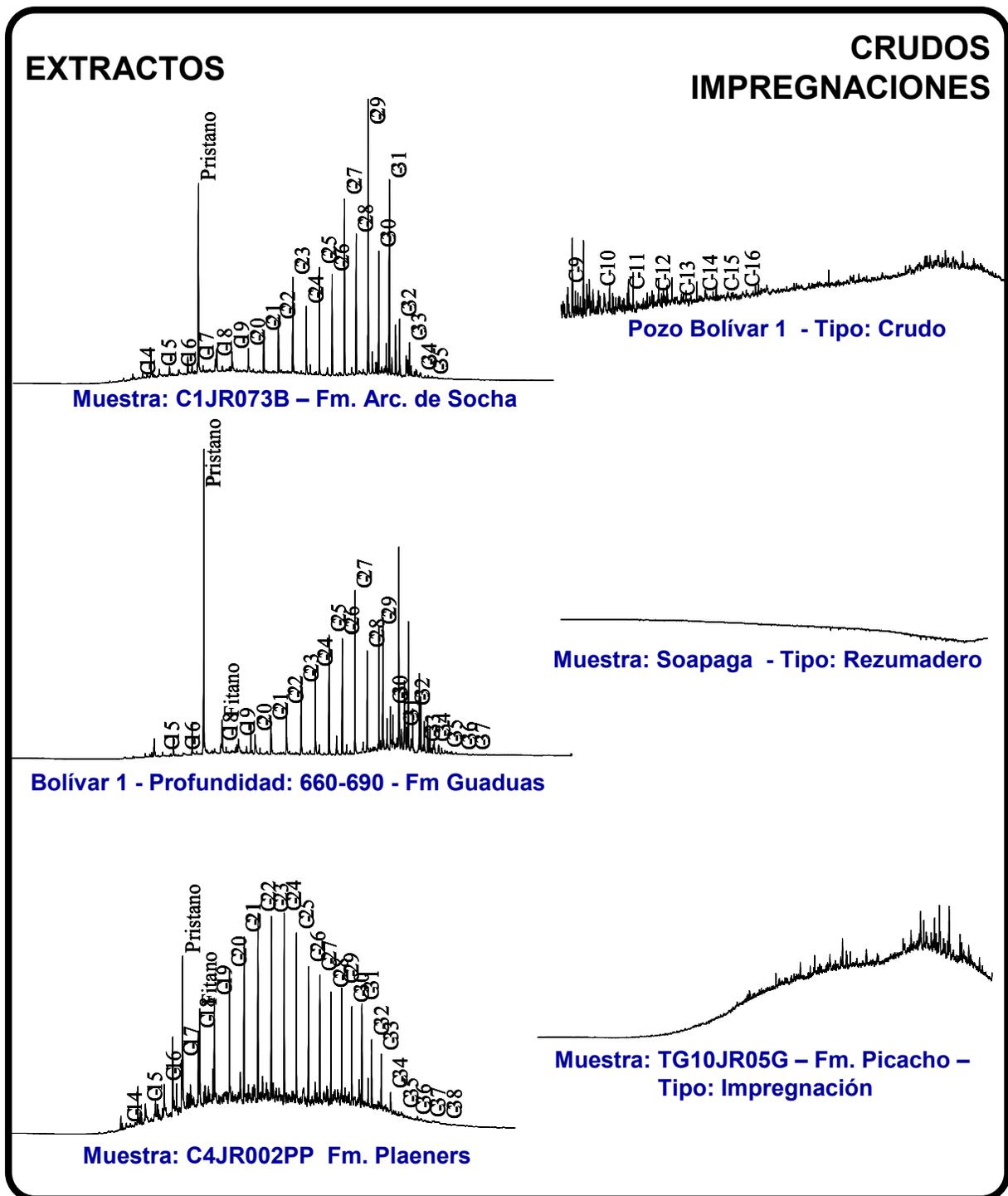
**Tabla 26.** Muestras de crudo de pozo, de rezumadero y de impregnaciones analizadas para correlación crudo-crudo y crudo-roca.

Extracción de Bitumen y Cromatografía de Columna Abierta Líquida							
Codigo Interno	Identificación de la muestra	Localidad	% Bitumen	%Saturados	%Aromáticos	% NSO	Sat/Aro
R060334	C1JR021B	Carretera Corrales - Tasco	0,200	36,05	13,86	50,09	2,601
R060350	C1JR063B	Cosgua_Tasco	0,823	36,00	5,58	58,42	6,451
R060352	C1JR069B	Cosgua_Tasco	0,123	68,24	8,09	23,67	8,433
R060353	C1JR073B	Cosgua_Tasco	0,097	33,09	9,14	57,77	3,619
R060354	C1JR074G	Cosgua_Tasco	1,953	35,22	29,83	34,95	1,181
R060356	C1JR078B	Cosgua_Tasco	0,129	37,34	16,45	46,21	2,270
R060382	C4JR002PP	Qda Tenería - Tasco	0,037	53,93	8,09	37,99	6,670
R060385	C4JR008B	Qda Tenería - Tasco	0,042	49,02	5,06	45,92	9,681
R060386	C4JR009B	Qda Tenería - Tasco	0,033	47,10	5,72	47,19	8,238
R060416	C6AB024B	Qda Canelas - Tasco	0,191	22,41	11,87	65,72	1,887
R060418	C6AB028B	Qda Canelas - Tasco	0,443	43,03	6,68	50,30	6,444
R060419	C6AB030B	Qda Canelas - Tasco	0,134	33,31	8,04	58,64	4,143
R060422	C6AB033B	Qda Canelas - Tasco	0,401	23,99	11,07	64,94	2,167
R060425	C6AB040B	Qda Canelas - Tasco	0,091	32,06	21,29	46,66	1,506
R060426	C6AB041B	Qda Canelas - Tasco	0,456	18,17	46,57	35,26	0,390
R060430	C6AB047B	Qda Canelas - Tasco	0,372	19,51	7,43	73,06	2,627
R060432	C6AB051B	Qda Canelas - Tasco	0,834	6,73	70,68	22,60	0,095
R060433	C6AB052B	Qda Canelas - Tasco	0,310	14,19	22,93	62,88	0,619
R060437	C6AB059B	Qda Canelas - Tasco	0,270	20,14	34,54	45,32	0,583
R070873	BOLIVAR-1 (3660-3690)	Bolivar -1	0,058	19,83	24,85	55,32	0,798
R070879	BOLIVAR-1 (3480-3510)	Bolivar -1	0,027	26,23	19,94	53,83	1,315
R070885	BOLIVAR-1 (3030-3060)	Bolivar -1	0,030	24,78	14,66	60,56	1,690
R070899	BOLIVAR-1 (660-690)	Bolivar -1	1,216	25,40	26,65	47,94	0,953
R070904	CORMICHOQUE-1 (4830-4860)	Cormichoque-1	0,034	34,62	22,62	42,76	1,530
R070905	CORMICHOQUE-1 (4690-4700)	Cormichoque-2	0,101	33,85	25,12	41,04	1,347
R070908	CORMICHOQUE-1 (4130-4140)	Cormichoque-1	0,126	28,94	21,95	49,11	1,318
R070917	CORMICHOQUE-1 (2530-2540)	Cormichoque-1	0,014	28,43	19,58	51,99	1,452

**Tabla 27.** Resultados de los análisis de cromatografía líquida (LC) realizados sobre los extractos de roca en muestras del área de Soapaga.

Cromatografía de Columna Abierta Líquida							BULK						
Codigo Interno	Identificación de la muestra	Tipo de Muestra	%Saturados	%Aromáticos	% NSO	Sat/Aro	Gravedad API	S (%)	Vanadio (ppm)	Niquel (ppm)	V/Ni	$\delta^{13}C$ Saturados	$\delta^{13}C$ Aromáticos
A010630022	Bolívar 1	Crudo	46,8	26,7	26,5	1,8	14,00	0,68	30,93	58,43	0,53	-28,6	-28,4
A010630023	Soapaga	Rezumadero	27,5	32,1	40,4	0,9	n.d.	n.d.	141,14	51,53	2,74	-27,9	-27,6
A010620001	09JC042-R07B	Impregnación	23,2	29,9	46,8	0,8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-27,9	-27,5
A010620002	09JC050A	Impregnación	37,9	21,4	40,7	1,8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-27,8	-27,4
A010620003	TGN8AB076	Impregnación	30,4	13,0	56,6	2,3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-27,9	-27,0
A010620004	JM053	Impregnación	22,0	10,2	67,8	2,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-28,1	-27,1
A010620005	JM257-R11B	Impregnación	26,3	21,5	52,2	1,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-27,9	-27,6
A010620006	JM257-R11A	Impregnación	35,5	17,0	47,5	2,1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-27,9	-27,7
A010620007	TG10JR05G	Impregnación	21,7	15,1	63,2	1,4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-28,1	-27,2
A010620008	JU017A	Impregnación	33,6	27,4	39,0	1,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-28,2	-27,7
A010620009	JU022B	Impregnación	22,0	19,4	58,5	1,1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-28,1	-27,7
A010620010	JU062	Impregnación	24,6	33,5	41,8	0,7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-28,2	-27,6
A010620011	JU101-R05	Impregnación	22,3	14,6	63,1	1,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-28,0	-27,4
A010620012	JU265-R08B	Impregnación	19,6	21,9	58,5	0,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-28,0	-27,4
A010620013	JU266	Impregnación	12,8	12,4	74,7	1,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-27,9	-27,3
A010620014	QCNT11	Impregnación	16,8	5,8	77,5	2,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-28,0	-27,1
A010620015	Impreg M-1	Impregnación	29,2	10,1	60,7	2,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-28,0	-27,6
A010620016	Impreg M-2	Impregnación	15,0	24,6	60,4	0,6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-27,9	-27,4

**Tabla 28.** Resultados de los análisis de Extracción de Bitumen y Cromatografía Líquida (LC), este último también conocido como SARA, con el que se obtiene los porcentajes de Saturados, Aromáticos y Resinas + Asfaltenos. Las casillas con n.d indican para cuales muestras no fue posible obtener el dato.

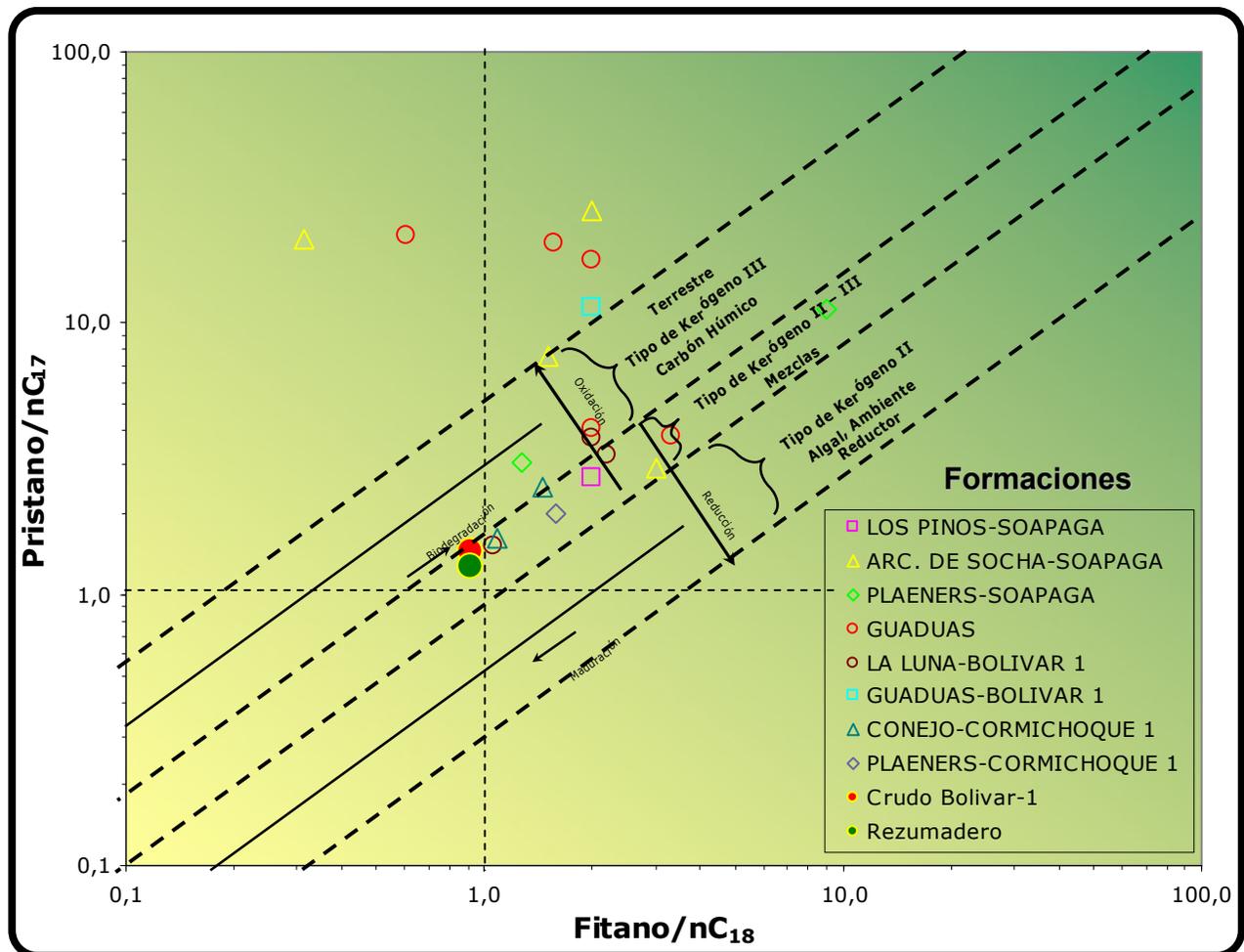


**Figura 49.** Cromatogramas representativos de la fracción de saturados de extractos, de las formaciones Arcillas de Socha, Guaduas, Fm. Plaeners, crudo Bolivar-1, rezumadero Soapaga e impregnación en arenisca de la fm. Picacho. En los Anexos correspondientes se encuentran los cromatogramas de los 13 extractos analizados.

Cromatografía Gaseosa									
Codigo Interno	Identificación de la muestra	Localidad	nC17	Pristano	nC18	Fitano	Pr/Fi	Pr/nC17	Fi/nC18
R060334	C1JR021B	Carretera Corrales - Tasco	10,0	27,0	11,0	22,0	1,23	2,70	2,00
R060350	C1JR063B	Cosgua_Tasco	n.d	34,0	1,0	3,0	11,33	n.d.	3,00
R060352	C1JR069B	Cosgua_Tasco	12,0	35,0	16,0	5,0	7,00	2,92	0,31
R060353	C1JR073B	Cosgua_Tasco	3,0	61,0	4,0	8,0	7,63	20,33	2,00
R060354	C1JR074G	Cosgua_Tasco	2,0	52,0	4,0	6,0	8,67	26,00	1,50
R060356	C1JR078B	Cosgua_Tasco	2,0	15,0	5,0	3,0	5,00	7,50	0,60
R060382	C4JR002PP	Qda Tenería - Tasco	12,0	37,0	18,0	23,0	1,61	3,08	1,28
R060385	C4JR008B	Qda Tenería - Tasco	n.d	19,0	3,0	27,0	0,70	n.d.	9,00
R060386	C4JR009B	Qda Tenería - Tasco	3,0	34,0	4,0	36,0	0,94	11,33	9,00
R060416	C6AB024B	Qda Canelas - Tasco	n.d	97,0	3,0	10,0	9,70	n.d.	3,33
R060418	C6AB028B	Qda Canelas - Tasco	n.d	86,0	13,0	26,0	3,31	n.d.	2,00
R060419	C6AB030B	Qda Canelas - Tasco	6,0	23,0	9,0	14,0	1,64	3,83	1,56
R060422	C6AB033B	Qda Canelas - Tasco	n.d	15,0	n.d	2,0	7,50	n.d.	n.d
R060425	C6AB040B	Qda Canelas - Tasco	21,0	86,0	38,0	23,0	3,74	4,10	0,61
R060426	C6AB041B	Qda Canelas - Tasco	4,0	79,0	4,0	8,0	9,88	19,75	2,00
R060430	C6AB047B	Qda Canelas - Tasco	4,0	84,0	7,0	6,0	14,00	21,00	0,86
R060432	C6AB051B	Qda Canelas - Tasco	n.d	19,0	2,0	n.d	n.d.	n.d.	n.d
R060433	C6AB052B	Qda Canelas - Tasco	n.d	7,0	n.d	1,0	7,00	n.d.	n.d
R060437	C6AB059B	Qda Canelas - Tasco	4,0	68,0	3,0	5,0	13,60	17,00	1,67
R070873	BOLIVAR-1 (3660-3690)	Bolivar -1	16,0	24,0	16,0	17,0	1,41	1,50	1,06
R070879	BOLIVAR-1 (3480-3510)	Bolivar -1	4,0	13,0	5,0	11,0	1,18	3,25	2,20
R070885	BOLIVAR-1 (3030-3060)	Bolivar -1	4,0	15,0	6,0	12,0	1,25	3,75	2,00
R070899	BOLIVAR-1 (660-690)	Bolivar -1	5,0	57,0	7,0	14,0	4,07	11,40	2,00
R070904	CORMICHOQUE-1 (4830-4860)	Cormichoque-1	10,0	16,0	11,0	12,0	1,33	1,60	1,09
R070905	CORMICHOQUE-1 (4690-4700)	Cormichoque-2	6,0	15,0	11,0	16,0	0,94	2,50	1,45
R070908	CORMICHOQUE-1 (4130-4140)	Cormichoque-1	13,0	26,0	12,0	19,0	1,37	2,00	1,58
R070917	CORMICHOQUE-1 (2530-2540)	Cormichoque-1	3,0	n.d	n.d	3,0	n.d.	n.d.	n.d

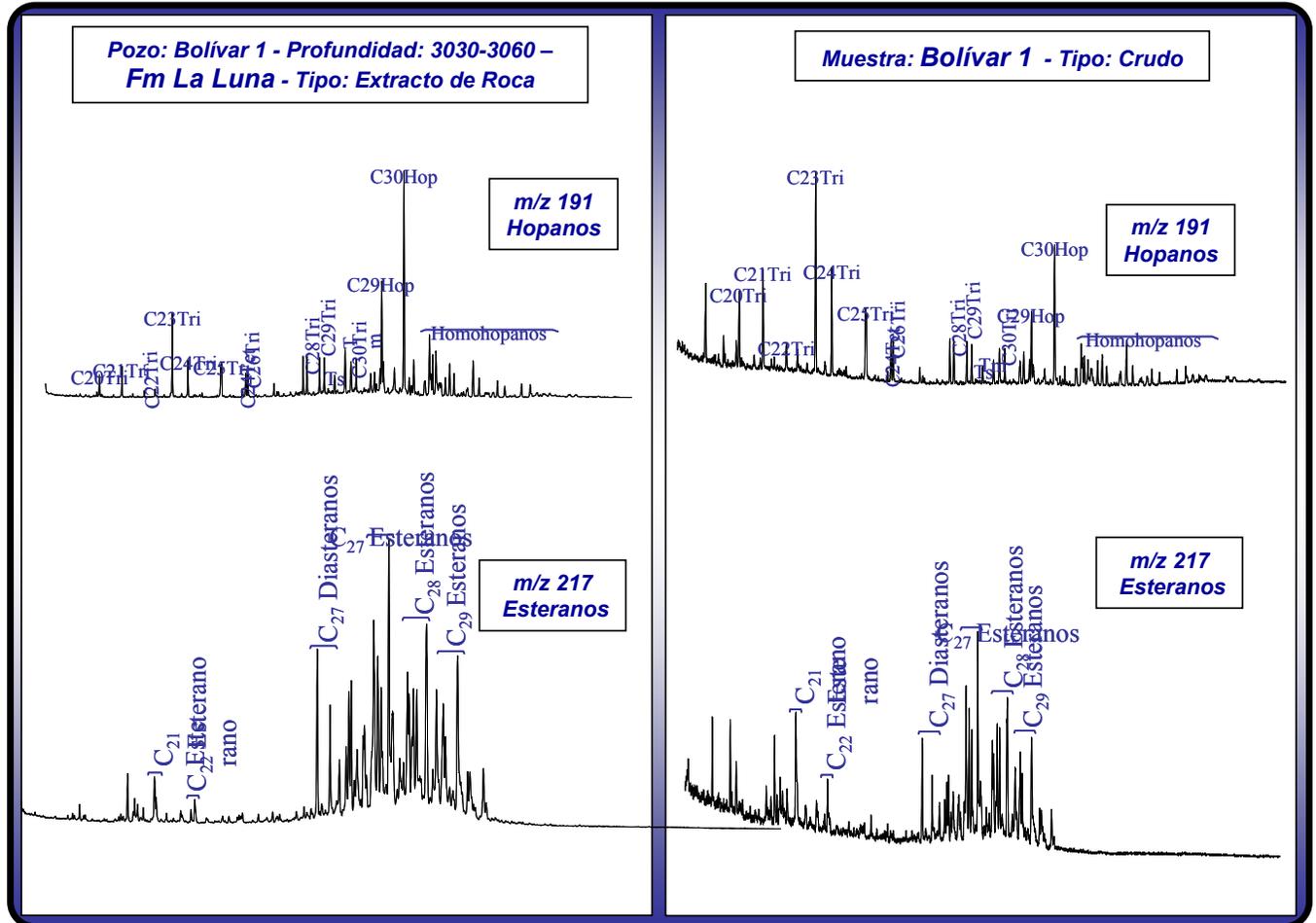
**Tabla 29.** Valores de Parafinas e Isoparafinas obtenidos del análisis de Cromatografía de Gases (GC), de los extractos de roca evaluados. Las casillas con la sigla n.d. indican que el dato no está disponible para ese parámetro en particular. No se presenta tabla para los crudos e impregnaciones debido a que no existen compuestos de parafinas, esto por efecto de la biodegradación.

El diagrama de Fitano/nC18 versus Pristano/nC17 (**Figura 50**), permite observar una distribución de los extractos en dos grupos principales: Uno relacionado con materia orgánica tipo II-III generador principalmente de gas y en menor proporción de hidrocarburos líquidos y otro grupo menor asociado a kerógeno tipo IV (sin potencial de generación). Los crudos se ubican en posición similar al grupo uno, de lo que se puede esperar un origen asociado a kerógeno tipo II-III



**Figura 50.** Relación Fitano/nC18 Versus Pristano /nC17. Las franjas representan los tipos de kerógeno asociado a cada relación entre estos parámetros. Los extractos están representados por símbolos no rellenos, mientras que los crudos con círculos rellenos.

Los análisis GC-MS para la fracción de saturados permiten caracterizar y correlacionar apropiadamente los extractos y los crudos analizados, mostrando una amplia variación entre los extractos de cada formación evaluada y una falta de correlación de éstos con el crudo del pozo Bolivar-1. La Figura 51 ilustra dos grupos de fragmentogramas más comúnmente empleados para obtener los compuestos hopanos y esteranos (m/z 191 y 217), uno para extracto de roca y otro para el crudo Bolivar-1 **Figura 51**.



**Figura 51.** Fragmentogramas m/z 191 (parte superior) y 217 (parte inferior), representativos y obtenidos de los análisis GC-MS saturados de los extractos de las formaciones los Cuervos (parte izquierda) y La Luna (parte derecha).

En la **Tabla 30** se listan los resultados de la GC-MS para la fracción de saturados de las muestras de extractos analizadas y en la **Tabla 31** para las impregnaciones y crudos estudiados. En los anexos de este trabajo, se presentan los resultados individuales para cada muestra, con sus respectivos fragmentogramas.

Los Diasteranos / Esteranos regulares indicadores de rocas fuentes arcillosas y condiciones óxicas (Peters & Moldowan, 1993), muestran una correlación inversa con los C35 / C34 Hopanos, indicadores rocas fuentes carbonáticas (Waples D. W., Machihara, T., 1991). La dispersión observada en el diagrama que relaciona estos dos parámetros (**Figura 52**), sugiere una baja correlación del crudo Bolivar-1 con la mayoría de extractos, con excepción de aquellos que provienen de la formación la Luna en rocas del mismo pozo. Es decir, estos dos tienen valores de C35 Hopanos relativamente alto (cerca de 1) y bajos valores de Diasteranos (menores que 2).

De manera similar pero dando información sobre facies orgánicas (Peters & Moldowan, 1993), en la **Figura 53** se presentan los %C27 Esteranos, indicativo de materia orgánica algal marina (con lo mayores valores en los extractos de muestras cretácicas), versus los %C9 Esteranos, asociados a plantas superiores (con los mayores valores en las muestras terciarias); estos dos parámetros correlacionan de manera inversa, mostrando para el caso del crudo Bolivar-1 y los extractos de la Fm. La Luna una muy buena aproximación, con valores altos de %C27, lo que sugiere una facies marino algal como fuente de este aceite.

La relación Oleanano/C30 Hopano, en la gran mayoría de las muestras, está muy por debajo del valor de 0,2 (**Figura 54**), límite mínimo establecido para determinar el aporte significativo de plantas superiores, particularmente angiospermas (Peters and Moldowan, 1993), que aparecieron al final del Cretáceo y fueron ampliamente distribuidas durante el Terciario. Lo anterior, no corresponde con lo esperado, especialmente para las muestras de extracto terciarias (fms. Guaduas, Arcillas de Socha y Picacho). Ésto puede ser explicado por varias hipótesis (Alberdi & Lopez, 2000): La no presencia de angiospermas en cerca del área de depositación; la alteración del Oleanano original por efecto de aromatización (Murray et al, 1997), asociado a ambientes de pantano.

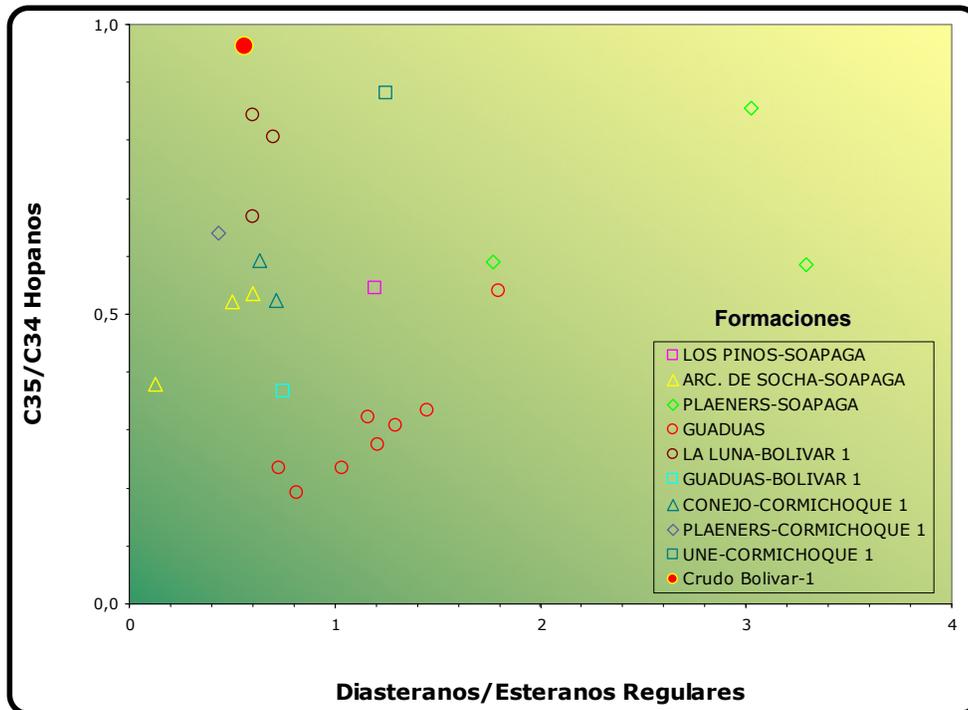
Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masas (Análisis de Biomarcadores)																																
Código Interno	Identificación de la muestra	Formación	Ts/Tm	Diasteranos/esteranos regulares	C35/C34 Hopanos extendidos	Tricíclicos/Hopanos	%C27 Esteranos	%C28 Esteranos	%C29 Esteranos	C28/C29 Esteranos	C30 / C29 Esteranos	Tet24/Triz26	C23 Tricíclicos / C24 Tetracíclicos	C29/C30 Hopano	Oleanano/Hopano	Gammacerano/Hopano	Esteranos / Hopanos	C29 Esteranos S / (S+R)	C31S/S+R Hopanos	Ts/ Ts+Tm	Tet24/Hopano	C23Tr/Hopano	25Nor/Hopano	OI/OI+C30 Hop	Gal/Gal+C30 Hop	C29NorH/C29NorH+C30 Hop	C24Te/C24Te+C26Tri	C25/C26 Tricíclicos	C30 Esteranos /C27-29 Esteranos	Días C27/Días Reg +C27aaa R	%Esteranos de cadena corta	C29bb/(aa+bb)
A010630022	Bolivar 1	Crudo	0,71	0,56	0,96	1,80	38,1	39,1	22,8	1,72	0,26	0,28	17,49	0,51	0,04	0,17	0,85	0,37	0,51	0,42	0,08	1,48	0,24	0,04	0,15	0,19	0,22	1,73	0,03	0,36	10,1	0,4
A010630023	Soapaga	Rezumadero	0,73	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,60	4,81	1,39	0,97	n.d.	n.d.	n.d.	0,42	2,95	14,20	1,82	0,49	n.d.	0,65	0,47	2,18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
A010620001	09JC042-R07B	Picacho	0,40	n.d.	1,08	1,99	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,38	13,96	0,70	0,06	0,13	n.d.	n.d.	0,60	0,28	0,16	2,26	0,19	0,06	0,12	0,16	0,28	1,73	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
A010620002	09JC050A	Picacho	0,39	n.d.	1,00	2,54	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,42	15,61	0,71	0,07	0,12	n.d.	n.d.	0,58	0,28	0,19	3,02	0,14	0,07	0,11	0,12	0,30	1,75	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
A010620003	TGN8AB076	Picacho	0,30	n.d.	1,06	1,62	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,55	9,10	0,75	0,08	0,10	n.d.	n.d.	0,59	0,23	0,18	1,68	0,12	0,08	0,09	0,11	0,36	1,70	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
A010620004	JM053	Picacho	0,44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,41	12,15	3,00	1,67	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,31	4,81	58,46	2,00	0,63	n.d.	0,67	0,30	1,72	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
A010620005	JM257-R11B	Picacho	0,36	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,34	1,89	5,10	2,67	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,27	9,46	17,84	8,22	0,73	n.d.	0,89	0,58	1,18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
A010620006	JM257-R11A	Picacho	0,41	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,42	14,04	1,77	0,17	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,29	0,70	9,77	0,58	0,15	n.d.	0,37	0,30	1,64	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
A010620007	TG10JR05G	Picacho	0,36	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,74	6,85	1,11	0,13	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,27	0,37	2,56	0,46	0,11	n.d.	0,31	0,44	1,75	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
A010620008	JU017A	Picacho	0,37	n.d.	0,70	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,50	9,70	0,71	0,08	0,11	n.d.	n.d.	0,58	0,27	0,20	1,93	0,12	0,07	0,10	0,11	0,34	1,69	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
A010620009	JU022B	Picacho	0,40	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,43	1,79	1,37	0,30	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,29	2,97	5,33	2,53	0,23	n.d.	0,72	0,60	1,13	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
A010620010	JU062	Picacho	0,74	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,67	1,87	4,17	3,17	n.d.	n.d.	n.d.	0,42	8,33	15,60	3,50	0,76	n.d.	0,78	0,51	2,06	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
A010620011	JU101-R05	Picacho	0,40	n.d.	2,75	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,80	5,55	1,59	0,70	1,25	n.d.	n.d.	0,62	0,28	2,08	11,56	1,90	0,41	0,55	0,66	0,45	1,51	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
A010620012	JU265-R08B	Picacho	0,50	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,58	1,12	2,85	0,54	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,33	5,23	5,88	2,78	0,35	n.d.	0,74	0,81	1,63	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
A010620013	JU266	Picacho	0,08	n.d.	1,00	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,46	9,74	1,42	0,11	1,17	n.d.	n.d.	0,60	0,08	1,48	14,42	1,21	0,10	0,54	0,55	0,35	0,54	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
A010620014	QCNT11	Picacho	0,44	n.d.	1,16	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,38	13,77	0,89	0,07	0,18	n.d.	n.d.	0,58	0,31	0,22	3,06	0,23	0,07	0,15	0,18	0,28	0,41	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
A010620015	Impreg M-1	n.d	0,72	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,54	5,66	0,70	1,00	n.d.	n.d.	n.d.	0,63	0,42	2,17	12,30	1,64	0,50	n.d.	0,62	0,44	2,17	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
A010620016	Impreg M-2	n.d	0,59	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,67	6,76	1,36	0,64	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,37	2,11	14,26	1,48	0,39	n.d.	0,60	0,46	2,07	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

**Tabla 30.** Relaciones entre los compuestos biomarcadores de la fracción saturados obtenidos por GC-MS de las muestras de extracto de roca del área de Soapaga. Los resultados de los compuestos independientes se encuentran en los anexos de este trabajo.

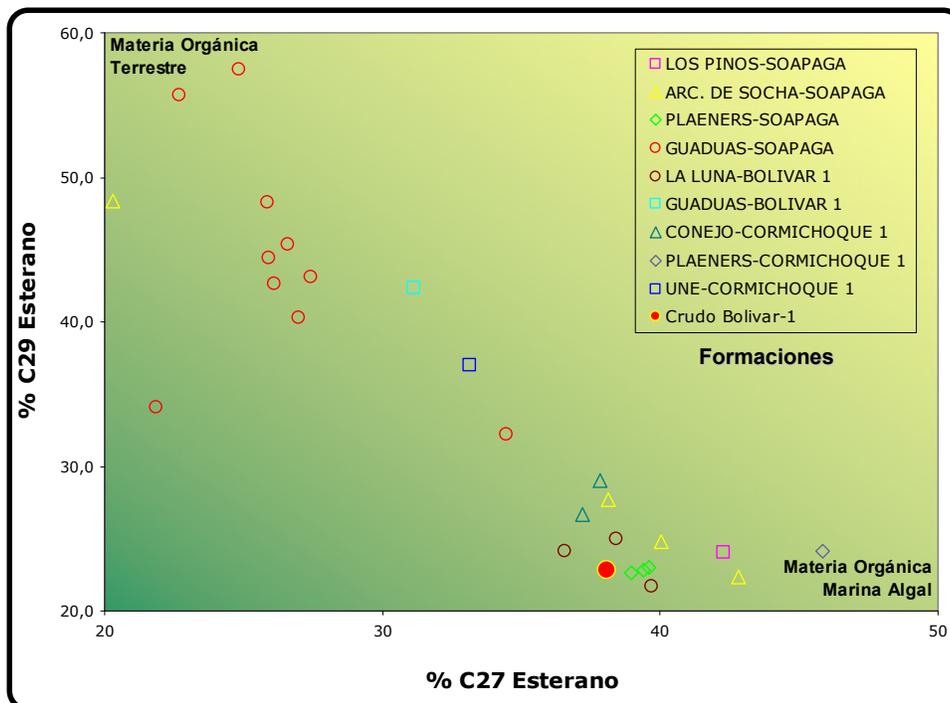
Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masas (Análisis de Biomarcadores)

Código Interno	Identificación de la muestra	Formación	Ts/Tm	Diasteranos/esteranos regulares	C35C34 Hopanos extendidos	Tricliclicos/Hopanos	%C27 Esteranos	%C28 Esteranos	%C29 Esteranos	C28/C29 Esteranos	C30 / C29 Esteranos	Tei24/Ti26	C23 Tricliclicos / C24 Tetracliclicos	C29/C30 Hopano	Oleanano/Hopano	Gammacerano/Hopano	Esteranos / Hopanos	C29 Esteranos S / (S+R)	C31S/S+R Hopanos	Ts/ Ts+Tm	Tei24/Hopano	C23H/Hopano	25Nor/Hopano	OIOI+H30 Hop	Ge/Ga+ C30 Hop	C29NorH/C29NorH+C30 Hop	C24Te/C24Te+C28Tri	C25/C26 Tricliclicos	C30 Esteranos /C27_29 Esteranos	Dias C27/Dias Reg +C27aaa R	%Esteranos de cadena corta	C28bb/(aa+bb)	
R060334	C10JR021B	Los Pinos	1,75266	1,19	0,55	1,58	42,29	33,66	24,05	1,38	0,18	0,20	16,59	0,35	0,03	0,07	0,42	0,46	0,55	0,64	0,04	0,72	0,02	0,03	0,07	0,02	0,16	1,38	0,02	0,54	14,82	0,57	
R060350	C1JR063B	Arc. De Socha	0,06802	0,60	0,54	0,54	42,81	34,85	22,34	1,47	0,13	1,29	5,91	0,93	0,03	0,03	0,10	0,20	0,54	0,06	0,10	0,56	0,08	0,03	0,03	0,07	0,56	0,53	0,02	0,37	31,05	0,40	
R060352	C1JR069B	Arc. De Socha	0,03642	0,13	n.d.	n.d.	50,32	14,39	35,29	0,21	0,19	n.d.	n.d.	1,24	0,12	0,04	n.d.	0,07	0,54	0,04	0,13	n.d.	0,05	0,10	0,04	0,05	n.d.	n.d.	0,06	0,11	n.d.	0,14	
R060353	C1JR073B	Arc. De Socha	0,03632	0,50	0,38	0,26	40,03	35,14	24,83	1,28	0,11	2,31	3,52	0,93	0,02	0,04	0,10	0,14	0,55	0,04	0,07	0,24	0,12	0,02	0,03	0,11	0,70	0,55	0,02	0,33	17,28	0,27	
R060354	C1JR074G	Arc. De Socha	0,03017	0,53	0,52	0,19	38,14	34,17	27,68	1,11	0,13	2,45	2,01	0,93	0,05	0,04	0,07	0,14	0,56	0,03	0,08	0,16	0,15	0,04	0,04	0,13	0,71	0,89	0,02	0,35	11,21	0,33	
R060356	C1JR078B	Arc. De Socha	0,04911	0,30	n.d.	n.d.	20,30	31,39	48,31	0,59	0,12	30,55	0,10	1,08	0,08	0,03	n.d.	0,10	0,55	0,05	0,06	0,01	0,04	0,07	0,03	0,04	0,97	n.d.	0,04	0,23	2,68	0,18	
R060382	C4JR002PP	Planeres	0,80254	1,77	0,59	1,99	39,60	37,37	23,04	1,56	0,13	0,21	18,11	0,78	0,06	0,07	0,32	0,43	0,56	0,45	0,07	1,25	0,04	0,06	0,06	0,04	0,17	1,37	0,02	0,64	18,63	0,53	
R060385	C4JR008B	Planeres	3,0839	3,29	0,59	3,60	39,39	37,83	22,78	1,64	0,19	0,16	19,72	0,32	0,08	0,16	0,49	0,54	0,57	0,76	0,12	2,27	0,04	0,08	0,14	0,04	0,14	1,20	0,02	0,77	18,77	0,59	
R060386	C4JR009B	Planeres	3,06266	3,03	0,86	3,25	38,94	38,48	22,58	1,70	0,19	0,17	18,89	0,31	0,09	0,16	0,47	0,48	0,47	0,75	0,11	2,06	0,04	0,08	0,14	0,04	0,14	1,23	0,02	0,75	16,64	0,55	
R060416	C6AB024B	Guaduas	0,07186	1,21	0,28	n.d.	26,10	31,23	42,67	0,60	0,12	n.d.	0,09	0,01	0,11	0,08	0,03	0,26	0,56	0,07	0,17	0,02	0,01	0,10	0,07	0,01	n.d.	n.d.	0,03	0,55	7,48	0,20	
R060418	C6AB028B	Guaduas	0,0415	1,04	0,23	n.d.	26,98	32,71	40,31	0,76	0,15	46,20	0,11	0,99	0,03	0,05	0,02	0,24	0,57	0,04	0,11	0,01	0,01	0,03	0,04	0,01	0,98	n.d.	0,04	0,51	8,07	0,15	
R060419	C6AB030B	Guaduas	0,37637	1,80	0,54	0,42	34,47	33,31	32,22	0,91	0,20	0,87	5,65	0,80	0,96	0,07	0,10	0,31	0,62	0,27	0,07	0,39	0,58	0,49	0,06	0,37	0,47	0,58	0,04	0,64	22,38	0,52	
R060422	C6AB033B	Guaduas	0,04963	1,16	0,32	n.d.	21,88	44,04	34,08	1,62	0,20	85,65	0,07	1,01	0,06	0,07	0,02	0,20	0,59	0,05	0,10	0,01	0,01	0,06	0,06	0,01	0,99	n.d.	0,04	0,54	5,34	0,17	
R060425	C6AB040B	Guaduas	0,03241	0,73	0,23	n.d.	27,41	29,52	43,07	0,64	0,15	n.d.	0,13	1,07	0,04	0,06	0,04	0,28	0,59	0,03	0,11	0,01	0,02	0,04	0,06	0,02	n.d.	n.d.	0,04	0,42	4,11	0,14	
R060426	C6AB041B	Guaduas	0,08093	1,45	0,33	n.d.	25,91	29,72	44,37	0,57	0,17	n.d.	0,05	0,82	0,08	0,02	0,02	0,22	0,57	0,07	0,11	0,01	0,04	0,07	0,02	0,04	n.d.	n.d.	0,05	0,59	6,58	0,18	
R060430	C6AB047B	Guaduas	0,06543	0,81	0,19	n.d.	26,61	28,03	45,36	0,59	0,23	n.d.	0,03	1,06	0,02	0,02	0,02	0,15	0,54	0,06	0,23	0,01	0,06	0,02	0,02	0,05	n.d.	n.d.	0,07	0,45	5,22	0,23	
R060432	C6AB051B	Guaduas	0,0122	1,00	n.d.	n.d.	25,86	25,86	48,28	0,58	0,37	n.d.	0,03	1,28	0,03	0,04	n.d.	0,10	0,58	0,01	0,14	0,00	0,03	0,03	0,04	0,03	n.d.	n.d.	0,12	0,50	4,83	0,13	
R060433	C6AB052B	Guaduas	0,02262	0,44	n.d.	n.d.	24,82	17,75	57,43	0,19	0,11	n.d.	0,05	1,64	0,07	0,07	n.d.	0,17	0,59	0,02	0,11	0,01	0,01	0,06	0,06	0,01	n.d.	n.d.	0,05	0,31	3,55	0,11	
R060437	C6AB059B	Guaduas	0,04326	1,29	0,31	n.d.	22,70	21,61	55,69	0,38	0,07	29,86	0,17	5,86	0,09	0,49	0,06	0,24	0,58	0,04	0,43	0,08	0,35	0,08	0,33	0,26	0,97	1,19	0,03	0,56	3,06	0,21	
R070873	BOLIVAR-1 (3660-3690)	La Luna	0,64275	0,60	0,67	1,27	39,67	38,64	21,69	1,67	0,14	0,29	15,18	0,56	0,03	0,03	0,23	0,75	0,42	0,59	0,39	0,06	0,85	0,14	0,03	0,18	0,12	0,22	1,69	0,02	0,37	7,07	0,39
R070879	BOLIVAR-1 (3480-3510)	La Luna	0,66448	0,60	0,84	0,72	38,41	36,62	24,98	1,42	0,16	0,42	8,98	0,44	0,03	0,17	0,56	0,40	0,55	0,40	0,04	0,37	0,08	0,03	0,15	0,08	0,30	1,47	0,02	0,38	4,61	0,35	
R070885	BOLIVAR-1 (3030-3060)	La Luna	0,42722	0,70	0,81	0,72	36,58	39,32	24,10	1,58	0,14	0,36	10,12	0,45	0,02	0,18	0,61	0,40	0,59	0,30	0,04	0,38	0,08	0,02	0,15	0,08	0,27	1,45	0,02	0,41	3,66	0,34	
R070899	BOLIVAR-1 (660-690)	Guaduas	0,01954	0,75	0,37	n.d.	31,16	26,50	42,33	0,51	0,07	6,66	0,81	0,70	0,05	0,04	0,04	0,09	0,55	0,02	0,06	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,87	1,65	0,02	0,43	7,84	0,25	
R070904	CORMICHOQUE-1 (4830-4860)	Conejo	1,0000	0,72	0,52	0,39	37,84	33,19	28,97	1,14	0,11	0,65	5,72	0,48	0,03	0,05	0,38	0,39	0,59	0,50	0,04	0,23	0,06	0,03	0,04	0,05	0,40	1,18	0,02	0,42	4,94	0,36	
R070905	CORMICHOQUE-1 (4690-4700)	Conejo	0,8008	0,63	0,59	0,62	37,19	36,14	26,67	1,30	0,12	0,38	8,56	0,55	0,02	0,04	0,55	0,42	0,59	0,44	0,04	0,38	0,18	0,02	0,04	0,15	0,27	1,24	0,02	0,39	5,36	0,39	
R070908	CORMICHOQUE-1 (4130-4140)	Plaeners	0,52477	0,43	0,64	0,66	45,87	29,99	24,14	1,18	0,16	0,38	13,31	0,55	0,03	0,07	0,43	0,32	0,58	0,34	0,04	0,50	0,22	0,03	0,07	0,18	0,27	1,42	0,02	0,30	4,62	0,31	
R070917	CORMICHOQUE-1 (2530-2540)	Conejo	0,43034	1,25	0,88	0,51	33,14	29,85	37,01	0,76	0,13	0,94	4,75	0,66	0,05	0,03	0,23	0,46	0,05	0,30	0,08	0,39	0,12	0,05	0,03	0,10	0,47	1,38	0,03	0,56	10,79	0,51	

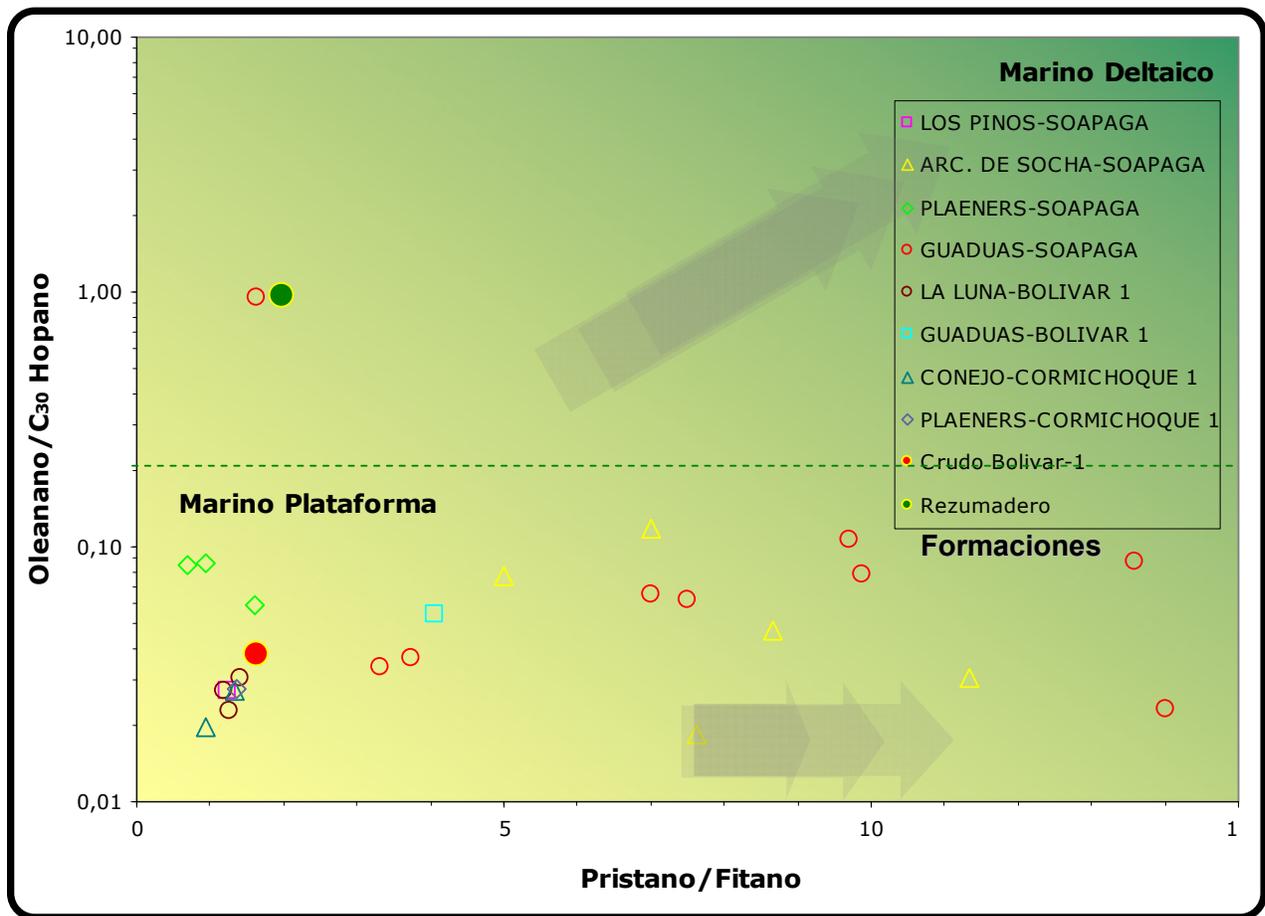
**Tabla 31.** Relaciones entre los compuestos biomarcadores de la fracción saturados obtenidos por GC-MS de las muestras de crudo e impregnaciones del área de Soapaga. Los resultados de los compuestos independientes se encuentran en los anexos de este trabajo.



**Figura 52.** Diagrama de Diasteranos/Esteranos Regulares versus C35/C34 Hopanos, para los extractos del área de Soapaga y el crudo Bolivar-1.



**Figura 53.** Diagrama de %C27 Esteranos versus %C29 Esteranos, ilustrando la correlación inversa entre los extractos de las formaciones Los Cuervos, La Luna, Aguasblancas y Lagunitas.



**Figura 54.** Diagrama de Oleanano / C30 Hopanos versus Pristano / Fitano, revelando la ausencia del biomarcador de angiospermas incluso en los extractos terciarios.

31 análisis GC-MS de la fracción aromáticos fueron realizados sobre las muestras de extractos de roca (15), impregnaciones (16) y crudos disponibles (2), para evaluación en el área de Soapaga. Los resultados analíticos totales y los fragmentogramas son presentados en los anexos de este trabajo.

En la **Tablas 32 y 33** se listan las principales relaciones usadas que incluyen compuestos mono y triaromáticos esteroides, fenantrenos y dibenzotiofenos.

La distribución de los compuestos esteroides monoaromáticos C27, C28 y C29 en un diagrama ternario (Moldowan & Fago, 1985), representando su contenido en porcentaje (**Figura 55**), ilustra un claro contraste entre los extractos de la formaciones Guaduas y Las Arcillas de Socha y las impregnaciones y crudos de este sector (las cuales correlación bastante bien entre sí), lo que permite sugerir que el origen de estos crudos no está asociado a los extractos analizados y de acuerdo con lo presentado anteriormente podrían correlacionarse más con los extractos de la formación La Luna.

La correlación propuesta por Hughes, W. et al (1995), entre la relación Dibenzotiofeno / Fenantreno (DBT/F, parámetro asociado a ambiente de depositación de la roca fuente), y la relación Pristano / Fitano, en términos generales se ajusta a lo esperado con los extractos de la formación terciarias y cretácicas (**Figura 56**).

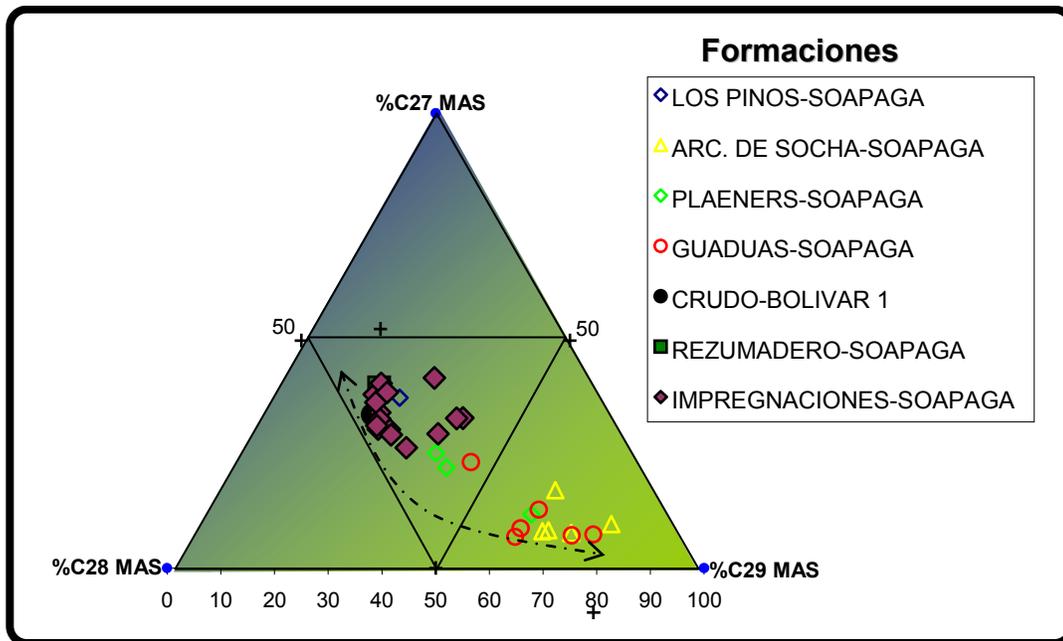
La generación de crudos relacionados con las facies de las formaciones Guaduas y Arcillas de Socha no presenta evidencia en los crudos evaluados en este estudio, sin embargo, información adicional suministrada por los compuestos aromáticos, indican que la generación de hidrocarburos asociados estas rocas, ocurrirían en estadios tempranos de madurez de la materia orgánica (**Figura 57**).

Codigo interno	Identificación de la muestra	Formación	MONO- TRI AROMATICOS ESTEROIDES (TAS)															m/z 245		FENANTRENOS NAFTALENOS Y DIBENZOTIOFENOS															NEW RATIOS		
			(C20+C21)/S TAS	TAS #1 20/20+27	TAS #2 21/21+28	%26 TAS	%27 TAS	%28 TAS	%29 TAS	C28/C26 20S TAS	C28/C27 20R TAS	Dia/Regular C27 MAS	%27 MAS	%28 MAS	%29 MAS	(C21+C22)/S MAS	TAS/(MAS+TAS)	TA28/(TA28+MA29)	Dinosteroid Index	C4/C3+C4 Mester	MPL1	MPL2	Rc(a) if Ro < 1.3 (Ro%)	Rc(b) if Ro > 1.3 (Ro%)	DNR-1	DNR-2	TNR1	TDE-1	TDE-2	MDR	Rm (Ro%)	MDR23	MDR1	DBT/Phenanthrene	PNR	MDPNR	Dinosteroid Index 2
R060334	C10JR021B	Los Pinos	0,19	0,41	0,39	23,59	37,57	32,17	6,67	1,40	0,86	2,26	37,42	38,01	24,58	0,13	0,72	0,77	0,55	0,55	1,05	0,57	1,00	1,67	1,71	1,20	0,88	3,72	0,42	1,17	0,64	0,74	1,23	0,21	0,52	0,42	0,35
R060350	C1JR063B	Arc. De Socha	0,05	0,11	0,12	13,61	40,31	41,39	4,69	3,52	1,03	1,69	9,71	12,46	77,84	0,04	0,66	0,51	0,36	0,55	0,53	0,84	0,69	1,98	2,00	1,71	1,16	7,65	0,72	2,05	0,71	0,58	0,61	0,01	0,34	0,66	0,25
R060352	C1JR069B	Arc. De Socha	0,05	0,31	0,06	6,91	13,63	76,43	3,03	14,46	5,61	2,10	17,12	19,17	63,71	0,05	0,88	0,90	n.d.	0,49	0,69	0,20	0,78	1,89	1,75	1,40	2,12	43,40	0,30	0,68	0,56	0,59	1,73	0,11	0,22	0,94	n.d.
R060353	C1JR073B	Arc. De Socha	0,16	0,43	0,21	11,71	32,49	53,25	2,54	4,34	1,64	4,82	8,28	24,85	66,87	0,07	0,39	0,31	0,15	0,76	0,58	0,66	0,72	1,95	1,53	1,54	1,95	n.d.	0,49	1,55	0,68	0,88	1,44	0,08	0,05	0,98	n.d.
R060354	C1JR074G	Arc. De Socha	0,17	0,50	0,17	11,32	29,08	59,61	n.d.	4,47	2,05	5,56	8,10	26,07	65,83	0,09	0,40	0,33	0,12	0,83	0,60	0,54	0,73	1,94	1,04	0,81	0,60	7,64	1,75	1,32	0,66	0,37	0,51	0,52	0,11	0,64	n.d.
R060356	C1JR078B	Arc. De Socha	0,12	0,51	0,11	8,32	17,77	71,08	2,83	8,79	4,00	5,51	7,66	20,94	71,41	0,06	0,74	0,73	0,14	0,68	0,51	0,52	0,67	2,00	1,03	0,71	1,30	187,76	1,55	1,33	0,66	0,52	0,75	0,17	0,03	0,92	n.d.
R060382	C4JR002PP	Planeres	0,23	0,63	0,21	10,52	22,64	63,80	3,05	5,15	2,82	4,19	11,75	26,30	61,95	0,09	0,73	0,70	0,21	0,68	1,08	0,85	1,02	1,65	1,29	0,72	0,70	14,02	0,53	1,65	0,69	1,65	1,74	0,23	0,10	0,92	n.d.
R060416	C6AB024B	Guaduas	0,02	0,12	0,03	10,29	20,10	69,61	n.d.	10,60	3,46	n.d.	6,85	31,76	61,39	0,03	0,74	0,77	0,30	0,15	0,48	0,50	0,66	2,01	1,45	0,91	2,98	20,07	0,23	2,75	0,74	0,39	0,36	0,03	0,27	0,88	n.d.
R060418	C6AB028B	Guaduas	0,04	0,20	0,06	13,30	22,02	61,08	3,60	5,24	2,77	0,84	7,35	16,96	75,69	0,02	0,77	0,73	0,20	0,41	0,84	0,60	0,87	1,80	1,25	1,04	1,80	15,20	0,33	2,05	0,71	0,39	0,50	0,01	0,38	0,71	n.d.
R060419	C6AB030B	Guaduas	0,09	0,26	0,20	30,58	29,04	36,82	3,56	1,23	1,27	3,34	23,27	31,78	44,96	0,11	0,85	0,84	0,20	0,82	1,51	1,08	1,28	1,39	1,95	1,29	1,54	29,58	0,36	1,28	0,65	0,62	0,60	0,11	0,18	0,25	0,20
R060422	C6AB033B	Guaduas	0,04	0,20	0,08	16,80	21,44	55,52	6,24	4,48	2,59	1,19	12,81	24,38	62,82	0,05	0,51	0,50	0,26	0,34	0,84	0,70	0,87	1,80	n.d.	n.d.	1,88	20,71	0,37	1,64	0,69	0,57	0,64	0,03	0,37	0,66	n.d.
R060426	C6AB041B	Guaduas	0,03	0,15	0,04	12,46	21,46	63,04	3,04	5,77	2,94	2,07	7,16	21,07	71,77	0,02	0,69	0,66	0,17	0,60	0,25	0,35	0,52	2,15	1,30	0,90	1,27	119,79	1,04	2,20	0,72	0,33	0,38	0,00	0,13	0,48	n.d.
R060385	C4JR008B	Planeres	0,34	0,62	0,48	14,98	35,80	49,22	n.d.	3,42	1,37	1,83	22,05	37,02	40,93	0,13	0,40	0,39	0,29	0,66	0,20	0,11	0,49	2,18	1,76	1,30	1,21	13,16	0,44	1,33	0,66	0,90	1,15	0,02	0,20	0,90	n.d.
R060386	C4JR009B	Planeres	0,38	0,66	0,55	16,11	38,67	45,21	n.d.	3,31	1,17	1,55	25,24	37,32	37,44	0,19	0,41	0,41	0,33	0,64	0,41	0,22	0,61	2,06	2,38	1,82	1,50	13,46	0,56	1,29	0,65	0,84	1,22	0,03	0,24	0,87	n.d.
R060425	C6AB040B	Guaduas	0,10	0,36	0,10	10,95	28,41	57,99	2,65	4,90	2,04	5,50	8,76	29,79	61,44	0,05	0,75	0,73	0,13	0,64	0,61	0,30	0,74	1,93	1,91	1,27	1,00	152,84	1,69	2,07	0,72	0,21	0,28	0,08	0,01	0,37	0,12

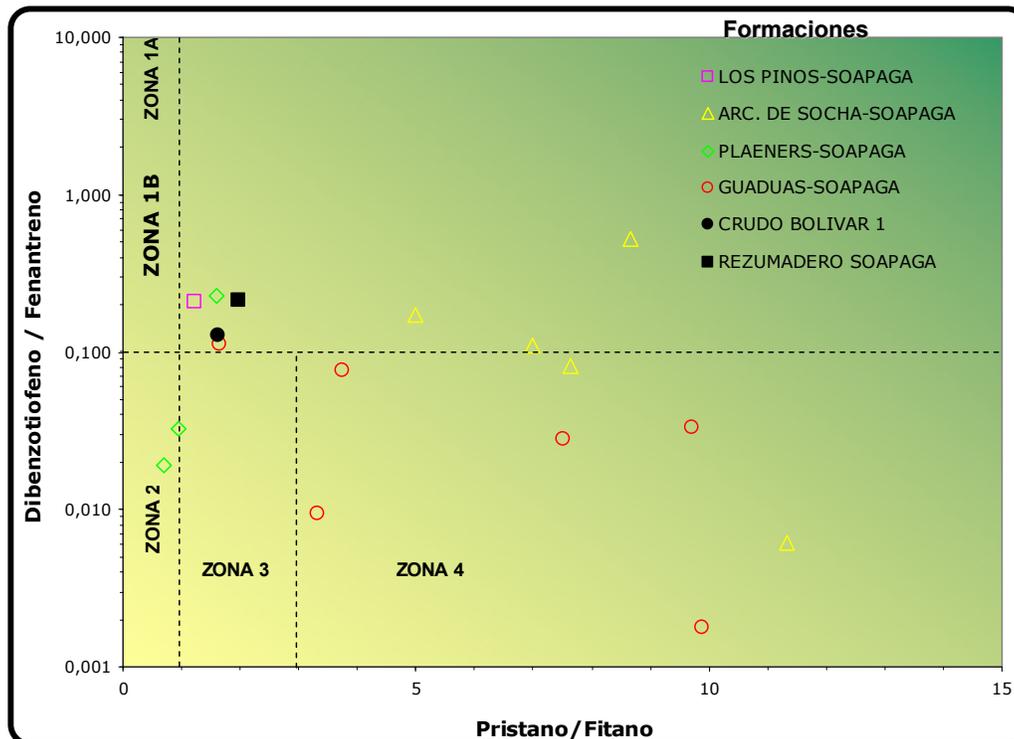
**Tabla 32.** Relaciones entre los compuestos biomarcadores de la fracción de aromáticos obtenidos por GC-MS de las muestras de extracto de roca del área de Soapaga. Los resultados de los compuestos independientes y la nomenclatura empleada para abreviar los títulos de las de estas relaciones, se encuentran en los anexos de este trabajo.

Codigo interno	Identificación de la muestra	Tipo de Muestra	MONO- TRI AROMATICOS ESTEROIDES (TAS)														m/z 245	FENANTRENOS NAFTALENOS Y DIBENZOTIOFENOS														Nuevas Relac.					
			(C20+C21)/S TAS	TAS #1 20/20+27	TAS #2 21/21+28	%26 TAS	%27 TAS	%28 TAS	%29 TAS	C28/C26 20S TAS	C28/C27 20R TAS	Dia/Regular C27 MAS	%27 MAS	%28 MAS	%29 MAS	(C21+C22)/S MAS	TAS/(MAS+TAS)	TA28/(TA28+MA29)	Dinosteroid Index	C4/C3+C4 Meester	MPI-1	MPI-2	Rc(a) If Ro < 1.3 (R0%)	Rc(b) If Ro > 1.3 (R0%)	DNR-1	DNR-2	TNR1	TDE-1	TDE-2	MDR	Rm (Ro%)	MDR23	MDR1	DBT/phenanthrene	PNR	MDPNR	Dinosteroid Index 2
A010630022	Bolívar 1	Crudo	0,07	0,17	0,19	26,04	42,95	25,98	5,03	0,93	0,60	1,00	33,70	44,82	21,48	0,05	0,50	0,54	0,62	0,61	0,70	0,72	0,79	1,88	3,73	1,90	0,95	2,12	0,59	1,26	0,65	1,12	1,21	0,13	0,52	0,61	0,35
A010630023	Soapaga	Rezumadero	0,04	0,06	0,16	22,65	43,49	25,65	8,21	1,09	0,59	1,06	39,67	40,65	19,68	0,10	0,26	0,32	0,76	0,60	0,61	0,58	0,74	1,93	6,59	3,13	1,08	3,03	0,52	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,21	n.d.	n.d.	0,6
A010620001	09JC042-R07B	Impregnación	0,10	0,17	0,27	15,32	49,20	28,76	6,72	1,75	0,58	1,23	31,25	44,96	23,79	0,08	0,41	0,44	0,66	0,61	0,48	0,40	0,66	2,01	1,88	2,03	0,56	4,12	0,51	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,14	n.d.	n.d.	n.d.
A010620002	09JC050A	Impregnación	0,11	0,21	0,26	13,41	48,38	32,25	5,96	2,25	0,67	1,35	30,52	45,44	24,04	0,08	0,52	0,57	0,60	0,62	0,84	0,56	0,88	1,79	0,46	0,78	0,46	3,71	0,50	0,29	0,48	0,71	1,63	0,15	0,44	0,26	0,34
A010620003	TGN8AB076	Impregnación	0,09	0,15	0,27	14,11	47,54	33,05	5,31	2,28	0,70	1,43	26,42	42,24	31,34	0,09	0,86	0,86	0,58	0,63	0,76	0,59	0,83	1,84	0,32	0,63	0,49	8,39	0,50	0,61	0,55	0,54	0,75	0,17	0,21	0,34	0,34
A010620004	JM053	Impregnación	n.d.	n.d.	n.d.	14,42	47,67	32,48	5,43	2,13	0,68	1,15	30,40	43,39	26,21	0,09	0,91	0,93	0,62	0,62	0,76	0,83	0,83	1,84	5,90	3,17	0,93	5,12	0,53	2,96	0,75	0,91	0,32	0,12	0,43	0,51	0,36
A010620005	JM257-R11B	Impregnación	0,04	0,04	0,24	18,99	34,26	16,96	29,79	0,79	0,49	1,37	32,98	28,44	38,58	0,22	0,44	0,31	0,87	0,59	0,65	0,69	0,76	1,91	2,90	2,00	0,90	4,67	0,49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,83
A010620006	JM257-R11A	Impregnación	0,03	0,04	0,21	19,05	37,42	17,48	26,05	0,83	0,47	1,37	32,90	29,64	37,46	0,20	0,36	0,25	0,86	0,60	0,76	0,78	0,82	1,85	5,23	2,66	1,10	4,40	0,46	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,14	n.d.	n.d.	0,80
A010620007	TG10JR05G	Impregnación	0,02	0,03	0,12	37,54	32,79	16,77	12,90	0,38	0,51	0,92	41,78	29,33	28,89	0,18	0,64	0,54	0,87	0,59	0,70	0,72	0,79	1,88	6,42	2,96	1,27	4,65	0,54	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,10	n.d.	n.d.	0,85
A010620008	JU017A	Impregnación	0,06	0,02	0,29	17,83	47,76	27,66	6,75	1,53	0,58	1,11	34,18	43,33	22,49	0,09	0,49	0,54	0,70	0,61	0,79	0,80	0,85	1,82	5,10	2,89	1,03	4,56	0,47	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,28	n.d.	n.d.	0,49
A010620009	JU022B	Impregnación	0,02	0,03	0,09	16,54	48,39	27,52	7,55	1,47	0,57	1,09	32,80	44,03	23,17	0,09	0,40	0,45	0,70	0,60	0,65	0,56	0,76	1,91	2,96	2,84	0,99	3,67	0,59	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,53
A010620010	JU062	Impregnación	0,01	n.d.	0,05	12,94	49,82	31,82	5,42	2,25	0,64	1,26	29,27	43,63	27,10	0,08	0,40	0,46	0,58	0,63	0,75	0,79	0,82	1,85	2,28	2,13	0,76	3,93	0,57	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,33
A010620011	JU101-R05	Impregnación	0,00	n.d.	0,02	14,84	49,29	30,23	5,64	1,97	0,61	1,34	31,28	45,34	23,38	0,09	0,68	0,74	0,65	0,61	0,69	0,69	0,78	1,89	3,88	2,54	0,81	8,79	0,49	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,26	n.d.	n.d.	0,39
A010620012	JU265-R08B	Impregnación	0,01	n.d.	0,11	24,64	39,78	20,12	15,46	0,79	0,51	1,11	38,14	42,33	19,52	0,16	0,33	0,37	0,84	0,63	0,72	0,70	0,80	1,87	3,65	2,46	0,83	6,55	0,51	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,32	n.d.	n.d.	0,76
A010620013	JU266	Impregnación	0,02	n.d.	0,14	22,54	43,32	26,67	7,48	1,19	0,62	1,17	36,42	42,89	20,69	0,08	0,53	0,61	0,77	0,59	0,61	0,65	0,74	1,93	2,29	1,60	1,09	4,75	0,50	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,62
A010620014	QCNT11	Impregnación	0,06	0,10	0,18	13,12	47,57	31,90	7,42	2,47	0,67	0,66	29,51	34,80	35,69	0,08	0,79	0,77	0,66	0,59	0,72	0,68	0,80	1,87	4,90	2,72	1,02	4,18	0,50	1,18	0,64	0,84	1,05	0,10	0,50	0,61	0,42
A010620015	Impreg M-1	Impregnación	0,03	n.d.	0,21	31,45	36,93	24,29	7,33	1,04	0,66	1,05	40,54	39,86	19,59	0,10	0,14	0,18	0,80	0,64	0,75	0,72	0,82	1,85	4,14	2,23	0,95	n.d.	0,41	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,72
A010620016	Impreg M-2	Impregnación	0,02	n.d.	0,11	22,47	43,34	26,10	8,09	1,07	0,60	1,05	38,60	39,70	21,70	0,10	0,76	0,80	0,77	0,60	0,71	0,65	0,80	1,87	4,25	2,27	1,02	3,90	0,50	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,60

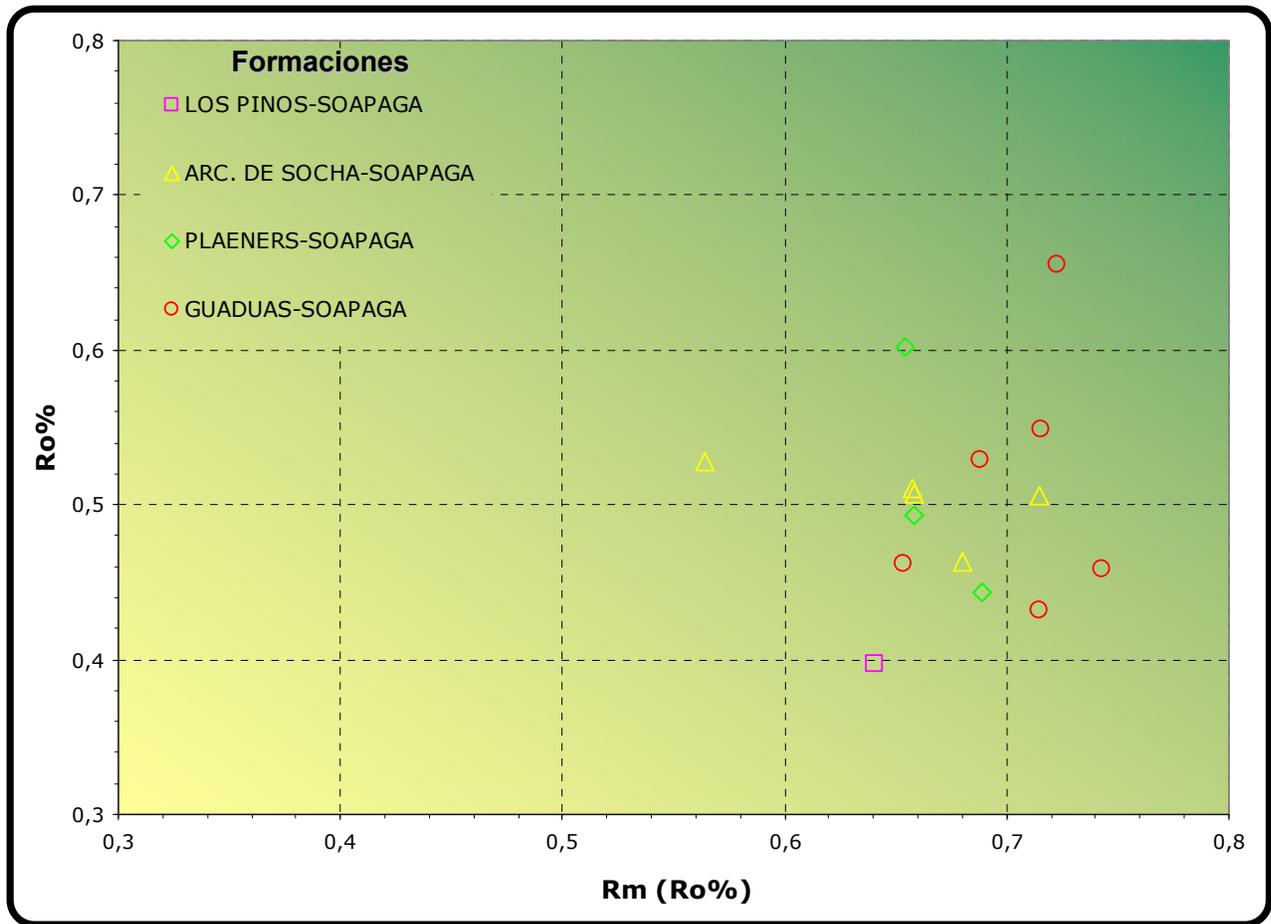
**Tabla 33.** Relaciones entre los compuestos biomarcadores de la fracción de aromáticos obtenidos por GC-MS de las muestras de impregnaciones y crudos del área de Soapaga. Los resultados de los compuestos independientes y la nomenclatura empleada para abreviar los títulos de las de estas relaciones, se encuentran en los anexos de este trabajo.



**Figura 55.** Diagrama Ternario de los compuestos esteroides monoaromáticos C27, C28 y C29 en porcentaje, para las impregnaciones y crudos del área de Soapaga.



**Figura 56.** Correlación inversa entre la relación Pristano / Fitano de los compuestos saturados y la relación Dibenzotiofeno / Fenantreno de los compuestos aromáticos. Las zonas en el diagrama asociadas con ambientes de depositación son propuestas por Hughes, W. et al (1985).



**Figura 57.** Correlación directa entre los valores de Reflectancia de la vitrinita (%Ro), obtenida directamente por Petrografía Orgánica (eje de las X), y Reflectancia equivalente (%Rm), obtenida a partir de la ecuación propuesta por Radke et al (1986), a partir de los compuestos aromáticos Metildibenzotiofenos (MDBT).

## 5. BIBLIOGRAFIA

1. Alberdi, M. & López, L. (2000). "Biomarker 18a(H)-oleanane: a geochemical tool to assess Venezuelan petroleum systems."; *Journal of South American Earth Sciences* 13 (2000) 751±759.
2. Garcia, D, Mora, C., Niño Ch., Escobar, J. Escalante, C., 2001, "Evaluación del Potencial de Generación de la Formación Iró, Cuenca San Juan Atrato", Primeras Jornadas Colombianas de Geoquímica del Petróleo, Bucaramanga, 2001.
3. Hughes, W. B., et al, 1995, The ratios of dibenzothiophene to phenanthrene and pristane to phytane as indicators of depositional environment and lithology of petroleum source rocks, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 59, Nº17, p 3581-3598.
4. Magoon, L., Wallace, D., 1994. "The Petroleum System – From Source Rock to Trap", AAPG Memoir 60.
5. Mackenzie, A.S., 1984. Application of biological markers in petroleum geochemistry. Welte, D., Brooks, J. (Eds.). *Advances in Petroleum Geochemistry* 1, 115±214.
6. Moldowan, M. & Fago, F., 1985. "Structure and significance of a novel rearranged monoaromatic steroid hydrocarbon in petroleum."; *Geochim. et Cosmochim. Acta* v.50, p.343-351.
7. Moldowan, J. M., J. Dahl, F. J. Fago, R. Shetty, D. S. Watt, S. R. Jacobson, B. J. Huizinga, M. A. McCaffrey and R. E. Summons, 1995, Correlation of biomarkers with geological age. Abstract. 17th International European Association of Organic Geochemists Meeting, San Sebastian, Spain, p.418-420.
8. Murray, A.P., Sosrowidjojo, I.B., Alexander, R., Kagi, R.I., Norgate, C.M., Summons, R.E., 1997. Oleananes in oils and sediments: Evidences of marine influence during early diagenesis. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 61, 1261±1276.
9. Peters, K., Moldowan, M., 1993. *The Biomarkers Guide: Interpreting Molecular Fossils in Petroleum and Ancient Sediments*. Prentice Hall International, London UK (345 p.).
10. Radke, M. and D. H. Welte, 1983, The methylphenanthrene index (MPI). A maturity parameter based on aromatic hydrocarbons. In: *Advances in Organic Geochemistry 1981* (eds. M. Bjoroy et al.) John Wiley, Chichester. P.504-512.

11. Sofer, Z., 1984. "Stable Carbon Compositions of Crude Oils: Application to Source Depositional Environments and Petroleum Alteration", The American Association of Petroleum Geologist Bulletin, V.68, N°1 (January 1984), P.31-49.
12. Wenger, L. M., Isaksen, G.I., 2002. Control of hydrocarbon seepage intensity on level of biodegradation in sea bottom sediments. *Organic Geochem.* v.33, p.1277-1292.
13. William B. Hughes, T Albert G. Holba, 2 and LEON I. P. Dzou, 1995, "The ratios of dibenzothiophene to phenanthrene and pristane to phytane as indicators of depositional environment and lithology of petroleum source rocks."; *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 59, No. 17, pp. 3581-3598.
14. Zumberge, J., 1987. Prediction of source rock characteristics based on terpane biomarkers in crude oils: A multivariate statistical approach. *Geochimica et Cosmochimica Acta* V.51, p.1625-1637.
15. Waples D. W., Machihara, T., 1991. Biomarkers for Geologists. A Practical Guide to the Application of Steranes and Triterpanes in Petroleum Geology. AAPG Methods in Exploration Series, No. 9. p.49.

Trabajos de Cartografía Geológica de donde se obtuvieron las muestras para los análisis geoquímicos:

16. Geoestudios, 2006. Cartografía Geológica Cuenca Cesar Ranchería. Bogotá. (95 p)
17. Unión Temporal B&G, 2006. Cartografía Geológica de los Cinturones Plegados Sinù-San Jacinto. Bogotá. (162 p).
18. Dunia Consultores Ltda., 2006. Cartografía Geológica en el Área de la Subcuenca Atrato-San Juan, Departamento del Chocó. Bogotá. (101 p).
19. Geoestudios, 2006. Cartografía Geológica Cuenca Cordillera Oriental, Sector Soápage. Bogotá. (257 p).



**Caracterización Geoquímica de Rocas y Crudos de las Cuencas Cesar-Ranchería , Sinú-San Jacinto, Choco  
y Área de Soapaga (Sobre la Cuenca de la Cordillera Oriental)  
Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH**

**Inventario Total de Análisis por Muestras**

SECTOR	TOC	Pirólisis	Petrografía Orgánica	Extracción	Cromatografía Líquida	Cromatografía Líquida	Cromatografía Gases	Cromatografía Gases	Biomarcadores Saturados	Biomarcadores Aromáticos	Biomarcadores Saturados	Biomarcadores Aromáticos	Isótopos	Localización Archivos
	Rocas	Rocas	Rocas	Rocas	Crudos	Extractos	Crudos	Extractos	Crudos	Crudos	Extractos	Extractos		
Cesar - Ranchería	181	81	62	13		13		13			13	11		Volumen 2 Anexo I
Sinú - San Jacinto	134	94	2		7		7		7	7			7	Volumen 2 Anexo II
Chocó	114	88	20											Volumen 2 Anexo III
Soapaga - Cordillera	223	100	37	27	18	27	18	27	18	18	27	15	18	Volumen 3 Anexo IV
<b>TOTALES</b>	<b>652</b>	<b>363</b>	<b>121</b>	<b>40</b>	<b>25</b>	<b>40</b>	<b>25</b>	<b>40</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>40</b>	<b>26</b>	<b>25</b>	

# Caracterización Geoquímica de Rocas y Crudos de las Cuencas Cesar-Ranchería , Sinú-San Jacinto, Choco y Área de Soapaga (Sobre la Cuenca de la Cordillera Oriental)

## ANEXO II

### Datos Analíticos

### Cuenca Sinú - San Jacinto





**Caracterización Geoquímica de Rocas y Crudos de las Cuencas Cesar-Ranchería , Sinú-San Jacinto, Choco  
y Área de Soapaga (Sobre la Cuenca de la Cordillera Oriental)  
Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH**

**Inventario Total de Análisis por Muestras**

SECTOR	TOC	Pirólisis	Petrografía Orgánica	Extracción	Cromatografía Líquida	Cromatografía Líquida	Cromatografía Gases	Cromatografía Gases	Biomarcadores Saturados	Biomarcadores Aromáticos	Biomarcadores Saturados	Biomarcadores Aromáticos	Isótopos	Localización Archivos
	Rocas	Rocas	Rocas	Rocas	Crudos	Extractos	Crudos	Extractos	Crudos	Crudos	Extractos	Extractos		
Cesar - Ranchería	181	81	62	13		13		13			13	11		Volumen 2 Anexo I
Sinú - San Jacinto	134	94	2		7		7		7	7			7	Volumen 2 Anexo II
Chocó	114	88	20											Volumen 2 Anexo III
Soapaga - Cordillera	223	100	37	27	18	27	18	27	18	18	27	15	18	Volumen 3 Anexo IV
<b>TOTALES</b>	<b>652</b>	<b>363</b>	<b>121</b>	<b>40</b>	<b>25</b>	<b>40</b>	<b>25</b>	<b>40</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>40</b>	<b>26</b>	<b>25</b>	



Caracterización Geoquímica de Rocas y Crudos de las Cuencas Cesar-Ranchería, Sinú-San Jacinto, Choco  
y Área de Soapaga (Sobre la Cuenca de la Cordillera Oriental)  
Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH

Resultados de TOC y Pirólisis

Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH

Cuenca: Sinú - San Jacinto

TOC y PIROLISIS																Análisis Adicionales (Ver Anexo Correspondiente)			
Código	Nombre de la Muestra	Coord. E	Coord. N	Formación	Localidad	Litología	Posición en Columna Base-Techo	TOC Wt. %	S1 mg/g	S2 mg/g	S3 mg/g	TMAX	HI	OI	PI	Petrografía Orgánica	Extractos	Crudos	Impregnaciones
R060182	AA-09	869652	1668708	San Cayetano	Arroyo Alferez	Lodolita	125,4	0,50	0,05	0,36	0,39	426	72	78	0,12				
R060183	AH-003	881441	1658120	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	3,8	0,73	0,07	0,48	0,45	430	66	62	0,13				
R060184	AH-004	881443	1658120	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	4,9	0,89	0,10	0,73	1,18	426	82	133	0,12				
R060185	AH-007	881475	1658074	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	6,9	0,75	0,04	0,39	0,84	431	52	112	0,09				
R060186	AH-009	881487	1658074	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	7,7	0,40											
R060187	AH-011	881507	1658088	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	8,8	0,66	0,05	0,33	0,49	429	50	74	0,13				
R060188	AH-014	881510	1658088	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	13,7	0,88	0,07	0,49	1,07	428	56	122	0,12				
R060189	AH-016	881508	1658077	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	14,7	0,76	0,05	0,36	0,36	429	47	47	0,12				
R060190	AH-017	881508	1658076	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	15,1	0,77	0,07	0,33	0,40	427	43	52	0,17				
R060191	AH-019	881507	1658075	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	16,1	0,55	0,09	0,40	0,34	429	73	62	0,18				
R060192	AH-021	881506	1658072	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	20,3	0,51	0,06	0,24	0,62	431	47	122	0,20				
R060193	AH-023	881519	1658093	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	23,3	0,66	0,05	0,37	0,66	429	56	100	0,12				
R060194	AH-025	881523	1658095	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	27,2	0,84	0,06	0,51	0,44	430	61	52	0,10				
R060195	AH-027	881524	1658093	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	31,0	0,40											
R060196	AH-029	881539	1658085	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	36,2	0,77	0,05	0,50	0,23	430	65	30	0,09				
R060197	AH-031	881539	1658070	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	42,9	1,22	0,04	0,38	0,26	433	31	21	0,10	1			
R060198	AH-033	881561	1658065	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	57,1	0,97	0,07	0,56	0,25	427	58	26	0,11				
R060199	AH-035	881568	1658073	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	64,5	0,82	0,05	0,43	0,10	429	52	12	0,10				
R060200	AH-037	881574	1658087	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	70,3	0,80	0,07	0,39	0,55	429	49	69	0,15				
R060201	AH-039	881590	1658095	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	80,2	0,78	0,03	0,40	0,61	429	51	78	0,07				
R060202	AH-043	881615	1658120	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	111,1	0,59	0,02	0,21	0,29	432	36	49	0,09				
R060203	AH-046	881637	1658123	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	127,4	0,52	0,06	0,20	0,15	427	38	29	0,23				
R060204	AH-047	881641	1658123	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	130,0	0,74	0,01	0,19	0,21	430	26	28	0,05				
R060205	AH-048	881643	1658126	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	131,3	0,81	0,05	0,27	0,11	429	33	14	0,16				
R060206	AH-049	881655	1658126	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	134,7	0,54	0,05	0,19	0,05	433	35	9	0,21				
R060207	AH-051	881666	1658126	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	148,2	0,57	0,06	0,29	0,08	427	51	14	0,17				
R060208	AH-053	881670	1658130	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	152,9	0,63	0,06	0,28	0,03	429	44	5	0,18				
R060209	AH-057	881683	1658143	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	162,3	0,65	0,04	0,20	0,44	428	31	68	0,17				
R060210	AH-059	881689	1658150	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	166,6	0,53	0,05	0,20	0,29	423	38	55	0,20				
R060211	AH-062	881714	1658159	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita		0,75	0,07	0,24	0,26	429	32	35	0,22				
R060212	AH-064	881734	1658166	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita		0,35											
R060213	AH-084	882059	1658415	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita		0,22											
R060214	AH-101	882332	1658703	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita		1,10	0,05	0,68	0,24	435	62	22	0,07	1			
R060215	AH-103	882334	1658703	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita		0,69	0,08	0,39	0,21	431	57	30	0,17				
R060216	AH-113	882422	1658667	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	337,6	0,59	0,04	0,16	0,48	433	27	81	0,20				
R060217	AH-120	882407	1658670	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	332,4	0,48											
R060218	AH-125	882566	1658694	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	323,7	0,43											
R060219	AH-127	882577	1658694	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	322,4	0,92	0,12	0,57	0,28	438	62	30	0,17				
R060220	AH-132	882594	1658738	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	309,7	0,64	0,07	0,37	0,29	434	58	45	0,16				
R060221	AH-134	882598	1658738	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	308,4	0,58	0,06	0,28	0,43	437	48	74	0,18				
R060222	AH-139	882610	1658807	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	304,7	0,73	0,12	0,39	0,08	434	53	11	0,23				



Caracterización Geoquímica de Rocas y Crudos de las Cuencas Cesar-Ranchería, Sinú-San Jacinto, Choco y Área de Soapaga (Sobre la Cuenca de la Cordillera Oriental)  
Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH

Resultados de TOC y Pirólisis

Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH

Cuenca: Sinú - San Jacinto

TOC y PIROLISIS																Análisis Adicionales (Ver Anexo Correspondiente)			
Código	Nombre de la Muestra	Coord. E	Coord. N	Formación	Localidad	Litología	Posición en Columna Base-Techo	TOC Wt. %	S1 mg/g	S2 mg/g	S3 mg/g	TMAX	HI	OI	PI	Petrografía Orgánica	Extractos	Crudos	Impregnaciones
R060223	AH-145	882619	1658807	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	291,4	0,67	0,09	0,41	0,05	436	61	7	0,17				
R060224	AH-153	882646	1658798	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	284,3	0,66	0,04	0,40	0,27	434	61	41	0,09				
R060225	AH-155	882648	1658798	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	281,9	0,83	0,10	0,59	0,11	432	71	13	0,15				
R060226	AH-156	882651	1658798	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	281,0	0,55	0,07	0,27	0,08	436	49	15	0,21				
R060227	AH-161	882656	1658808	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	275,7	0,74	0,01	0,31	0,39	439	42	53	0,03				
R060228	AH-169	882725	1658833	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	239,5	0,69	0,11	0,42	0,24	431	61	35	0,21				
R060229	AH-171	882729	1658833	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	237,3	0,71	0,17	0,46	0,29	434	65	41	0,27				
R060230	AH-173	882724	1658824	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	236,1	0,69	0,06	0,29	0,11	431	42	16	0,17				
R060231	AH-176	882730	1658824	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	233,4	0,45											
R060232	AH-178	882833	1658847	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	171,8	0,52	0,04	0,21	0,11	436	40	21	0,16				
R060233	AH-180	882837	1658847	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	167,1	0,62	0,09	0,38	0,03	431	61	5	0,19				
R060234	AH-182	882841	1658847	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	162,1	0,68	0,07	0,47	0,39	430	69	57	0,13				
R060235	AH-183	882843	1658847	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	160,8	0,70	0,12	0,67	0,25	431	96	36	0,15				
R060236	AH-185	882845	1658847	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	153,1	0,70	0,09	0,54	0,25	431	77	36	0,14				
R060237	AH-190	882992	1658806	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	140,1	0,72	0,03	0,30	0,52	434	42	72	0,09				
R060238	AH-192	883012	1658822	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	130,9	0,79	0,05	0,49	0,19	431	62	24	0,09				
R060239	AH-194	883023	1658795	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	124,7	0,68	0,03	0,36	0,18	427	53	26	0,08				
R060240	AH-196	883056	1658795	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	94,5	0,66	0,05	0,33	0,25	430	50	38	0,13				
R060241	AH-199	883069	1658792	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	27,3	0,30											
R060242	AZ-501	880745	1657231	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	0,9	0,39											
R060243	AZ-503	880716	1657161	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	12,4	0,45											
R060244	AZ-509	880683	1657143	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	22,9	0,68	0,03	0,32	0,68	435	47	100	0,09				
R060245	AZ-511	880687	1657140	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	30,3	0,74	0,03	0,42	0,25	430	57	34	0,07				
R060246	AZ-513	880690	1657136	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	34,2	0,48											
R060247	AZ-517	880695	1657126	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	53,9	0,56	0,02	0,30	0,43	435	54	77	0,06				
R060248	AZ-519	880705	1657114	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	56,1	0,96	0,05	0,79	0,19	432	82	20	0,06				
R060249	AZ-521	880721	1657103	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	67,2	0,29											
R060250	AZ-523	880725	1657090	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	69,7	0,59	0,02	0,20	0,45	437	34	76	0,09				
R060251	AZ-525	880732	1657071	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	86,4	0,76	0,04	0,45	0,12	432	59	16	0,08				
R060252	AZ-529	880760	1657020	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	94,1	0,74	0,03	0,17	0,75	428	23	101	0,15				
R060253	AZ-531	880780	1657010	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	132,8	0,55	0,02	0,08	0,47	432	15	85	0,20				
R060254	AZ-535	880780	1657000	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	157,9	0,72	0,03	0,21	0,42	432	29	58	0,12				
R060255	AZ-539	880842	1656903	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	202,2	0,16											
R060256	AZ-541	880842	1656888	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	213,4	0,86	0,04	0,31	0,14	430	36	16	0,12				
R060257	AZ-542	880842	1656888	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	215,2	0,70	0,04	0,38	0,15	434	54	21	0,09				
R060258	AZ-547	880842	1656854	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	249,5	0,69	0,05	0,44	0,05	431	64	7	0,10				
R060259	AZ-550	880840	1656828	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	260,8	0,76	0,02	0,23	0,46	440	30	61	0,08				
R060260	AZ-551	880840	1656828	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	265,2	0,69	0,03	0,27	0,49	439	39	71	0,10				
R060261	AZ-555	880802	1656812	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	291,9	0,58	0,03	0,22	0,54	431	38	93	0,12				
R060262	AZ-557	880802	1656812	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	299,6	0,72	0,04	0,25	0,40	438	35	56	0,14				
R060263	AZ-559	880845	1656781	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	311,1	0,74	0,05	0,41	0,18	426	55	24	0,11				



**Caracterización Geoquímica de Rocas y Crudos de las Cuencas Cesar-Ranchería, Sinú-San Jacinto, Choco y Área de Soapaga (Sobre la Cuenca de la Cordillera Oriental)**  
**Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH**

**Resultados de TOC y Pirólisis**

Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH

Cuenca: Sinú - San Jacinto

TOC y PIROLISIS																Análisis Adicionales (Ver Anexo Correspondiente)			
Código	Nombre de la Muestra	Coord. E	Coord. N	Formación	Localidad	Litología	Posición en Columna Base-Techo	TOC Wt. %	S1 mg/g	S2 mg/g	S3 mg/g	TMAX	HI	OI	PI	Petrografía Orgánica	Extractos	Crudos	Impregnaciones
R060264	AZ-562	880876	1656772	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	316,1	0,64	0,03	0,32	0,11	434	50	17	0,09				
R060265	AZ-564	880876	1656772	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	318,8	0,65	0,02	0,18	0,29	425	28	45	0,10				
R060266	AZ-565	880828	1656748	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	326,9	0,87	0,03	0,40	0,20	429	46	23	0,07				
R060267	AZ-571	880875	1657699	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	344,7	0,69	0,03	0,24	0,32	436	35	46	0,11				
R060268	AZ-575	880890	1656676	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	354,2	0,82	0,04	0,25	0,09	431	30	11	0,14				
R060269	AZ-577	880891	1656676	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	355,6	0,88	0,04	0,46	0,17	430	52	19	0,08				
R060270	AZ-579	880892	1656676	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	362,6	0,76	0,04	0,32	0,27	430	42	36	0,11				
R060271	AZ-583	880864	1656708	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	374,7	0,66	0,02	0,23	0,20	432	35	30	0,08				
R060272	AZ-585	880865	1656700	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	377,1	0,66	0,02	0,16	0,29	438	24	44	0,11				
R060273	AZ-586	880867	1656691	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	378,1	0,64	0,02	0,21	0,33	439	33	52	0,09				
R060274	AZ-588	880869	1656688	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	384,1	0,86	0,06	0,45	0,22	432	52	26	0,12				
R060275	AZ-590	880872	1656683	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	395,2	0,96	0,06	0,58	0,21	436	60	22	0,09				
R060276	AZ-597	880888	1656673	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	423,3	0,61	0,05	0,29	0,39	437	48	64	0,15				
R060277	AZ-600	880918	1656677	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	428,3	0,51	0,03	0,14	0,33	429	27	65	0,17				
R060278	AZ-602	880920	1656676	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	434,6	0,70	0,05	0,46	0,10	432	66	14	0,09				
R060279	AZ-605	880923	1656672	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	438,6	0,71	0,05	0,39	0,19	429	55	27	0,11				
R060280	AZ-607	880927	1656671	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	440,9	0,86	0,05	0,47	0,17	432	55	20	0,10				
R060281	AZ-609	880928	1656670	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	442,4	0,74	0,03	0,30	0,34	433	41	46	0,09				
R060282	AZ-616	880931	1656640	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	477,8	0,53	0,05	0,33	0,08	430	62	15	0,13				
R060283	AZ-618	880935	1656638	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	480,5	0,88	0,07	0,68	0,13	430	77	15	0,09				
R060284	AZ-632	880963	1656625	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	504,4	0,30											
R060285	AZ-634	880966	1656623	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	506,9	0,50	0,04	0,31	0,30	432	62	60	0,11				
R060286	AZ-635	880966	1656618	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	508,1	0,52	0,02	0,20	0,44	435	38	85	0,09				
R060287	AZ-641	880967	1656604	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	515,6	0,06											
R060288	AZ-643	880968	1656601	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	518,0	0,63	0,03	0,30	0,17	433	48	27	0,09				
R060289	AZ-646	880968	1656592	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	523,6	0,95	0,06	0,66	0,15	433	69	16	0,08				
R060290	AZ-647	880968	1656580	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	526,8	0,72	0,04	0,40	0,13	434	56	18	0,09				
R060291	AZ-649	880976	1656574	Luruaco	Arroyo Zapata	Lodolita	529,8	0,44											
R060292	BC-06	869854	1569495	Cansona	Via Base-Caracolí	Lodolita	481,4	0,14											
R060293	BC-07	869852	1569495	Cansona	Via Base-Caracolí	Lodolita	485,3	0,19											
R060294	BC-08	869850	1569496	Cansona	Via Base-Caracolí	Lodolita	486,7	0,14											
R060295	BC-10	869845	1569499	Cansona	Via Base-Caracolí	Lodolita	491,7	0,18											
R060296	BC-11	869844	1569499	Cansona	Via Base-Caracolí	Lodolita	494,4	0,11											
R060297	BC-14	869838	1569428	Cansona	Via Base-Caracolí	Lodolita	506,8	0,12											
R060298	BC-18	870026	1569386	Cansona	Via Base-Caracolí	Lodolita	553,3	0,21											
R060299	BC-26	869719	1569330	Cansona	Via Base-Caracolí	Limolita	400,4	0,02											
R060300	BC-29	869723	1569324	Cansona	Via Base-Caracolí	Lodolita	404,6	0,02											
R060301	BC-36	869826	1569149	Cansona	Via Base-Caracolí	Lodolita silícea		0,04											
R060302	BC-43	869813	1569269	Cansona	Via Base-Caracolí	Chert		0,15											
R060303	BC-57	869963	1569366	Cansona	Via Base-Caracolí	Lodolita	596,5	0,44											
R060304	BC-58	869959	1569362	Cansona	Via Base-Caracolí	Lodolita	590,9	0,06											



**Caracterización Geoquímica de Rocas y Crudos de las Cuencas Cesar-Ranchería , Sinú-San Jacinto, Choco  
y Área de Soapaga (Sobre la Cuenca de la Cordillera Oriental)  
Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH**

**Resultados de TOC y Pirólisis**

Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH

Cuenca: Sinú - San Jacinto

TOC y PIROLISIS																Análisis Adicionales (Ver Anexo Correspondiente)			
Código	Nombre de la Muestra	Coord. E	Coord. N	Formación	Localidad	Litología	Posición en Columna Base-Techo	TOC Wt. %	S1 mg/g	S2 mg/g	S3 mg/g	TMAX	HI	OI	PI	Petrografía Orgánica	Extractos	Crudos	Impregnaciones
R060305	HB-01	869432	1570205	Cansona	Via Huamanga-Base	Chert	74,9	0,02											
R060306	HB-07	869450	1570164	Cansona	Via Huamanga-Base	lodolita	86,9	0,08											
R060307	HB-08	869451	1570162	Cansona	Via Huamanga-Base	Chert	87,4	0,05											
R060308	HB-12	869455	1570153	Cansona	Via Huamanga-Base	Arenita	93,0	0,04											
R060309	HB-18	869453	1570133	Cansona	Via Huamanga-Base	Limolita	120,3	0,03											
R060310	HB-20	869453	1570130	Cansona	Via Huamanga-Base	Arenita	123,1	0,01											
R060311	HB-21	869446	1570115	Cansona	Via Huamanga-Base	Lodolita	128,7	0,17											
R060312	HB-27	869409	1569958	Cansona	Via Huamanga-Base	Arenita	192,4	0,01											
R060313	HB-37	869451	1569835	Cansona	Via Huamanga-Base	Lodolita sílicea	242,9	0,08											
R060314	HB-38	869452	1569834	Cansona	Via Huamanga-Base	Lodolita sílicea	243,8	0,07											
R060315	HB-58	869484	1569799	Cansona	Via Huamanga-Base	Limolita	272,7	0,09											
A010630015	San Sebastian N° 1	812829	1513274			Rezumadero												1	
A010630016	San Sebastian N° 2	812834	1513281			Rezumadero												1	
A010630017	San Sebastian N° 3	812827	1513280			Rezumadero												1	
A010630018	Río Sinú N° 4	811665	1512335			Rezumadero												1	
A010630019	Perdices N° 8	902859	1699777			Rezumadero												1	
A010630020	Perdices N° 9	902799	1699698	Las Perdices		Rezumadero												1	
A010630021	Perdices N° 10	902788	1699705			Rezumadero												1	
<b>Nro. TOTAL ANÁLISIS:</b>								<b>134</b>	<b>94</b>							<b>2</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>



**Caracterización Geoquímica de Rocas y Crudos de las Cuenas Cesar-Ranchería , Sinú-San Jacinto, Choco  
y Área de Soapaga (Sobre la Cuenca de la Cordillera Oriental)  
Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH**

**Tabla 1**

**Alteración Termal de la Materia Orgánica Dispersa, Tipo de Kerógeno y Análisis de Composición Total.**

Petróleo y Tecnología de Alta Resolución

ID Muestra	Codigo	Coord. E	Coord. N	Formación	Localidad	Litología	MSNM Mts/Nivel Mar	Tipo de Muestra	Color	TAI	% Material Fuente						Preservación			Recuperación			% Comp. Kerógeno						Vitrinita				Comentarios			
											Residuos Amorfos	MO Finamente Diseminada	Residuos de Plantas Herbáceas (Vit.)	Residuos de Plantas Leñosas	Fragmentos Carbonosos	Residuos Algales	Palinomorfos	Buena	Favorable	Pobre	Muy Pobre	Buena	Muy Pobre	Esteril (Barren)	Vitrinita Autóctona	Vitrinita Caída	Vitrinita Reciclada/Oxidada	Inertinita	Bitumen Solido	Aditivos/Contaminación de la perforación	Kerógeno Amorfo	# de Lecturas		Muestra Total de Ro (%)	# de Lecturas Autóctonas	Ro Autóctono (%)
AH-031	R060197	881539	1658070	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	42,9	Roca	GB	2	35		42	1	15	4	3		X			X			35	0	5	15	20	0	25	100		16	0,49	Ver hoja de datos
AH-101	R060214	882332	1658703	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita		Roca	GB	2/2 a 2+	30		40	2	20	5	3		X			X			45	0	2	10	10	0	33	100		20	0,40	Ver hoja de datos

**Abreviaturas (Color)**

Amarillo Palido (PY)  
Amarillo Claro (LY)  
Amarillo (Y)  
Amarillo-Anaranjado (YO)  
Anaranjado-Marrón (OB)  
Marrón Dorado (GB)

Marrón Claro (LB)  
Rojo-Marrón (RB)  
Marrón Oscuro (DB)  
Gris oscuro-Marrón (DGB)  
Negro (B)

**Escala TAI:**

1=Inalterado  
1+ o 1.5  
2=Alteración Ligera  
2+ o 2.5  
3=Alteración Moderada

3+ o 3.5  
4=Alteración Fuerte  
4+ o 4.5  
5=Alteración Severa



**Caracterización Geoquímica de Rocas y Crudos de las Cuencas Cesar-Ranchería , Sinú-San Jacinto, Choco y Área de Soapaga (Sobre la Cuenca de la Cordillera Oriental)**  
**Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH**

**Tabla 2. Colores de Fluorescencia del Kerógeno e Intensidades del Brillo (Determinaciones Subjetivas)**

**Petróleo y Tecnologías de Alta Resolución**

ID Muestra	Codigo	Coord. E	Coord. N	Formación	Localidad	Litología	MSNM Mts/Nivel Mar	Tipo	Polen/Esporas				Amorfos				Mounting Medium						
									G	Y	O	B	G	Y	O	B	G	Y	O	B			
									AH-031	R060197	881539	1658070	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	42,9	Roca			2			
AH-101	R060214	882332	1658703	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita		Roca			2					1	1		X				



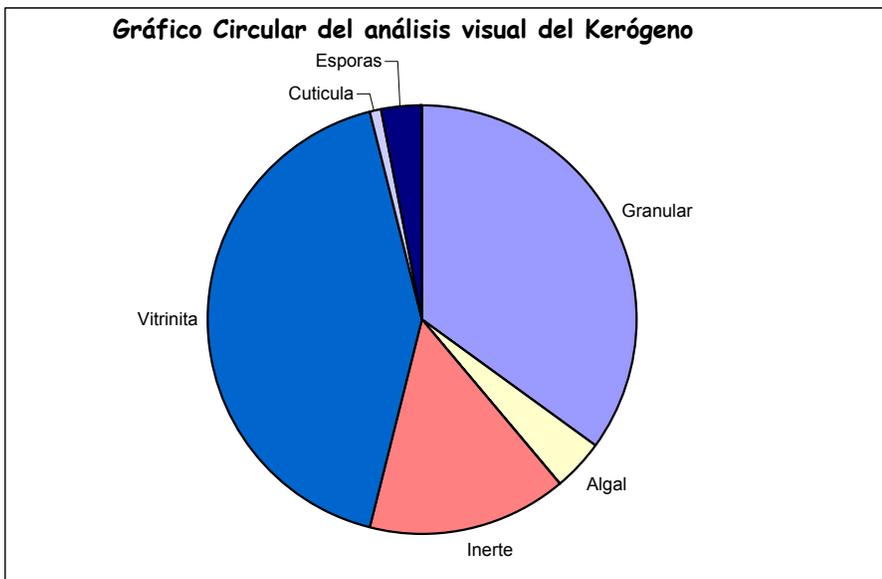
**Caracterización Geoquímica de Rocas y Crudos de las Cuencas Cesar-Ranchería , Sinú-San Jacinto, Choco y Área de Soapaga (Sobre la Cuenca de la Cordillera Oriental)**  
**Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH**

**Tabla 3: Tipos de Pirita y Abundancia en el Kerógeno**  
**Petroleo y Tecnología de Alta Resolución**

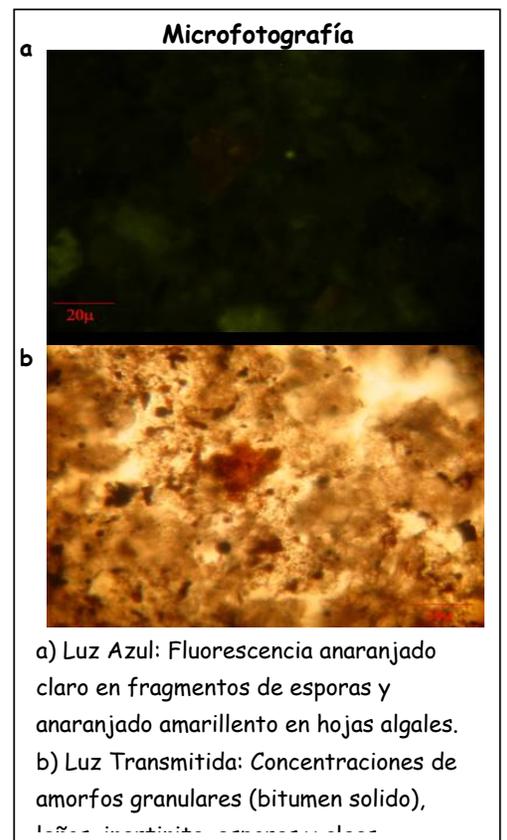
1 = muy poco frecuente 2 = poco frecuente 3 = común 4 = abundante 5 = muy abundante											
ID Muestra	Codigo	Coord. E	Coord. N	Formación	Localidad	Litología	MSNM Mts/Nivel Mar	Tipo de Muestra	Tipos de Pirita		
									Finamente Diseminada	Euedral	Framboidal
AH-031	R060197	881539	1658070	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	42,9	Roca	3		
AH-101	R060214	882332	1658703	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita		Roca	3		

Muestra: Kerógeno

Residuos Amorfos		Residuos con Estructuras								
% Amorfos		% Acuaticos			% Terrestres					% MO Finamente Dispersa
Amorfos		Algal	Palinomorfos		Carbonoso	Leñoso-Herbáceo				
Granular	Algodonado	Algal	Marino		Inerte	Vitrinita	Cuticula	Esporas	Resinas	Detritita
35		4			15	42	1	3		



Data Térmica y Tipo de Kerógeno				
TAI	SC	SFC	Tipo de Kerógeno	Calidad
2	GB	YO/LO	I/III	Favorable



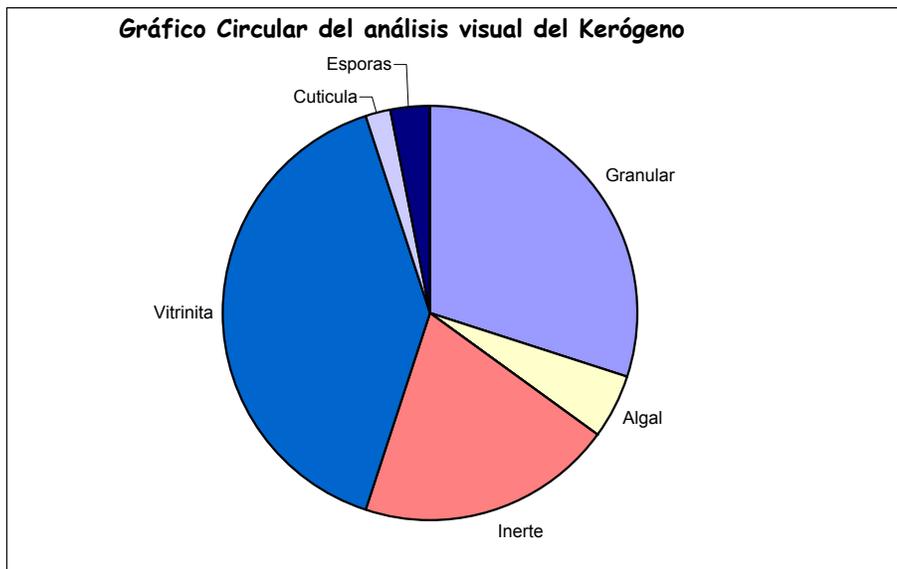
**Comentarios:**

Dominated by a mixture of granular amorphous masses, vitrinite and inertinite. Weakly fluorescing amorphous, yellow-light orange spores are present with very weak mid orange algal sheets.

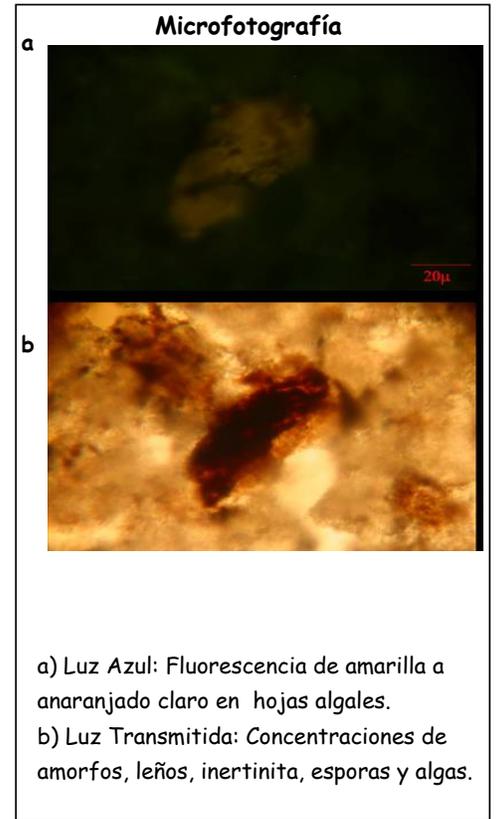
El dominio es una mezcla entre masas amorfas granulares, vitrinita e inertinita. Fluorescencia debil en amorfos, amarillo-anaranjado claro en esporas y anaranjado medio muy debil en las hojas o laminas de algas.

Muestra: Kerógeno

Residuos Amorfos		Residuos con Estructuras								
% Amorfos		% Acuaticos			% Terrestres					% MO Finamente Dispersa
Amorfos		Algal			Carbonoso	Leñoso-Herbáceo				
Granular	Algodonado	Algal	Marino	Palinomorfos	Inerte	Vitrinita	Cuticula	Esporas	Resinas	Detritita
30		5			20	40	2	3		



Data Térmica y Tipo de Kerógeno				
TAI	SC	SFC	Tipo de Kerógeno	Calidad
2/2 a 2+	GB	LO/MO	I/III	Buena



**Comentarios:**

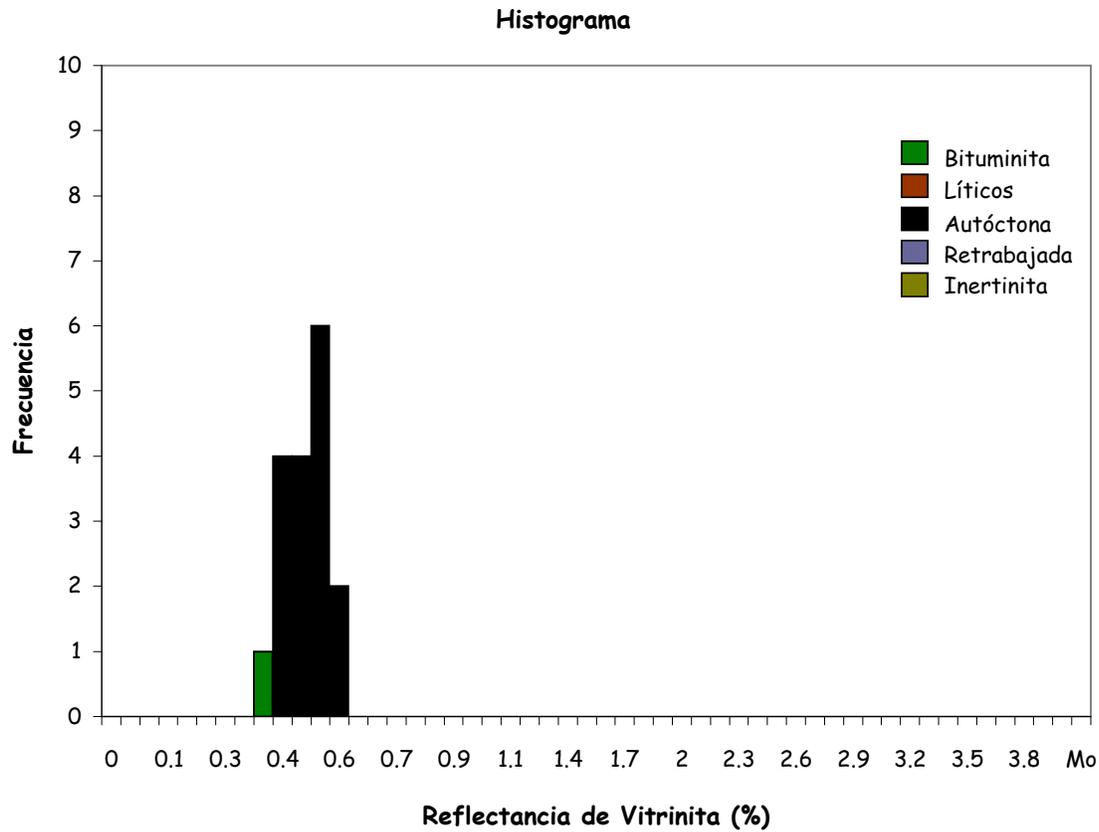
El dominio es una mezcla entre masas amorfas granulares, vitrinita e inertinita. Fluorescencia debil rojo oscuro en amorfos, anaranjado claro a medio en esporas y de amarillo a anaranjado claro muy debil en algas.



Caracterización Geoquímica de Rocas y Crudos de las Cuencas Cesar-Ranchería , Sinú-San Jacinto, Choco y Área de Soapaga (Sobre la Cuenca de la Cordillera Oriental)  
Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH

Tabla 3: Determinación de la Reflectancia de Vitrinita en muestras de Roca

ID	Codigo	Coord. E	Coord. N	Formación	Localidad	Litología	MSNM Mts/Nivel Mar	Reflectancia de Vitrinita (%Ro)	Desviación Estandar	Conteos	Tipo de Muestra
AH-031	R060197	881539	1658070	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita	42,9	0,49	0,05	16	Cuttings
AH-101	R060214	882332	1658703	Luruaco	Arroyo Henequen	Lodolita		0,40	0,05	20	Cuttings



**Lecturas:**

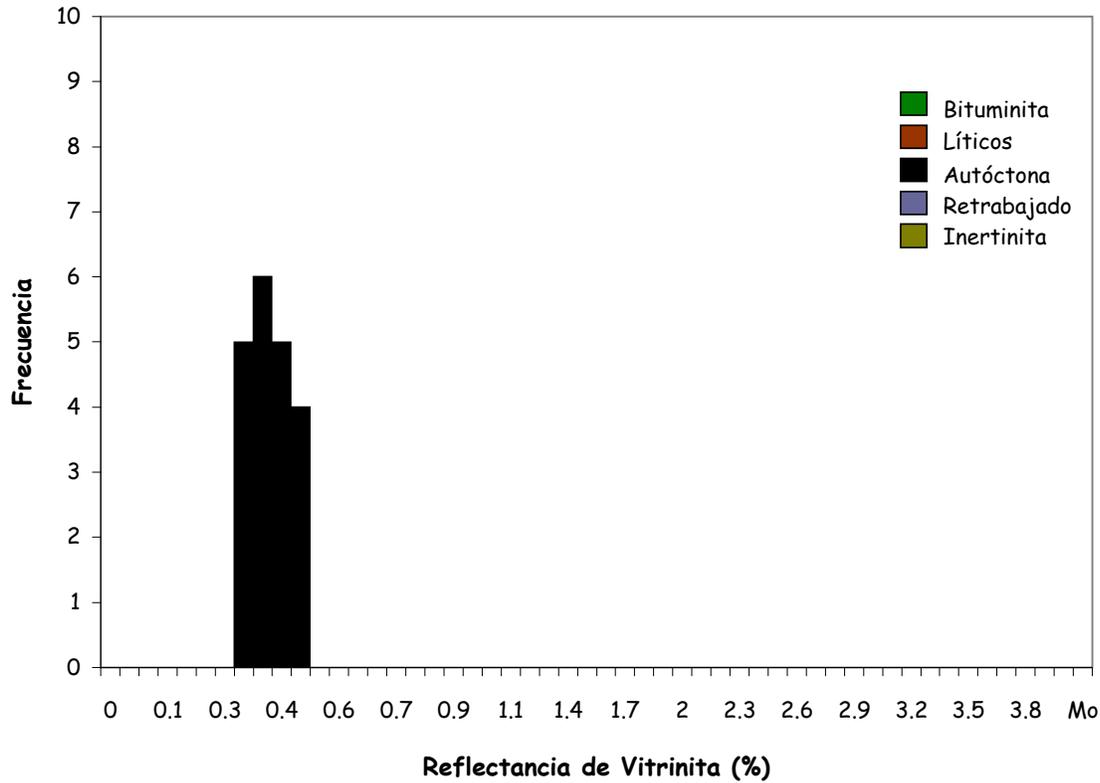
0,386	0,409	0,434	0,442	0,447	0,452	0,485	0,488	0,493	0,506
0,511	0,519	0,519	0,537	0,542	0,552	0,560			

**Reflectancia de Vitrir**    0,49 (%)  
**Desviación Estandar**    0,05  
**Conteos**                    16

**Comentarios:**

Shale limoso, laminado, compuesto principalmente de vitrinita autóctona y bituminita. Fluorescencia amarilla en las alga: y anaranjado medio de baja intensidad en las esporas

Histograma



**Lecturas:**

0,319	0,332	0,334	0,337	0,344	0,360	0,362	0,362	0,392	0,392
0,400	0,420	0,420	0,440	0,442	0,445	0,457	0,460	0,465	0,472

**Reflectancia de Vitrir** 0,40 (%)

**Desviación Estandar** 0,05

**Conteos** 20

**Comentarios:**

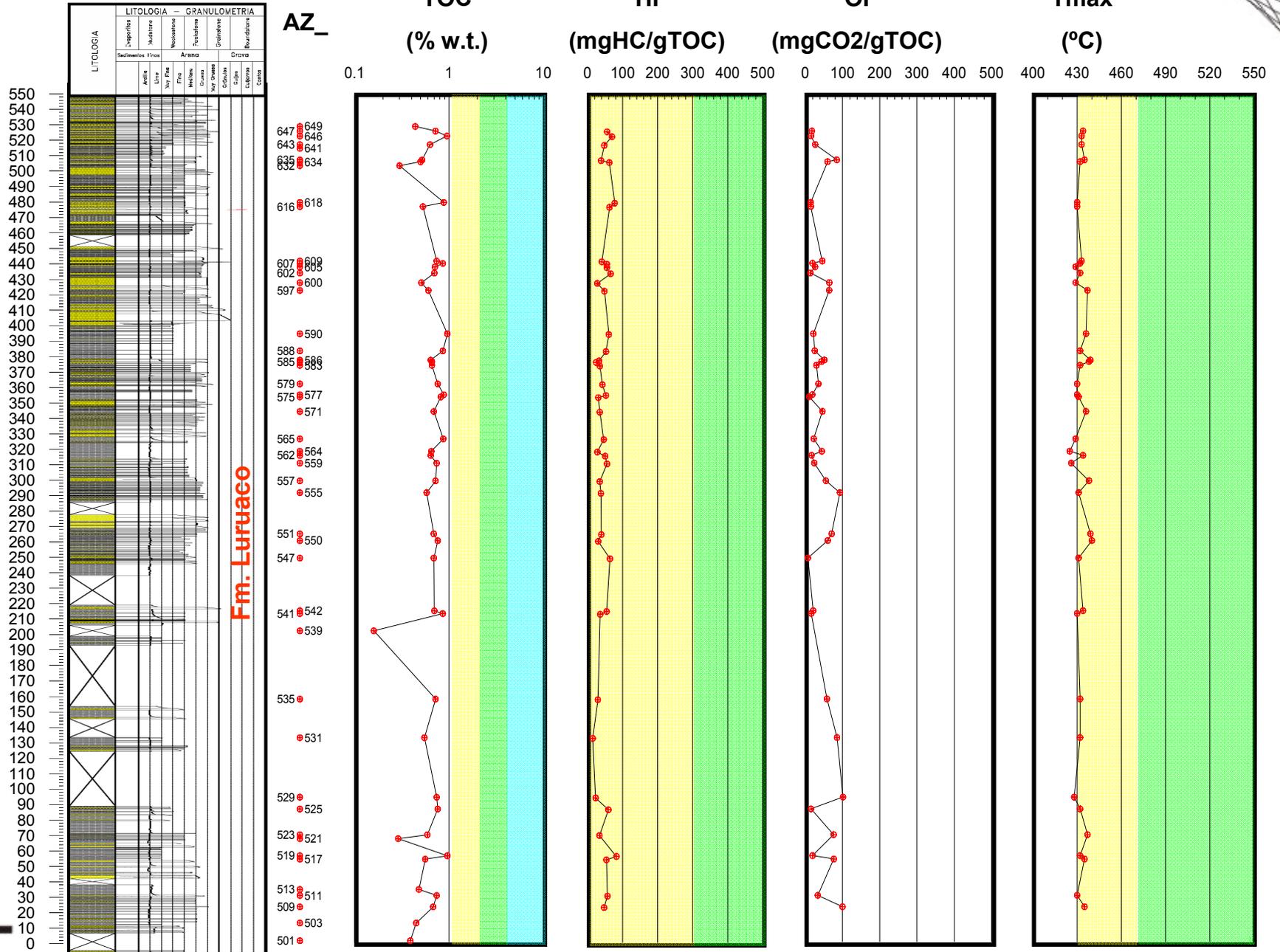
Limolita laminada, compuesta principalmente por vitrinita de buena calidad. Trazas de fluorescencia amarilla a anaranjado debil en las esporas.

# Perfiles Geoquímicos por Localidades

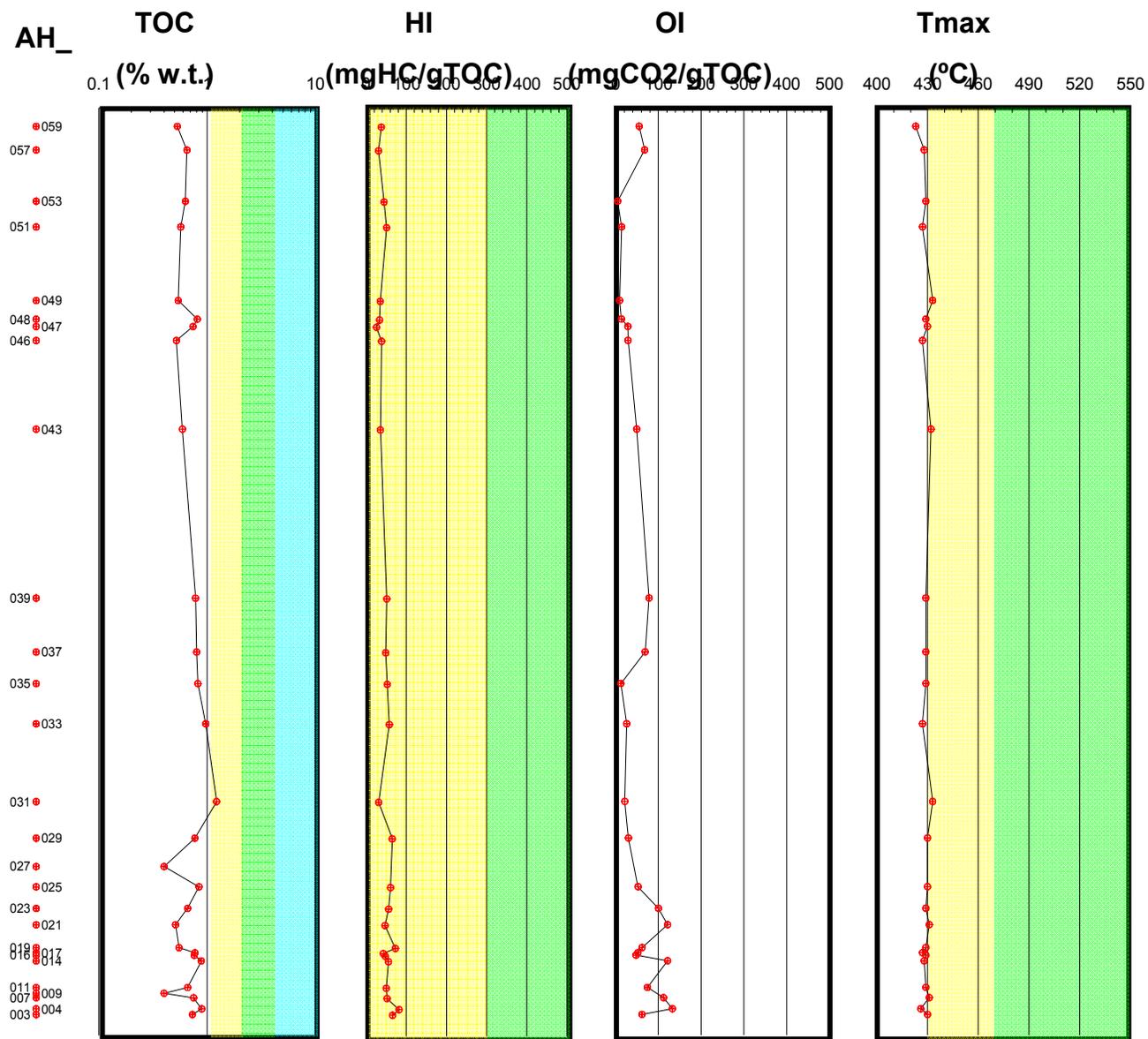
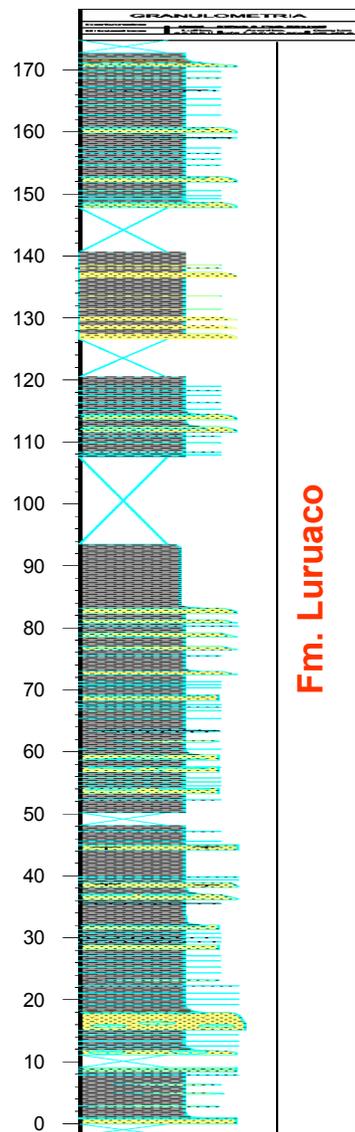
## Cuenca Sinú - San Jacinto



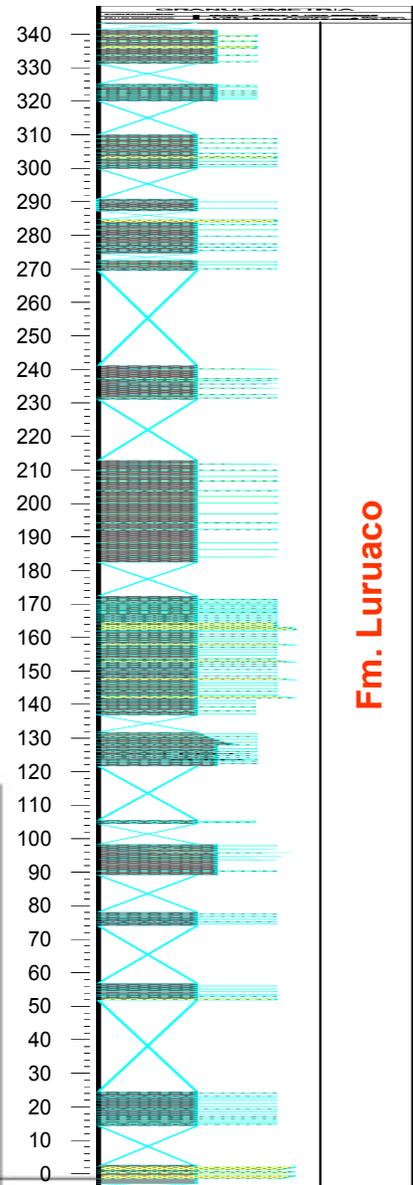
# ARROYO ZAPATA



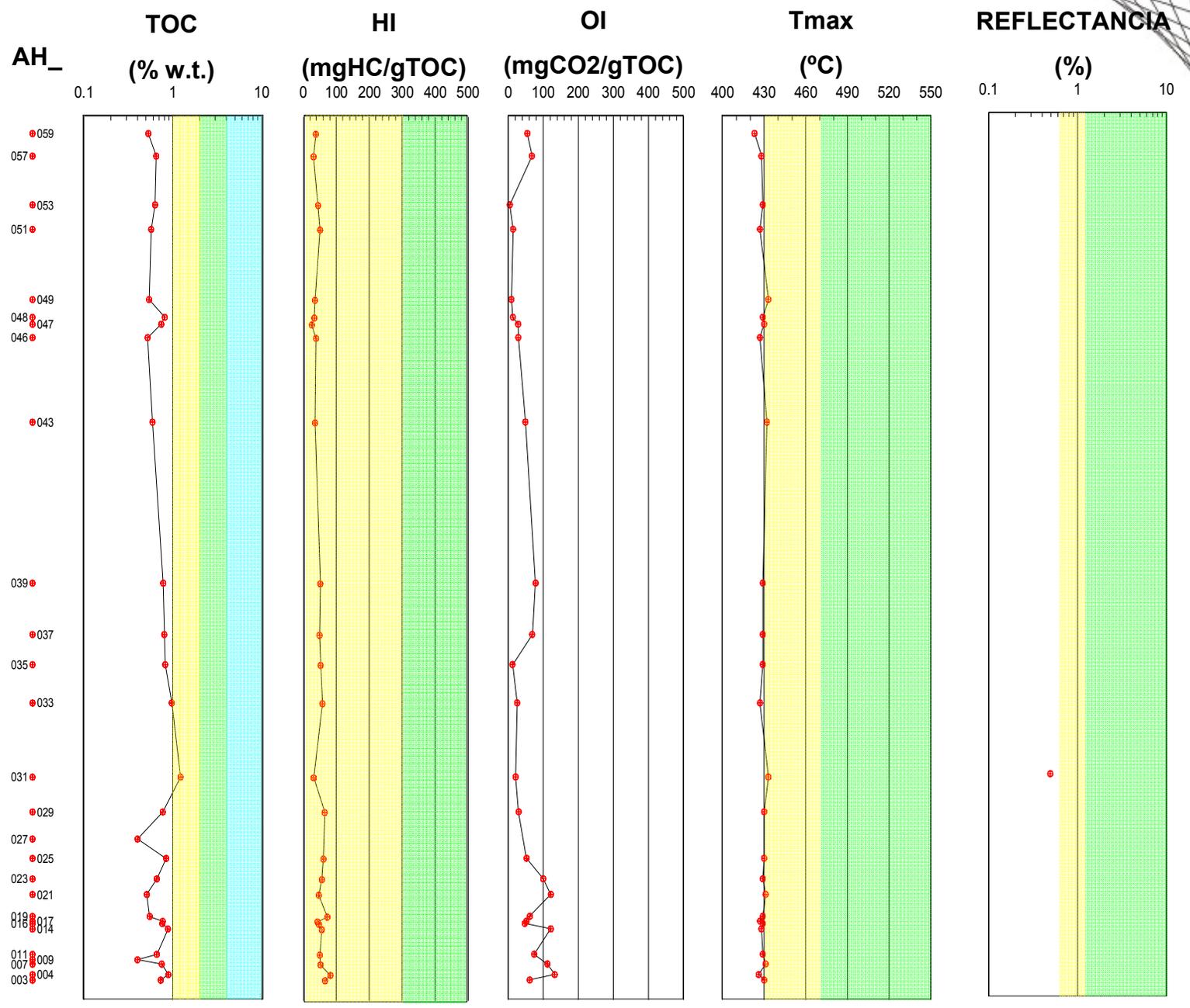
# LURUACO ARROYO HAQUENEN



# LURUACO CHENGUE- ARROYO HAQUENEN



Fm. Luruaco



%TOC	HI	Tmax	Ro
Pobre	Malo	Inmaduro	Inmaduro
Bueno	Bueno	Maduro	Maduro
Muy Bueno		Sobremaduro	Sobremaduro
Excelente			





**Caracterización Geoquímica de Rocas y Crudos de las Cuencas Cesar-Ranchería , Sinú-San Jacinto, Choco  
y Área de Soapaga (Sobre la Cuenca de la Cordillera Oriental)  
Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH**

**Resultados Analíticos Muestras de Crudo de la Cuenca Sinú-San Jacinto**

Rezumaderos Analizados Analizadas						
Codigo Interno	Identificación de la muestra	Localidad	Coordenadas E	Coordenadas N	Cuenca	Tipo de Muestra
A010630015	San Sebastian N° 1	Cerca al pozo San Sebastián-3 Municipio de San Sebastián, vía a Loricá	812829,00	1513274,00	Sinú-San Jacinto	Rezumadero
A010630016	San Sebastian N° 2	Cerca al pozo San Sebastián-3 Municipio de San Sebastián, vía a Loricá	812834,00	1513281,00	Sinú-San Jacinto	Rezumadero
A010630017	San Sebastian N° 3	Cerca al pozo San Sebastián-3 Municipio de San Sebastián, vía a Loricá	812827,00	1513280,00	Sinú-San Jacinto	Rezumadero
A010630018	Río Sinú N° 4	Municipio de San Sebastián, orilla de un brazo del río Sinú San Jacinto, barrio San Carlos	811665,00	1512335,00	Sinú-San Jacinto	Rezumadero
A010630019	Perdices N° 8	Municipio de Tubará Área pozo Perdices	902859,00	1699777,00	Sinú-San Jacinto	Rezumadero
A010630020	Perdices N° 9	Municipio de Tubará Área pozo Perdices	902799,00	1699698,00	Sinú-San Jacinto	Rezumadero
A010630021	Perdices N° 10	Municipio de Tubará Área pozo Perdices, Finca Andalucía	902788,00	1699705,00	Sinú-San Jacinto	Rezumadero



**Caracterización Geoquímica de Rocas y Crudos de las Cuencas Cesar-Ranchería , Sinú-San Jacinto, Choco  
y Área de Soapaga (Sobre la Cuenca de la Cordillera Oriental)  
Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH**

**Resultados Analíticos Muestras de Crudo de la Cuenca Sinú-San Jacinto**

Codigo Interno	Identificación de la muestra	Análisis Bulk					Cromatografía Líquida				Isótopos de Carbono	
		Gravedad API	S (%)	Vanadio (ppm)	Niquel (ppm)	V/Ni	%Saturados	%Aromáticos	% NSO	Sat/Aro	d13C Saturados	d13C Aromáticos
A010630015	San Sebastian N° 1	21,80	1,54	59,66	9,08	6,57	54,5	30,1	15,4	1,8	-28,77	-28,39
A010630016	San Sebastian N° 2	19,60	1,64	94,11	15,15	6,21	53,4	30,8	15,8	1,7	-28,84	-28,49
A010630017	San Sebastian N° 3	15,20	1,81	122,28	19,37	6,31	54,7	24,7	20,7	2,2	-28,81	-28,56
A010630018	Río Sinú N° 4		0,78	177,42	48,78	3,64	30,2	33,4	36,4	0,9	-28,65	-28,25
A010630019	Perdices N° 8	29,70	0,18	15,18	4,61	3,29	69,9	25,2	5,0	2,8	-27,46	-26,47
A010630020	Perdices N° 9	38,60	0,04	2,83	1,19	2,38	83,7	13,1	3,2	6,4	-27,09	-26,11
A010630021	Perdices N° 10	38,00	0,05	3,31	1,32	2,51	84,9	12,2	2,9	7,0	-27,11	-26,01



**Caracterización Geoquímica de Rocas y Crudos de las Cuencas Cesar-Ranchería , Sinú-San Jacinto, Choco  
y Área de Soapaga (Sobre la Cuenca de la Cordillera Oriental)  
Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH**

**Resultados Analíticos Muestras de la Cuenca Sinú-San Jacinto**

Muestras Analizadas							
Codigo Interno	Identificación de la muestra	Localidad	Coordenadas E	Coordenadas N	Formación	Cuenca	Tipo de Muestra
A010630015	San Sebastian N° 1	Cerca al pozo San Sebastián-3 Municipio de San Sebastián, vía a Lorica	812829,00	1513274,00		Sinú-San Jacinto	Rezumadero
A010630016	San Sebastian N° 2	Cerca al pozo San Sebastián-3 Municipio de San Sebastián, vía a Lorica	812834,00	1513281,00		Sinú-San Jacinto	Rezumadero
A010630017	San Sebastian N° 3	Cerca al pozo San Sebastián-3 Municipio de San Sebastián, vía a Lorica	812827,00	1513280,00		Sinú-San Jacinto	Rezumadero
A010630018	Río Sinú N° 4	Municipio de San Sebastián, orilla de un brazo del río Sinú-San Jacinto, barrio San Carlos	811665,00	1512335,00		Sinú-San Jacinto	Rezumadero
A010630019	Perdices N° 8	Municipio de Tubará Área pozo Perdices	902859,00	1699777,00		Sinú-San Jacinto	Rezumadero
A010630020	Perdices N° 9	Municipio de Tubará Área pozo Perdices	902799,00	1699698,00	Las Perdices	Sinú-San Jacinto	Rezumadero
A010630021	Perdices N° 10	Municipio de Tubará Área pozo Perdices, Finca Andalucía	902788,00	1699705,00		Sinú-San Jacinto	Rezumadero



**Caracterización Geoquímica de Rocas y Crudos de las Cuencas Cesar-Ranchería , Sinú-San Jacinto, Choco  
y Área de Soapaga (Sobre la Cuenca de la Cordillera Oriental)  
Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH**

**Resultados Analíticos Muestras de la Cuenca Sinú-San Jacinto**

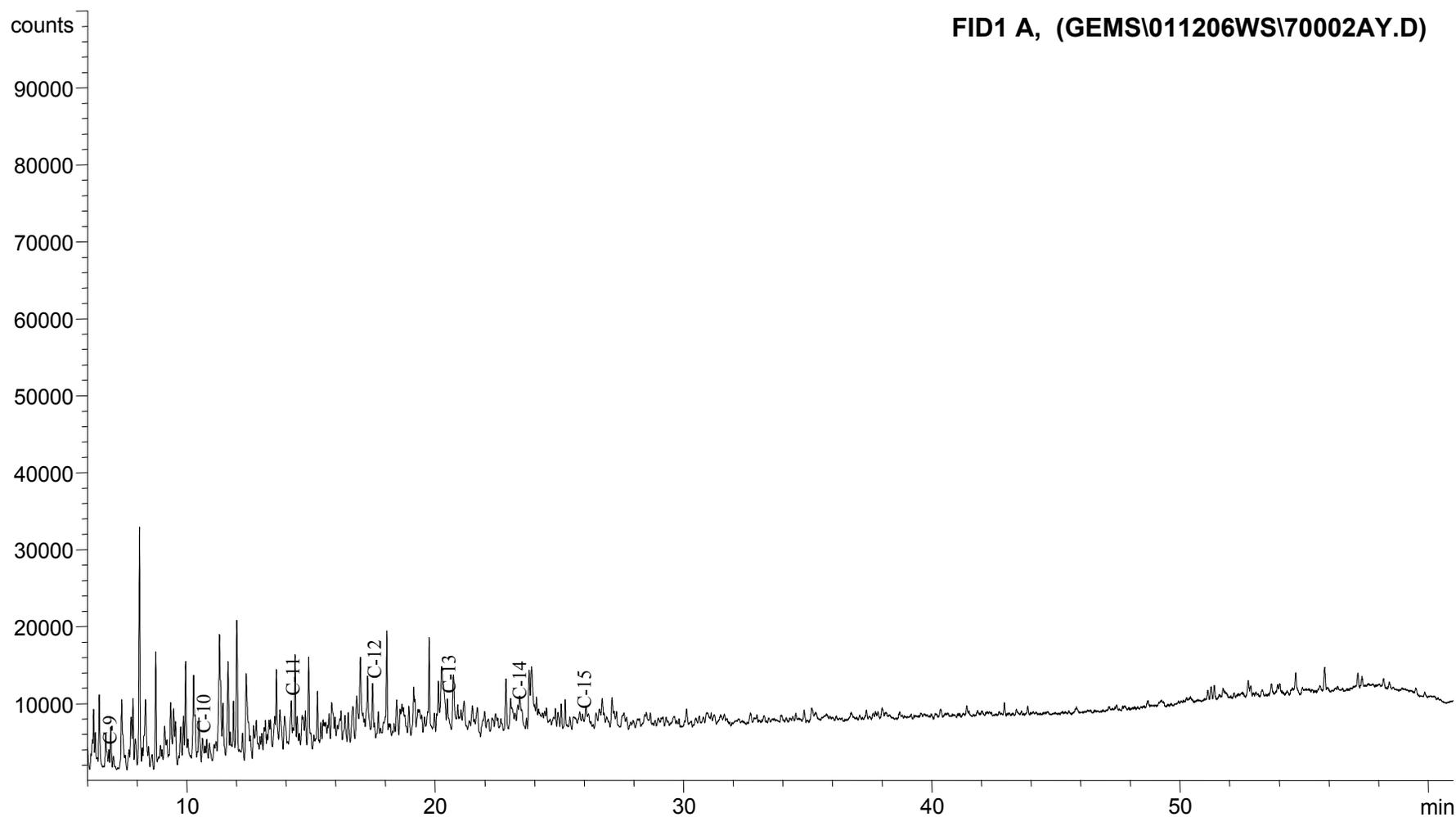
Cromatografía Gaseosa											
Codigo Interno	Identificación de la muestra	Localidad	Cuenca	Tipo de Muestra	nC17	Pristano	nC18	Fitano	Pr/Fi	Pr/nC17	Fi/nC18
A010630015	San Sebastian N° 1	Cerca al pozo San Sebastián-3 Municipio de San Sebastián, vía a Loricá	Sinú-San Jacinto	Rezumadero	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
A010630016	San Sebastian N° 2	Cerca al pozo San Sebastián-3 Municipio de San Sebastián, vía a Loricá	Sinú-San Jacinto	Rezumadero	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
A010630017	San Sebastian N° 3	Cerca al pozo San Sebastián-3 Municipio de San Sebastián, vía a Loricá	Sinú-San Jacinto	Rezumadero	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
A010630018	Río Sinú N° 4	Municipio de San Sebastián, orilla de un brazo del río Sinú-San Jacinto, barrio San Carlos	Sinú-San Jacinto	Rezumadero	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
A010630019	Perdices N° 8	Municipio de Tubará Área pozo Perdices	Sinú-San Jacinto	Rezumadero	58,0	80,0	55,0	20,0	4,00	1,38	0,36
A010630020	Perdices N° 9	Municipio de Tubará Área pozo Perdices	Sinú-San Jacinto	Rezumadero	4,0	54,0	2,0	8,0	6,75	13,50	4,00
A010630021	Perdices N° 10	Municipio de Tubará Área pozo Perdices, Finca Andalucía	Sinú-San Jacinto	Rezumadero	n.d	53,0	n.d	7,0	7,57	n.d	n.d



**Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - Cuenca: Sinú – San Jacinto**

**Cód. Int.: A010630015 - Muestra: San Sebastián N° 1 - Localidad: Cerca al Pozo San Sebastián N° 3 - Tipo: Rezumadero**

## **Cromatograma**

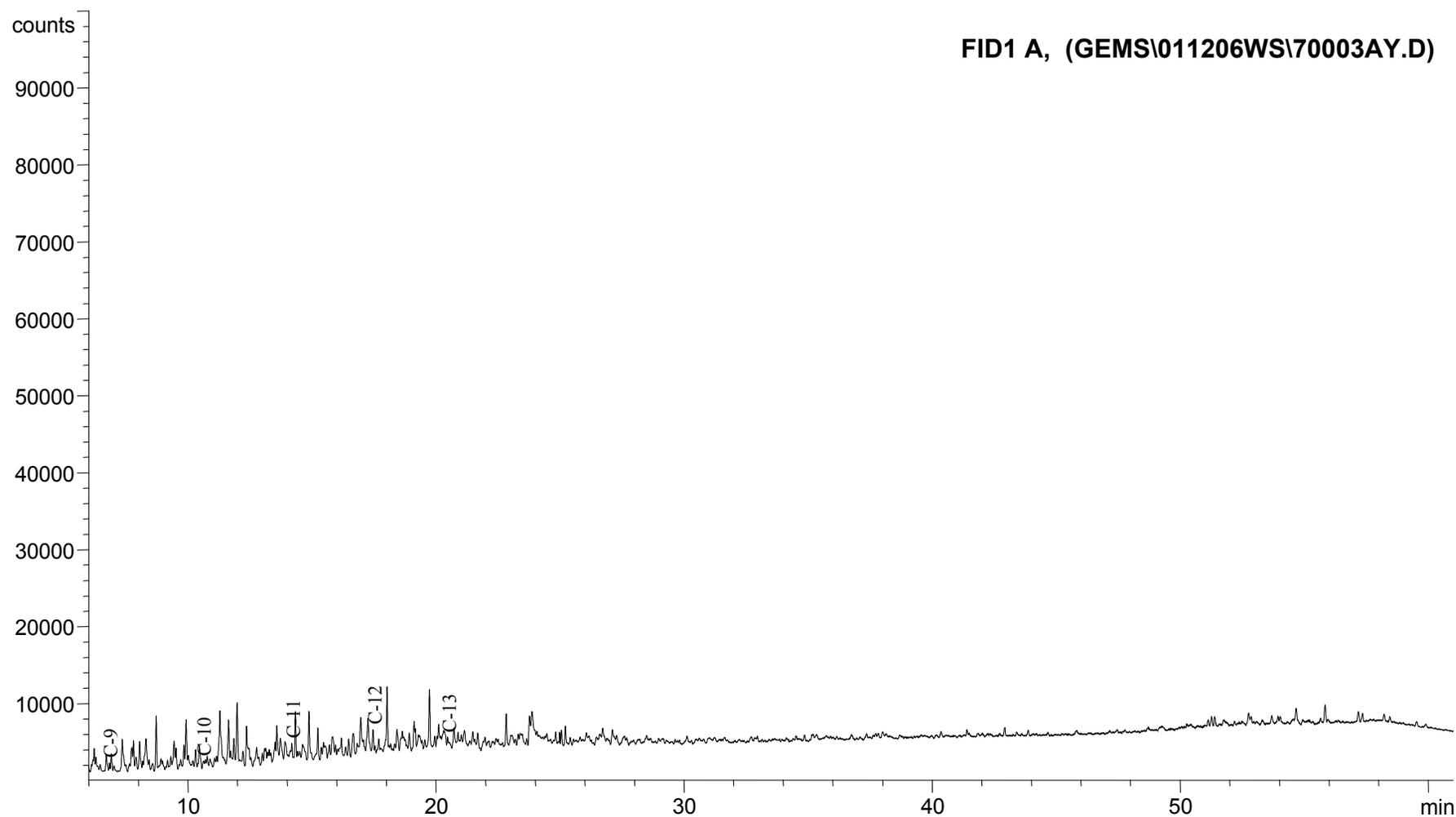




**Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - Cuenca: Sinú – San Jacinto**

**Cód. Int.: A010630016 - Muestra: San Sebastián N° 2 - Localidad: Cerca al Pozo San Sebastián N° 3 - Tipo: Rezumadero**

## **Cromatograma**

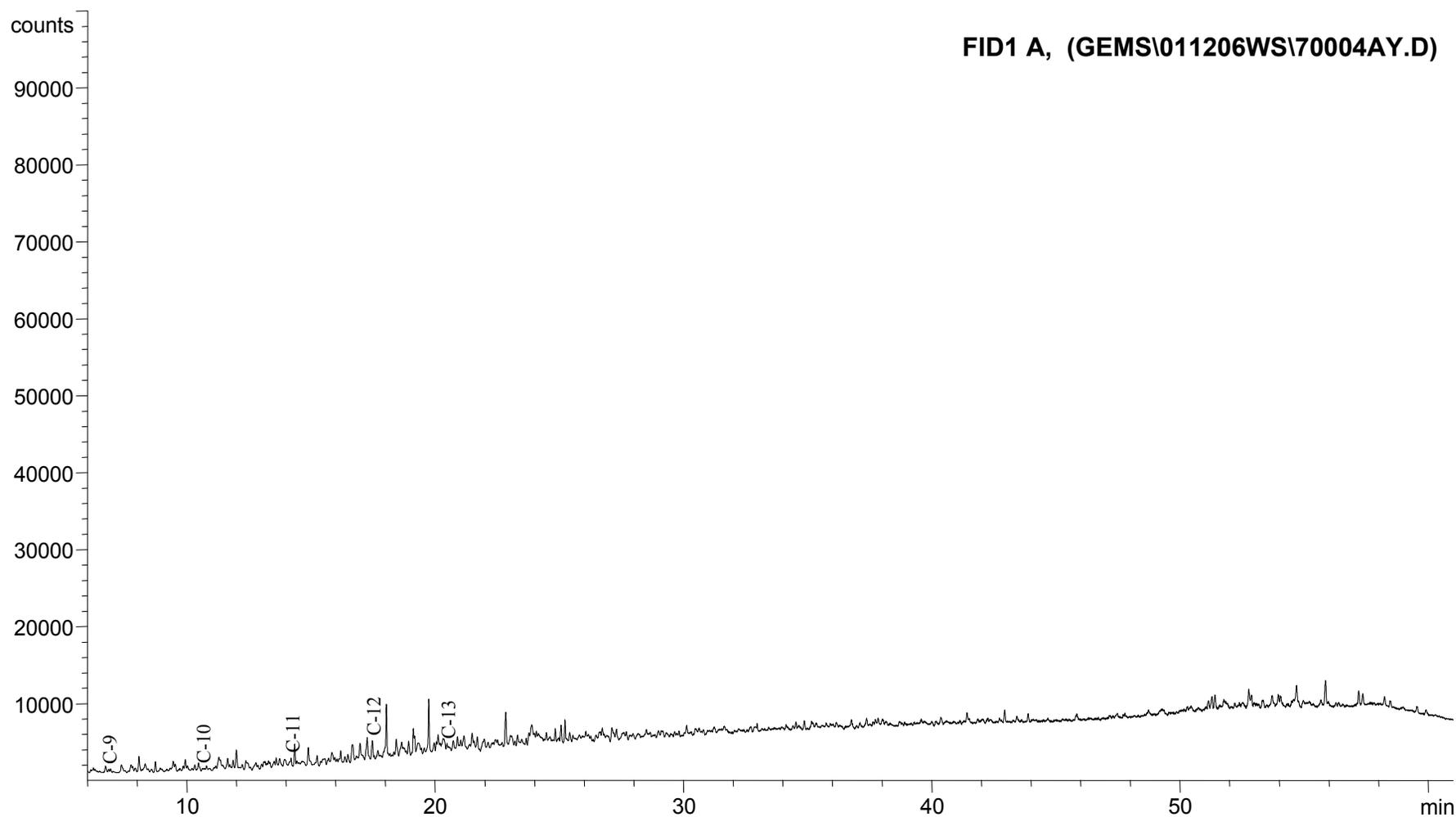




**Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - Cuenca: Sinú – San Jacinto**

**Cód. Int.: A010630017 - Muestra: San Sebastián N° 3 - Localidad: Cerca al Pozo San Sebastián N° 3 - Tipo: Rezumadero**

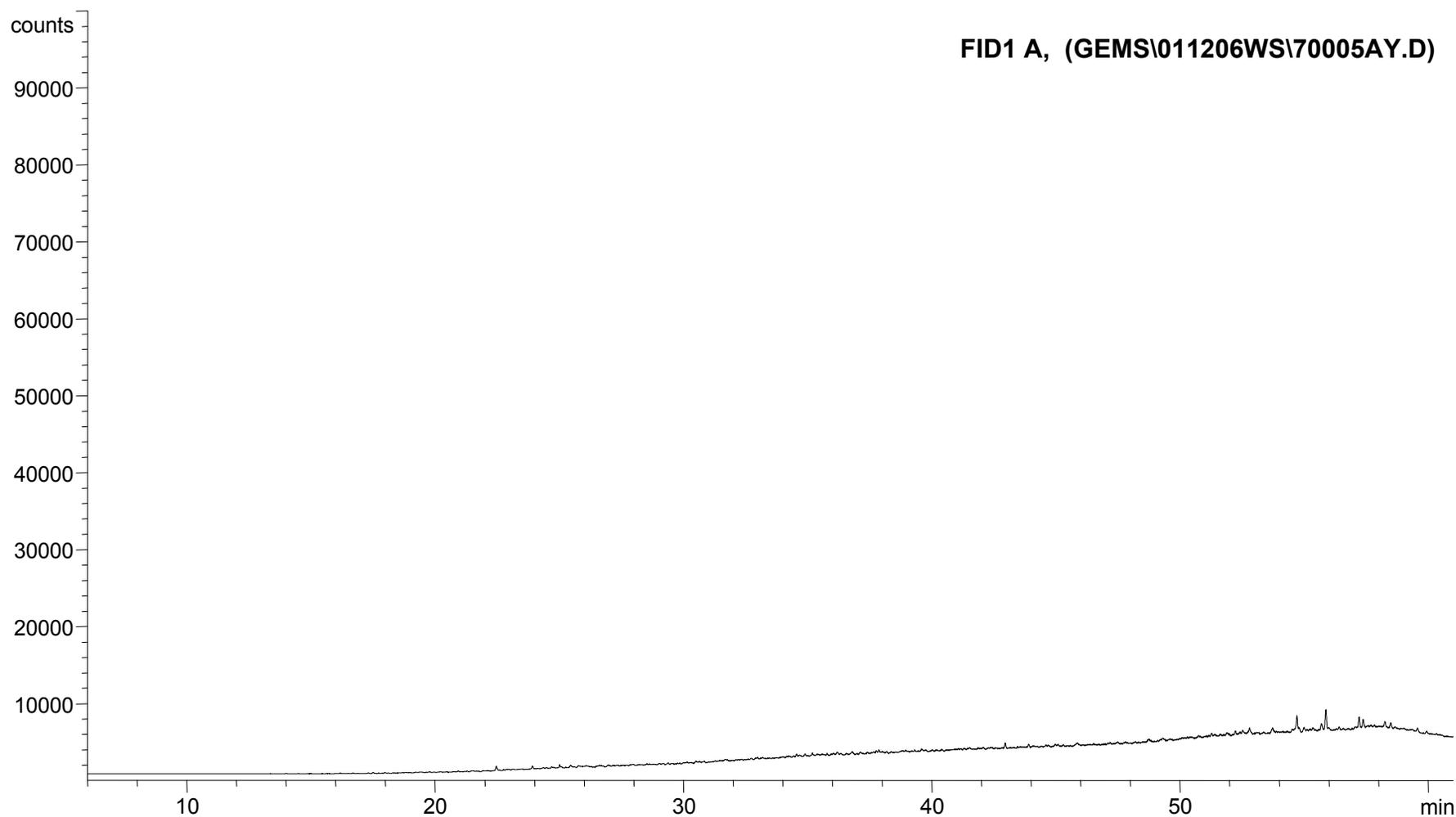
## **Cromatograma**





**Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - Cuenca: Sinú – San Jacinto**  
**Cód. Int.: A010630018 - Muestra: Río Sinú N° 4 - Localidad: Orilla brazo río Sinú-San Jacinto, barrio San Carlos- Tipo: Rezumadero**

## *Cromatograma*

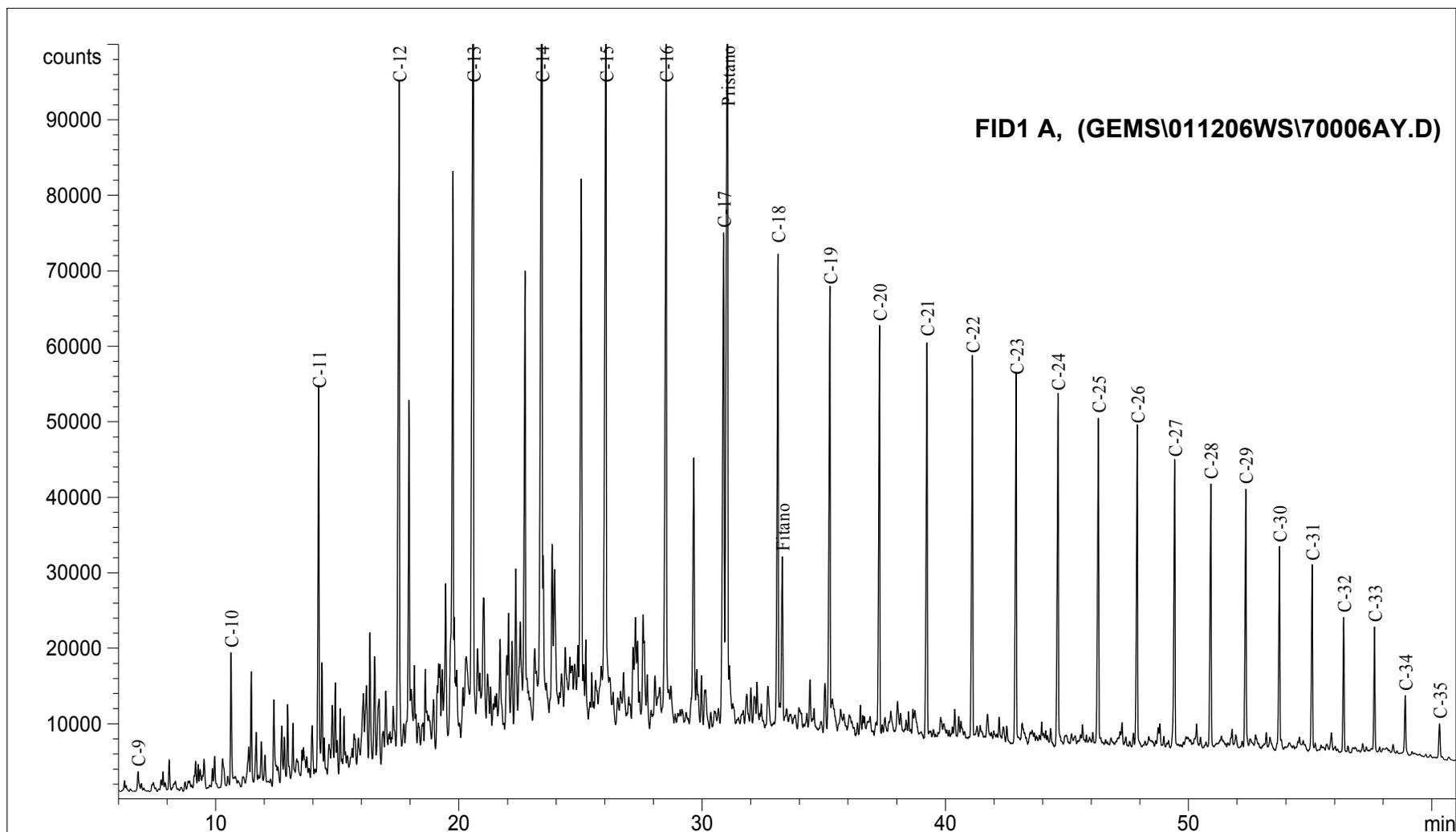




**Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - Cuenca: Sinú – San Jacinto**

**Cód. Int.: A010630019 - Muestra: Perdices N° 8 - Localidad: Área pozo Perdices - Tipo: Rezumadero**

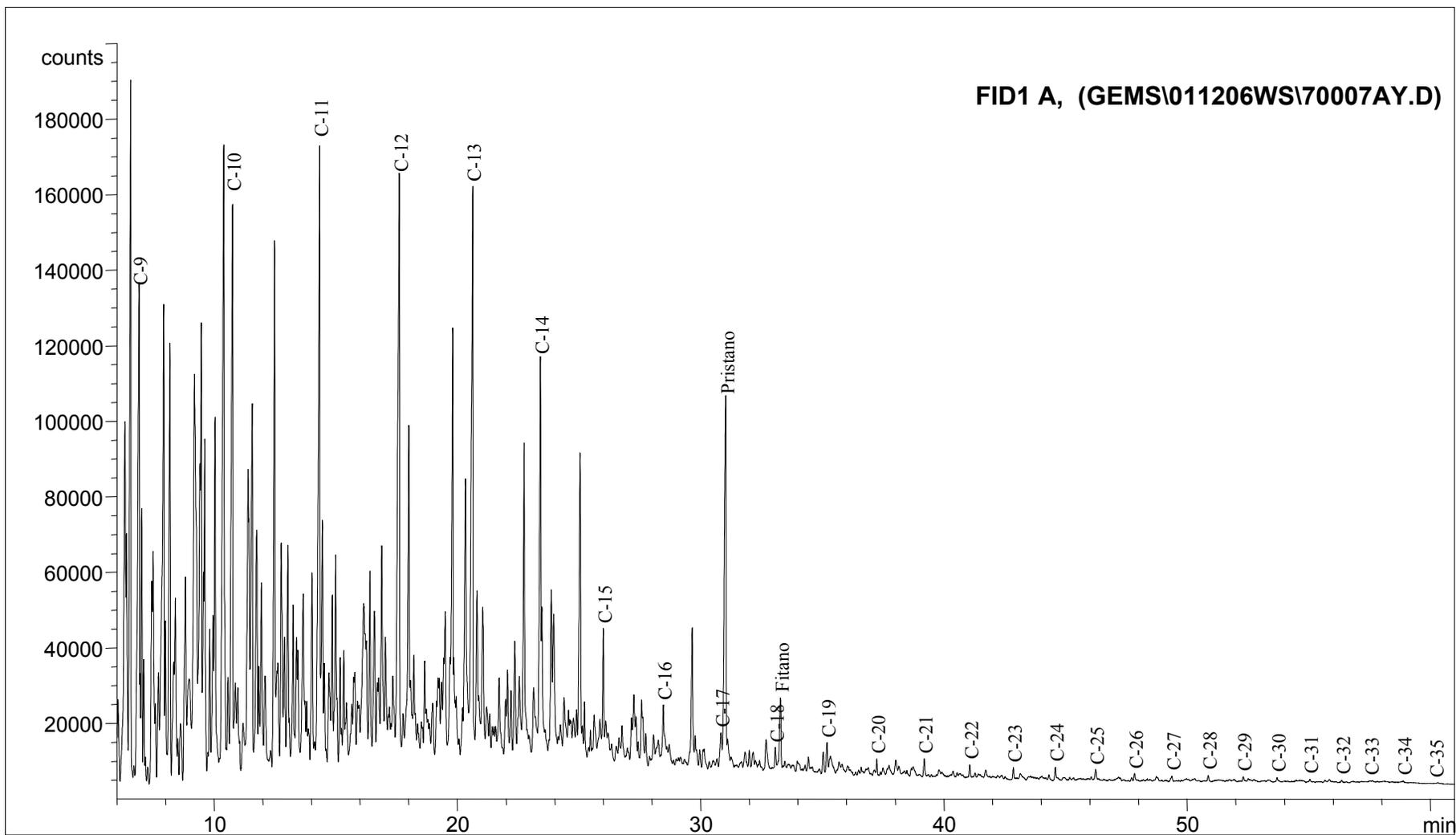
## Cromatograma





**Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - Cuenca: Sinú – San Jacinto**

**Cód. Int.: A010630020 - Muestra: Perdices N° 9 - Localidad: Área pozo Perdices – Formación: Las Perdices - Tipo: Rezumadero**

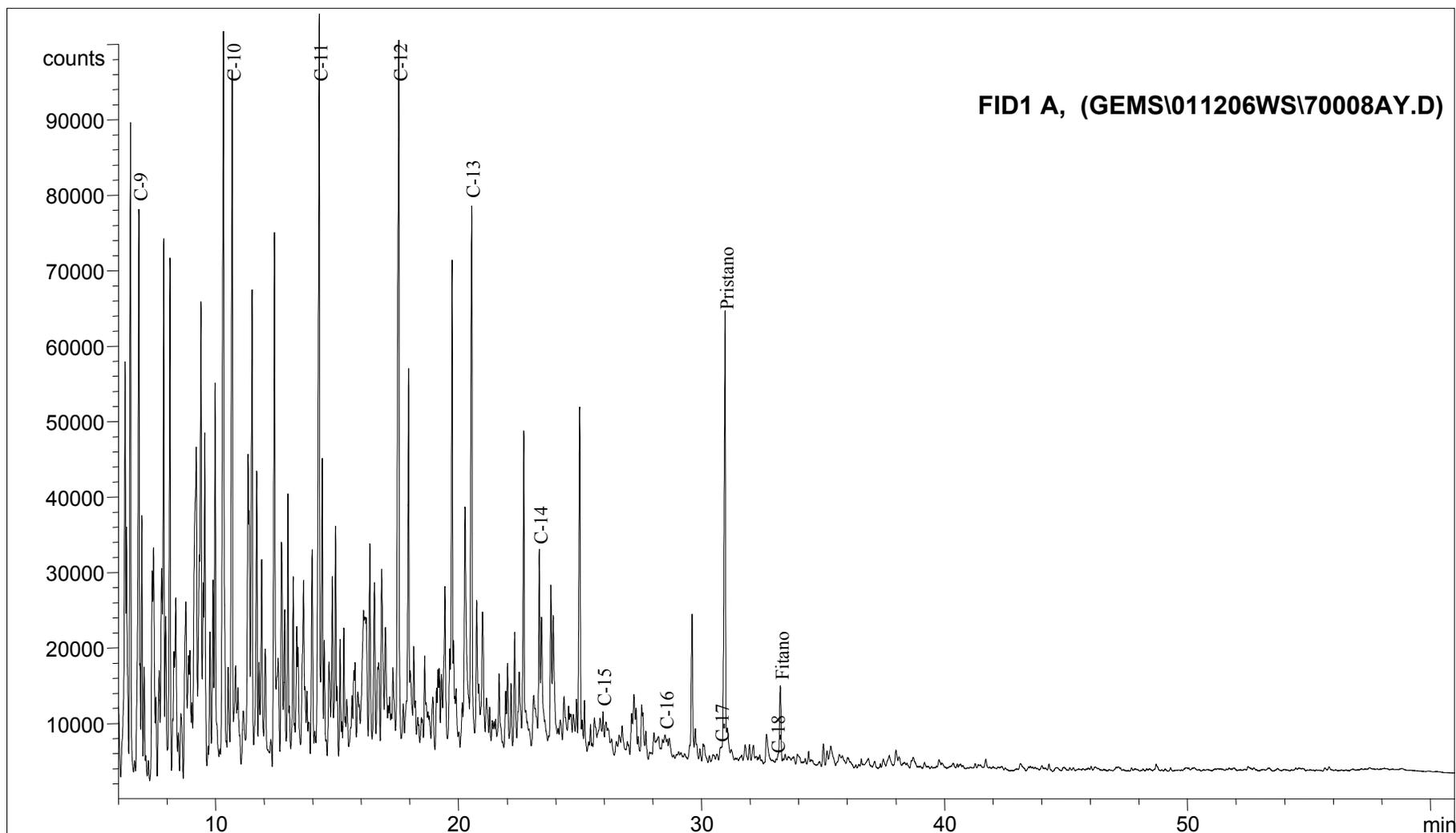




**Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - Cuenca: Sinú – San Jacinto**

**Cód. Int.: A010630021 - Muestra: Perdices N° 10 - Localidad: Área pozo Perdices, Finca Andalucía - Tipo: Rezumadero**

## Cromatograma





Caracterización Geoquímica de Rocas y Crudos de las Cuencas Cesar-Ranchería, Sinú-San Jacinto, Choco y Área de Soapaga (Sobre la Cuenca de la Cordillera Oriental)  
 Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH

Relaciones de Saturados de Muestras de la Cuenca Sinu - San Jacinto

Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masas (Análisis de Biomarcadores)																																				
Código Interno	Identificación de la muestra	Coordenadas E	Coordenadas N	Formación	Cuenca	Tipo de Muestra	Ts/Tm	Diestranos/esteranos regulares	C35/C34 Hopanos extendidos	Triclicicos/Hopanos	%C27 Esteranos	%C28 Esteranos	%C29 Esteranos	C28/C29 Esteranos	C30 / C29 Esteranos	Tet24/Triz26	C23 Triclicicos / C24 Tetraclicicos	C29/C30 Hopano	Oleanano/Hopano	Gammacerano/Hopano	Esteranos / Hopanos	C29 Esteranos S / (S+R)	C31S/S+R Hopanos	Ts/ Ts+Tm	Tet24/Hopano	C23tr/Hopano	25Ner/Hopano	Ol/OH+C30 Hop	Gal/Ga+C30 Hop	C29Nor/C29NorH+C30 Hop	C24Te/C24Te+C26Tri	C25/C26 Triclicicos	C30 Esteranos /C27.29 Esteranos	Dias C27/Dias Reg +C27aaa R	%Esteranos de cadena corta	C29bb/(aa+bb)
A010630015	San Sebastian N° 1	812829,00	1513274,00		Sinú-San Jacinto	Rezumadero	0,28	0,55	1,11	1,13	39,9	34,0	26,2	1,23	0,17	0,58	10,68	0,69	0,09	0,04	0,52	0,45	0,59	0,22	0,10	1,06	0,02	0,09	0,04	0,02	0,37	1,51	0,03	0,36	29,8	0,6
A010630016	San Sebastian N° 2	812834,00	1513281,00		Sinú-San Jacinto	Rezumadero	0,29	0,65	1,02	1,20	39,9	33,7	26,5	1,20	0,15	0,58	11,79	0,67	0,09	0,04	0,52	0,42	0,59	0,23	0,10	1,16	0,07	0,08	0,04	0,06	0,37	1,47	0,02	0,39	34,0	0,6
A010630017	San Sebastian N° 3	812827,00	1513280,00		Sinú-San Jacinto	Rezumadero	0,29	0,51	1,08	1,03	37,1	34,5	28,4	1,18	0,12	0,58	10,44	0,68	0,10	0,04	0,52	0,44	0,58	0,22	0,10	1,03	0,07	0,09	0,04	0,06	0,38	1,49	0,02	0,34	28,7	0,6
A010630018	Rio Sinú N° 4	811665,00	1512335,00		Sinú-San Jacinto	Rezumadero	0,44	3,62	0,92	0,81	27,5	42,5	29,9	1,42	1,31	0,86	8,51	0,63	0,17	0,03	0,09	0,51	0,58	0,31	0,09	0,78	0,06	0,15	0,03	0,06	0,47	1,54	0,19	0,78	49,4	0,4
A010630019	Perdices N° 8	902859,00	1699777,00		Sinú-San Jacinto	Rezumadero	1,11	n.d.	n.d.	n.d.	33,3	25,0	41,7	0,77	0,62	1,33	4,51	0,43	0,49	n.d.	n.d.	n.d.	0,57	0,53	0,12	0,54	0,12	0,33	n.d.	0,11	0,53	1,43	0,14	n.d.	n.d.	n.d.
A010630020	Perdices N° 9	902799,00	1699698,00	Las Perdices	Sinú-San Jacinto	Rezumadero	1,33	n.d.	n.d.	n.d.	33,6	33,6	32,7	1,00	0,63	1,25	3,99	0,53	0,57	0,15	n.d.	n.d.	0,61	0,57	0,19	0,75	0,17	0,36	0,13	0,15	0,53	1,11	0,11	n.d.	n.d.	n.d.
A010630021	Perdices N° 10	902788,00	1699705,00		Sinú-San Jacinto	Rezumadero	0,85	n.d.	n.d.	n.d.	35,7	28,6	35,7	0,68	0,45	0,75	5,63	0,49	0,51	n.d.	n.d.	n.d.	0,55	0,46	0,12	0,66	0,12	0,34	n.d.	0,10	0,43	1,50	0,10	n.d.	n.d.	n.d.



# REPORTE BIOMARCADORES FRACCIÓN SATURADOS

Compañía: ANH

Código: A010630015

Muestra: San Sebastian N° 1

Tipo: Rezumadero

Cuenca: Sinú - San Jacinto

Localidad: Cerca al Pozo San Sebastián N° 3

MASS 191.2	
Compuesto	Altura
C20 Tricíclico	475
C21 Tricíclico	398
C22 Tricíclico	140
C23 Tricíclico	801
C24 Tricíclico	501
C25 Tricíclico	190
C24 Tetracíclico	75
C26 Tricíclico R	130
C26 Tricíclico S	121
C28 Tricíclico R	117
C28 Tricíclico S	111
C29 Tricíclico R	167
C29 Tricíclico S	150
Trisnorhopano (Ts)	59
Trisnorhopano (Tm)	212
C30 Tricíclico R	96
C30 Tricíclico S	100
C29-25 Norhopano	15
C29 Hopano	525
C29 Normoretano	62
Oleanano	71
C30 Hopano	756
C31 Homohopano S	331
C31 Homohopano R	234
Gamacerano	30
C32 Bishomohopano S	204
C32 Bishomohopano R	138
C33 Trishomohopano S	166
C33 Trishomohopano R	116
C34 Tetrahomohopano S	93
C34 Tetrahomohopano R	67
C35 Pentahomohopano S	103
C35 Pentahomohopano R	66

MASS 217.2	
Compuesto	Altura
C21 Esterano	243
C22 Esterano	131
C27 ba Diasterano S	67
C27 ba Diasterano R	43
C27 ab Diasterano S	22
C27 ab Diasterano R	22
C27 aaa Esterano S	106
C27 abb Esterano R	170
C27 abb Esterano S	133
C27 aaa Esterano R	121
C29 ba Diasterano	47
C28 aaa Esterano S	43
C28 abb Esterano R	120
C28 abb Esterano S	119
C28 aaa Esterano R	67
C29 aaa Esterano S	71
C29 abb Esterano R	109
C29 abb Esterano S	86
C29 aaa Esterano R	87
C30 aaa Esterano R	22

MASS 218.2	
Compuesto	Altura
C27 abb Esterano R	257
C27 abb Esterano S	209
C28 abb Esterano R	200
C28 abb Esterano S	197
C29 abb Esterano R	163
C29 abb Esterano S	143
C30 abb Esterano R	27

Relaciones M/Z 191	
Ts/Tm	0,28
Tricíclicos/Hopanos	1,13
Tet24/Tri26	0,58
C23 Tricíclicos / C24 Tetracíclicos	10,68
C29/C30 Hopano	0,69
Oleanano/Hopano	0,09
Gammacerano/Hopano	0,04
C31S/S+R Hopanos	0,59
Tet24/Hopano	0,10
C23tri/Hopano	1,06
25Nor/Hopano	0,02
OI/OI+C30 Hop	0,09
Ga/Ga+C30 Hop	0,04
C29Norh/C29Norh+C30 Hop	0,02
C24Te/C24Te+C26Tri	0,37
C25/C26 Tricíclicos	1,51

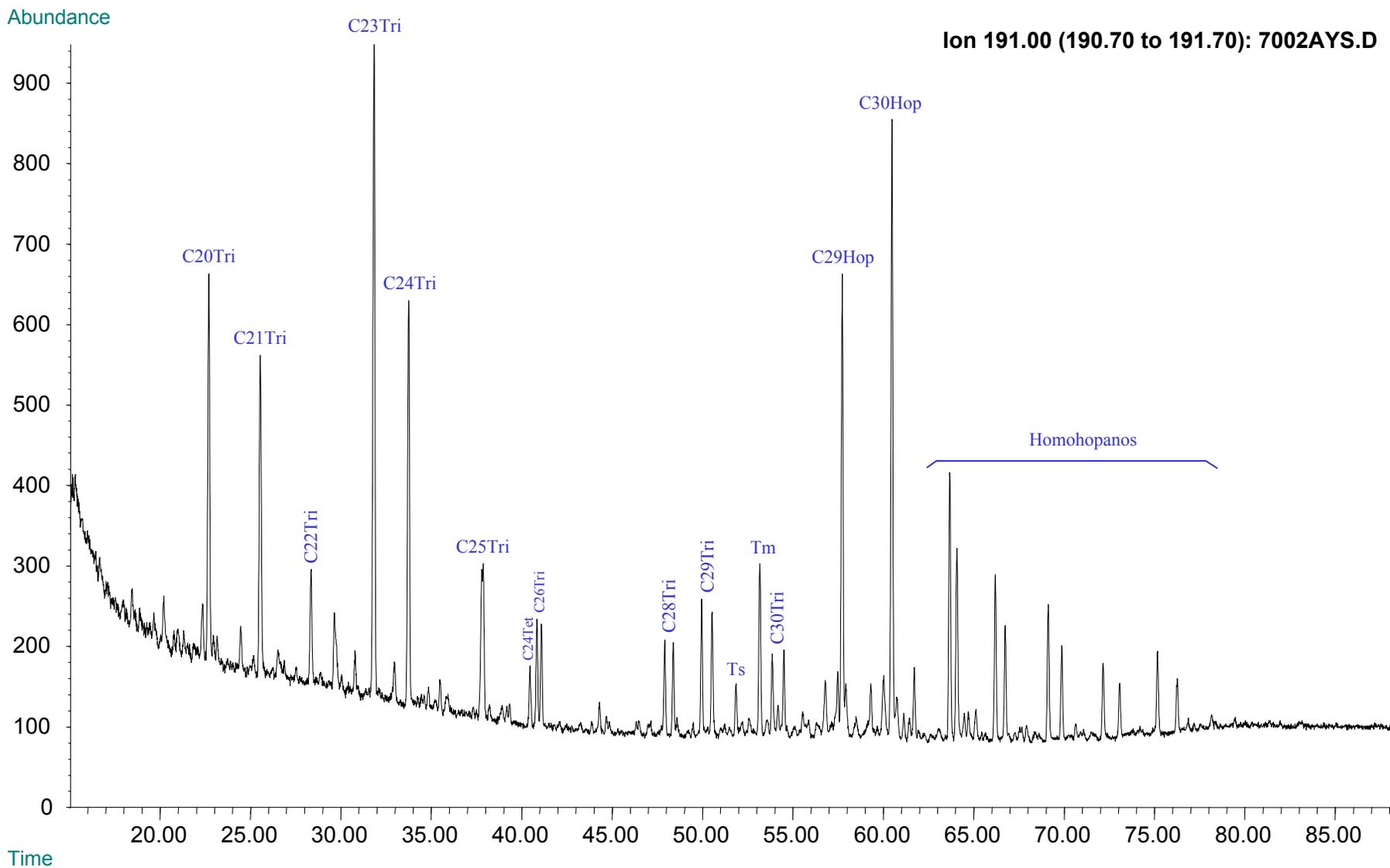
Relaciones M/Z 217	
Diasteranos/esteranos regulares	0,55
%C27 Esteranos	39,86
%C28 Esteranos	33,96
%C29 Esteranos	26,18
C30 / C29 Esteranos	0,17
Esteranos / Hopanos	0,52
C29 Esteranos S / (S+R)	0,45
C30 Esteranos /C27..29 Esteranos	0,03
Dias C27/Dias Reg +C27aaa R	0,36



**Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - Cuenca: Sinú – San Jacinto**

**Cód. Int.: A010630015 - Muestra: San Sebastián N° 1 - Localidad: Cerca al Pozo San Sebastián N° 3 - Tipo: Rezumadero**

### Fragmentograma m/z 191 (Hopanos)



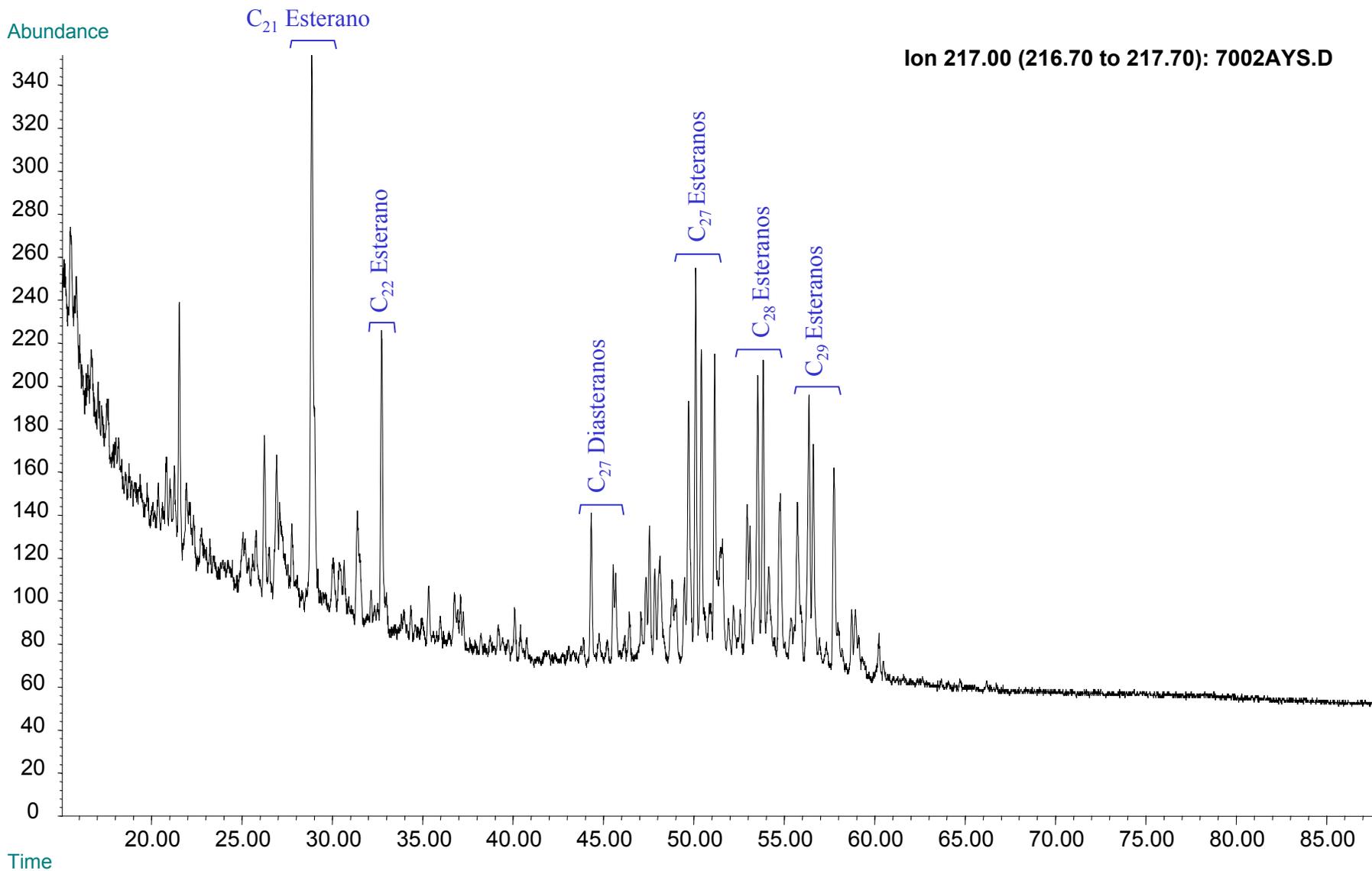


**Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - Cuenca: Sinú – San Jacinto**

**Cód. Int.: A010630015 - Muestra: San Sebastián N° 1 - Localidad: Cerca al Pozo San Sebastián N° 3 - Tipo: Rezumadero**

### Fragmentograma m/z 217 (Esteranos)

Ion 217.00 (216.70 to 217.70): 7002AYS.D





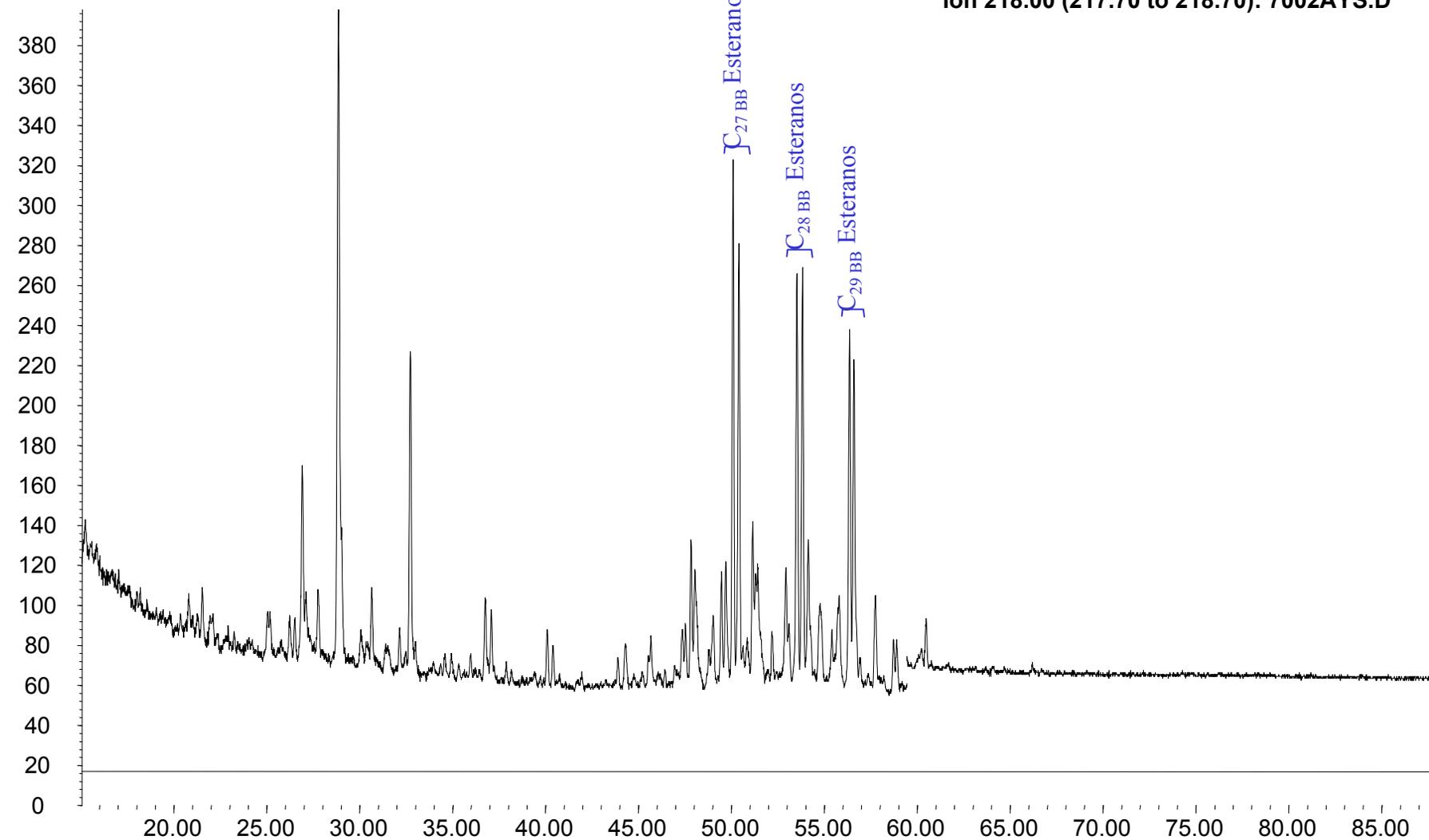
**Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - Cuenca: Sinú – San Jacinto**

**Cód. Int.: A010630015 - Muestra: San Sebastián N° 1 - Localidad: Cerca al Pozo San Sebastián N° 3 - Tipo: Rezumadero**

### **Fragmentograma m/z 218 (Esteranos)**

Abundance

Ion 218.00 (217.70 to 218.70): 7002AYS.D



Time



## REPORTE BIOMARCADORES FRACCIÓN SATURADOS

Compañía: ANH      Código: A010630016      Muestra: San Sebastian N° 2      Tipo: Rezumadero  
 Cuenca: Sinú - San Jacinto      Localidad: Cerca al Pozo San Sebastián N° 3

MASS 191.2	
Compuesto	Altura
C20 Triciclico	479
C21 Triciclico	384
C22 Triciclico	142
C23 Triciclico	825
C24 Triciclico	553
C25 Triciclico	179
C24 Tetraciclico	70
C26 Triciclico R	120
C26 Triciclico S	123
C28 Triciclico R	106
C28 Triciclico S	103
C29 Triciclico R	147
C29 Triciclico S	140
Trisnorhopano (Ts)	60
Trisnorhopano (Tm)	204
C30 Triciclico R	89
C30 Triciclico S	86
C29-25 Norhopano	46
C29 Hopano	474
C29 Normoretano	57
Oleanano	62
C30 Hopano	709
C31 Homohopano S	317
C31 Homohopano R	223
Gamacerano	26
C32 Bishomohopano S	195
C32 Bishomohopano R	129
C33 Trishomohopano S	151
C33 Trishomohopano R	99
C34 Tetrahomohopano S	88
C34 Tetrahomohopano R	58
C35 Pentahomohopano S	90
C35 Pentahomohopano R	61

MASS 217.2	
Compuesto	Altura
C21 Esterano	258
C22 Esterano	132
C27 ba Diasterano S	66
C27 ba Diasterano R	40
C27 ab Diasterano S	23
C27 ab Diasterano R	32
C27 aaa Esterano S	95
C27 abb Esterano R	155
C27 abb Esterano S	127
C27 aaa Esterano R	102
C29 ba Diasterano	44
C28 aaa Esterano S	40
C28 abb Esterano R	111
C28 abb Esterano S	118
C28 aaa Esterano R	63
C29 aaa Esterano S	61
C29 abb Esterano R	95
C29 abb Esterano S	81
C29 aaa Esterano R	83
C30 aaa Esterano R	17

MASS 218.2	
Compuesto	Altura
C27 abb Esterano R	227
C27 abb Esterano S	192
C28 abb Esterano R	173
C28 abb Esterano S	181
C29 abb Esterano R	144
C29 abb Esterano S	134
C30 abb Esterano R	22

Relaciones M/Z 191	
Ts/Tm	0,29
Triciclicos/Hopanos	1,20
Tet24/Tri26	0,58
C23 Tricíclicos / C24 Tetracíclicos	11,79
C29/C30 Hopano	0,67
Oleanano/Hopano	0,09
Gammacerano/Hopano	0,04
C31S/S+R Hopanos	0,59
Tet24/Hopano	0,10
C23tri/Hopano	1,16
25Nor/Hopano	0,07
OI/OI+C30 Hop	0,08
Ga/Ga+C30 Hop	0,04
C29Norh/C29Norh+C30 Hop	0,06
C24Te/C24Te+C26Tri	0,37
C25/C26 Triciclicos	1,47

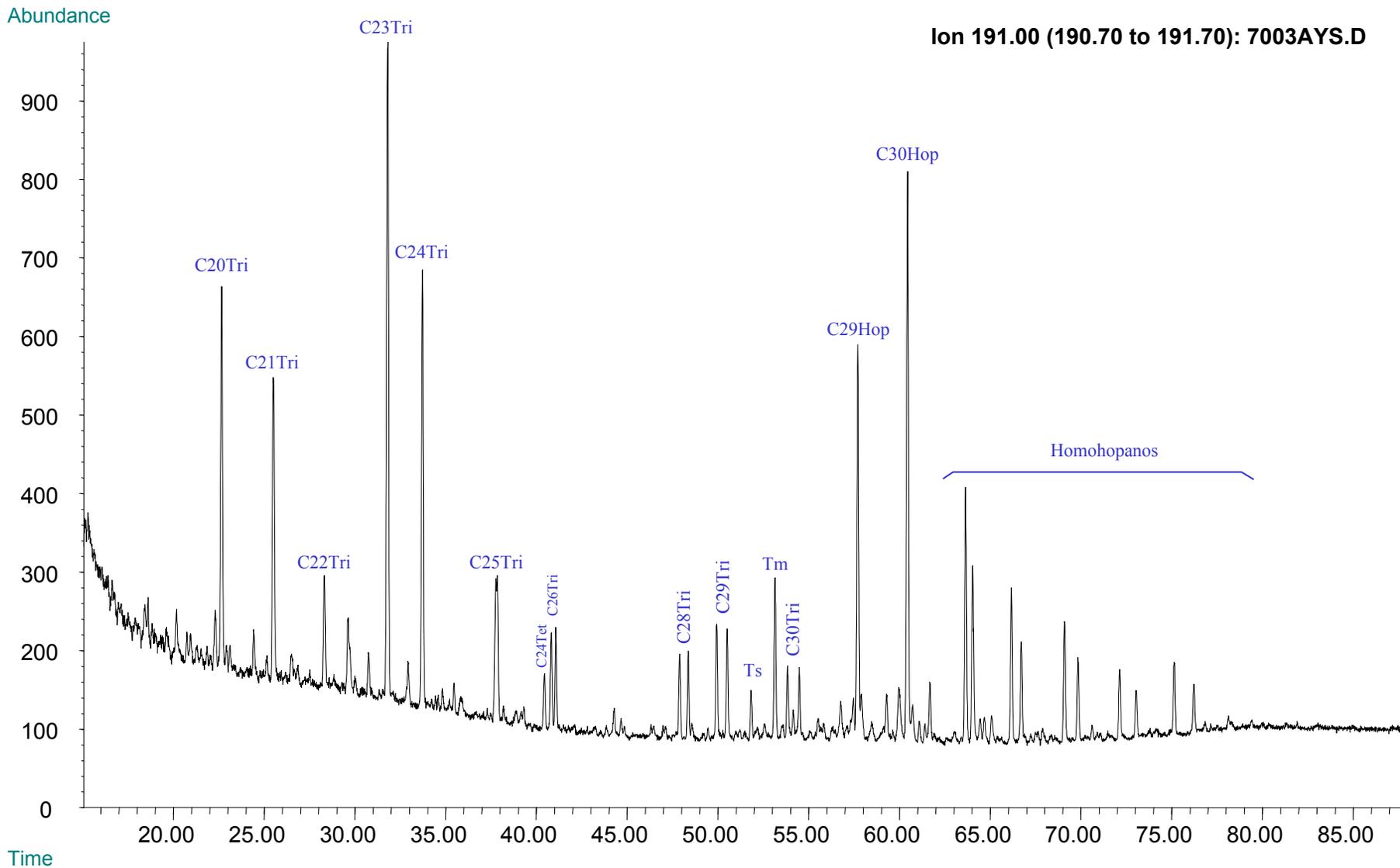
Relaciones M/Z 217	
Diasteranos/esteranos regulares	0,65
%C27 Esteranos	39,87
%C28 Esteranos	33,68
%C29 Esteranos	26,45
C30 / C29 Esteranos	0,15
Esteranos / Hopanos	0,52
C29 Esteranos S / (S+R)	0,42
C30 Esteranos /C27..29 Esteranos	0,02
Dias C27/Dias Reg +C27aaa R	0,39



**Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - Cuenca: Sinú – San Jacinto**

**Cód. Int.: A010630016 - Muestra: San Sebastián N° 2 - Localidad: Cerca al Pozo San Sebastián N° 3 - Tipo: Rezumadero**

### Fragmentograma m/z 191 (Hopanos)

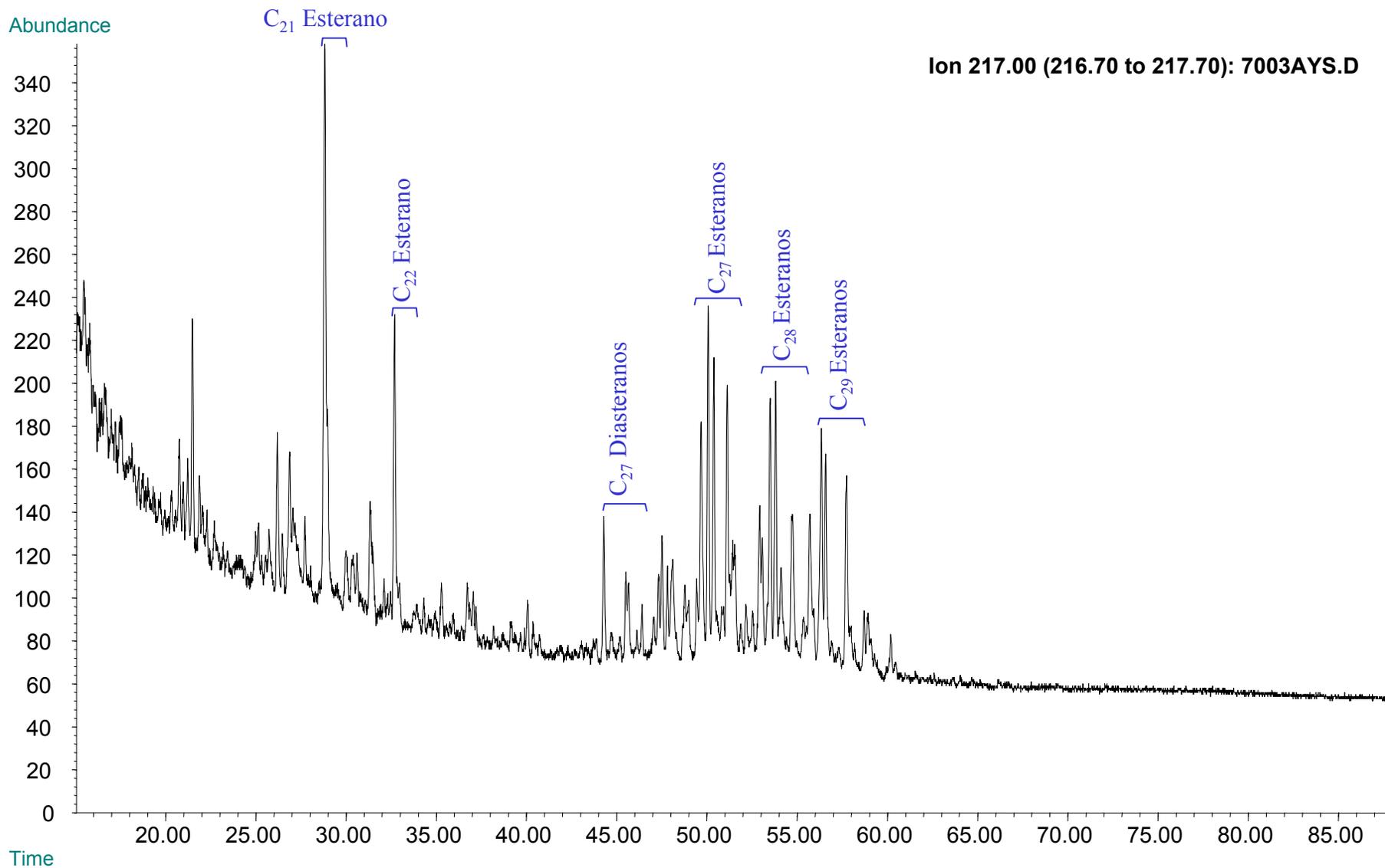




**Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - Cuenca: Sinú – San Jacinto**

**Cód. Int.: A010630016 - Muestra: San Sebastián N° 2 - Localidad: Cerca al Pozo San Sebastián N° 3 - Tipo: Rezumadero**

### **Fragmentograma m/z 217 (Esteranos)**

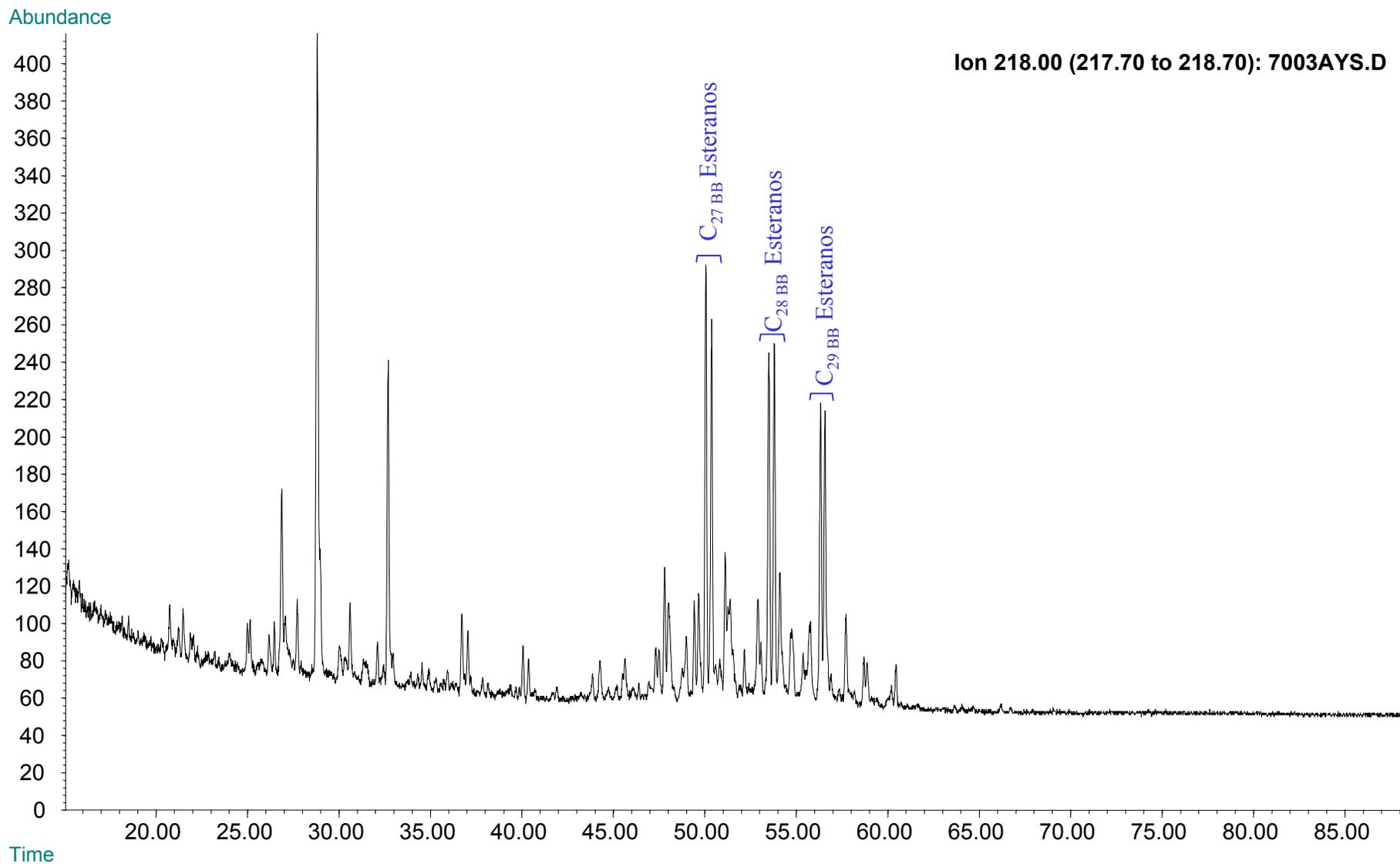




**Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - Cuenca: Sinú – San Jacinto**

**Cód. Int.: A010630016 - Muestra: San Sebastián N° 2 - Localidad: Cerca al Pozo San Sebastián N° 3 - Tipo: Rezumadero**

### **Fragmentograma m/z 218 (Esteranos)**





# REPORTE BIOMARCADORES FRACCIÓN SATURADOS

Compañía: ANH Código: A010630017 Muestra: San Sebastian N° 3 Tipo: Rezumadero  
Cuenca: Sinú - San Jacinto Localidad: Cerca al Pozo San Sebastián N° 3

MASS 191.2		MASS 217.2		Relaciones M/Z 191	
Compuesto	Altura	Compuesto	Altura		
C20 Tricíclico	420	C21 Esterano	252	Ts/Tm	0,29
C21 Tricíclico	360	C22 Esterano	132	Tricíclicos/Hopanos	1,03
C22 Tricíclico	141	C27 ba Diasterano S	61	Tet24/Tri26	0,58
C23 Tricíclico	783	C27 ba Diasterano R	38	C23 Tricíclicos / C24 Tetracíclicos	10,44
C24 Tricíclico	510	C27 ab Diasterano S	24	C29/C30 Hopano	0,68
C25 Tricíclico	185	C27 ab Diasterano R	18	Oleanano/Hopano	0,10
C24 Tetracíclico	75	C27 aaa Esterano S	106	Gammacerano/Hopano	0,04
C26 Tricíclico R	129	C27 abb Esterano R	169	C31S/S+R Hopanos	0,58
C26 Tricíclico S	120	C27 abb Esterano S	133	Tet24/Hopano	0,10
C28 Tricíclico R	115	C27 aaa Esterano R	119	C23tri/Hopano	1,03
C28 Tricíclico S	109	C29 ba Diasterano	54	25Nor/Hopano	0,07
C29 Tricíclico R	150	C28 aaa Esterano S	49	OI/OI+C30 Hop	0,09
C29 Tricíclico S	142	C28 abb Esterano R	138	Ga/Ga+C30 Hop	0,04
Trisnorhopano (Ts)	66	C28 abb Esterano S	136	C29Norh/C29Norh+C30 Hop	0,06
Trisnorhopano (Tm)	228	C28 aaa Esterano R	81	C24Te/C24Te+C26Tri	0,38
C30 Tricíclico R	98	C29 aaa Esterano S	75	C25/C26 Tricíclicos	1,49
C30 Tricíclico S	86	C29 abb Esterano R	123		
C29-25 Norhopano	50	C29 abb Esterano S	93	Relaciones M/Z 217	
C29 Hopano	516	C29 aaa Esterano R	95	Diasteranos/esteranos regulares	0,51
C29 Normoretano	69	C30 aaa Esterano R	20	%C27 Esteranos	37,11
Oleanano	78			%C28 Esteranos	34,52
C30 Hopano	758	MASS 218.2		%C29 Esteranos	28,38
C31 Homohopano S	350	Compuesto	Altura	C30 / C29 Esteranos	0,12
C31 Homohopano R	252	C27 abb Esterano R	250	Esteranos / Hopanos	0,52
Gamacerano	30	C27 abb Esterano S	209	C29 Esteranos S / (S+R)	0,44
C32 Bishomohopano S	224	C28 abb Esterano R	218	C30 Esteranos /C27..29 Esteranos	0,02
C32 Bishomohopano R	146	C28 abb Esterano S	209	Dias C27/Dias Reg +C27aaa R	0,34
C33 Trishomohopano S	178	C29 abb Esterano R	185		
C33 Trishomohopano R	125	C29 abb Esterano S	166		
C34 Tetrahomohopano S	106	C30 abb Esterano R	23		
C34 Tetrahomohopano R	69				
C35 Pentahomohopano S	115				
C35 Pentahomohopano R	74				



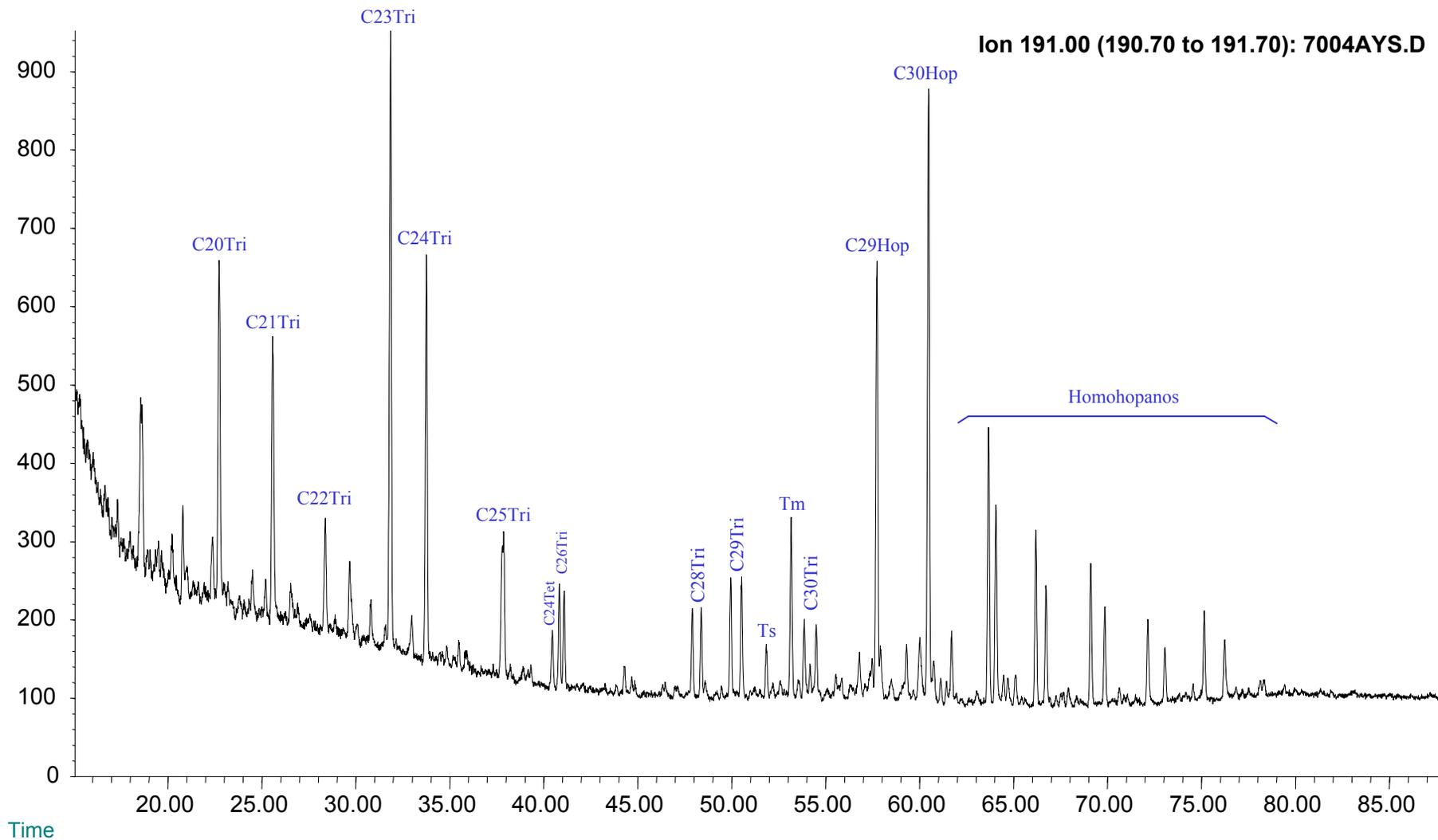
# Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - Cuenca: Sinú – San Jacinto

Cód. Int.: A010630017 - Muestra: San Sebastián N° 3 - Localidad: Cerca al Pozo San Sebastián N° 3 - Tipo: Rezumadero

## Fragmentograma m/z 191 (Hopanos)

Abundance

Ion 191.00 (190.70 to 191.70): 7004AYS.D

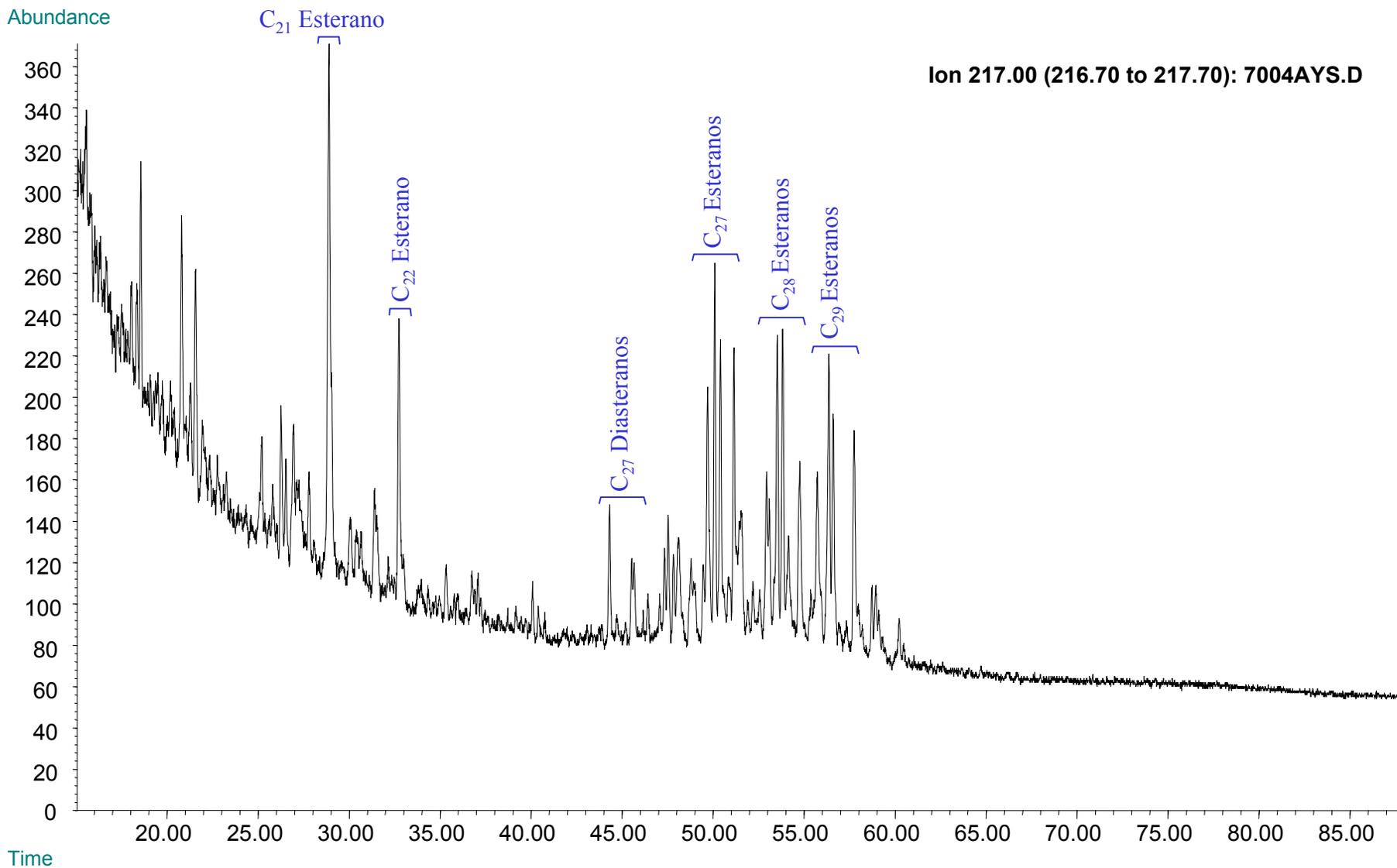




# Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - Cuenca: Sinú – San Jacinto

Cód. Int.: A010630017 - Muestra: San Sebastián N° 3 - Localidad: Cerca al Pozo San Sebastián N° 3 - Tipo: Rezumadero

## Fragmentograma m/z 217 (Esteranos)





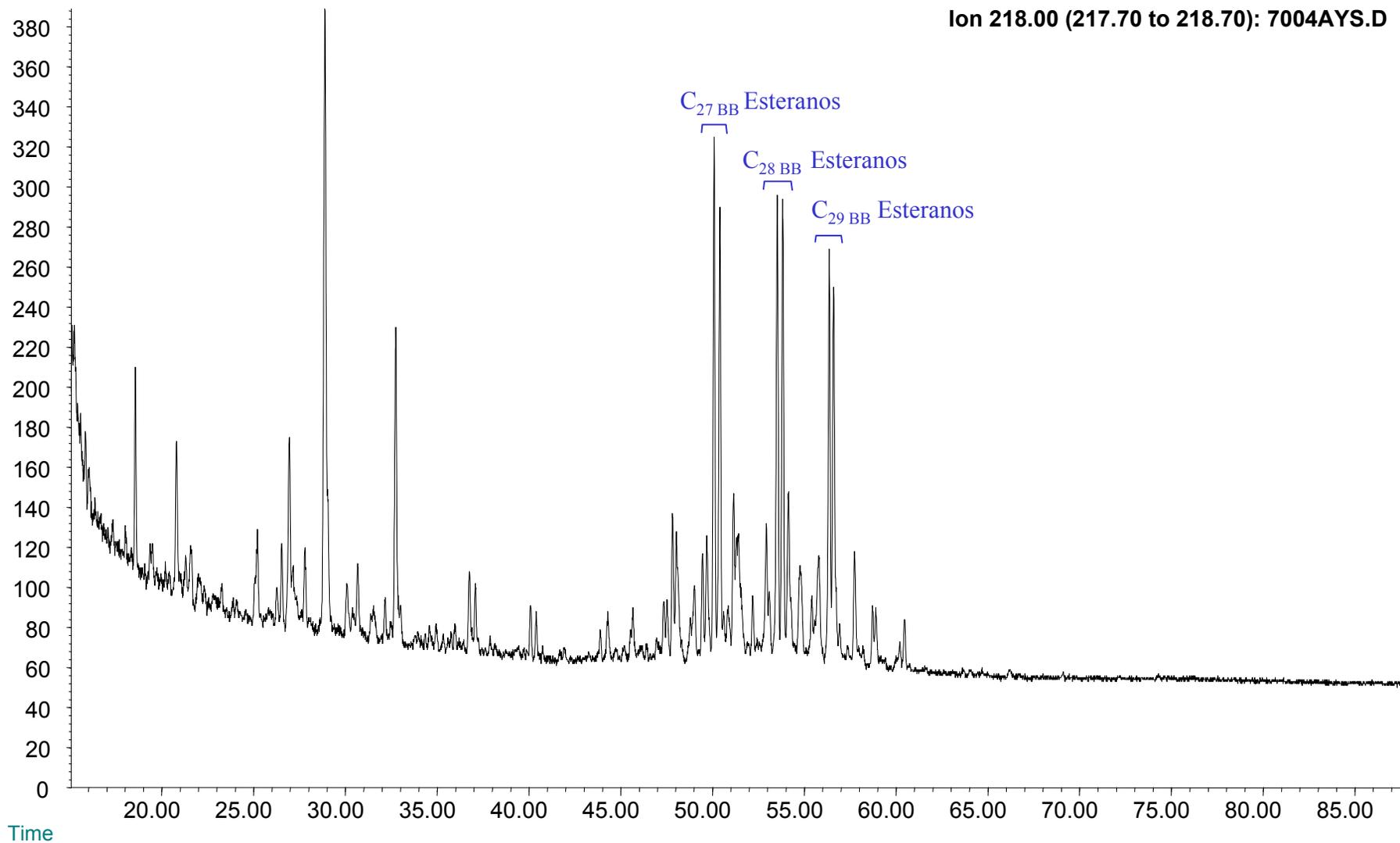
**Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - Cuenca: Sinú – San Jacinto**

**Cód. Int.: A010630017 - Muestra: San Sebastián N° 3 - Localidad: Cerca al Pozo San Sebastián N° 3 - Tipo: Rezumadero**

### **Fragmentograma m/z 218 (Esteranos)**

Abundance

Ion 218.00 (217.70 to 218.70): 7004AYS.D





## REPORTE BIOMARCADORES FRACCIÓN SATURADOS

Compañía: ANH

Código: A010630018

Muestra: RÍO SINÚ N° 4

Tipo: Rezumadero

Cuenca: Sinú - San Jacinto

Localidad: Orilla brazo río Sinú-San Jacinto, barrio San Carlos

MASS 191.2	
Compuesto	Altura
C20 Tricíclico	444
C21 Tricíclico	417
C22 Tricíclico	165
C23 Tricíclico	902
C24 Tricíclico	525
C25 Tricíclico	185
C24 Tetracíclico	106
C26 Tricíclico R	123
C26 Tricíclico S	117
C28 Tricíclico R	90
C28 Tricíclico S	89
C29 Tricíclico R	127
C29 Tricíclico S	115
Trisnorhopano (Ts)	130
Trisnorhopano (Tm)	295
C30 Tricíclico R	57
C30 Tricíclico S	70
C29-25 Norhopano	71
C29 Hopano	726
C29 Normoretano	59
Oleanano	201
C30 Hopano	1150
C31 Homohopano S	447
C31 Homohopano R	318
Gamacerano	34
C32 Bishomohopano S	257
C32 Bishomohopano R	178
C33 Trishomohopano S	195
C33 Trishomohopano R	127
C34 Tetrahomohopano S	107
C34 Tetrahomohopano R	72
C35 Pentahomohopano S	98
C35 Pentahomohopano R	64

MASS 217.2	
Compuesto	Altura
C21 Esterano	74
C22 Esterano	57
C27 ba Diasterano S	73
C27 ba Diasterano R	50
C27 ab Diasterano S	19
C27 ab Diasterano R	20
C27 aaa Esterano S	18
C27 abb Esterano R	48
C27 abb Esterano S	19
C27 aaa Esterano R	20
C29 ba Diasterano	47
C28 aaa Esterano S	10
C28 abb Esterano R	21
C28 abb Esterano S	21
C28 aaa Esterano R	16
C29 aaa Esterano S	25
C29 abb Esterano R	16
C29 abb Esterano S	15
C29 aaa Esterano R	24
C30 aaa Esterano R	13

MASS 218.2	
Compuesto	Altura
C27 abb Esterano R	18
C27 abb Esterano S	14
C28 abb Esterano R	26
C28 abb Esterano S	24
C29 abb Esterano R	18
C29 abb Esterano S	17
C30 abb Esterano R	24

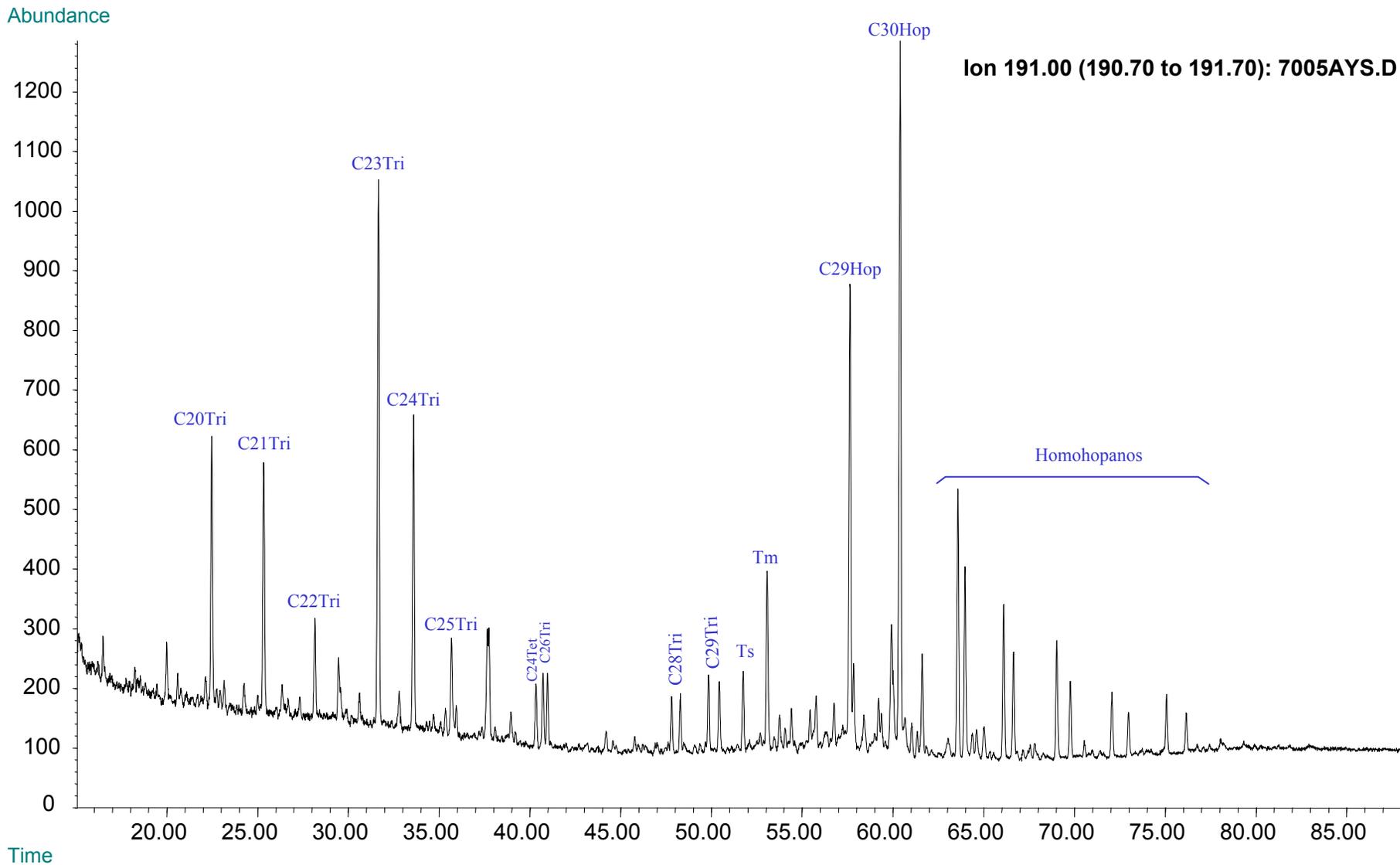
Relaciones M/Z 191	
Ts/Tm	0,44
Tricíclicos/Hopanos	0,81
Tet24/Tri26	0,86
C23 Tricíclicos / C24 Tetracíclicos	8,51
C29/C30 Hopano	0,63
Oleanano/Hopano	0,17
Gammacerano/Hopano	0,03
C31S/S+R Hopanos	0,58
Tet24/Hopano	0,09
C23tri/Hopano	0,78
25Nor/Hopano	0,06
OI/OI+C30 Hop	0,15
Ga/Ga+C30 Hop	0,03
C29Norh/C29Norh+C30 Hop	0,06
C24Te/C24Te+C26Tri	0,47
C25/C26 Tricíclicos	1,54

Relaciones M/Z 217	
Diasteranos/esteranos regulares	3,62
%C27 Esteranos	27,54
%C28 Esteranos	42,51
%C29 Esteranos	29,94
C30 / C29 Esteranos	1,31
Esteranos / Hopanos	0,09
C29 Esteranos S / (S+R)	0,51
C30 Esteranos /C27..29 Esteranos	0,19
Dias C27/Dias Reg +C27aaa R	0,78



**Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - Cuenca: Sinú – San Jacinto**  
Cód. Int.: A010630018 - Muestra: Río Sinú N° 4 - Localidad: Orilla brazo río Sinú-San Jacinto, barrio San Carlos- Tipo: Rezumadero

### Fragmentograma m/z 191 (Hopanos)

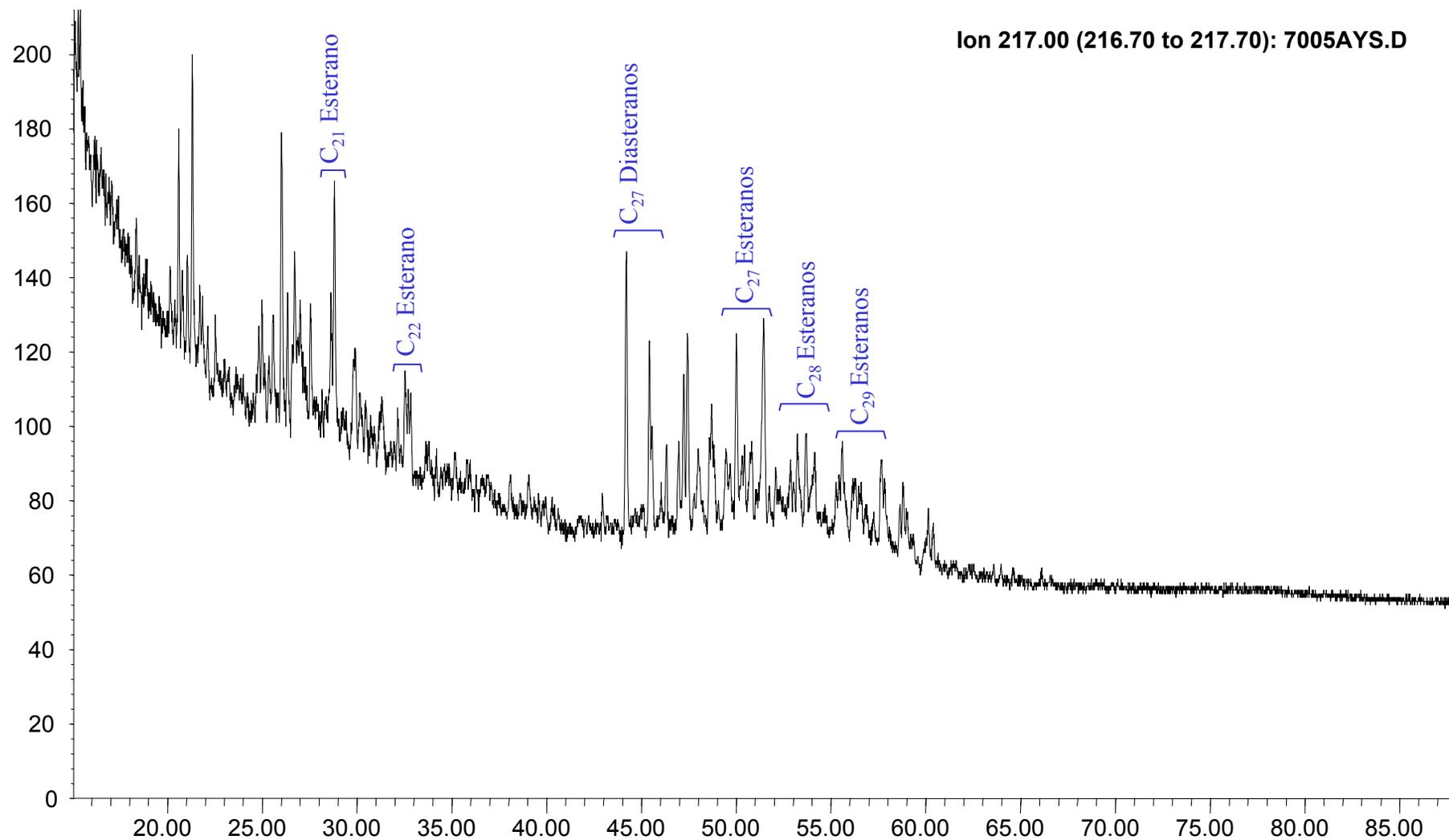




**Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - Cuenca: Sinú – San Jacinto**  
Cód. Int.: A010630018 - Muestra: Río Sinú N° 4 - Localidad: Orilla brazo río Sinú-San Jacinto, barrio San Carlos- Tipo: Rezumadero

### Fragmentograma m/z 217 (Esteranos)

Abundance



Time

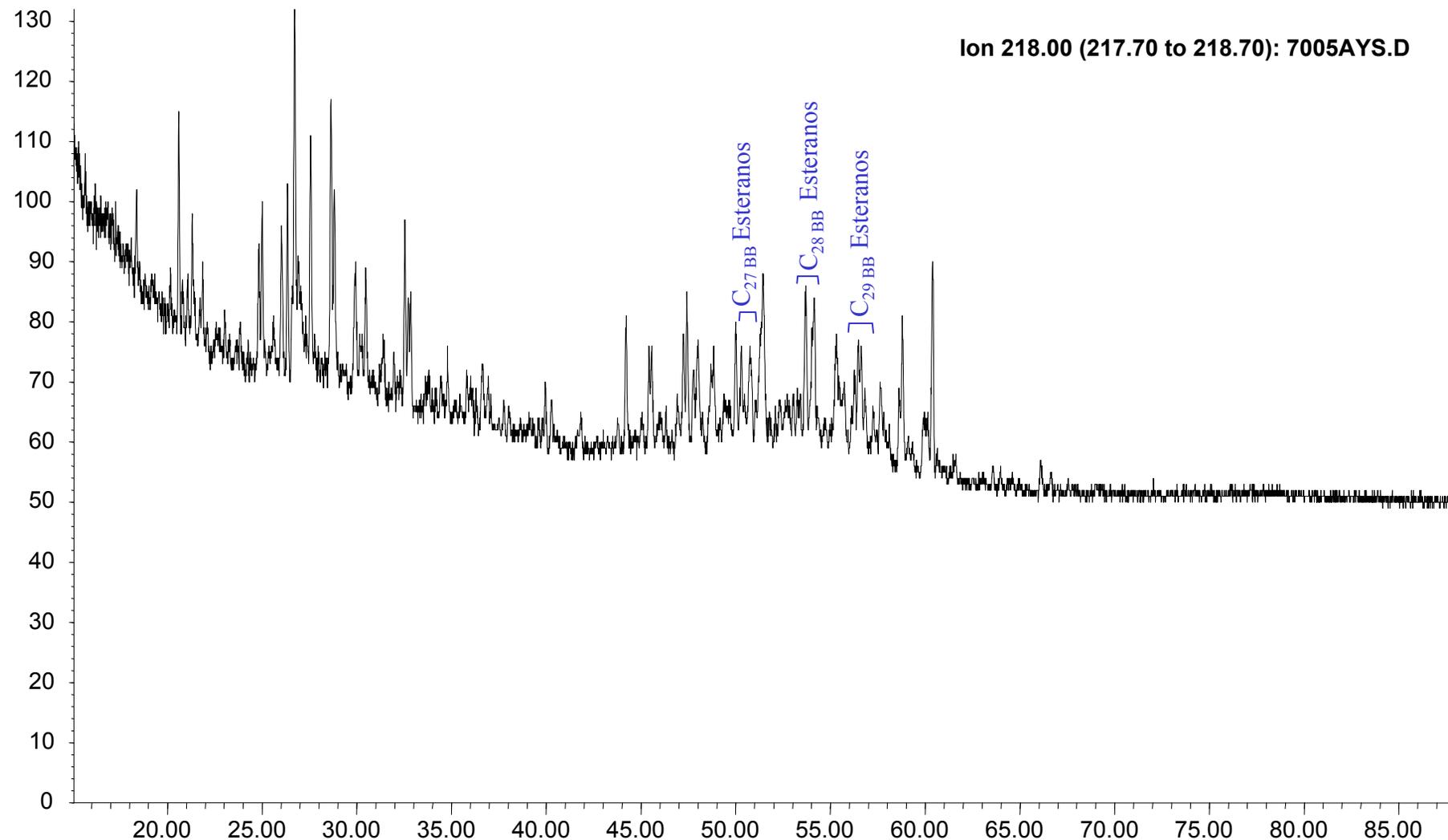


**Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - Cuenca: Sinú – San Jacinto**  
Cód. Int.: A010630018 - Muestra: Río Sinú N° 4 - Localidad: Orilla brazo río Sinú-San Jacinto, barrio San Carlos- Tipo: Rezumadero

### Fragmentograma m/z 218 (Esteranos)

Abundance

Ion 218.00 (217.70 to 218.70): 7005AYS.D



Time



# REPORTE BIOMARCADORES FRACCIÓN SATURADOS

Compañía: ANH  
Cuenca: Sinú - San Jacinto

Código: A010630019

Muestra: PERDICES N° 8

Tipo: Rezumadero

Localidad: Municipio de Tubará, Área pozo Perdices

MASS 191.2	
Compuesto	Altura
C20 Tricíclico	66
C21 Tricíclico	40
C22 Tricíclico	n.d
C23 Tricíclico	80
C24 Tricíclico	58
C25 Tricíclico	22
C24 Tetracíclico	18
C26 Tricíclico R	13
C26 Tricíclico S	18
C28 Tricíclico R	9
C28 Tricíclico S	9
C29 Tricíclico R	22
C29 Tricíclico S	18
Trisnorhopano (Ts)	44
Trisnorhopano (Tm)	40
C30 Tricíclico R	n.d
C30 Tricíclico S	n.d
C29-25 Norhopano	18
C29 Hopano	63
C29 Normoretano	22
Oleanano	72
C30 Hopano	147
C31 Homohopano S	35
C31 Homohopano R	27
Gamacerano	n.d
C32 Bishomohopano S	22
C32 Bishomohopano R	13
C33 Trishomohopano S	18
C33 Trishomohopano R	9
C34 Tetrahomohopano S	n.d
C34 Tetrahomohopano R	n.d
C35 Pentahomohopano S	n.d
C35 Pentahomohopano R	n.d

MASS 217.2	
Compuesto	Altura
C21 Esterano	n.d
C22 Esterano	n.d
C27 ba Diasterano S	n.d
C27 ba Diasterano R	n.d
C27 ab Diasterano S	n.d
C27 ab Diasterano R	n.d
C27 aaa Esterano S	n.d
C27 abb Esterano R	n.d
C27 abb Esterano S	n.d
C27 aaa Esterano R	n.d
C29 ba Diasterano	n.d
C28 aaa Esterano S	n.d
C28 abb Esterano R	n.d
C28 abb Esterano S	n.d
C28 aaa Esterano R	n.d
C29 aaa Esterano S	n.d
C29 abb Esterano R	n.d
C29 abb Esterano S	n.d
C29 aaa Esterano R	n.d
C30 aaa Esterano R	n.d

MASS 218.2	
Compuesto	Altura
C27 abb Esterano R	24
C27 abb Esterano S	19
C28 abb Esterano R	21
C28 abb Esterano S	11
C29 abb Esterano R	28
C29 abb Esterano S	26
C30 abb Esterano R	17

Relaciones M/Z 191	
Ts/Tm	1,11
Tricíclicos/Hopanos	n.d
Tet24/Tri26	1,33
C23 Tricíclicos / C24 Tetracíclicos	4,51
C29/C30 Hopano	0,43
Oleanano/Hopano	0,49
Gamacerano/Hopano	n.d.
C31S/S+R Hopanos	0,57
Tet24/Hopano	0,12
C23tri/Hopano	0,54
25Nor/Hopano	0,12
OI/OI+C30 Hop	0,33
Ga/Ga+C30 Hop	n.d.
C29Norh/C29Norh+C30 Hop	0,11
C24Te/C24Te+C26Tri	0,53
C25/C26 Tricíclicos	1,43

Relaciones M/Z 217	
Diasteranos/esteranos regulares	n.d.
%C27 Esteranos	33,33
%C28 Esteranos	25,00
%C29 Esteranos	41,67
C30 / C29 Esteranos	0,62
Esteranos / Hopanos	n.d.
C29 Esteranos S / (S+R)	n.d.
C30 Esteranos /C27..29 Esteranos	0,14
Dias C27/Dias Reg +C27aaa R	n.d.



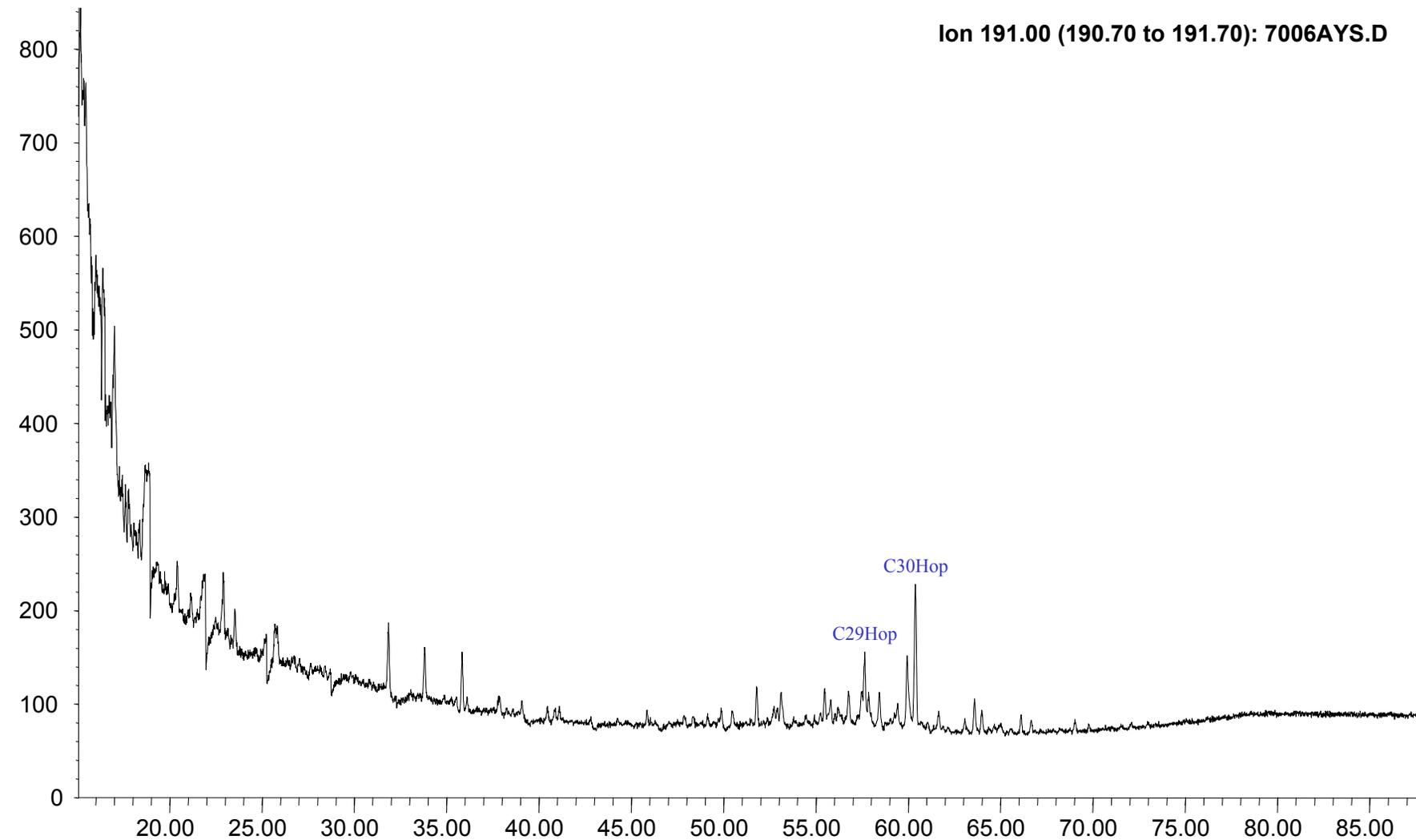
**Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - Cuenca: Sinú – San Jacinto**

**Cód. Int.: A010630019 - Muestra: Perdices N° 8 - Localidad: Área pozo Perdices - Tipo: Rezumadero**

### **Fragmentograma m/z 191 (Hopanos)**

Abundance

Ion 191.00 (190.70 to 191.70): 7006AYS.D



Time



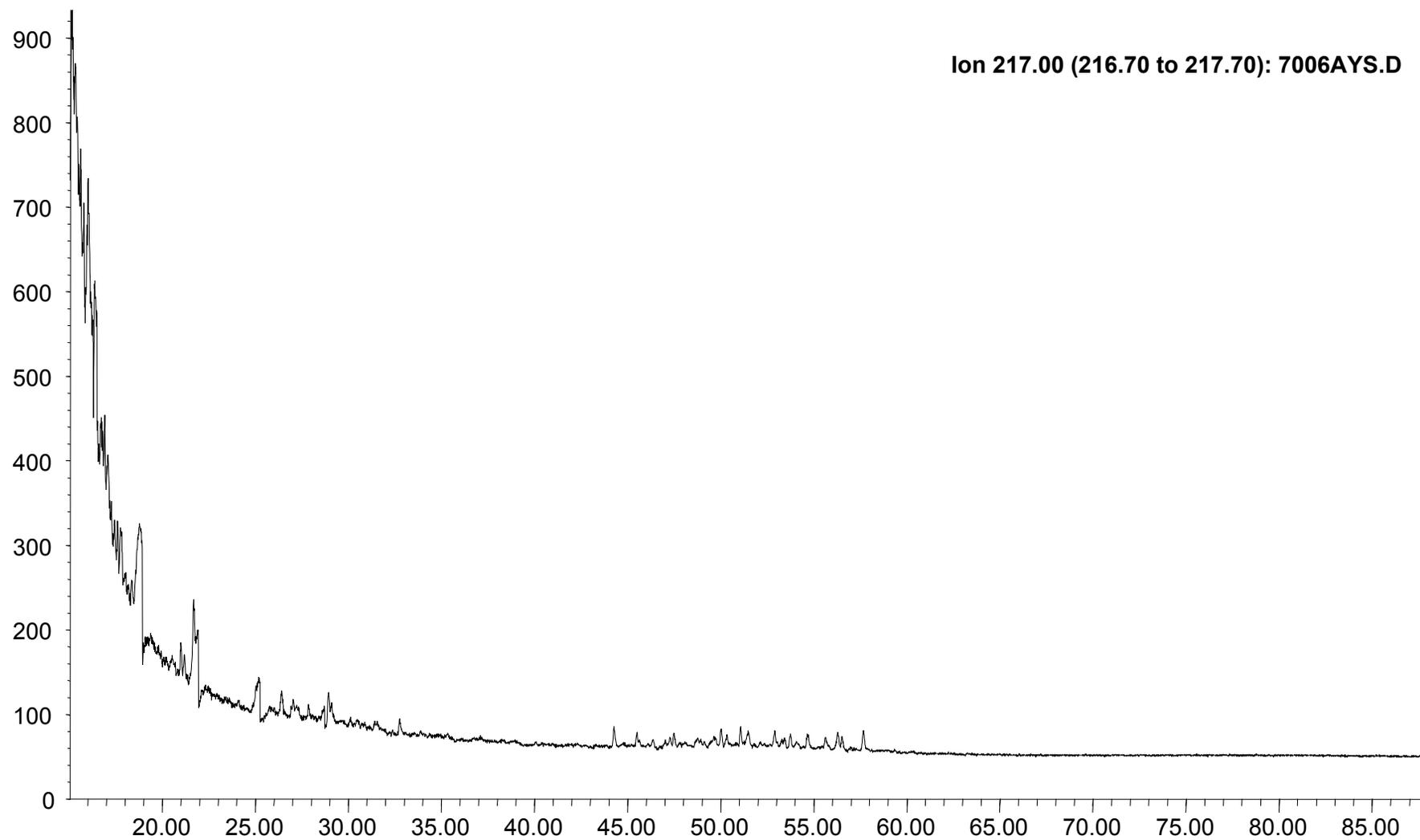
**Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - Cuenca: Sinú – San Jacinto**

**Cód. Int.: A010630019 - Muestra: Perdices N° 8 - Localidad: Área pozo Perdices - Tipo: Rezumadero**

### **Fragmentograma m/z 217 (Esteranos)**

Abundance

**Ion 217.00 (216.70 to 217.70): 7006AYS.D**



Time



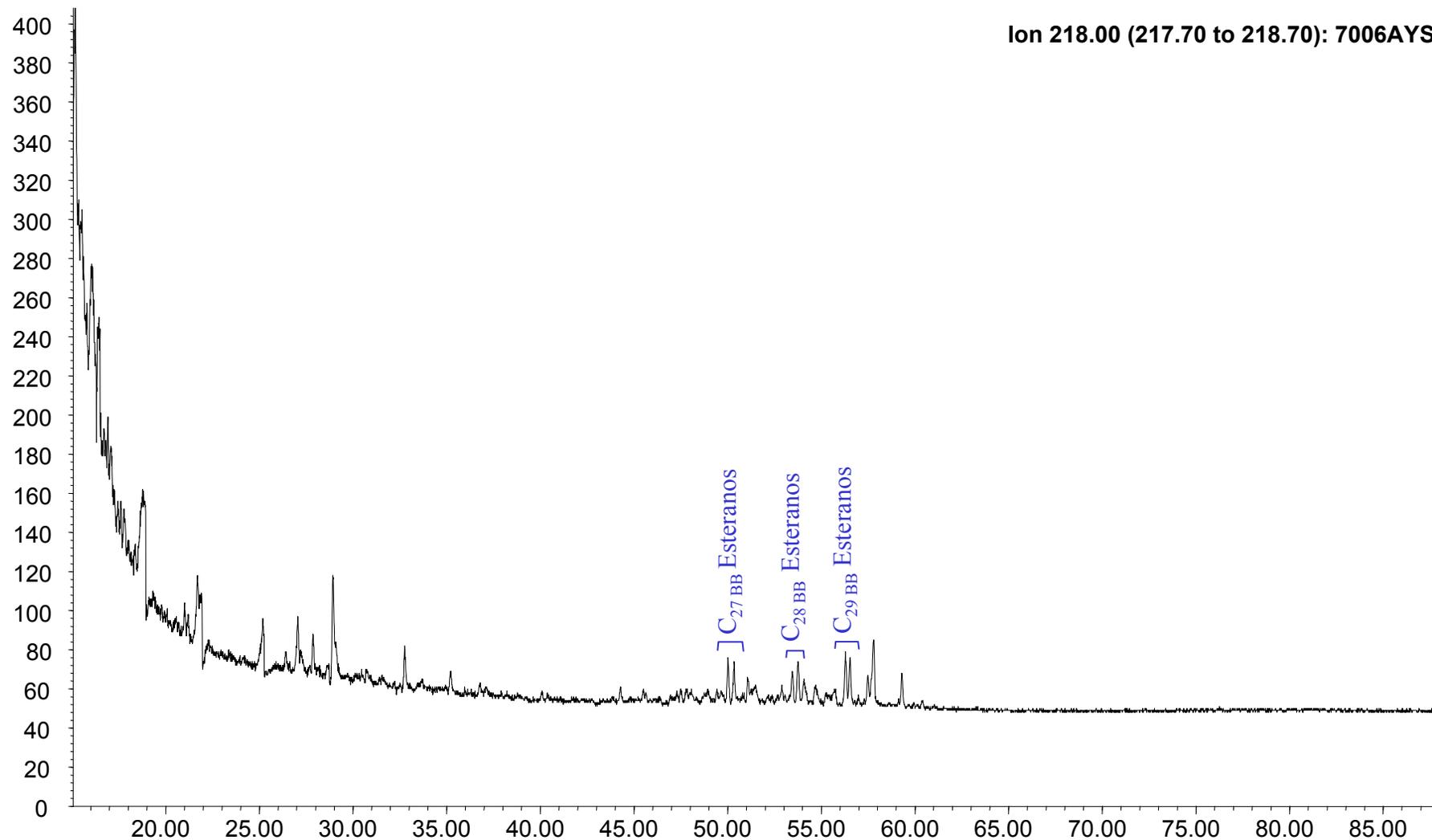
**Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - Cuenca: Sinú – San Jacinto**

**Cód. Int.: A010630019 - Muestra: Perdices N° 8 - Localidad: Área pozo Perdices – Formación: Las Perdices - Tipo: Rezumadero**

### **Fragmentograma m/z 218 (Esteranos)**

Abundance

Ion 218.00 (217.70 to 218.70): 7006AYS.D



Time



# REPORTE BIOMARCADORES FRACCIÓN SATURADOS

Compañía: ANH

Código: A010630020

Muestra: Perdices N° 9

Tipo: Rezumadero

Cuenca: Sinú - San Jacinto

Localidad: Municipio de Tubará, Área pozo Perdices

MASS 191.2	
Compuesto	Altura
C20 Tricíclico	49
C21 Tricíclico	59
C22 Tricíclico	n.d
C23 Tricíclico	58
C24 Tricíclico	48
C25 Tricíclico	15
C24 Tetracíclico	15
C26 Tricíclico R	12
C26 Tricíclico S	15
C28 Tricíclico R	9
C28 Tricíclico S	7
C29 Tricíclico R	10
C29 Tricíclico S	10
Trisnorhopano (Ts)	23
Trisnorhopano (Tm)	17
C30 Tricíclico R	n.d
C30 Tricíclico S	n.d
C29-25 Norhopano	13
C29 Hopano	41
C29 Normoretano	10
Oleanano	44
C30 Hopano	77
C31 Homohopano S	20
C31 Homohopano R	13
Gamacerano	12
C32 Bishomohopano S	7
C32 Bishomohopano R	n.d
C33 Trishomohopano S	n.d
C33 Trishomohopano R	n.d
C34 Tetrahomohopano S	n.d
C34 Tetrahomohopano R	n.d
C35 Pentahomohopano S	n.d
C35 Pentahomohopano R	n.d

MASS 217.2	
Compuesto	Altura
C21 Esterano	n.d
C22 Esterano	n.d
C27 ba Diasterano S	n.d
C27 ba Diasterano R	n.d
C27 ab Diasterano S	n.d
C27 ab Diasterano R	n.d
C27 aaa Esterano S	n.d
C27 abb Esterano R	n.d
C27 abb Esterano S	n.d
C27 aaa Esterano R	n.d
C29 ba Diasterano	n.d
C28 aaa Esterano S	n.d
C28 abb Esterano R	n.d
C28 abb Esterano S	n.d
C28 aaa Esterano R	n.d
C29 aaa Esterano S	n.d
C29 abb Esterano R	n.d
C29 abb Esterano S	n.d
C29 aaa Esterano R	n.d
C30 aaa Esterano R	n.d

MASS 218.2	
Compuesto	Altura
C27 abb Esterano R	15
C27 abb Esterano S	11
C28 abb Esterano R	13
C28 abb Esterano S	13
C29 abb Esterano R	13
C29 abb Esterano S	12
C30 abb Esterano R	8

Relaciones M/Z 191	
Ts/Tm	1,33
Tricíclicos/Hopanos	n.d
Tet24/Tri26	1,25
C23 Tricíclicos / C24 Tetracíclicos	3,99
C29/C30 Hopano	0,53
Oleanano/Hopano	0,57
Gammacerano/Hopano	0,15
C31S/S+R Hopanos	0,61
Tet24/Hopano	0,19
C23tri/Hopano	0,75
25Nor/Hopano	0,17
OI/OI+C30 Hop	0,36
Ga/Ga+C30 Hop	0,13
C29Norh/C29Norh+C30 Hop	0,15
C24Te/C24Te+C26Tri	0,53
C25/C26 Tricíclicos	1,11

Relaciones M/Z 217	
Diasteranos/esteranos regulares	n.d.
%C27 Esteranos	33,63
%C28 Esteranos	33,63
%C29 Esteranos	32,74
C30 / C29 Esteranos	0,63
Esteranos / Hopanos	n.d.
C29 Esteranos S / (S+R)	n.d.
C30 Esteranos /C27..29 Esteranos	0,11
Dias C27/Dias Reg +C27aaa R	n.d.



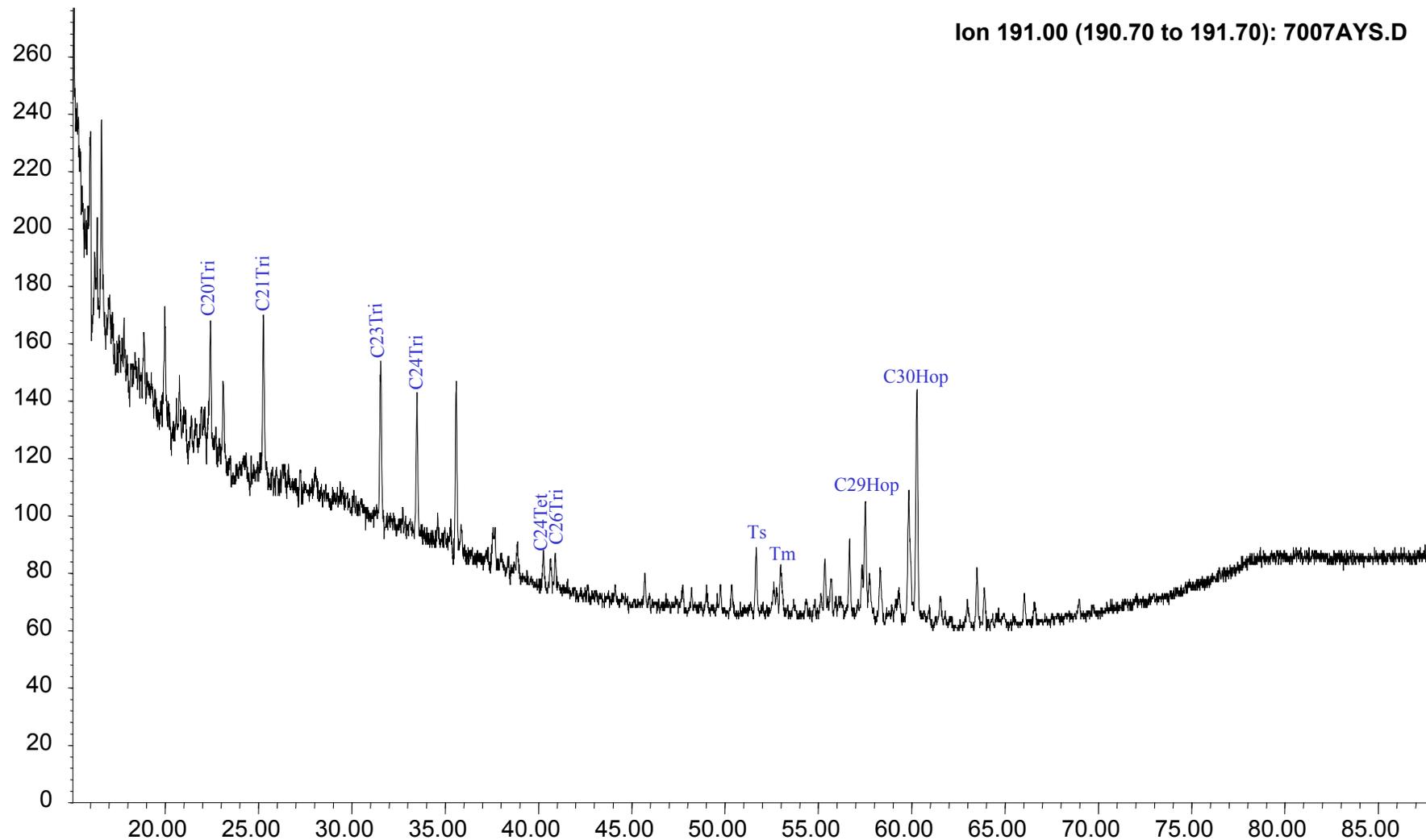
**Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - Cuenca: Sinú – San Jacinto**

**Cód. Int.: A010630020 - Muestra: Perdices N° 9 - Localidad: Área pozo Perdices – Formación: Las Perdices - Tipo: Rezumadero**

### Fragmentograma m/z 191 (Hopanos)

Abundance

Ion 191.00 (190.70 to 191.70): 7007AYS.D



Time



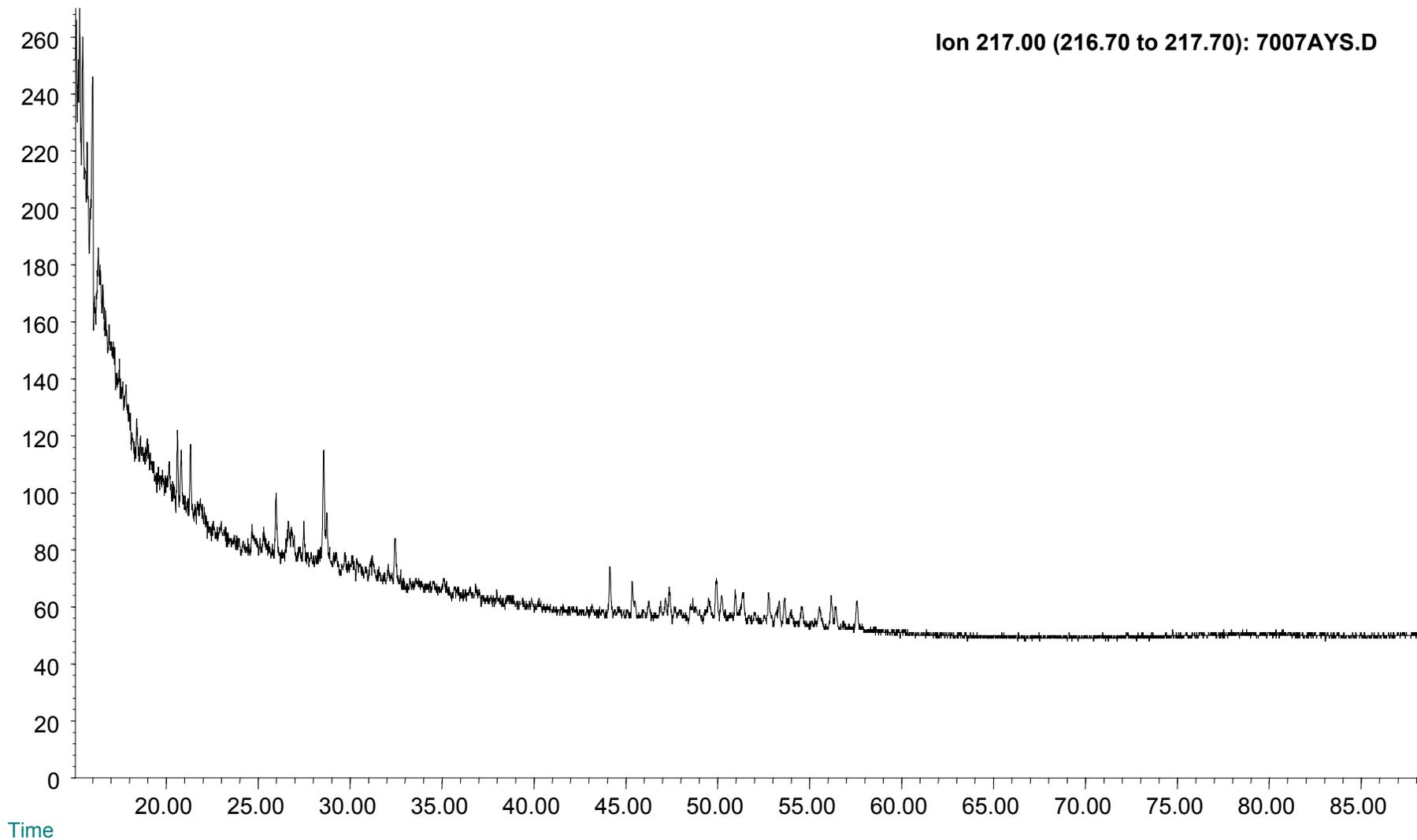
**Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - Cuenca: Sinú – San Jacinto**

**Cód. Int.: A010630020 - Muestra: Perdices N° 9 - Localidad: Área pozo Perdices – Formación: Las Perdices - Tipo: Rezumadero**

### **Fragmentograma m/z 217 (Esteranos)**

Abundance

**Ion 217.00 (216.70 to 217.70): 7007AYS.D**



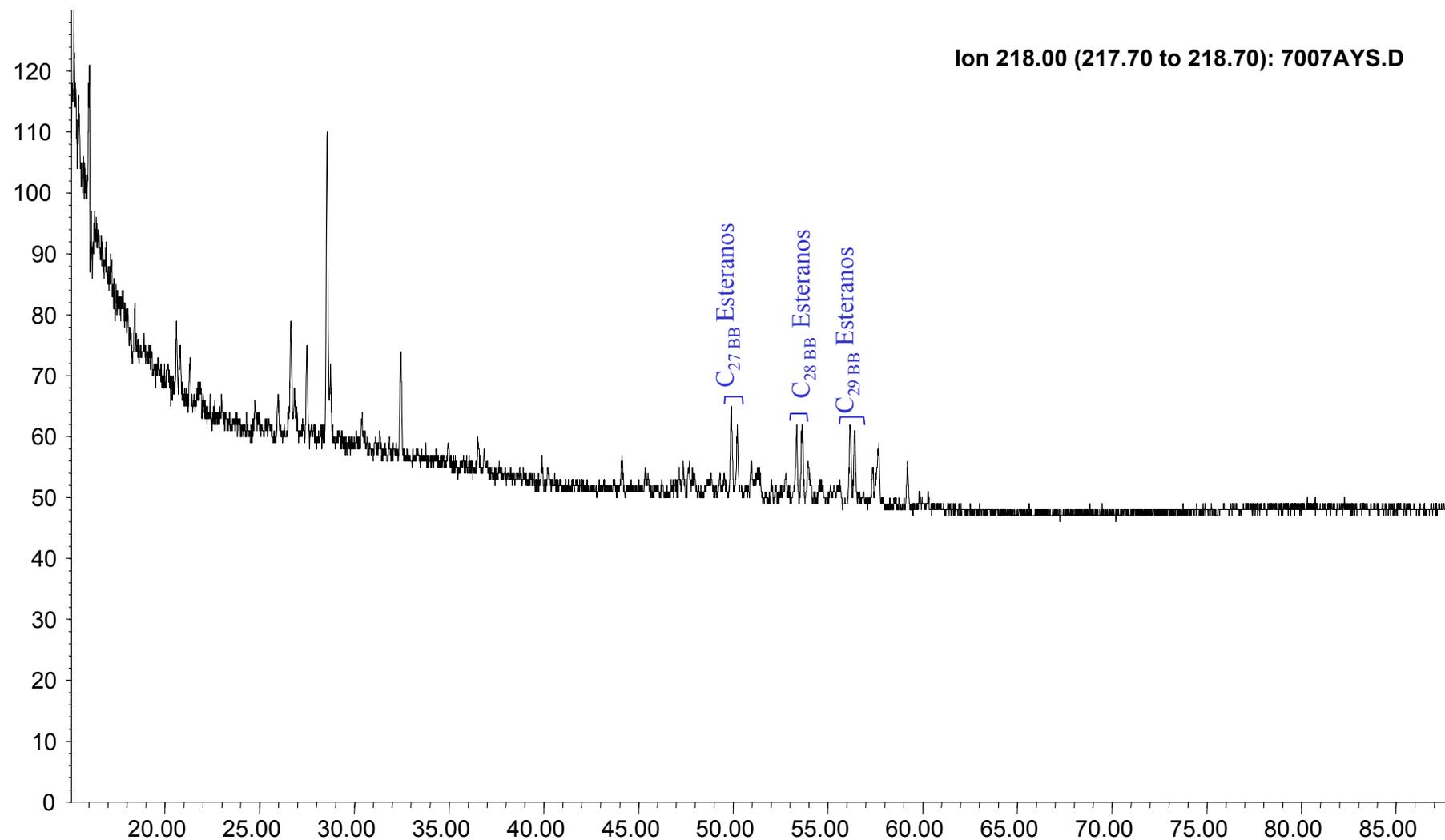


**Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - Cuenca: Sinú – San Jacinto**

**Cód. Int.: A010630020 - Muestra: Perdices N° 9 - Localidad: Área pozo Perdices - Tipo: Rezumadero**

### **Fragmentograma m/z 218 (Esteranos)**

Abundance



Time



## REPORTE BIOMARCADORES FRACCIÓN SATURADOS

Compañía: ANH      Código: A010630021      Muestra: PERDICES N° 10      Tipo: Rezumadero  
 Cuenca: Sinú - San Jacinto      Localidad: M/pio de Tubará, Área pozo Perdices, Finca Andalucía

MASS 191.2		MASS 217.2		Relaciones M/Z 191	
Compuesto	Altura	Compuesto	Altura		
C20 Tricíclico	48	C21 Esterano	n.d	Ts/Tm	0,85
C21 Tricíclico	58	C22 Esterano	n.d	Tricíclicos/Hopanos	n.d
C22 Tricíclico	19	C27 ba Diasterano S	n.d	Tet24/Tri26	0,75
C23 Tricíclico	54	C27 ba Diasterano R	n.d	C23 Tricíclicos / C24 Tetracíclicos	5,63
C24 Tricíclico	48	C27 ab Diasterano S	n.d	C29/C30 Hopano	0,49
C25 Tricíclico	19	C27 ab Diasterano R	n.d	Oleanano/Hopano	0,51
C24 Tetracíclico	10	C27 aaa Esterano S	n.d	Gammacerano/Hopano	n.d.
C26 Tricíclico R	13	C27 abb Esterano R	n.d	C31S/S+R Hopanos	0,55
C26 Tricíclico S	13	C27 abb Esterano S	n.d	Tet24/Hopano	0,12
C28 Tricíclico R	11	C27 aaa Esterano R	n.d	C23tri/Hopano	0,66
C28 Tricíclico S	8	C29 ba Diasterano	n.d	25Nor/Hopano	0,12
C29 Tricíclico R	13	C28 aaa Esterano S	n.d	OI/OI+C30 Hop	0,34
C29 Tricíclico S	11	C28 abb Esterano R	n.d	Ga/Ga+C30 Hop	n.d.
Trisnorhopano (Ts)	18	C28 abb Esterano S	n.d	C29Norh/C29Norh+C30 Hop	0,10
Trisnorhopano (Tm)	21	C28 aaa Esterano R	n.d	C24Te/C24Te+C26Tri	0,43
C30 Tricíclico R	n.d	C29 aaa Esterano S	n.d	C25/C26 Tricíclicos	1,50
C30 Tricíclico S	n.d	C29 abb Esterano R	n.d		
C29-25 Norhopano	10	C29 abb Esterano S	n.d		
C29 Hopano	40	C29 aaa Esterano R	n.d		
C29 Normoretano	11	C30 aaa Esterano R	n.d		
Oleanano	42				
C30 Hopano	82				
C31 Homohopano S	18				
C31 Homohopano R	14				
Gamacerano	n.d				
C32 Bishomohopano S	13				
C32 Bishomohopano R	8				
C33 Trishomohopano S	13				
C33 Trishomohopano R	8				
C34 Tetrahomohopano S	8				
C34 Tetrahomohopano R	6				
C35 Pentahomohopano S	n.d				
C35 Pentahomohopano R	n.d				

MASS 218.2		Relaciones M/Z 217	
Compuesto	Altura		
C27 abb Esterano R	16	Diasteranos/esteranos regulares	n.d.
C27 abb Esterano S	13	%C27 Esteranos	35,71
C28 abb Esterano R	11	%C28 Esteranos	28,57
C28 abb Esterano S	12	%C29 Esteranos	35,71
C29 abb Esterano R	16	C30 / C29 Esteranos	0,45
C29 abb Esterano S	13	Esteranos / Hopanos	n.d.
C30 abb Esterano R	7	C29 Esteranos S / (S+R)	n.d.
		C30 Esteranos /C27..29 Esteranos	0,10
		Dias C27/Dias Reg +C27aaa R	n.d.

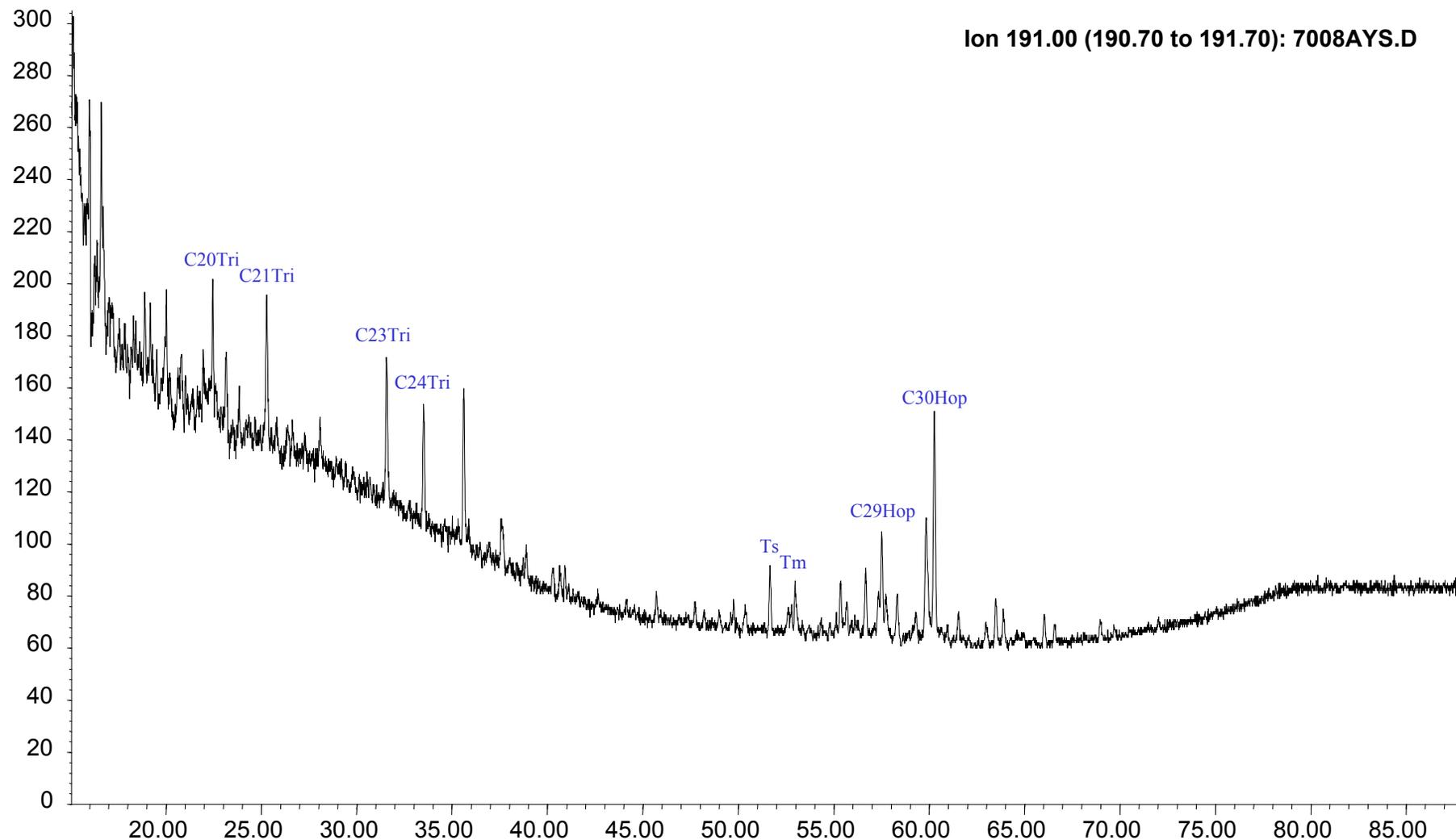


**Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - Cuenca: Sinú – San Jacinto**

**Cód. Int.: A010630021 - Muestra: Perdices N° 10 - Localidad: Área pozo Perdices, Finca Andalucía - Tipo: Rezumadero**

### **Fragmentograma m/z 191 (Hopanos)**

Abundance



Time



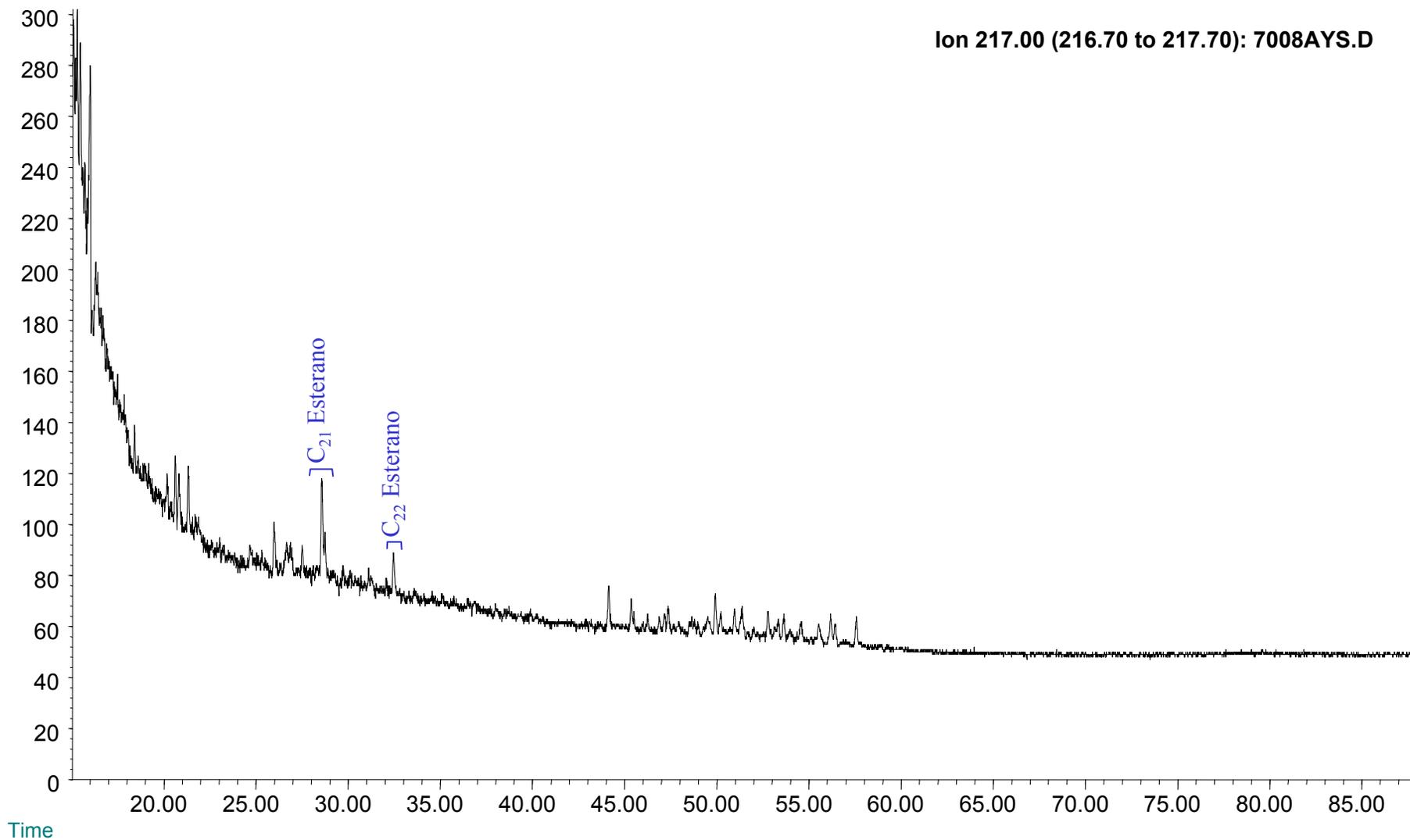
**Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - Cuenca: Sinú – San Jacinto**

**Cód. Int.: A010630021 - Muestra: Perdices N° 10 - Localidad: Área pozo Perdices, Finca Andalucía - Tipo: Rezumadero**

### **Fragmentograma m/z 217 (Esteranos)**

Abundance

Ion 217.00 (216.70 to 217.70): 7008AYS.D





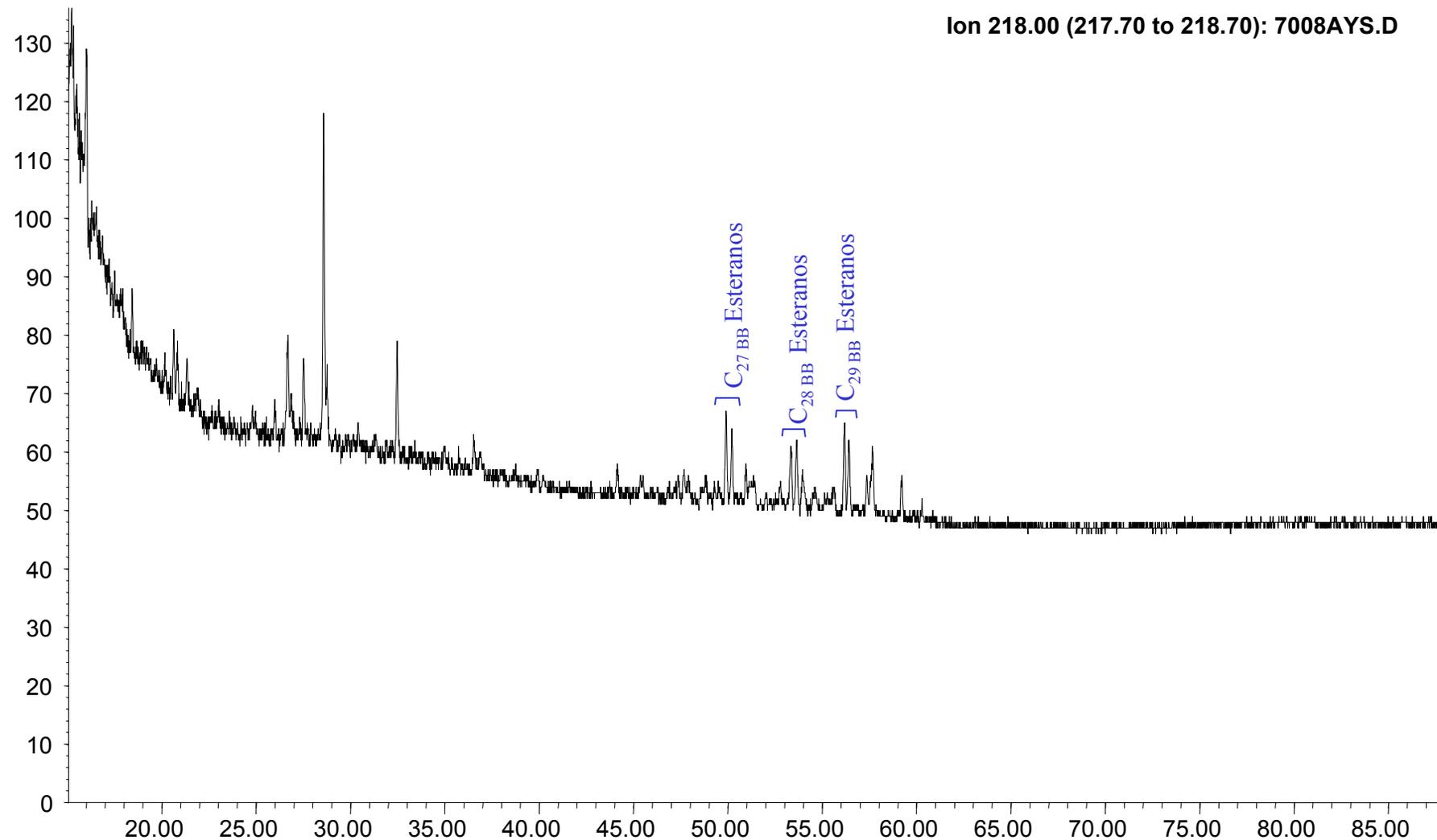
**Compañía: Agencia Nacional de Hidrocarburos - Cuenca: Sinú – San Jacinto**

**Cód. Int.: A010630021 - Muestra: Perdices N° 10 - Localidad: Área pozo Perdices, Finca Andalucía - Tipo: Rezumadero**

### **Fragmentograma m/z 218 (Esteranos)**

Abundance

Ion 218.00 (217.70 to 218.70): 7008AYS.D



Time



**Caracterización Geoquímica de Rocas y Crudos de las Cuencas Cesar-Ranchería, Sinú-San Jacinto, Choco y Área de Soapaga (Sobre la Cuenca de la Cordillera Oriental)  
Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH**

**Relaciones de Aromáticos de Muestras de la Cuenca César-Ranchería**

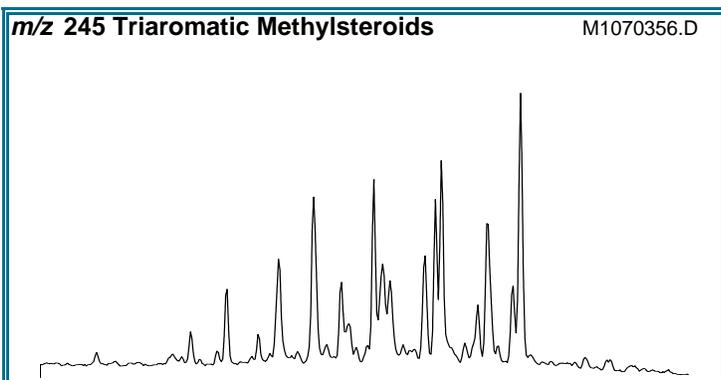
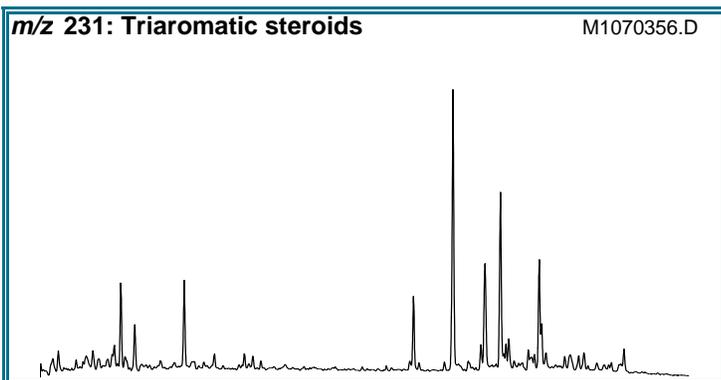
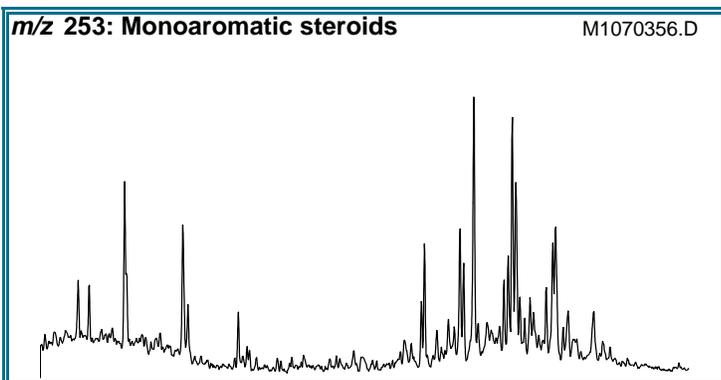
Codigo interno	Identificación de la muestra	Localidad	Cuenca	Tipo de Muestra	MONO- TRI AROMATICOS ESTEROIDES (TAS)														m/z 245	FENANTRENOS NAFTALENOS Y DIBENZOTIOFENOS										NEW RATIOS									
					(C20+C21)/S TAS	TAS #1 20/20+27	TAS #2 21/21+28	%26 TAS	%27 TAS	%28 TAS	%29 TAS	C28/C26 20S TAS	C28/C27 20R TAS	Dia/Regular C27 MAS	%27 MAS	%28 MAS	%29 MAS	(C21+C22)/S MAS		TAS/(MAS+TAS)	TA28/(TA28+MA29)	Dinosteroid Index	C4/C3+C4 Meester	MPI-1	MPI-2	Rc(a) if Ro < 1.3 (Ro%)	Rc(b) if Ro > 1.3 (Ro%)	DNR-1	DNR-2	TNR1	TDE-1	TDE-2	MDR	Rm (Ro%)	MDR23	MDR1	DBTPhenanthrene	PNR	MDPNR
A010630015	San Sebastián N° 1	Cerca al pozo San Sebastián-3 Municipio de San Sebastián, vía a Lorica	Sinú-San Jacinto	Crudo	0,18	0,33	0,44	19,42	46,97	29,26	4,34	1,45	0,62	1,87	30,25	43,79	25,96	0,15	0,60	0,62	0,53	0,60	0,70	0,74	0,79	1,88	3,87	2,46	0,88	2,86	0,47	1,81	0,70	0,60	0,47	0,38	0,53	0,83	0,30
A010630016	San Sebastian N° 2	Cerca al pozo San Sebastián-3 Municipio de San Sebastián, vía a Lorica	Sinú-San Jacinto	Crudo	0,19	0,31	0,44	19,18	46,06	30,07	4,69	1,39	0,65	1,86	29,76	43,60	26,64	0,15	0,62	0,63	0,53	0,60	0,71	0,74	0,80	1,87	2,82	1,92	0,85	2,52	0,46	0,40	0,51	2,36	2,88	0,06	0,52	0,68	0,29
A010630017	San Sebastian N° 3	Cerca al pozo San Sebastián-3 Municipio de San Sebastián, vía a Lorica	Sinú-San Jacinto	Crudo	0,17	0,30	0,42	17,84	45,73	31,60	4,83	1,69	0,69	1,86	28,24	44,21	27,55	0,15	0,71	0,72	0,54	0,59	0,71	0,68	0,80	1,87	1,75	1,54	0,73	2,26	0,49	1,02	0,62	0,94	1,00	0,08	0,52	0,45	0,30
A010630018	Río Sinú N° 4	Municipio de San Sebastián. Orilla de un brazo del río Sinú-San Jacinto, barrio San Carlos	Sinú-San Jacinto	Crudo	0,14	0,28	0,33	20,16	44,06	31,87	3,91	1,53	0,72	1,05	27,32	44,83	27,85	0,09	0,42	0,44	0,51	0,59	0,49	0,37	0,66	2,01	3,04	2,15	1,08	3,00	0,38	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
A010630019	Perdices N° 8	Municipio de Tubará Área pozo Perdices	Sinú-San Jacinto	Crudo	0,38	0,67	0,59	23,97	36,29	39,74	n.d.	1,81	1,10	1,42	22,13	44,95	32,92	0,20	0,49	0,46	0,42	0,51	0,67	0,50	0,77	1,90	2,38	1,27	1,10	3,51	0,36	8,03	2,45	0,25	0,08	0,07	0,48	0,55	0,24
A010630020	Perdices N° 9	Municipio de Tubará Área pozo Perdices	Sinú-San Jacinto	Crudo	0,47	0,73	0,68	24,47	36,07	39,46	n.d.	1,82	1,09	1,73	21,89	44,10	34,01	0,25	0,63	0,59	0,40	0,52	0,66	0,61	0,77	1,90	5,92	2,97	1,15	3,27	0,40	8,99	3,49	0,21	0,05	0,07	0,52	0,63	0,21
A010630021	Perdices N° 10	Municipio de Tubará Área pozo Perdices, Finca Andalucía	Sinú-San Jacinto	Crudo	0,47	0,74	0,69	24,66	34,81	40,53	n.d.	1,76	1,16	2,38	23,87	42,91	33,22	0,30	0,69	0,67	0,39	0,50	0,68	0,62	0,78	1,89	5,41	2,83	1,26	3,02	0,40	9,59	4,33	0,25	0,06	0,07	0,51	0,67	0,20

Parámetro	Formula
<b>Esteroides Mono- (MAS) y Triaromaticos (TAS)</b>	
(C20+C21)/Σ TAS	$(231A20+231B21)/(231A20+231B21+231C26+231D26+231E28+231F27+231G28+C29TA3)$
TAS #1 20/20+27	$(231A20)/(231A20+231F27)$
TAS #2 21/21+28	$(231B21)/(231B21+231G28)$
%26 TAS	$100*(231C26)/(231C26+231F27+231G28+C29TA3)$
%27 TAS	$100*(231F27)/(231C26+231F27+231G28+C29TA3)$
%28 TAS	$100*(231G28)/(231C26+231F27+231G28+C29TA3)$
%29 TAS	$100*(C29TA3)/(231C26+231F27+231G28+C29TA3)$
C28/C26 20S TAS	$(231E28)/(231C26)$
C28/C27 20R TAS	$(231G28)/(231F27)$
Dia/Regular C27 MAS	$(S253D)/(S253C)$
%27 MAS	$100*(S253C+S253D+S253E+S253F+S253H)/(S253C+S253D+S253E+S253F+S253G+S253H+S253I+S253J+S253K+S253L+S253M+S253N+S253O)$
%28 MAS	$100*(S253G+S253I+S253J+S253M)/(S253C+S253D+S253E+S253F+S253G+S253H+S253I+S253J+S253K+S253L+S253M+S253N+S253O)$
%29 MAS	$100*(S253K+S253L+S253N+S253O)/(S253C+S253D+S253E+S253F+S253G+S253H+S253I+S253J+S253K+S253L+S253M+S253N+S253O)$
(C21+C22)/Σ MAS	$(S253A+S253B)/(S253A+S253B+S253C+S253D+S253E+S253F+S253G+S253H+S253I+S253J+S253K+S253L+S253M+S253N+S253O)$
TAS/(MAS+TAS)	$(231A20+231B21+231C26+231D26+231E28+231F27+231G28+C29TA3)/((231A20+231B21+231C26+231D26+231E28+231F27+231G28+C29TA3)+(S253A+S253B+S253C+S253D+S253E+S253F+S253G+S253H+S253I+S253J+S253K+S253L+S253M+S253N+S253O))$
TA28/(TA28+MA29)	$(231E28+231G28)/(231E28+231G28+S253K+S253L+S253N+S253O)$
<b>Metilesteroides Triaromaticos</b>	
Dinosteroid Index	$(DA+DB+DC+DD+DE+DF)/(C3S+C4S+E2S+E3SC3R+E4SC4R+S2S+DA+S3S+DB+S4SE2R+E3R+E4R+DC+DD+S2R+S3R+DE+S4R+DF)$
C4/C3+C4 Mester	$(C4S+E4R+S4R)/(C3S+C4S+E3R+E4R+S3R+S4R)$
<b>Fenantrenos, Naftalenos, and Dibenzotiofenos</b>	
MPI-1	$(1.5*(3MP+2MP))/(PHEN+9MP+1MP)$
Rc(a) if Ro < 1.3 (Ro%)	$((.6)*(1.5*(2MP+3MP))/(PHEN+9MP+1MP))+.37$
Rc(b) if Ro > 1.3 (Ro%)	$((-.6)*(1.5*(2MP+3MP))/(PHEN+9MP+1MP))+2.3$
MPI-2	$(3*(2MP))/(PHEN+9MP+1MP)$
DNR-1	$(26DMN+27DMN)/(15DMN)$
DNR-2	$(26DMN+27DMN)/(2314DMN)$
TNR1	$(236TMN)/(146135T)$
TDE-1	$(125TMN)/(124TMN)$
TDE-2	$(127TMN)/(167126T)$
MDR	$(4MDBT)/(1MDBT)$
Rm (Ro%)	$(0.40+0.30*(4MDBT/1MDBT)-0.094*(4MDBT/1MDBT)*(4MDBT/1MDBT)+0.011*(4MDBT/1MDBT)*(4MDBT/1MDBT)*(4MDBT/1MDBT))$
MDR23	$(23MDBT)/(DBT)$
MDR1	$(1MDBT)/(DBT)$
DBT/Phenanthrene	$(DBT)/(PHEN)$
<b>Nuevas Relaciones</b>	
PNR	$(12467PMN)/(12467PMN+12356PMN)$
MDPNR	$(4+23+1MDBT)/(4+23+1MDBT+12467+12357+12367+12356PMN)$
Dinosteroid Index 2	$(DINO)/(DINO+231G28)$



# AROMATICOS GCMS

<b>Compañía:</b> ANH	<b>ID Cliente:</b> A010630015 (C060001)
<b>Cuenca:</b> Sinú-San Jacinto	<b>Proyecto #:</b> 06-1142-A
	<b>Lab ID:</b> GB000968
	<b>Tipe Muestra:</b> FRACTION
<b>ID Muestra:</b> San Sebastian No. 1	<b>Análizado por:</b> Baseline Resolution Inc, Lab.



RELACIONES (En Áreas) <sup>1</sup>	AppI <sup>2</sup>	TEV <sup>3</sup>
<b>Esteroides Mono-(MAS) y Triaromáticos (TAS)</b>		
(C20+C21)/Σ TAS	0,16	M 1.0 (1.3%)
TAS #1 20/20+27	0,29	M
TAS #2 21/21+28	0,41	M
%26 TAS	16,6	D
%27 TAS	46,8	D
%28 TAS	28,2	D
%29 TAS	8,5	D
C28/C26 20S TAS	1,97	
C28/C27 20R TAS	0,60	
Dia/Regular C27 MAS	1,88	
%27 MAS	26,8	D
%28 MAS	44,4	D
%29 MAS	28,7	D
(C21+C22)/Σ MAS	0,16	M 1.0 (1.3%)
TAS/(MAS+TAS)	0,56	M
TA28/(TA28+MA29)	0,57	M 1.0 (0.8%)
<b>Metilesteroides Triaromáticos</b>		
Dinosteroid Index	0,49	A
C4/C3+C4 Mester	0,57	A
<b>Fenantrenos, Naftalenos, y Dibenzotiofenos</b>		
MPI-1	0,69	M
Rc(a) if Ro < 1.3 (Ro%)	0,78	M
Rc(b) if Ro > 1.3 (Ro%)	1,89	M
MPI-2	0,74	M
DNR-1	4,26	M
DNR-2	2,06	M
TNR1	0,77	M
TDE-1	2,65	M
TDE-2	0,34	M
MDR	1,83	M
Rm (Ro%)	0,70	M
MDR23	0,59	M
MDR1	0,49	M
DBT/Phenanthrene	0,36	D

<sup>1</sup>La Definición y utilidad de las Relaciones puede hallarse en el sitio web: [www.BaselineDGSI.com](http://www.BaselineDGSI.com)

<sup>2</sup>A=Edad; D=Ambiente Deposicional; M= Madurez

<sup>3</sup>El valor del equilibrio térmico de las relaciones de biomarcadores y entre parentesis el valor aproximado VR que es alcanzado

<b>Compañía:</b>	<b>GEMS</b>	<b>ID Cliente:</b>	<b>A010630015</b>
<b>ID Muestra:</b>	<b>UNKNOWN</b>	<b>Proyecto #:</b>	<b>06-1142-A</b>
	-	<b>ID Lab:</b>	<b>GB000968</b>
		<b>Nombre Int.:</b>	<b>M1070356.D</b>

Ion	Etiqueta Pico	Nombre Compuesto	Tiempo Reten.	Area	Altura	ppm (Area)	ppm (Alt)
230	OTP	<i>Ortho-terphenyl</i> (internal standard)	33,993	26546	9004	0,0	0,0
128	NAPH	Naphthalene	14,057	1110	387		
134	ISOR	Isorenieratane					
142	2MN	2-Methylnaphthalene	17,420	59746	20825		
142	1MN	1-Methylnaphthalene	17,908	52319	17845		
154	BP	Biphenyl	19,842	1557	555		
156	2EN	2-Ethylnaphthalene	20,452	20836	6928		
156	1EN	1-Ethylnaphthalene	20,505	7277	3025		
156	26DMN	2,6-Dimethylnaphthalene	20,801	67012	20097		
156	27DMN	2,7-Dimethylnaphthalene	20,853	53817	20484		
156	1317DMN	1,3 & 1,7-Dimethylnaphthalenes	21,254	132952	44850		
156	16DMN	1,6-Dimethylnaphthalene	21,359	127733	45174		
156	2314DMN	2,3 & 1,4-Dimethylnaphthalenes	21,846	58575	16473		
156	15DMN	1,5-Dimethylnaphthalene	21,916	28371	10489		
156	12DMN	1,2-Dimethylnaphthalene	22,282	30578	10404		
168	2MBP	2-Methylbiphenyl	20,505	2727	932		
168	DPM	Diphenylmethane	21,376	3073	1040		
168	3MBP	3-Methylbiphenyl	23,049	42362	13653		
168	4MBP	4-Methylbiphenyl	23,328	17151	5762		
168	DBF	Dibenzofuran	24,060	9760	3174		
170	BB_EMN	Ethyl-methyl-Naphthalene	23,833	49005	13999		
170	AB_EMN	Ethyl-methyl-Naphthalene	24,321	25119	8163		
170	137TMN	1,3,7-Trimethylnaphthalene	24,460	68481	22525		
170	136TMN	1,3,6-Trimethylnaphthalene	24,635	125427	43222		
170	146135T	(1,4,6+1,3,5)-Trimethylnaphthalenes	25,070	98549	29652		
170	236TMN	2,3,6-Trimethylnaphthalene	25,192	76216	26188		
170	127TMN	1,2,7-Trimethylnaphthalene	25,506	31731	9446		
170	167126T	(1,6,7+1,2,6)-Trimethylnaphthalenes	25,576	93266	20243		
170	124TMN	1,2,4-Trimethylnaphthalene	26,011	13351	3944		
170	125TMN	1,2,5-Trimethylnaphthalene	26,238	35379	11277		
178	PHEN	Phenanthrene	31,327	119119	36188		
178	ANTH	Anthracene	31,588	2371	568		
184	1357	1,3,5,7-Tetramethylnaphthalene	28,016	25951	7672		
184	1367	1,3,6,7-Tetramethylnaphthalene	28,660	43098	14062		
184	1247	(1,2,4,7+1,2,4,6+1,4,6,7)-Tetramethylnaphthalenes	29,079	40896	12284		
184	1257	1,2,5,7-Tetramethylnaphthalene	29,183	18933	6003		
184	2367	2,3,6,7-Tetramethylnaphthalene	29,392	7604	2461		
184	1267	1,2,6,7-Tetramethylnaphthalene	29,636	15656	5232		
184	1237	1,2,3,7-Tetramethylnaphthalene	29,741	7460	2374		
184	1236	1,2,3,6-Tetramethylnaphthalene	29,915	19657	5902		
184	1256	1,2,5,6-Tetramethylnaphthalene	30,316	16857	4785		
184	DBT	Dibenzothiophene	30,577	43424	13615		
191	BH32	C32 Benzohopane	64,763	2501	603		
191	BH33	C33 Benzohopane	66,192	3888	856		
191	BH34	C34 Benzohopane	67,459	1436	279		
191	BH35	C35 Benzohopane	68,979	1259	219		
192	3MP	3-Methylphenanthrene	34,324	50677	16045		
192	2MP	2-Methylphenanthrene	34,446	58466	18156		
192	9MP	9-Methylphenanthrene	34,917	68509	21132		
192	1MP	1-Methylphenanthrene	35,039	49931	16015		

<b>Compañía:</b>	<b>GEMS</b>	<b>ID Cliente:</b>	<b>A010630015</b>
<b>ID Muestra:</b>	<b>UNKNOWN</b>	<b>Proyecto #:</b>	<b>06-1142-A</b>
	-	<b>ID Lab:</b>	<b>GB000968</b>
		<b>Nombre Int.:</b>	<b>M1070356.D</b>

Ion	Etiqueta Pico	Nombre Compuesto	Tiempo Reten.	Area	Altura	ppm (Area)	ppm (Alt)
198	CAD	Cadalene	28,747	5996	1678		
198	12467PMN	1,2,4,6,7-Pentamethylnaphthalene	32,825	5207	1751		
198	12357PMN	1,2,3,5,7-Pentamethylnaphthalene	33,034	3050	1029		
198	4MDBT	4 Methyl Dibenzothiophene	33,296	39184	11716		
198	12367PMN	1,2,3,6,7-Pentamethylnaphthalene	33,697	4198	1205		
198	23MDBT	2 & 3 Methyl Dibenzothiophenes	33,766	25697	8236		
198	12356PMN	1,2,3,5,6-Pentamethylnaphthalene	34,167	4947	1555		
198	1MDBT	1 Methyl Dibenzothiophene	34,307	21383	6460		
206	36DMP	3,6-Dimethylphenanthrene	37,091	12305	4261		
206	26DMP	2,6-Dimethylphenanthrene	37,290	24314	7792		
206	27DMP	2,7-Dimethylphenanthrene	37,363	13005	4103		
206	39DMP	(3,9+3,10+2,10+1,3)-Dimethylphenanthrenes	37,706	95190	26333		
206	29DMP	(2,9+1,6)-Dimethylphenanthrenes	37,869	48599	10768		
206	17DMP	1,7-Dimethylphenanthrene	37,978	37591	11941		
206	23DMP	2,3-Dimethylphenanthrene	38,159	13844	4151		
206	19DMP	1,9-Dimethylphenanthrene	38,231	16744	5115		
206	18DMP	1,8-Dimethylphenanthrene	38,539	8685	2519		
206	12DMP	1,2-Dimethylphenanthrene	38,901	5018	1540		
219	RET	Retene	41,887	3089	614		
231	231A20	C20 Triaromatic Steroid	46,357	7107	2321		
231	231B21	C21 Triaromatic	48,221	7318	2340		
231	231C26	C26 20S Triaromatic	54,936	6226	1980		
231	231D26	C27 20S & C26 20R Triaromatic	56,094	26656	7534		
231	231E28	C28 20S Triaromatic	57,035	12273	2870		
231	231F27	C27 20R Triaromatic	57,487	17549	4790		
231	C29TA1	C29 Triaromatic	57,723	3460	861		
231	C29TA2	C29 Triaromatic	57,885	1302	267		
231	231G28	C28 20R Triaromatic	58,627	10581	2984		
231	DINO	Triaromatic Dinosteroid	58,700	3822	1270		
231	TA_OL	Triaromatic Oleanoid					
231	C29TA3	C29 Triaromatic	59,532	3181	443		
245	C3S	C27 20S 3-Methyl Triaromatic Steroid	56,854	1315	383		
245	C4S	C27 20S 4-Methyl Triaromatic Steroid	57,306	2886	870		
245	E2S	C28 20S 2-Methyl Triaromatic Steroid	57,686	1206	357		
245	E3SC3R	C28 20S 3-Methyl & C27 20R 3-Methyl TAS	57,940	5630	1216		
245	E4SC4R	C28 20S 4-Methyl & C27 20R 4-Methyl TAS	58,374	8494	1925		
245	S2S	C29 20S 2-Methyl Triaromatic Steroid	58,537	1127	244		
245	DA	Triaromatic Dinosteroid a	58,718	4012	953		
245	S3S	C29 20S 3-Methyl Triaromatic Steroid	58,808	1916	483		
245	DB	Triaromatic Dinosteroid b	59,116	7132	2123		
245	S4SE2R	C29 20S 4-Methyl & C28 20R 2-Methyl TAS	59,225	5741	1164		
245	E3R	C28 20R 3-Methyl Triaromatic Steroid	59,315	4243	973		
245	E4R	C28 20R 4-Methyl Triaromatic Steroid	59,750	5050	1258		
245	DC	Triaromatic Dinosteroid c	59,876	6069	1901		
245	DD	Triaromatic Dinosteroid d	59,949	7603	2342		
245	S2R	C29 20R 2-Methyl Triaromatic Steroid	60,238	1122	266		
245	S3R	C29 20R 3-Methyl Triaromatic Steroid	60,401	3085	699		
245	DE	Triaromatic Dinosteroid e	60,510	7638	1627		
245	S4R	C29 20R 4-Methyl Triaromatic Steroid	60,835	3495	915		
245	DF	Triaromatic Dinosteroid f	60,926	10711	3111		



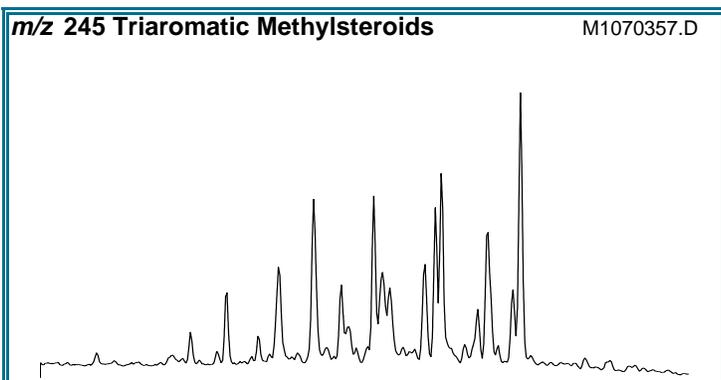
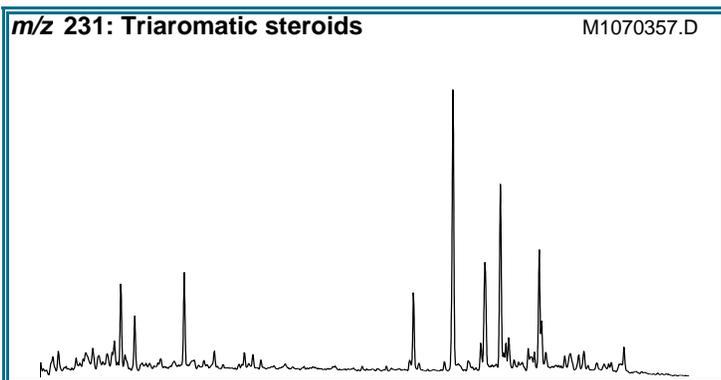
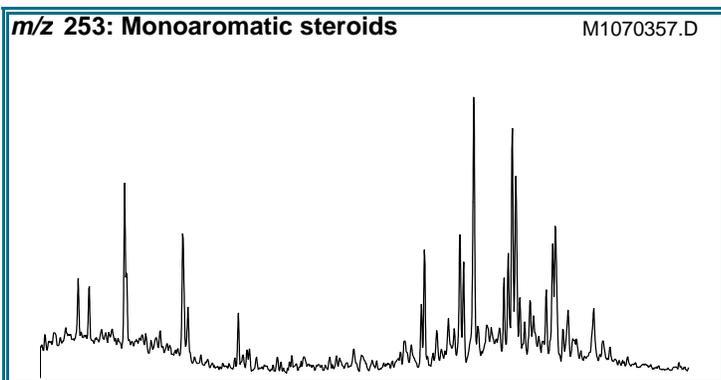
<b>Compañía:</b>	<b>GEMS</b>	<b>ID Cliente:</b>	<b>A010630015</b>
<b>ID Muestra:</b>	<b>UNKNOWN</b>	<b>Proyecto #:</b>	<b>06-1142-A</b>
	-	<b>ID Lab:</b>	<b>GB000968</b>
		<b>Nombre Int.:</b>	<b>M1070356.D</b>

Otras Relaciones	Por Áreas	Por Alturas
<b>Triaromaticos Esteroides m/z 231</b>		
(C20+C21)/Σ TAS	0,16	0,18
TAS #1 20/20+27	0,29	0,33
TAS #2 21/21+28	0,41	0,44
%26TAS	16,6	19,4
%27TAS	46,8	47,0
%28TAS	28,2	29,3
%29TAS	8,5	4,3
C28/C26 20S TAS	1,97	1,45
C28/C27 20R TAS	0,60	0,62
<b>Monoaromaticos Esteroides m/z 253</b>		
Dia/Regular C27 MAS	1,88	1,87
%27 MAS	26,8	30,3
%28 MAS	44,4	43,8
%29 MAS	28,7	26,0
(C21+C22)/Σ MAS	0,16	0,15
TAS/(MAS+TAS)	0,56	0,60
TA28/(TA28+MA29)	0,57	0,62
<b>Triaromaticos Metilesteroides m/z 245</b>		
Dinosteroid Index	0,49	0,53
C4/C3+C4 Mester	0,57	0,60
<b>Fenantrenos y Naftalenos</b>		
MPI-1	0,69	0,70
MPI-2	0,74	0,74
Rc(a) if Ro < 1.3 (Ro%)	0,78	0,79
Rc(b) if Ro > 1.3 (Ro%)	1,89	1,88
DNR-1	4,26	3,87
DNR-2	2,06	2,46
TNR1	0,77	0,88
TDE-1	2,65	2,86
TDE-2	0,34	0,47
MDR	1,83	1,81
Rm (Ro%)	0,70	0,70
MDR23	0,59	0,60
MDR1	0,49	0,47
DBT/Phenanthrene	0,36	0,38
<b>Nuevas Relaciones</b>		
PNR	0,51	0,53
MDPNR	0,83	0,83
Dinosteroid Index 2	0,27	0,30



# AROMATICOS GCMS

<b>Compañía:</b> ANH	<b>ID Cliente:</b> A010630016 (C060002)
<b>Cuenca:</b> Sinú-San Jacinto	<b>Proyecto #:</b> 06-1142-A
	<b>Lab ID:</b> GB000969
	<b>Tipe Muestra:</b> FRACTION
<b>ID Muestra:</b> San Sebastian No. 2	<b>Análizado por:</b> Baseline Resolution Inc, Lab.



RELACIONES (En Áreas) <sup>1</sup>	AppI <sup>2</sup>	TEV <sup>3</sup>
<b>Esteroides Mono-(MAS) y Triaromáticos (TAS)</b>		
(C20+C21)/Σ TAS	0,16	M 1.0 (1.3%)
TAS #1 20/20+27	0,29	M
TAS #2 21/21+28	0,42	M
%26 TAS	16,4	D
%27 TAS	46,4	D
%28 TAS	28,0	D
%29 TAS	9,3	D
C28/C26 20S TAS	1,94	
C28/C27 20R TAS	0,60	
Dia/Regular C27 MAS	1,86	
%27 MAS	26,9	D
%28 MAS	44,1	D
%29 MAS	29,0	D
(C21+C22)/Σ MAS	0,17	M 1.0 (1.3%)
TAS/(MAS+TAS)	0,59	M
TA28/(TA28+MA29)	0,59	M 1.0 (0.8%)
<b>Metilesteroides Triaromáticos</b>		
Dinosteroid Index	0,49	A
C4/C3+C4 Mester	0,58	A
<b>Fenantrenos, Naftalenos, y Dibenzotiofenos</b>		
MPI-1	0,71	M
Rc(a) if Ro < 1.3 (Ro%)	0,79	M
Rc(b) if Ro > 1.3 (Ro%)	1,88	M
MPI-2	0,75	M
DNR-1	3,02	M
DNR-2	1,48	M
TNR1	0,76	M
TDE-1	2,49	M
TDE-2	0,35	M
MDR	0,41	M
Rm (Ro%)	0,51	M
MDR23	2,19	M
MDR1	2,89	M
DBT/Phenanthrene	0,06	D

<sup>1</sup>La Definición y utilidad de las Relaciones puede hallarse en el sitio web: [www.BaselineDGSI.com](http://www.BaselineDGSI.com)

<sup>2</sup>A=Edad; D=Ambiente Deposicional; M= Madurez

<sup>3</sup>El valor del equilibrio térmico de las relaciones de biomarcadores y entre parentesis el valor aproximado VR que es alcanzado

<b>Compañía:</b>	<b>ANH</b>	<b>ID Cliente:</b>	<b>A010630019 (C060005)</b>
<b>ID Muestra:</b>	<b>Perdices Nº 8</b>	<b>Proyecto #:</b>	<b>06-1142-A</b>
	-	<b>ID Lab:</b>	<b>GB000972</b>
		<b>Nombre Int.:</b>	<b>M1070360.D</b>

Ion	Etiqueta Pico	Nombre Compuesto	Tiempo Reten.	Area	Altura	ppm (Area)	ppm (Alt)
230	OTP	<i>Ortho-terphenyl</i> (internal standard)	33,993	27516	9474	0,0	0,0
128	NAPH	Naphthalene					
134	ISOR	Isorenieratane					
142	2MN	2-Methylnaphthalene	17,420	719	255		
142	1MN	1-Methylnaphthalene	17,908	2529	856		
154	BP	Biphenyl	19,842	115	42		
156	2EN	2-Ethylnaphthalene	20,452	3585	1090		
156	1EN	1-Ethylnaphthalene	20,505	1989	860		
156	26DMN	2,6-Dimethylnaphthalene	20,801	22282	6636		
156	27DMN	2,7-Dimethylnaphthalene	20,853	16162	6844		
156	1317DMN	1,3 & 1,7-Dimethylnaphthalenes	21,254	50534	16243		
156	16DMN	1,6-Dimethylnaphthalene	21,358	49626	17633		
156	2314DMN	2,3 & 1,4-Dimethylnaphthalenes	21,846	26058	7007		
156	15DMN	1,5-Dimethylnaphthalene	21,916	12736	4777		
156	12DMN	1,2-Dimethylnaphthalene	22,282	14944	5085		
168	2MBP	2-Methylbiphenyl	20,505	300	104		
168	DPM	Diphenylmethane	21,376	915	309		
168	3MBP	3-Methylbiphenyl	23,049	16375	5516		
168	4MBP	4-Methylbiphenyl	23,328	7412	2549		
168	DBF	Dibenzofuran	24,060	1224	381		
170	BB_EMN	Ethyl-methyl-Naphthalene	23,833	31310	8632		
170	AB_EMN	Ethyl-methyl-Naphthalene	24,321	18292	5766		
170	137TMN	1,3,7-Trimethylnaphthalene	24,460	53772	17471		
170	136TMN	1,3,6-Trimethylnaphthalene	24,635	97114	33080		
170	146135T	(1,4,6+1,3,5)-Trimethylnaphthalenes	25,070	78822	24130		
170	236TMN	2,3,6-Trimethylnaphthalene	25,192	60180	20466		
170	127TMN	1,2,7-Trimethylnaphthalene	25,506	26630	7954		
170	167126T	(1,6,7+1,2,6)-Trimethylnaphthalenes	25,576	77012	17180		
170	124TMN	1,2,4-Trimethylnaphthalene	26,011	12220	3773		
170	125TMN	1,2,5-Trimethylnaphthalene	26,238	30466	9518		
178	PHEN	Phenanthrene	31,327	126253	38190		
178	ANTH	Anthracene	31,588	2649	653		
184	1357	1,3,5,7-Tetramethylnaphthalene	28,015	26901	7832		
184	1367	1,3,6,7-Tetramethylnaphthalene	28,660	45431	14591		
184	1247	(1,2,4,7+1,2,4,6+1,4,6,7)-Tetramethylnaphthalenes	29,061	43585	13075		
184	1257	1,2,5,7-Tetramethylnaphthalene	29,183	20127	6399		
184	2367	2,3,6,7-Tetramethylnaphthalene	29,392	8291	2740		
184	1267	1,2,6,7-Tetramethylnaphthalene	29,636	17431	5838		
184	1237	1,2,3,7-Tetramethylnaphthalene	29,741	8656	2678		
184	1236	1,2,3,6-Tetramethylnaphthalene	29,915	21906	6612		
184	1256	1,2,5,6-Tetramethylnaphthalene	30,316	18745	5228		
184	DBT	Dibenzothiophene	30,577	7395	2163		
191	BH32	C32 Benzohopane	64,780	3062	699		
191	BH33	C33 Benzohopane	66,209	4808	1014		
191	BH34	C34 Benzohopane	67,458	1783	386		
191	BH35	C35 Benzohopane	68,996	1681	288		
192	3MP	3-Methylphenanthrene	34,324	58605	18723		
192	2MP	2-Methylphenanthrene	34,446	66408	20355		
192	9MP	9-Methylphenanthrene	34,916	80191	24717		
192	1MP	1-Methylphenanthrene	35,038	59466	19126		

<b>Compañía:</b>	<b>ANH</b>	<b>ID Cliente:</b>	<b>A010630019 (C060005)</b>
<b>ID Muestra:</b>	<b>Perdices Nº 8</b>	<b>Proyecto #:</b>	<b>06-1142-A</b>
	-	<b>ID Lab:</b>	<b>GB000972</b>
		<b>Nombre Int.:</b>	<b>M1070360.D</b>

Ion	Etiqueta Pico	Nombre Compuesto	Tiempo Reten.	Area	Altura	ppm (Area)	ppm (Alt)
198	CAD	Cadalene	28,747	6293	1764		
198	12467PMN	1,2,4,6,7-Pentamethylnaphthalene	32,825	6578	2059		
198	12357PMN	1,2,3,5,7-Pentamethylnaphthalene	33,034	3974	1234		
198	4MDBT	4 Methyl Dibenzothiophene	33,278	8837	2483		
198	12367PMN	1,2,3,6,7-Pentamethylnaphthalene	33,697	4813	1413		
198	23MDBT	2 & 3 Methyl Dibenzothiophenes	33,766	16202	5102		
198	12356PMN	1,2,3,5,6-Pentamethylnaphthalene	34,167	6128	1885		
198	1MDBT	1 Methyl Dibenzothiophene	34,307	21379	6240		
206	36DMP	3,6-Dimethylphenanthrene	37,090	15012	5171		
206	26DMP	2,6-Dimethylphenanthrene	37,289	28601	9474		
206	27DMP	2,7-Dimethylphenanthrene	37,361	15782	4760		
206	39DMP	(3,9+3,10+2,10+1,3)-Dimethylphenanthrenes	37,705	114588	30952		
206	29DMP	(2,9+1,6)-Dimethylphenanthrenes	37,868	59974	13712		
206	17DMP	1,7-Dimethylphenanthrene	37,977	47845	15465		
206	23DMP	2,3-Dimethylphenanthrene	38,158	16695	4954		
206	19DMP	1,9-Dimethylphenanthrene	38,230	22176	6921		
206	18DMP	1,8-Dimethylphenanthrene	38,538	12286	3473		
206	12DMP	1,2-Dimethylphenanthrene	38,900	8204	2405		
219	RET	Retene	41,886	3424	698		
231	231A20	C20 Triaromatic Steroid	46,356	8825	2682		
231	231B21	C21 Triaromatic	48,220	9764	3039		
231	231C26	C26 20S Triaromatic	54,934	7779	2460		
231	231D26	C27 20S & C26 20R Triaromatic	56,093	32811	8871		
231	231E28	C28 20S Triaromatic	57,034	15115	3431		
231	231F27	C27 20R Triaromatic	57,486	22017	5907		
231	C29TA1	C29 Triaromatic	57,721	4428	1073		
231	C29TA2	C29 Triaromatic	57,884	1821	373		
231	231G28	C28 20R Triaromatic	58,626	13291	3856		
231	DINO	Triaromatic Dinosteroid	58,699	4909	1601		
231	TA_OL	Triaromatic Oleanoid					
231	C29TA3	C29 Triaromatic	59,531	4393	601		
245	C3S	C27 20S 3-Methyl Triaromatic Steroid	56,853	1644	506		
245	C4S	C27 20S 4-Methyl Triaromatic Steroid	57,305	3748	1096		
245	E2S	C28 20S 2-Methyl Triaromatic Steroid	57,685	1504	457		
245	E3SC3R	C28 20S 3-Methyl & C27 20R 3-Methyl TAS	57,939	7001	1486		
245	E4SC4R	C28 20S 4-Methyl & C27 20R 4-Methyl TAS	58,373	10823	2504		
245	S2S	C29 20S 2-Methyl Triaromatic Steroid	58,536	1490	302		
245	DA	Triaromatic Dinosteroid a	58,717	5183	1229		
245	S3S	C29 20S 3-Methyl Triaromatic Steroid	58,807	2486	614		
245	DB	Triaromatic Dinosteroid b	59,115	8964	2561		
245	S4SE2R	C29 20S 4-Methyl & C28 20R 2-Methyl TAS	59,224	7302	1426		
245	E3R	C28 20R 3-Methyl Triaromatic Steroid	59,314	5193	1195		
245	E4R	C28 20R 4-Methyl Triaromatic Steroid	59,748	6529	1550		
245	DC	Triaromatic Dinosteroid c	59,875	7730	2397		
245	DD	Triaromatic Dinosteroid d	59,947	10079	2903		
245	S2R	C29 20R 2-Methyl Triaromatic Steroid	60,237	1636	362		
245	S3R	C29 20R 3-Methyl Triaromatic Steroid	60,400	3814	891		
245	DE	Triaromatic Dinosteroid e	60,527	9820	2035		
245	S4R	C29 20R 4-Methyl Triaromatic Steroid	60,834	4532	1183		
245	DF	Triaromatic Dinosteroid f	60,925	13680	4121		



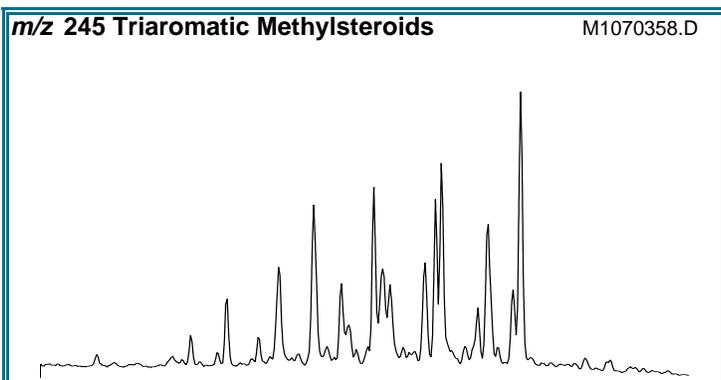
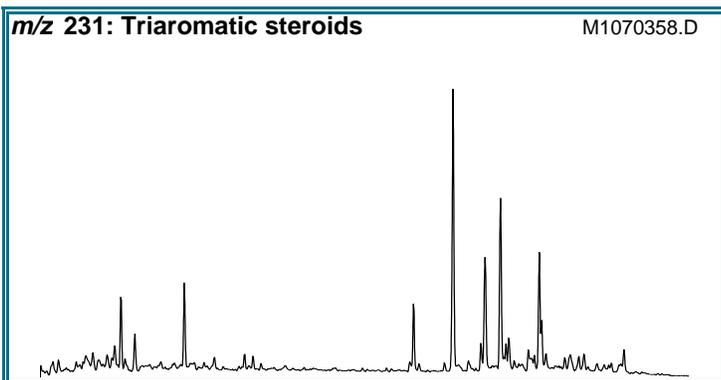
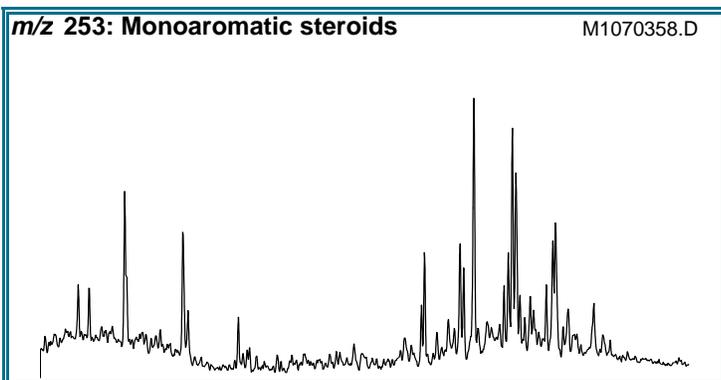
<b>Compañía:</b>	<b>ANH</b>	<b>ID Cliente:</b>	<b>A010630019 (C060005)</b>
<b>ID Muestra:</b>	<b>Perdices Nº 8</b>	<b>Proyecto #:</b>	<b>06-1142-A</b>
	-	<b>ID Lab:</b>	<b>GB000972</b>
		<b>Nombre Int.:</b>	<b>M1070360.D</b>

Otras Relaciones	Por Áreas	Por Alturas
<b>Triaromaticos Esteroides m/z 231</b>		
(C20+C21)/Σ TAS	0,16	0,19
TAS #1 20/20+27	0,29	0,31
TAS #2 21/21+28	0,42	0,44
%26TAS	16,4	19,2
%27TAS	46,4	46,1
%28TAS	28,0	30,1
%29TAS	9,3	4,7
C28/C26 20S TAS	1,94	1,39
C28/C27 20R TAS	0,60	0,65
<b>Monoaromaticos Esteroides m/z 253</b>		
Dia/Regular C27 MAS	1,86	1,86
%27 MAS	26,9	29,8
%28 MAS	44,1	43,6
%29 MAS	29,0	26,6
(C21+C22)/Σ MAS	0,17	0,15
TAS/(MAS+TAS)	0,59	0,62
TA28/(TA28+MA29)	0,59	0,63
<b>Triaromaticos Metilesteroides m/z 245</b>		
Dinosteroid Index	0,49	0,53
C4/C3+C4 Mester	0,58	0,60
<b>Fenantrenos y Naftalenos</b>		
MPI-1	0,71	0,71
MPI-2	0,75	0,74
Rc(a) if Ro < 1.3 (Ro%)	0,79	0,80
Rc(b) if Ro > 1.3 (Ro%)	1,88	1,87
DNR-1	3,02	2,82
DNR-2	1,48	1,92
TNR1	0,76	0,85
TDE-1	2,49	2,52
TDE-2	0,35	0,46
MDR	0,41	0,40
Rm (Ro%)	0,51	0,51
MDR23	2,19	2,36
MDR1	2,89	2,88
DBT/Phenanthrene	0,06	0,06
<b>Nuevas Relaciones</b>		
PNR	0,52	0,52
MDPNR	0,68	0,68
Dinosteroid Index 2	0,27	0,29



# AROMATICOS GCMS

<b>Compañía:</b> ANH	<b>ID Cliente:</b> A010630017 (C060003)
<b>Cuenca:</b> Sinú-San Jacinto	<b>Proyecto #:</b> 06-1142-A
	<b>Lab ID:</b> GB000970
	<b>Tipe Muestra:</b> FRACTION
<b>ID Muestra:</b> San Sebastian N° 3	<b>Análizado por:</b> Baseline Resolution Inc, Lab.



RELACIONES (En Áreas) <sup>1</sup>	AppI <sup>2</sup>	TEV <sup>3</sup>
<b>Esteroides Mono-(MAS) y Triaromáticos (TAS)</b>		
(C20+C21)/Σ TAS	0,15	M 1.0 (1.3%)
TAS #1 20/20+27	0,27	M
TAS #2 21/21+28	0,40	M
%26 TAS	15,4	D
%27 TAS	46,3	D
%28 TAS	29,0	D
%29 TAS	9,3	D
C28/C26 20S TAS	2,21	
C28/C27 20R TAS	0,63	
Dia/Regular C27 MAS	1,79	
%27 MAS	25,5	D
%28 MAS	44,2	D
%29 MAS	30,3	D
(C21+C22)/Σ MAS	0,17	M 1.0 (1.3%)
TAS/(MAS+TAS)	0,68	M
TA28/(TA28+MA29)	0,69	M 1.0 (0.8%)
<b>Metilesteroides Triaromáticos</b>		
Dinosteroid Index	0,50	A
C4/C3+C4 Mester	0,58	A
<b>Fenantrenos, Naftalenos, y Dibenzotiofenos</b>		
MPI-1	0,72	M
Rc(a) if Ro < 1.3 (Ro%)	0,80	M
Rc(b) if Ro > 1.3 (Ro%)	1,87	M
MPI-2	0,70	M
DNR-1	1,88	M
DNR-2	1,14	M
TNR1	0,64	M
TDE-1	2,10	M
TDE-2	0,39	M
MDR	1,02	M
Rm (Ro%)	0,62	M
MDR23	0,85	M
MDR1	1,10	M
DBT/Phenanthrene	0,09	D

<sup>1</sup>La Definición y utilidad de las Relaciones puede hallarse en el sitio web: [www.BaselineDGSI.com](http://www.BaselineDGSI.com)

<sup>2</sup>A=Edad; D=Ambiente Deposicional; M= Madurez

<sup>3</sup>El valor del equilibrio térmico de las relaciones de biomarcadores y entre parentesis el valor aproximado VR que es alcanzado

<b>Compañía:</b>	<b>ANH</b>	<b>ID Cliente:</b>	<b>A010630017 (C060003)</b>
<b>ID Muestra:</b>	<b>San Sebastian N° 3</b>	<b>Proyecto #:</b>	<b>06-1142-A</b>
	-	<b>ID Lab:</b>	<b>GB000970</b>
		<b>Nombre Int.:</b>	<b>M1070358.D</b>

Ion	Etiqueta Pico	Nombre Compuesto	Tiempo Reten.	Area	Altura	ppm (Area)	ppm (Alt)
230	OTP	<i>Ortho-terphenyl</i> (internal standard)	33,994	30655	10259	0,0	0,0
128	NAPH	Naphthalene	14,057	483	174		
134	ISOR	Isorenieratane					
142	2MN	2-Methylnaphthalene	17,421	10409	3562		
142	1MN	1-Methylnaphthalene	17,909	12748	4235		
154	BP	Biphenyl	19,843	373	136		
156	2EN	2-Ethylnaphthalene	20,453	4494	1367		
156	1EN	1-Ethylnaphthalene	20,505	2684	1163		
156	26DMN	2,6-Dimethylnaphthalene	20,801	21945	6438		
156	27DMN	2,7-Dimethylnaphthalene	20,854	16620	6825		
156	1317DMN	1,3 & 1,7-Dimethylnaphthalenes	21,255	50711	16319		
156	16DMN	1,6-Dimethylnaphthalene	21,359	53496	18615		
156	2314DMN	2,3 & 1,4-Dimethylnaphthalenes	21,830	33976	8586		
156	15DMN	1,5-Dimethylnaphthalene	21,917	20498	7569		
156	12DMN	1,2-Dimethylnaphthalene	22,283	18346	6169		
168	2MBP	2-Methylbiphenyl	20,505	514	182		
168	DPM	Diphenylmethane	21,377	921	254		
168	3MBP	3-Methylbiphenyl	23,050	8834	2957		
168	4MBP	4-Methylbiphenyl	23,328	3757	1250		
168	DBF	Dibenzofuran	24,060	1640	493		
170	BB_EMN	Ethyl-methyl-Naphthalene	23,834	17538	4611		
170	AB_EMN	Ethyl-methyl-Naphthalene	24,322	18408	5697		
170	137TMN	1,3,7-Trimethylnaphthalene	24,461	49216	16875		
170	136TMN	1,3,6-Trimethylnaphthalene	24,635	95878	32144		
170	146135T	(1,4,6+1,3,5)-Trimethylnaphthalenes	25,071	85575	25337		
170	236TMN	2,3,6-Trimethylnaphthalene	25,193	54705	18430		
170	127TMN	1,2,7-Trimethylnaphthalene	25,507	31872	9469		
170	167126T	(1,6,7+1,2,6)-Trimethylnaphthalenes	25,576	82098	19204		
170	124TMN	1,2,4-Trimethylnaphthalene	26,012	16200	4775		
170	125TMN	1,2,5-Trimethylnaphthalene	26,239	34049	10805		
178	PHEN	Phenanthrene	31,327	81110	24624		
178	ANTH	Anthracene	31,589	3335	784		
184	1357	1,3,5,7-Tetramethylnaphthalene	28,016	30732	9032		
184	1367	1,3,6,7-Tetramethylnaphthalene	28,661	49792	16003		
184	1247	(1,2,4,7+1,2,4,6+1,4,6,7)-Tetramethylnaphthalenes	29,079	52297	15569		
184	1257	1,2,5,7-Tetramethylnaphthalene	29,184	23424	7440		
184	2367	2,3,6,7-Tetramethylnaphthalene	29,393	9906	3233		
184	1267	1,2,6,7-Tetramethylnaphthalene	29,637	19776	6561		
184	1237	1,2,3,7-Tetramethylnaphthalene	29,741	9595	2998		
184	1236	1,2,3,6-Tetramethylnaphthalene	29,916	24846	7583		
184	1256	1,2,5,6-Tetramethylnaphthalene	30,316	21941	6180		
184	DBT	Dibenzothiophene	30,578	7002	2074		
191	BH32	C32 Benzohopane	64,781	5349	1285		
191	BH33	C33 Benzohopane	66,211	9049	1985		
191	BH34	C34 Benzohopane	67,460	3793	738		
191	BH35	C35 Benzohopane	68,998	3330	611		
192	3MP	3-Methylphenanthrene	34,325	47067	14462		
192	2MP	2-Methylphenanthrene	34,447	44324	13230		
192	9MP	9-Methylphenanthrene	34,917	61800	18472		
192	1MP	1-Methylphenanthrene	35,039	47565	15095		

<b>Compañía:</b>	<b>ANH</b>	<b>ID Cliente:</b>	<b>A010630017 (C060003)</b>
<b>ID Muestra:</b>	<b>San Sebastian N° 3</b>	<b>Proyecto #:</b>	<b>06-1142-A</b>
	-	<b>ID Lab:</b>	<b>GB000970</b>
		<b>Nombre Int.:</b>	<b>M1070358.D</b>

Ion	Etiqueta Pico	Nombre Compuesto	Tiempo Reten.	Area	Altura	ppm (Area)	ppm (Alt)
198	CAD	Cadalene	28,748	9445	2685		
198	12467PMN	1,2,4,6,7-Pentamethylnaphthalene	32,826	7794	2369		
198	12357PMN	1,2,3,5,7-Pentamethylnaphthalene	33,035	4630	1430		
198	4MDBT	4 Methyl Dibenzothiophene	33,296	7855	2128		
198	12367PMN	1,2,3,6,7-Pentamethylnaphthalene	33,697	6131	1625		
198	23MDBT	2 & 3 Methyl Dibenzothiophenes	33,767	5953	1941		
198	12356PMN	1,2,3,5,6-Pentamethylnaphthalene	34,168	7552	2197		
198	1MDBT	1 Methyl Dibenzothiophene	34,307	7721	2080		
206	36DMP	3,6-Dimethylphenanthrene	37,092	14090	4782		
206	26DMP	2,6-Dimethylphenanthrene	37,291	25082	7843		
206	27DMP	2,7-Dimethylphenanthrene	37,363	14696	4272		
206	39DMP	(3,9+3,10+2,10+1,3)-Dimethylphenanthrenes	37,707	102685	27089		
206	29DMP	(2,9+1,6)-Dimethylphenanthrenes	37,870	56008	12501		
206	17DMP	1,7-Dimethylphenanthrene	37,979	41998	13522		
206	23DMP	2,3-Dimethylphenanthrene	38,159	15243	4360		
206	19DMP	1,9-Dimethylphenanthrene	38,250	22033	6469		
206	18DMP	1,8-Dimethylphenanthrene	38,540	12296	3467		
206	12DMP	1,2-Dimethylphenanthrene	38,901	8933	2683		
219	RET	Retene	41,888	4693	902		
231	231A20	C20 Triaromatic Steroid	46,358	12815	3862		
231	231B21	C21 Triaromatic	48,222	14815	4578		
231	231C26	C26 20S Triaromatic	54,936	11795	3590		
231	231D26	C27 20S & C26 20R Triaromatic	56,094	53280	14945		
231	231E28	C28 20S Triaromatic	57,035	26043	6079		
231	231F27	C27 20R Triaromatic	57,488	35507	9204		
231	C29TA1	C29 Triaromatic	57,723	7694	1826		
231	C29TA2	C29 Triaromatic	57,886	3127	640		
231	231G28	C28 20R Triaromatic	58,628	22201	6359		
231	DINO	Triaromatic Dinosteroid	58,700	8508	2779		
231	TA_OL	Triaromatic Oleanoid					
231	C29TA3	C29 Triaromatic	59,533	7144	972		
245	C3S	C27 20S 3-Methyl Triaromatic Steroid	56,854	2528	769		
245	C4S	C27 20S 4-Methyl Triaromatic Steroid	57,307	5547	1650		
245	E2S	C28 20S 2-Methyl Triaromatic Steroid	57,687	2434	730		
245	E3SC3R	C28 20S 3-Methyl & C27 20R 3-Methyl TAS	57,940	10937	2420		
245	E4SC4R	C28 20S 4-Methyl & C27 20R 4-Methyl TAS	58,375	17104	3936		
245	S2S	C29 20S 2-Methyl Triaromatic Steroid	58,538	2346	514		
245	DA	Triaromatic Dinosteroid a	58,719	8465	2037		
245	S3S	C29 20S 3-Methyl Triaromatic Steroid	58,809	4003	1032		
245	DB	Triaromatic Dinosteroid b	59,117	14841	4372		
245	S4SE2R	C29 20S 4-Methyl & C28 20R 2-Methyl TAS	59,225	11976	2395		
245	E3R	C28 20R 3-Methyl Triaromatic Steroid	59,316	8644	2014		
245	E4R	C28 20R 4-Methyl Triaromatic Steroid	59,750	10630	2543		
245	DC	Triaromatic Dinosteroid c	59,877	12690	4076		
245	DD	Triaromatic Dinosteroid d	59,949	16960	4954		
245	S2R	C29 20R 2-Methyl Triaromatic Steroid	60,239	2327	526		
245	S3R	C29 20R 3-Methyl Triaromatic Steroid	60,402	5853	1456		
245	DE	Triaromatic Dinosteroid e	60,528	15860	3482		
245	S4R	C29 20R 4-Methyl Triaromatic Steroid	60,836	7245	1897		
245	DF	Triaromatic Dinosteroid f	60,926	22542	6686		



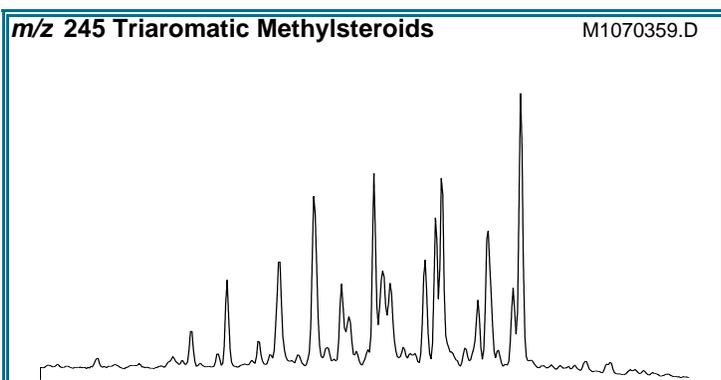
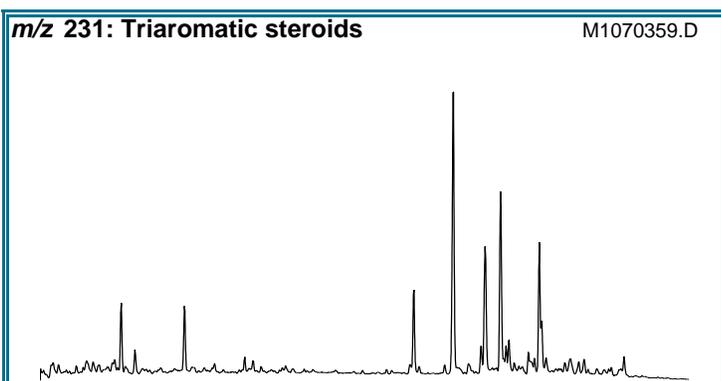
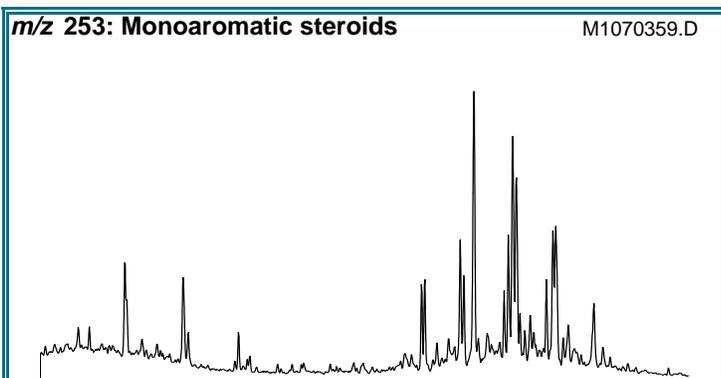
<b>Compañía:</b>	<b>ANH</b>	<b>ID Cliente:</b>	<b>A010630017 (C060003)</b>
<b>ID Muestra:</b>	<b>San Sebastian N° 3</b>	<b>Proyecto #:</b>	<b>06-1142-A</b>
	-	<b>ID Lab:</b>	<b>GB000970</b>
		<b>Nombre Int.:</b>	<b>M1070358.D</b>

Otras Relaciones	Por Áreas	Por Alturas
<b>Triaromaticos Esteroides m/z 231</b>		
(C20+C21)/Σ TAS	0,15	0,17
TAS #1 20/20+27	0,27	0,30
TAS #2 21/21+28	0,40	0,42
%26TAS	15,4	17,8
%27TAS	46,3	45,7
%28TAS	29,0	31,6
%29TAS	9,3	4,8
C28/C26 20S TAS	2,21	1,69
C28/C27 20R TAS	0,63	0,69
<b>Monoaromaticos Esteroides m/z 253</b>		
Dia/Regular C27 MAS	1,79	1,86
%27 MAS	25,5	28,2
%28 MAS	44,2	44,2
%29 MAS	30,3	27,6
(C21+C22)/Σ MAS	0,17	0,15
TAS/(MAS+TAS)	0,68	0,71
TA28/(TA28+MA29)	0,69	0,72
<b>Triaromaticos Metilesteroides m/z 245</b>		
Dinosteroid Index	0,50	0,54
C4/C3+C4 Mester	0,58	0,59
<b>Fenantrenos y Naftalenos</b>		
MPI-1	0,72	0,71
MPI-2	0,70	0,68
Rc(a) if Ro < 1.3 (Ro%)	0,80	0,80
Rc(b) if Ro > 1.3 (Ro%)	1,87	1,87
DNR-1	1,88	1,75
DNR-2	1,14	1,54
TNR1	0,64	0,73
TDE-1	2,10	2,26
TDE-2	0,39	0,49
MDR	1,02	1,02
Rm (Ro%)	0,62	0,62
MDR23	0,85	0,94
MDR1	1,10	1,00
DBT/Phenanthrene	0,09	0,08
<b>Nuevas Relaciones</b>		
PNR	0,51	0,52
MDPNR	0,45	0,45
Dinosteroid Index 2	0,28	0,30



# AROMATIC GCMS

<b>Compañía:</b> ANH	<b>ID Cliente:</b> A010630018 (C060004)
<b>Cuenca:</b> Sinú-San Jacinto	<b>Proyecto #:</b> 06-1142-A
	<b>Lab ID:</b> GB000971
	<b>Tipe Muestra:</b> FRACTION
<b>ID Muestra:</b> Río Sinú N° 4	<b>Análizado por:</b> Baseline Resolution Inc, Lab.



RELACIONES (En Áreas) <sup>1</sup>	AppI <sup>2</sup>	TEV <sup>3</sup>
<b>Esteroides Mono-(MAS) y Triaromáticos (TAS)</b>		
(C20+C21)/Σ TAS	0,12	M 1.0 (1.3%)
TAS #1 20/20+27	0,24	M
TAS #2 21/21+28	0,32	M
%26 TAS	18,2	D
%27 TAS	43,9	D
%28 TAS	31,0	D
%29 TAS	6,9	D
C28/C26 20S TAS	1,89	
C28/C27 20R TAS	0,71	
Dia/Regular C27 MAS	1,05	
%27 MAS	23,1	D
%28 MAS	47,5	D
%29 MAS	29,4	D
(C21+C22)/Σ MAS	0,11	M 1.0 (1.3%)
TAS/(MAS+TAS)	0,40	M
TA28/(TA28+MA29)	0,42	M 1.0 (0.8%)
<b>Metilesteroides Triaromáticos</b>		
Dinosteroid Index	0,47	A
C4/C3+C4 Mester	0,55	A
<b>Fenantrenos, Naftalenos, y Dibenzotiofenos</b>		
MPI-1	0,37	M
Rc(a) if Ro < 1.3 (Ro%)	0,59	M
Rc(b) if Ro > 1.3 (Ro%)	2,08	M
MPI-2	0,30	M
DNR-1	2,74	M
DNR-2	1,83	M
TNR1	1,00	M
TDE-1	3,37	M
TDE-2	0,24	M
MDR		M
Rm (Ro%)		M
MDR23		M
MDR1		M
DBT/Phenanthrene		D

<sup>1</sup>La Definición y utilidad de las Relaciones puede hallarse en el sitio web: [www.BaselineDGSI.com](http://www.BaselineDGSI.com)

<sup>2</sup>A=Edad; D=Ambiente Deposicional; M= Madurez

<sup>3</sup>El valor del equilibrio térmico de las relaciones de biomarcadores y entre parentesis el valor aproximado VR que es alcanzado

<b>Compañía:</b>	<b>ANH</b>	<b>ID Cliente:</b>	<b>A010630018 (C060004)</b>
<b>ID Muestra:</b>	<b>Río Sinú N° 4</b>	<b>Proyecto #:</b>	<b>06-1142-A</b>
	-	<b>ID Lab:</b>	<b>GB000971</b>
		<b>Nombre Int.:</b>	<b>M1070359.D</b>

Ion	Etiqueta Pico	Nombre Compuesto	Tiempo Reten.	Area	Altura	ppm (Area)	ppm (Alt)
230	OTP	<i>Ortho-terphenyl</i> (internal standard)	33,996	32644	10859	0,0	0,0
128	NAPH	Naphthalene					
134	ISOR	Isorenieratane					
142	2MN	2-Methylnaphthalene	17,423	74	23		
142	1MN	1-Methylnaphthalene	17,911	51	18		
154	BP	Biphenyl	19,845	81	23		
156	2EN	2-Ethyl-naphthalene	20,455	60	19		
156	1EN	1-Ethyl-naphthalene	20,508	15	8		
156	26DMN	2,6-Dimethylnaphthalene	20,804	276	80		
156	27DMN	2,7-Dimethylnaphthalene	20,856	201	81		
156	1317DMN	1,3 & 1,7-Dimethylnaphthalenes	21,239	462	139		
156	16DMN	1,6-Dimethylnaphthalene	21,361	453	151		
156	2314DMN	2,3 & 1,4-Dimethylnaphthalenes	21,849	261	75		
156	15DMN	1,5-Dimethylnaphthalene	21,919	174	53		
156	12DMN	1,2-Dimethylnaphthalene	22,285	130	46		
168	2MBP	2-Methylbiphenyl	20,508	12	5		
168	DPM	Diphenylmethane	21,379	25	7		
168	3MBP	3-Methylbiphenyl	23,052	531	169		
168	4MBP	4-Methylbiphenyl	23,331	256	88		
168	DBF	Dibenzofuran	24,045	203	60		
170	BB_EMN	Ethyl-methyl-Naphthalene	23,819	436	119		
170	AB_EMN	Ethyl-methyl-Naphthalene	24,307	183	62		
170	137TMN	1,3,7-Trimethylnaphthalene	24,463	627	196		
170	136TMN	1,3,6-Trimethylnaphthalene	24,638	1164	341		
170	146135T	(1,4,6+1,3,5)-Trimethylnaphthalenes	25,073	921	247		
170	236TMN	2,3,6-Trimethylnaphthalene	25,195	920	267		
170	127TMN	1,2,7-Trimethylnaphthalene	25,509	259	82		
170	167126T	(1,6,7+1,2,6)-Trimethylnaphthalenes	25,579	1070	216		
170	124TMN	1,2,4-Trimethylnaphthalene	26,032	169	49		
170	125TMN	1,2,5-Trimethylnaphthalene	26,224	570	147		
178	PHEN	Phenanthrene	31,312	5039	1000		
178	ANTH	Anthracene	31,574	1943	434		
184	1357	1,3,5,7-Tetramethylnaphthalene	28,018	757	203		
184	1367	1,3,6,7-Tetramethylnaphthalene	28,663	620	195		
184	1247	(1,2,4,7+1,2,4,6+1,4,6,7)-Tetramethylnaphthalenes	29,064	1519	379		
184	1257	1,2,5,7-Tetramethylnaphthalene	29,169	2471	533		
184	2367	2,3,6,7-Tetramethylnaphthalene	29,395	1854	444		
184	1267	1,2,6,7-Tetramethylnaphthalene	29,639	2676	546		
184	1237	1,2,3,7-Tetramethylnaphthalene	29,744	1812	487		
184	1236	1,2,3,6-Tetramethylnaphthalene	29,918	3255	763		
184	1256	1,2,5,6-Tetramethylnaphthalene	30,319	4837	1202		
184	DBT	Dibenzothiophene					
191	BH32	C32 Benzohopane	64,781	6049	1376		
191	BH33	C33 Benzohopane	66,211	8362	1757		
191	BH34	C34 Benzohopane	67,459	3214	623		
191	BH35	C35 Benzohopane	68,998	2503	425		
192	3MP	3-Methylphenanthrene	34,327	1508	405		
192	2MP	2-Methylphenanthrene	34,466	991	241		
192	9MP	9-Methylphenanthrene	34,919	2744	535		
192	1MP	1-Methylphenanthrene	35,041	2267	438		

<b>Compañía:</b>	<b>ANH</b>	<b>ID Cliente:</b>	<b>A010630018 (C060004)</b>
<b>ID Muestra:</b>	<b>Río Sinú N° 4</b>	<b>Proyecto #:</b>	<b>06-1142-A</b>
	-	<b>ID Lab:</b>	<b>GB000971</b>
		<b>Nombre Int.:</b>	<b>M1070359.D</b>

Ion	Etiqueta Pico	Nombre Compuesto	Tiempo Reten.	Area	Altura	ppm (Area)	ppm (Alt)
198	CAD	Cadalene					
198	12467PMN	1,2,4,6,7-Pentamethylnaphthalene	32,828	4118	1166		
198	12357PMN	1,2,3,5,7-Pentamethylnaphthalene	33,037	4166	1207		
198	4MDBT	4 Methyl Dibenzothiophene					
198	12367PMN	1,2,3,6,7-Pentamethylnaphthalene	33,682	3472	692		
198	23MDBT	2 & 3 Methyl Dibenzothiophenes					
198	12356PMN	1,2,3,5,6-Pentamethylnaphthalene	34,170	8045	2226		
198	1MDBT	1 Methyl Dibenzothiophene					
206	36DMP	3,6-Dimethylphenanthrene					
206	26DMP	2,6-Dimethylphenanthrene					
206	27DMP	2,7-Dimethylphenanthrene					
206	39DMP	(3,9+3,10+2,10+1,3)-Dimethylphenanthrenes					
206	29DMP	(2,9+1,6)-Dimethylphenanthrenes					
206	17DMP	1,7-Dimethylphenanthrene					
206	23DMP	2,3-Dimethylphenanthrene					
206	19DMP	1,9-Dimethylphenanthrene					
206	18DMP	1,8-Dimethylphenanthrene					
206	12DMP	1,2-Dimethylphenanthrene					
219	RET	Retene	41,869	2865	572		
231	231A20	C20 Triaromatic Steroid	46,376	14815	4476		
231	231B21	C21 Triaromatic	48,222	15363	4270		
231	231C26	C26 20S Triaromatic	54,954	19246	5393		
231	231D26	C27 20S & C26 20R Triaromatic	56,112	71878	18186		
231	231E28	C28 20S Triaromatic	57,035	36449	8227		
231	231F27	C27 20R Triaromatic	57,488	46458	11786		
231	C29TA1	C29 Triaromatic	57,741	9236	2223		
231	C29TA2	C29 Triaromatic	57,886	3542	743		
231	231G28	C28 20R Triaromatic	58,628	32827	8524		
231	DINO	Triaromatic Dinosteroid	58,700	8081	3458		
231	TA_OL	Triaromatic Oleanoid					
231	C29TA3	C29 Triaromatic	59,533	7282	1047		
245	C3S	C27 20S 3-Methyl Triaromatic Steroid	56,854	4215	1085		
245	C4S	C27 20S 4-Methyl Triaromatic Steroid	57,307	8427	2532		
245	E2S	C28 20S 2-Methyl Triaromatic Steroid	57,687	3297	839		
245	E3SC3R	C28 20S 3-Methyl & C27 20R 3-Methyl TAS	57,958	15371	3068		
245	E4SC4R	C28 20S 4-Methyl & C27 20R 4-Methyl TAS	58,374	22935	4919		
245	S2S	C29 20S 2-Methyl Triaromatic Steroid	58,537	3537	681		
245	DA	Triaromatic Dinosteroid a	58,718	10662	2469		
245	S3S	C29 20S 3-Methyl Triaromatic Steroid	58,809	6717	1555		
245	DB	Triaromatic Dinosteroid b	59,116	18684	5585		
245	S4SE2R	C29 20S 4-Methyl & C28 20R 2-Methyl TAS	59,225	14710	2853		
245	E3R	C28 20R 3-Methyl Triaromatic Steroid	59,315	11567	2517		
245	E4R	C28 20R 4-Methyl Triaromatic Steroid	59,750	13314	3178		
245	DC	Triaromatic Dinosteroid c	59,876	14682	4368		
245	DD	Triaromatic Dinosteroid d	59,949	20749	5477		
245	S2R	C29 20R 2-Methyl Triaromatic Steroid	60,238	3414	727		
245	S3R	C29 20R 3-Methyl Triaromatic Steroid	60,401	9296	2079		
245	DE	Triaromatic Dinosteroid e	60,528	19786	4025		
245	S4R	C29 20R 4-Methyl Triaromatic Steroid	60,836	9201	2427		
245	DF	Triaromatic Dinosteroid f	60,926	28334	7896		



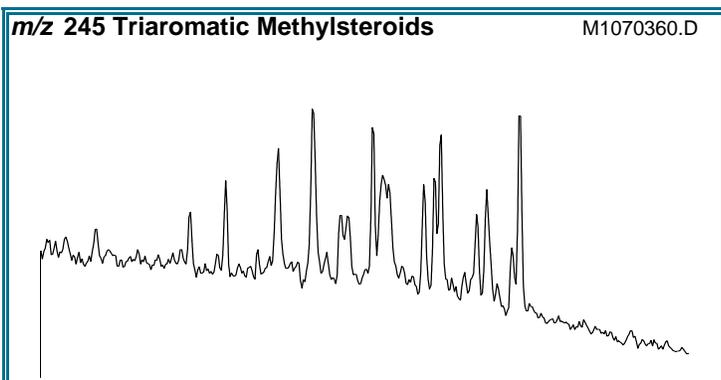
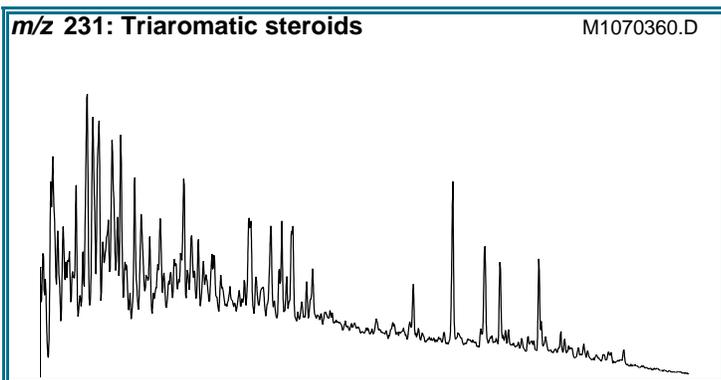
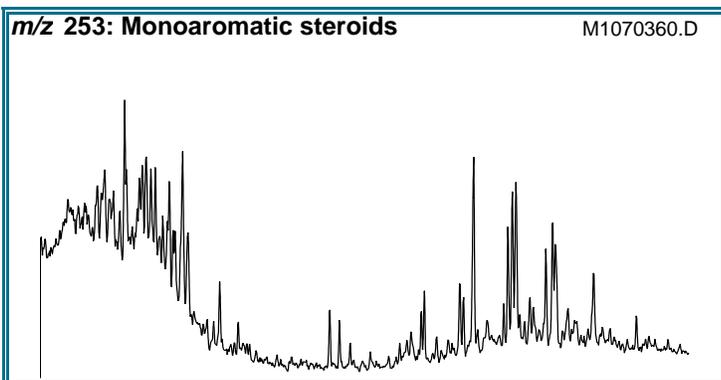
<b>Compañía:</b>	<b>ANH</b>	<b>ID Cliente:</b>	<b>A010630018 (C060004)</b>
<b>ID Muestra:</b>	<b>Río Sinú Nº 4</b>	<b>Proyecto #:</b>	<b>06-1142-A</b>
	-	<b>ID Lab:</b>	<b>GB000971</b>
		<b>Nombre Int.:</b>	<b>M1070359.D</b>

Otras Relaciones	Por Áreas	Por Alturas
<b>Triaromaticos Esteroides m/z 231</b>		
(C20+C21)/Σ TAS	0,12	0,14
TAS #1 20/20+27	0,24	0,28
TAS #2 21/21+28	0,32	0,33
%26TAS	18,2	20,2
%27TAS	43,9	44,1
%28TAS	31,0	31,9
%29TAS	6,9	3,9
C28/C26 20S TAS	1,89	1,53
C28/C27 20R TAS	0,71	0,72
<b>Monoaromaticos Esteroides m/z 253</b>		
Dia/Regular C27 MAS	1,05	1,05
%27 MAS	23,1	27,3
%28 MAS	47,5	44,8
%29 MAS	29,4	27,9
(C21+C22)/Σ MAS	0,11	0,09
TAS/(MAS+TAS)	0,40	0,42
TA28/(TA28+MA29)	0,42	0,44
<b>Triaromaticos Metilesteroides m/z 245</b>		
Dinosteroid Index	0,47	0,51
C4/C3+C4 Mester	0,55	0,59
<b>Fenantrenos y Naftalenos</b>		
MPI-1	0,37	0,49
MPI-2	0,30	0,37
Rc(a) if Ro < 1.3 (Ro%)	0,59	0,66
Rc(b) if Ro > 1.3 (Ro%)	2,08	2,01
DNR-1	2,74	3,04
DNR-2	1,83	2,15
TNR1	1,00	1,08
TDE-1	3,37	3,00
TDE-2	0,24	0,38
MDR		
Rm (Ro%)		
MDR23		
MDR1		
DBT/Phenanthrene		
<b>Nuevas Relaciones</b>		
PNR	0,34	0,34
MDPNR		
Dinosteroid Index 2	0,20	0,29



# AROMATICOS GCMS

<b>Compañía:</b> ANH	<b>ID Cliente:</b> A010630019 (C060005)
<b>Cuenca:</b> Sinú-San Jacinto	<b>Proyecto #:</b> 06-1142-A
	<b>Lab ID:</b> GB000972
	<b>Tipe Muestra:</b> FRACTION
<b>ID Muestra:</b> Perdices Nº 8	<b>Análizado por:</b> Baseline Resolution Inc, Lab.



RELACIONES (En Áreas) <sup>1</sup>	AppI <sup>2</sup>	TEV <sup>3</sup>
<b>Esteroides Mono-(MAS) y Triaromáticos (TAS)</b>		
(C20+C21)/Σ TAS	0,40	M 1.0 (1.3%)
TAS #1 20/20+27	0,68	M
TAS #2 21/21+28	0,64	M
%26 TAS	23,1	D
%27 TAS	38,5	D
%28 TAS	38,5	D
%29 TAS		D
C28/C26 20S TAS	2,37	
C28/C27 20R TAS	1,00	
Dia/Regular C27 MAS	1,37	
%27 MAS	19,0	D
%28 MAS	46,3	D
%29 MAS	34,6	D
(C21+C22)/Σ MAS	0,24	M 1.0 (1.3%)
TAS/(MAS+TAS)	0,46	M
TA28/(TA28+MA29)	0,44	M 1.0 (0.8%)
<b>Metilesteroides Triaromáticos</b>		
Dinosteroid Index	0,39	A
C4/C3+C4 Mester	0,48	A
<b>Fenantrenos, Naftalenos, y Dibenzotiofenos</b>		
MPI-1	0,66	M
Rc(a) if Ro < 1.3 (Ro%)	0,76	M
Rc(b) if Ro > 1.3 (Ro%)	1,91	M
MPI-2	0,50	M
DNR-1	2,50	M
DNR-2	0,98	M
TNR1	0,95	M
TDE-1	3,37	M
TDE-2	0,25	M
MDR	6,68	M
Rm (Ro%)	1,49	M
MDR23	0,26	M
MDR1	0,10	M
DBT/Phenanthrene	0,06	D

<sup>1</sup>La Definición y utilidad de las Relaciones puede hallarse en el sitio web: [www.BaselineDGSI.com](http://www.BaselineDGSI.com)

<sup>2</sup>A=Edad; D=Ambiente Deposicional; M= Madurez

<sup>3</sup>El valor del equilibrio térmico de las relaciones de biomarcadores y entre parentesis el valor aproximado VR que es alcanzado

<b>Compañía:</b>	<b>ANH</b>	<b>ID Cliente:</b>	<b>A010630019 (C060005)</b>
<b>ID Muestra:</b>	<b>Perdices Nº 8</b>	<b>Proyecto #:</b>	<b>06-1142-A</b>
	-	<b>ID Lab:</b>	<b>GB000972</b>
		<b>Nombre Int.:</b>	<b>M1070360.D</b>

Ion	Etiqueta Pico	Nombre Compuesto	Tiempo Reten.	Area	Altura	ppm (Area)	ppm (Alt)
230	OTP	<i>Ortho-terphenyl</i> (internal standard)				0,0	0,0
128	NAPH	Naphthalene					
134	ISOR	Isorenieratane					
142	2MN	2-Methylnaphthalene	17,422	339	106		
142	1MN	1-Methylnaphthalene	17,910	411	134		
154	BP	Biphenyl	19,845	1771	650		
156	2EN	2-Ethylnaphthalene	20,455	2533	794		
156	1EN	1-Ethylnaphthalene	20,507	618	312		
156	26DMN	2,6-Dimethylnaphthalene	20,803	5573	1974		
156	27DMN	2,7-Dimethylnaphthalene	20,855	6141	2181		
156	1317DMN	1,3 & 1,7-Dimethylnaphthalenes	21,239	15737	5171		
156	16DMN	1,6-Dimethylnaphthalene	21,361	12364	4090		
156	2314DMN	2,3 & 1,4-Dimethylnaphthalenes	21,849	11997	3281		
156	15DMN	1,5-Dimethylnaphthalene	21,918	4692	1744		
156	12DMN	1,2-Dimethylnaphthalene	22,284	7546	2342		
168	2MBP	2-Methylbiphenyl	20,507	296	107		
168	DPM	Diphenylmethane	21,378	856	302		
168	3MBP	3-Methylbiphenyl	23,051	28953	10321		
168	4MBP	4-Methylbiphenyl	23,330	13210	4631		
168	DBF	Dibenzofuran	24,044	10032	3261		
170	BB_EMN	Ethyl-methyl-Naphthalene	23,818	31945	9067		
170	AB_EMN	Ethyl-methyl-Naphthalene	24,306	14509	4983		
170	137TMN	1,3,7-Trimethylnaphthalene	24,463	49353	16921		
170	136TMN	1,3,6-Trimethylnaphthalene	24,619	91624	29024		
170	146135T	(1,4,6+1,3,5)-Trimethylnaphthalenes	25,073	79658	22770		
170	236TMN	2,3,6-Trimethylnaphthalene	25,195	75932	24994		
170	127TMN	1,2,7-Trimethylnaphthalene	25,508	27437	9581		
170	167126T	(1,6,7+1,2,6)-Trimethylnaphthalenes	25,578	107701	26262		
170	124TMN	1,2,4-Trimethylnaphthalene	26,014	11617	3740		
170	125TMN	1,2,5-Trimethylnaphthalene	26,223	39111	13122		
178	PHEN	Phenanthrene	31,329	615372	186960		
178	ANTH	Anthracene	31,590	9062	2146		
184	1357	1,3,5,7-Tetramethylnaphthalene	28,018	48055	12240		
184	1367	1,3,6,7-Tetramethylnaphthalene	28,645	94026	28748		
184	1247	(1,2,4,7+1,2,4,6+1,4,6,7)-Tetramethylnaphthalenes	29,063	58164	17122		
184	1257	1,2,5,7-Tetramethylnaphthalene	29,185	29824	9199		
184	2367	2,3,6,7-Tetramethylnaphthalene	29,394	21091	7233		
184	1267	1,2,6,7-Tetramethylnaphthalene	29,638	29597	9378		
184	1237	1,2,3,7-Tetramethylnaphthalene	29,743	10632	3010		
184	1236	1,2,3,6-Tetramethylnaphthalene	29,900	17120	5416		
184	1256	1,2,5,6-Tetramethylnaphthalene	30,318	39126	11614		
184	DBT	Dibenzothiophene	30,579	39536	12206		
191	BH32	C32 Benzohopane	64,763	673	158		
191	BH33	C33 Benzohopane	66,192	649	120		
191	BH34	C34 Benzohopane	67,423	286	50		
191	BH35	C35 Benzohopane	68,980	193	40		
192	3MP	3-Methylphenanthrene	34,326	271345	85602		
192	2MP	2-Methylphenanthrene	34,448	163969	49920		
192	9MP	9-Methylphenanthrene	34,919	215145	63252		
192	1MP	1-Methylphenanthrene	35,041	162222	52088		

<b>Compañía:</b>	<b>ANH</b>	<b>ID Cliente:</b>	<b>A010630019 (C060005)</b>
<b>ID Muestra:</b>	<b>Perdices Nº 8</b>	<b>Proyecto #:</b>	<b>06-1142-A</b>
	-	<b>ID Lab:</b>	<b>GB000972</b>
		<b>Nombre Int.:</b>	<b>M1070360.D</b>

Ion	Etiqueta Pico	Nombre Compuesto	Tiempo Reten.	Area	Altura	ppm (Area)	ppm (Alt)
198	CAD	Cadalene	28,732	21010	5743		
198	12467PMN	1,2,4,6,7-Pentamethylnaphthalene	32,827	8640	2651		
198	12357PMN	1,2,3,5,7-Pentamethylnaphthalene	33,037	4902	1429		
198	4MDBT	4 Methyl Dibenzothiophene	33,281	25662	7422		
198	12367PMN	1,2,3,6,7-Pentamethylnaphthalene	33,681	8036	2384		
198	23MDBT	2 & 3 Methyl Dibenzothiophenes	33,769	10182	3010		
198	12356PMN	1,2,3,5,6-Pentamethylnaphthalene	34,169	9024	2842		
198	1MDBT	1 Methyl Dibenzothiophene	34,309	3840	924		
206	36DMP	3,6-Dimethylphenanthrene	37,091	79998	27190		
206	26DMP	2,6-Dimethylphenanthrene	37,290	149301	46905		
206	27DMP	2,7-Dimethylphenanthrene	37,363	59864	18169		
206	39DMP	(3,9+3,10+2,10+1,3)-Dimethylphenanthrenes	37,725	270511	69267		
206	29DMP	(2,9+1,6)-Dimethylphenanthrenes	37,851	128097	27511		
206	17DMP	1,7-Dimethylphenanthrene	37,978	59972	19896		
206	23DMP	2,3-Dimethylphenanthrene	38,159	56785	17816		
206	19DMP	1,9-Dimethylphenanthrene	38,231	27989	8759		
206	18DMP	1,8-Dimethylphenanthrene	38,539	12481	3458		
206	12DMP	1,2-Dimethylphenanthrene	38,901	3979	987		
219	RET	Retene	41,887	11279	1959		
231	231A20	C20 Triaromatic Steroid	46,357	5250	1367		
231	231B21	C21 Triaromatic	48,203	4403	1048		
231	231C26	C26 20S Triaromatic	54,936	1488	438		
231	231D26	C27 20S & C26 20R Triaromatic	56,094	4748	1282		
231	231E28	C28 20S Triaromatic	57,035	3529	791		
231	231F27	C27 20R Triaromatic	57,469	2481	663		
231	C29TA1	C29 Triaromatic					
231	C29TA2	C29 Triaromatic					
231	231G28	C28 20R Triaromatic	58,610	2483	726		
231	DINO	Triaromatic Dinosteroid	58,682	523	232		
231	TA_OL	Triaromatic Oleanoid					
231	C29TA3	C29 Triaromatic					
245	C3S	C27 20S 3-Methyl Triaromatic Steroid	56,854	488	139		
245	C4S	C27 20S 4-Methyl Triaromatic Steroid	57,288	631	210		
245	E2S	C28 20S 2-Methyl Triaromatic Steroid	57,687	218	74		
245	E3SC3R	C28 20S 3-Methyl & C27 20R 3-Methyl TAS	57,940	1524	297		
245	E4SC4R	C28 20S 4-Methyl & C27 20R 4-Methyl TAS	58,356	2019	392		
245	S2S	C29 20S 2-Methyl Triaromatic Steroid	58,537	470	92		
245	DA	Triaromatic Dinosteroid a	58,700	868	177		
245	S3S	C29 20S 3-Methyl Triaromatic Steroid	58,790	822	179		
245	DB	Triaromatic Dinosteroid b	59,098	1389	376		
245	S4SE2R	C29 20S 4-Methyl & C28 20R 2-Methyl TAS	59,225	1805	278		
245	E3R	C28 20R 3-Methyl Triaromatic Steroid	59,297	1224	262		
245	E4R	C28 20R 4-Methyl Triaromatic Steroid	59,732	1153	273		
245	DC	Triaromatic Dinosteroid c	59,858	1022	289		
245	DD	Triaromatic Dinosteroid d	59,949	1605	387		
245	S2R	C29 20R 2-Methyl Triaromatic Steroid	60,238	420	99		
245	S3R	C29 20R 3-Methyl Triaromatic Steroid	60,383	1025	227		
245	DE	Triaromatic Dinosteroid e	60,510	1439	286		
245	S4R	C29 20R 4-Methyl Triaromatic Steroid	60,817	772	170		
245	DF	Triaromatic Dinosteroid f	60,908	1676	456		



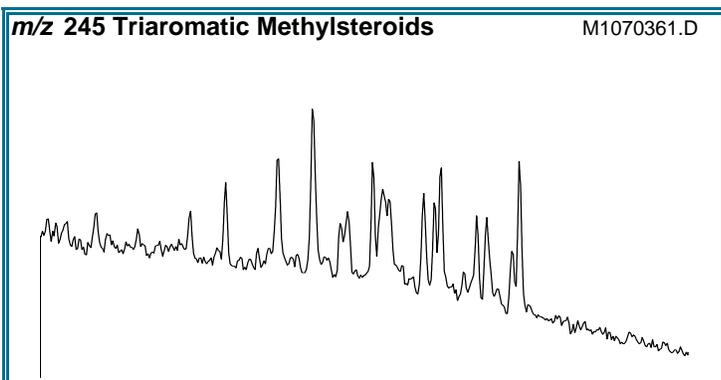
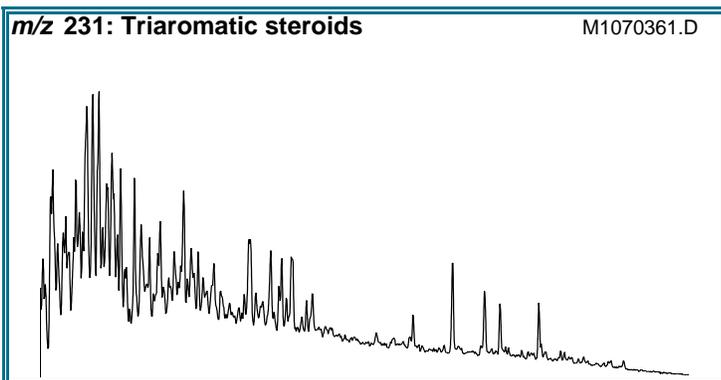
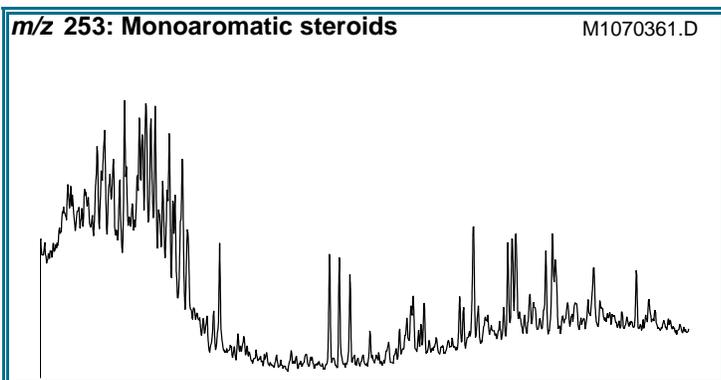
<b>Compañía:</b>	<b>ANH</b>	<b>ID Cliente:</b>	<b>A010630019 (C060005)</b>
<b>ID Muestra:</b>	<b>Perdices Nº 8</b>	<b>Proyecto #:</b>	<b>06-1142-A</b>
	-	<b>ID Lab:</b>	<b>GB000972</b>
		<b>Nombre Int.:</b>	<b>M1070360.D</b>

Otras Relaciones	Por Áreas	Por Alturas
<b>Triaromaticos Esteroides m/z 231</b>		
(C20+C21)/Σ TAS	0,40	0,38
TAS #1 20/20+27	0,68	0,67
TAS #2 21/21+28	0,64	0,59
%26TAS	23,1	24,0
%27TAS	38,5	36,3
%28TAS	38,5	39,7
%29TAS		
C28/C26 20S TAS	2,37	1,81
C28/C27 20R TAS	1,00	1,10
<b>Monoaromaticos Esteroides m/z 253</b>		
Dia/Regular C27 MAS	1,37	1,42
%27 MAS	19,0	22,1
%28 MAS	46,3	44,9
%29 MAS	34,6	32,9
(C21+C22)/Σ MAS	0,24	0,20
TAS/(MAS+TAS)	0,46	0,49
TA28/(TA28+MA29)	0,44	0,46
<b>Triaromaticos Metilesteroides m/z 245</b>		
Dinosteroid Index	0,39	0,42
C4/C3+C4 Mester	0,48	0,51
<b>Fenantrenos y Naftalenos</b>		
MPI-1	0,66	0,67
MPI-2	0,50	0,50
Rc(a) if Ro < 1.3 (Ro%)	0,76	0,77
Rc(b) if Ro > 1.3 (Ro%)	1,91	1,90
DNR-1	2,50	2,38
DNR-2	0,98	1,27
TNR1	0,95	1,10
TDE-1	3,37	3,51
TDE-2	0,25	0,36
MDR	6,68	8,03
Rm (Ro%)	1,49	2,45
MDR23	0,26	0,25
MDR1	0,10	0,08
DBT/Phenanthrene	0,06	0,07
<b>Nuevas Relaciones</b>		
PNR	0,49	0,48
MDPNR	0,56	0,55
Dinosteroid Index 2	0,17	0,24



# AROMATICOS GCMS

<b>Compañía:</b> ANH	<b>ID Cliente:</b> A010630020 (C060006)
<b>Cuenca:</b> Sinú-San Jacinto	<b>Proyecto #:</b> 06-1142-A
	<b>Lab ID:</b> GB000973
	<b>Tipe Muestra:</b> FRACTION
<b>ID Muestra:</b> Perdices Nº 9	<b>Análizado por:</b> Baseline Resolution Inc, Lab.



RELACIONES (En Áreas) <sup>1</sup>	AppI <sup>2</sup>	TEV <sup>3</sup>
<b>Esteroides Mono-(MAS) y Triaromáticos (TAS)</b>		
(C20+C21)/Σ TAS	0,48	M 1.0 (1.3%)
TAS #1 20/20+27	0,73	M
TAS #2 21/21+28	0,72	M
%26 TAS	23,9	D
%27 TAS	37,2	D
%28 TAS	38,8	D
%29 TAS		D
C28/C26 20S TAS	2,10	
C28/C27 20R TAS	1,04	
Dia/Regular C27 MAS	2,10	
%27 MAS	18,3	D
%28 MAS	44,8	D
%29 MAS	36,9	D
(C21+C22)/Σ MAS	0,31	M 1.0 (1.3%)
TAS/(MAS+TAS)	0,59	M
TA28/(TA28+MA29)	0,54	M 1.0 (0.8%)
<b>Metilesteroides Triaromáticos</b>		
Dinosteroid Index	0,36	A
C4/C3+C4 Mester	0,52	A
<b>Fenantrenos, Naftalenos, y Dibenzotiofenos</b>		
MPI-1	0,63	M
Rc(a) if Ro < 1.3 (Ro%)	0,75	M
Rc(b) if Ro > 1.3 (Ro%)	1,92	M
MPI-2	0,57	M
DNR-1	7,90	M
DNR-2	2,20	M
TNR1	1,08	M
TDE-1	2,99	M
TDE-2	0,33	M
MDR	7,60	M
Rm (Ro%)	2,08	M
MDR23	0,21	M
MDR1	0,06	M
DBT/Phenanthrene	0,06	D

<sup>1</sup>La Definición y utilidad de las Relaciones puede hallarse en el sitio web: [www.BaselineDGSI.com](http://www.BaselineDGSI.com)

<sup>2</sup>A=Edad; D=Ambiente Deposicional; M= Madurez

<sup>3</sup>El valor del equilibrio térmico de las relaciones de biomarcadores y entre parentesis el valor aproximado VR que es alcanzado

<b>Compañía:</b>	<b>ANH</b>	<b>ID Cliente:</b>	<b>A010630020 (C060006)</b>
<b>ID Muestra:</b>	<b>Perdices Nº 9</b>	<b>Proyecto #:</b>	<b>06-1142-A</b>
	-	<b>ID Lab:</b>	<b>GB000973</b>
		<b>Nombre Int.:</b>	<b>M1070361.D</b>

Ion	Etiqueta Pico	Nombre Compuesto	Tiempo Reten.	Area	Altura	ppm (Area)	ppm (Alt)
230	OTP	<i>Ortho-terphenyl</i> (internal standard)	33,993	33947	12026	0,0	0,0
128	NAPH	Naphthalene	14,057	2468	911		
134	ISOR	Isorenieratane					
142	2MN	2-Methylnaphthalene	17,420	336537	115540		
142	1MN	1-Methylnaphthalene	17,908	255076	86000		
154	BP	Biphenyl	19,843	291959	97824		
156	2EN	2-Ethylnaphthalene	20,453	186225	55788		
156	1EN	1-Ethylnaphthalene	20,505	25433	17580		
156	26DMN	2,6-Dimethylnaphthalene	20,819	393883	120612		
156	27DMN	2,7-Dimethylnaphthalene	20,871	385037	143603		
156	1317DMN	1,3 & 1,7-Dimethylnaphthalenes	21,272	688881	199781		
156	16DMN	1,6-Dimethylnaphthalene	21,376	574415	187295		
156	2314DMN	2,3 & 1,4-Dimethylnaphthalenes	21,864	353304	88838		
156	15DMN	1,5-Dimethylnaphthalene	21,916	98648	44600		
156	12DMN	1,2-Dimethylnaphthalene	22,282	145610	47731		
168	2MBP	2-Methylbiphenyl	20,505	18411	6105		
168	DPM	Diphenylmethane	21,376	27124	9257		
168	3MBP	3-Methylbiphenyl	23,067	456369	155569		
168	4MBP	4-Methylbiphenyl	23,345	183790	58259		
168	DBF	Dibenzofuran	24,060	93490	31522		
170	BB_EMN	Ethyl-methyl-Naphthalene	23,833	274985	78508		
170	AB_EMN	Ethyl-methyl-Naphthalene	24,321	98419	32901		
170	137TMN	1,3,7-Trimethylnaphthalene	24,478	318045	99632		
170	136TMN	1,3,6-Trimethylnaphthalene	24,635	448312	145794		
170	146135T	(1,4,6+1,3,5)-Trimethylnaphthalenes	25,071	335325	96970		
170	236TMN	2,3,6-Trimethylnaphthalene	25,193	360586	111941		
170	127TMN	1,2,7-Trimethylnaphthalene	25,506	125907	35869		
170	167126T	(1,6,7+1,2,6)-Trimethylnaphthalenes	25,594	387039	89178		
170	124TMN	1,2,4-Trimethylnaphthalene	26,012	40834	12024		
170	125TMN	1,2,5-Trimethylnaphthalene	26,238	122127	39300		
178	PHEN	Phenanthrene	31,344	1346104	385200		
178	ANTH	Anthracene	31,588	13615	3102		
184	1357	1,3,5,7-Tetramethylnaphthalene	28,016	87164	23471		
184	1367	1,3,6,7-Tetramethylnaphthalene	28,661	157529	51150		
184	1247	(1,2,4,7+1,2,4,6+1,4,6,7)-Tetramethylnaphthalenes	29,079	94334	28211		
184	1257	1,2,5,7-Tetramethylnaphthalene	29,183	51734	16224		
184	2367	2,3,6,7-Tetramethylnaphthalene	29,410	33524	11848		
184	1267	1,2,6,7-Tetramethylnaphthalene	29,637	47396	15425		
184	1237	1,2,3,7-Tetramethylnaphthalene	29,741	17320	5071		
184	1236	1,2,3,6-Tetramethylnaphthalene	29,915	28555	8922		
184	1256	1,2,5,6-Tetramethylnaphthalene	30,334	60092	17958		
184	DBT	Dibenzothiophene	30,578	86268	26294		
191	BH32	C32 Benzohopane	64,764	552	130		
191	BH33	C33 Benzohopane	66,193	554	106		
191	BH34	C34 Benzohopane	67,442	172	37		
191	BH35	C35 Benzohopane					
192	3MP	3-Methylphenanthrene	34,324	467463	138734		
192	2MP	2-Methylphenanthrene	34,464	385773	118467		
192	9MP	9-Methylphenanthrene	34,917	376089	110746		
192	1MP	1-Methylphenanthrene	35,039	295215	89635		

<b>Compañía:</b>	<b>ANH</b>	<b>ID Cliente:</b>	<b>A010630020 (C060006)</b>
<b>ID Muestra:</b>	<b>Perdices Nº 9</b>	<b>Proyecto #:</b>	<b>06-1142-A</b>
	-	<b>ID Lab:</b>	<b>GB000973</b>
		<b>Nombre Int.:</b>	<b>M1070361.D</b>

Ion	Etiqueta Pico	Nombre Compuesto	Tiempo Reten.	Area	Altura	ppm (Area)	ppm (Alt)
198	CAD	Cadalene	28,748	27197	7723		
198	12467PMN	1,2,4,6,7-Pentamethylnaphthalene	32,826	11120	3485		
198	12357PMN	1,2,3,5,7-Pentamethylnaphthalene	33,035	6099	1796		
198	4MDBT	4 Methyl Dibenzothiophene	33,296	41503	12045		
198	12367PMN	1,2,3,6,7-Pentamethylnaphthalene	33,680	8303	2427		
198	23MDBT	2 & 3 Methyl Dibenzothiophenes	33,767	18144	5544		
198	12356PMN	1,2,3,5,6-Pentamethylnaphthalene	34,167	11161	3233		
198	1MDBT	1 Methyl Dibenzothiophene	34,307	5462	1340		
206	36DMP	3,6-Dimethylphenanthrene	37,092	104996	37710		
206	26DMP	2,6-Dimethylphenanthrene	37,291	215563	64345		
206	27DMP	2,7-Dimethylphenanthrene	37,364	112772	36698		
206	39DMP	(3,9+3,10+2,10+1,3)-Dimethylphenanthrenes	37,726	397322	103706		
206	29DMP	(2,9+1,6)-Dimethylphenanthrenes	37,852	205804	42938		
206	17DMP	1,7-Dimethylphenanthrene	37,979	122825	41280		
206	23DMP	2,3-Dimethylphenanthrene	38,160	93884	27968		
206	19DMP	1,9-Dimethylphenanthrene	38,232	62985	20738		
206	18DMP	1,8-Dimethylphenanthrene	38,540	30673	9536		
206	12DMP	1,2-Dimethylphenanthrene	38,902	16669	5192		
219	RET	Retene	41,870	12704	2157		
231	231A20	C20 Triaromatic Steroid	46,358	5139	1410		
231	231B21	C21 Triaromatic	48,204	5174	1182		
231	231C26	C26 20S Triaromatic	54,918	1217	346		
231	231D26	C27 20S & C26 20R Triaromatic	56,095	3576	888		
231	231E28	C28 20S Triaromatic	57,018	2550	629		
231	231F27	C27 20R Triaromatic	57,470	1893	510		
231	C29TA1	C29 Triaromatic					
231	C29TA2	C29 Triaromatic					
231	231G28	C28 20R Triaromatic	58,610	1973	558		
231	DINO	Triaromatic Dinosteroid	58,683	337	151		
231	TA_OL	Triaromatic Oleanoid					
231	C29TA3	C29 Triaromatic					
245	C3S	C27 20S 3-Methyl Triaromatic Steroid	56,855	312	85		
245	C4S	C27 20S 4-Methyl Triaromatic Steroid	57,289	425	139		
245	E2S	C28 20S 2-Methyl Triaromatic Steroid	57,687	98	37		
245	E3SC3R	C28 20S 3-Methyl & C27 20R 3-Methyl TAS	57,941	904	191		
245	E4SC4R	C28 20S 4-Methyl & C27 20R 4-Methyl TAS	58,357	1354	287		
245	S2S	C29 20S 2-Methyl Triaromatic Steroid	58,502	280	41		
245	DA	Triaromatic Dinosteroid a	58,701	414	104		
245	S3S	C29 20S 3-Methyl Triaromatic Steroid	58,791	598	128		
245	DB	Triaromatic Dinosteroid b	59,099	787	219		
245	S4SE2R	C29 20S 4-Methyl & C28 20R 2-Methyl TAS	59,226	1126	178		
245	E3R	C28 20R 3-Methyl Triaromatic Steroid	59,298	629	163		
245	E4R	C28 20R 4-Methyl Triaromatic Steroid	59,732	788	186		
245	DC	Triaromatic Dinosteroid c	59,859	606	173		
245	DD	Triaromatic Dinosteroid d	59,950	971	236		
245	S2R	C29 20R 2-Methyl Triaromatic Steroid	60,221	324	67		
245	S3R	C29 20R 3-Methyl Triaromatic Steroid	60,384	638	166		
245	DE	Triaromatic Dinosteroid e	60,511	814	168		
245	S4R	C29 20R 4-Methyl Triaromatic Steroid	60,818	528	120		
245	DF	Triaromatic Dinosteroid f	60,909	959	275		



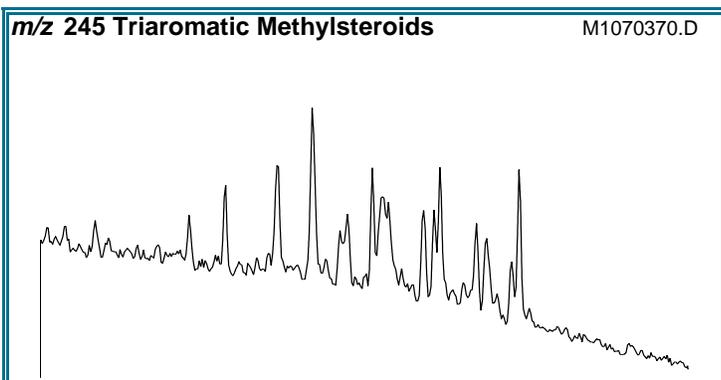
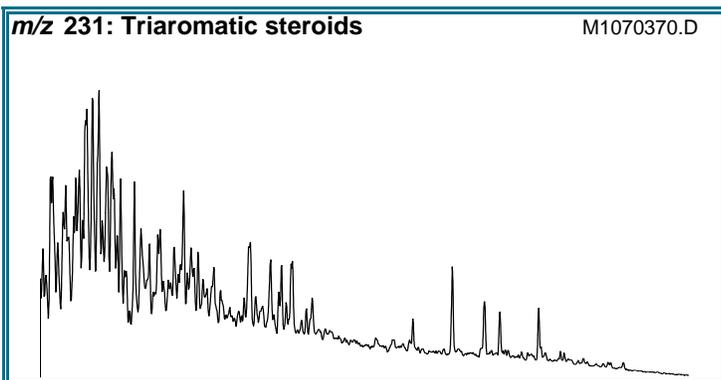
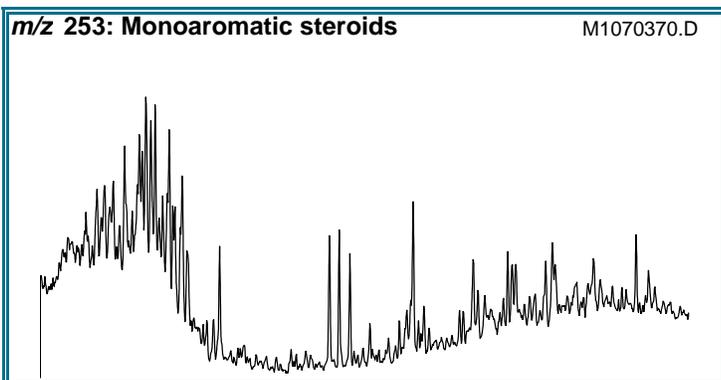
<b>Compañía:</b>	<b>ANH</b>	<b>ID Cliente:</b>	<b>A010630020 (C060006)</b>
<b>ID Muestra:</b>	<b>Perdices Nº 9</b>	<b>Proyecto #:</b>	<b>06-1142-A</b>
	-	<b>ID Lab:</b>	<b>GB000973</b>
		<b>Nombre Int.:</b>	<b>M1070361.D</b>

Otras Relaciones	Por Áreas	Por Alturas
<b>Triaromaticos Esteroides m/z 231</b>		
(C20+C21)/Σ TAS	0,48	0,47
TAS #1 20/20+27	0,73	0,73
TAS #2 21/21+28	0,72	0,68
%26TAS	23,9	24,5
%27TAS	37,2	36,1
%28TAS	38,8	39,5
%29TAS		
C28/C26 20S TAS	2,10	1,82
C28/C27 20R TAS	1,04	1,09
<b>Monoaromaticos Esteroides m/z 253</b>		
Dia/Regular C27 MAS	2,10	1,73
%27 MAS	18,3	21,9
%28 MAS	44,8	44,1
%29 MAS	36,9	34,0
(C21+C22)/Σ MAS	0,31	0,25
TAS/(MAS+TAS)	0,59	0,63
TA28/(TA28+MA29)	0,54	0,59
<b>Triaromaticos Metilesteroides m/z 245</b>		
Dinosteroid Index	0,36	0,40
C4/C3+C4 Mester	0,52	0,52
<b>Fenantrenos y Naftalenos</b>		
MPI-1	0,63	0,66
MPI-2	0,57	0,61
Rc(a) if Ro < 1.3 (Ro%)	0,75	0,77
Rc(b) if Ro > 1.3 (Ro%)	1,92	1,90
DNR-1	7,90	5,92
DNR-2	2,20	2,97
TNR1	1,08	1,15
TDE-1	2,99	3,27
TDE-2	0,33	0,40
MDR	7,60	8,99
Rm (Ro%)	2,08	3,49
MDR23	0,21	0,21
MDR1	0,06	0,05
DBT/Phenanthrene	0,06	0,07
<b>Nuevas Relaciones</b>		
PNR	0,50	0,52
MDPNR	0,64	0,63
Dinosteroid Index 2	0,15	0,21



# AROMATICOS GCMS

<b>Compañía:</b> ANH	<b>ID Cliente:</b> A010630021 (C060007)
<b>Cuenca:</b> Sinú-San Jacinto	<b>Proyecto #:</b> 06-1142-A
	<b>Lab ID:</b> GB000974
	<b>Tipe Muestra:</b> FRACTION
	<b>Picacho</b>
<b>ID Muestra:</b> Perdices Nº 10	<b>Análizado por:</b> Baseline Resolution Inc, Lab.



RELACIONES (En Áreas) <sup>1</sup>	AppI <sup>2</sup>	TEV <sup>3</sup>
<b>Esteroides Mono-(MAS) y Triaromáticos (TAS)</b>		
(C20+C21)/Σ TAS	0,46	M 1.0 (1.3%)
TAS #1 20/20+27	0,73	M
TAS #2 21/21+28	0,71	M
%26 TAS	21,7	D
%27 TAS	36,4	D
%28 TAS	41,9	D
%29 TAS		D
C28/C26 20S TAS	2,58	
C28/C27 20R TAS	1,15	
Dia/Regular C27 MAS	2,89	
%27 MAS	20,9	D
%28 MAS	45,6	D
%29 MAS	33,5	D
(C21+C22)/Σ MAS	0,38	M 1.0 (1.3%)
TAS/(MAS+TAS)	0,64	M
TA28/(TA28+MA29)	0,66	M 1.0 (0.8%)
<b>Metilesteroides Triaromáticos</b>		
Dinosteroid Index	0,36	A
C4/C3+C4 Mester	0,49	A
<b>Fenantrenos, Naftalenos, y Dibenzotiofenos</b>		
MPI-1	0,64	M
Rc(a) if Ro < 1.3 (Ro%)	0,75	M
Rc(b) if Ro > 1.3 (Ro%)	1,92	M
MPI-2	0,57	M
DNR-1	7,42	M
DNR-2	2,15	M
TNR1	1,06	M
TDE-1	2,92	M
TDE-2	0,33	M
MDR	7,78	M
Rm (Ro%)	2,22	M
MDR23	0,23	M
MDR1	0,07	M
DBT/Phenanthrene	0,07	D

<sup>1</sup>La Definición y utilidad de las Relaciones puede hallarse en el sitio web: [www.BaselineDGSi.com](http://www.BaselineDGSi.com)

<sup>2</sup>A=Edad; D=Ambiente Deposicional; M= Madurez

<sup>3</sup>El valor del equilibrio térmico de las relaciones de biomarcadores y entre parentesis el valor aproximado VR que es alcanzado

<b>Compañía:</b>	<b>ANH</b>	<b>ID Cliente:</b>	<b>A010630021 (C060007)</b>
<b>ID Muestra:</b>	<b>Perdices Nº 10</b>	<b>Proyecto #:</b>	<b>06-1142-A</b>
	-	<b>ID Lab:</b>	<b>GB000974</b>
		<b>Nombre Int.:</b>	<b>M1070370.D</b>

Ion	Etiqueta Pico	Nombre Compuesto	Tiempo Reten.	Area	Altura	ppm (Area)	ppm (Alt)
230	OTP	<i>Ortho-terphenyl</i> (internal standard)				0,0	0,0
128	NAPH	Naphthalene	14,058	13820	5264		
134	ISOR	Isorenieratane					
142	2MN	2-Methylnaphthalene	17,421	778076	258680		
142	1MN	1-Methylnaphthalene	17,909	560392	179256		
154	BP	Biphenyl	19,843	542120	175173		
156	2EN	2-Ethyl-naphthalene	20,453	398132	124568		
156	1EN	1-Ethyl-naphthalene	20,488	92010	44608		
156	26DMN	2,6-Dimethylnaphthalene	20,819	933342	272821		
156	27DMN	2,7-Dimethylnaphthalene	20,871	956790	341105		
156	1317DMN	1,3 & 1,7-Dimethylnaphthalenes	21,272	1726543	493206		
156	16DMN	1,6-Dimethylnaphthalene	21,377	1392833	459713		
156	2314DMN	2,3 & 1,4-Dimethylnaphthalenes	21,865	880461	217242		
156	15DMN	1,5-Dimethylnaphthalene	21,917	254731	113570		
156	12DMN	1,2-Dimethylnaphthalene	22,283	381310	122084		
168	2MBP	2-Methylbiphenyl	20,506	44408	14710		
168	DPM	Diphenylmethane	21,377	76663	27030		
168	3MBP	3-Methylbiphenyl	23,067	1191723	378851		
168	4MBP	4-Methylbiphenyl	23,346	474067	152369		
168	DBF	Dibenzofuran	24,061	260953	84215		
170	BB_EMN	Ethyl-methyl-Naphthalene	23,834	732981	198156		
170	AB_EMN	Ethyl-methyl-Naphthalene	24,322	258980	78966		
170	137TMN	1,3,7-Trimethylnaphthalene	24,479	841547	255560		
170	136TMN	1,3,6-Trimethylnaphthalene	24,653	1201317	362440		
170	146135T	(1,4,6+1,3,5)-Trimethylnaphthalenes	25,089	896146	238573		
170	236TMN	2,3,6-Trimethylnaphthalene	25,211	953580	299418		
170	127TMN	1,2,7-Trimethylnaphthalene	25,524	340586	94485		
170	167126T	(1,6,7+1,2,6)-Trimethylnaphthalenes	25,594	1045150	239174		
170	124TMN	1,2,4-Trimethylnaphthalene	26,030	117141	35880		
170	125TMN	1,2,5-Trimethylnaphthalene	26,239	341539	108349		
178	PHEN	Phenanthrene	31,362	3697787	962622		
178	ANTH	Anthracene	31,589	59191	13225		
184	1357	1,3,5,7-Tetramethylnaphthalene	28,016	245331	65040		
184	1367	1,3,6,7-Tetramethylnaphthalene	28,661	434567	135071		
184	1247	(1,2,4,7+1,2,4,6+1,4,6,7)-Tetramethylnaphthalenes	29,079	261106	72827		
184	1257	1,2,5,7-Tetramethylnaphthalene	29,184	149733	41529		
184	2367	2,3,6,7-Tetramethylnaphthalene	29,411	99739	33509		
184	1267	1,2,6,7-Tetramethylnaphthalene	29,637	138087	38686		
184	1237	1,2,3,7-Tetramethylnaphthalene	29,742	47608	14529		
184	1236	1,2,3,6-Tetramethylnaphthalene	29,916	82190	25656		
184	1256	1,2,5,6-Tetramethylnaphthalene	30,334	171217	51032		
184	DBT	Dibenzothiophene	30,578	255229	71296		
191	BH32	C32 Benzohopane	64,744	1175	283		
191	BH33	C33 Benzohopane	66,174	1265	195		
191	BH34	C34 Benzohopane	67,441	289	65		
191	BH35	C35 Benzohopane					
192	3MP	3-Methylphenanthrene	34,342	1323633	369839		
192	2MP	2-Methylphenanthrene	34,464	1073201	314403		
192	9MP	9-Methylphenanthrene	34,935	1073208	296364		
192	1MP	1-Methylphenanthrene	35,057	853245	250732		

<b>Compañía:</b>	<b>ANH</b>	<b>ID Cliente:</b>	<b>A010630021 (C060007)</b>
<b>ID Muestra:</b>	<b>Perdices Nº 10</b>	<b>Proyecto #:</b>	<b>06-1142-A</b>
	-	<b>ID Lab:</b>	<b>GB000974</b>
		<b>Nombre Int.:</b>	<b>M1070370.D</b>

Ion	Etiqueta Pico	Nombre Compuesto	Tiempo Reten.	Area	Altura	ppm (Area)	ppm (Alt)
198	CAD	Cadalene	28,748	56028	15132		
198	12467PMN	1,2,4,6,7-Pentamethylnaphthalene	32,826	31420	9778		
198	12357PMN	1,2,3,5,7-Pentamethylnaphthalene	33,035	16795	5232		
198	4MDBT	4 Methyl Dibenzothiophene	33,297	136181	40978		
198	12367PMN	1,2,3,6,7-Pentamethylnaphthalene	33,680	23217	6785		
198	23MDBT	2 & 3 Methyl Dibenzothiophenes	33,767	59054	18047		
198	12356PMN	1,2,3,5,6-Pentamethylnaphthalene	34,186	32019	9353		
198	1MDBT	1 Methyl Dibenzothiophene	34,325	17508	4273		
206	36DMP	3,6-Dimethylphenanthrene	37,091	307548	102181		
206	26DMP	2,6-Dimethylphenanthrene	37,290	657596	175083		
206	27DMP	2,7-Dimethylphenanthrene	37,381	294129	100193		
206	39DMP	(3,9+3,10+2,10+1,3)-Dimethylphenanthrenes	37,724	1121367	272970		
206	29DMP	(2,9+1,6)-Dimethylphenanthrenes	37,869	586142	124786		
206	17DMP	1,7-Dimethylphenanthrene	37,978	361659	113683		
206	23DMP	2,3-Dimethylphenanthrene	38,159	271519	82926		
206	19DMP	1,9-Dimethylphenanthrene	38,231	195751	59677		
206	18DMP	1,8-Dimethylphenanthrene	38,539	98644	28476		
206	12DMP	1,2-Dimethylphenanthrene	38,901	55617	16964		
219	RET	Retene	41,887	38431	6555		
231	231A20	C20 Triaromatic Steroid	46,357	13146	3808		
231	231B21	C21 Triaromatic	48,203	13814	3460		
231	231C26	C26 20S Triaromatic	54,917	2929	966		
231	231D26	C27 20S & C26 20R Triaromatic	56,076	10278	2700		
231	231E28	C28 20S Triaromatic	57,017	7563	1697		
231	231F27	C27 20R Triaromatic	57,469	4904	1364		
231	C29TA1	C29 Triaromatic					
231	C29TA2	C29 Triaromatic					
231	231G28	C28 20R Triaromatic	58,609	5650	1588		
231	DINO	Triaromatic Dinosteroid	58,682	743	406		
231	TA_OL	Triaromatic Oleanoid					
231	C29TA3	C29 Triaromatic					
245	C3S	C27 20S 3-Methyl Triaromatic Steroid	56,836	869	254		
245	C4S	C27 20S 4-Methyl Triaromatic Steroid	57,288	1299	418		
245	E2S	C28 20S 2-Methyl Triaromatic Steroid	57,668	298	87		
245	E3SC3R	C28 20S 3-Methyl & C27 20R 3-Methyl TAS	57,922	2712	547		
245	E4SC4R	C28 20S 4-Methyl & C27 20R 4-Methyl TAS	58,356	4127	850		
245	S2S	C29 20S 2-Methyl Triaromatic Steroid	58,519	734	151		
245	DA	Triaromatic Dinosteroid a	58,700	1235	299		
245	S3S	C29 20S 3-Methyl Triaromatic Steroid	58,790	1700	386		
245	DB	Triaromatic Dinosteroid b	59,098	2277	625		
245	S4SE2R	C29 20S 4-Methyl & C28 20R 2-Methyl TAS	59,225	3298	500		
245	E3R	C28 20R 3-Methyl Triaromatic Steroid	59,297	2114	486		
245	E4R	C28 20R 4-Methyl Triaromatic Steroid	59,731	2050	474		
245	DC	Triaromatic Dinosteroid c	59,858	1843	486		
245	DD	Triaromatic Dinosteroid d	59,930	2685	697		
245	S2R	C29 20R 2-Methyl Triaromatic Steroid	60,220	910	175		
245	S3R	C29 20R 3-Methyl Triaromatic Steroid	60,383	1889	462		
245	DE	Triaromatic Dinosteroid e	60,510	2166	406		
245	S4R	C29 20R 4-Methyl Triaromatic Steroid	60,817	1243	318		
245	DF	Triaromatic Dinosteroid f	60,908	2744	761		



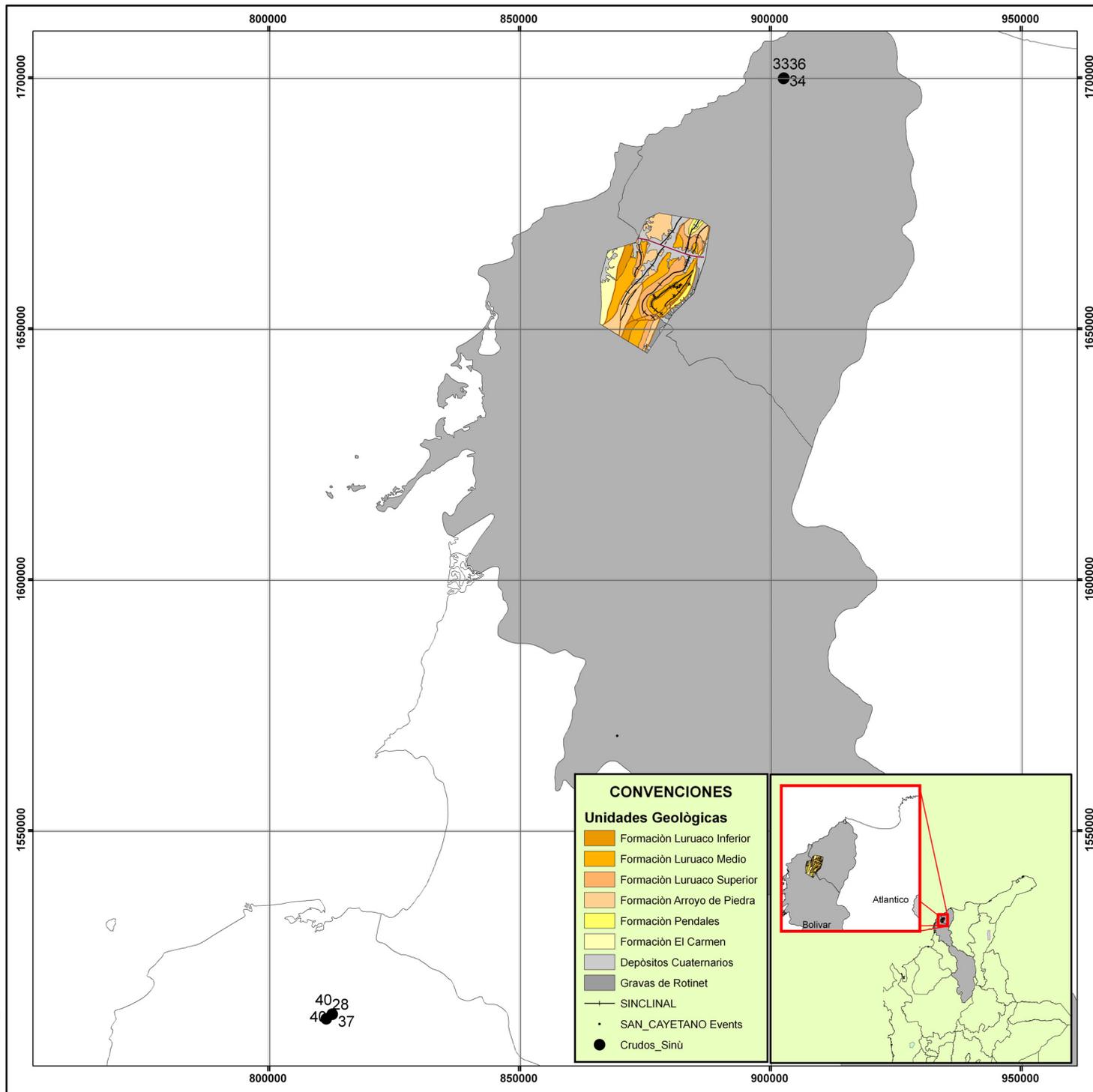
<b>Compañía:</b>	<b>ANH</b>	<b>ID Cliente:</b>	<b>A010630021 (C060007)</b>
<b>ID Muestra:</b>	<b>Perdices Nº 10</b>	<b>Proyecto #:</b>	<b>06-1142-A</b>
	-	<b>ID Lab:</b>	<b>GB000974</b>
		<b>Nombre Int.:</b>	<b>M1070370.D</b>

Otras Relaciones	Por Áreas	Por Alturas
<b>Triaromaticos Esteroides m/z 231</b>		
(C20+C21)/Σ TAS	0,46	0,47
TAS #1 20/20+27	0,73	0,74
TAS #2 21/21+28	0,71	0,69
%26TAS	21,7	24,7
%27TAS	36,4	34,8
%28TAS	41,9	40,5
%29TAS		
C28/C26 20S TAS	2,58	1,76
C28/C27 20R TAS	1,15	1,16
<b>Monoaromaticos Esteroides m/z 253</b>		
Dia/Regular C27 MAS	2,89	2,38
%27 MAS	20,9	23,9
%28 MAS	45,6	42,9
%29 MAS	33,5	33,2
(C21+C22)/Σ MAS	0,38	0,30
TAS/(MAS+TAS)	0,64	0,69
TA28/(TA28+MA29)	0,66	0,67
<b>Triaromaticos Metilesteroides m/z 245</b>		
Dinosteroid Index	0,36	0,39
C4/C3+C4 Mester	0,49	0,50
<b>Fenantrenos y Naftalenos</b>		
MPI-1	0,64	0,68
MPI-2	0,57	0,62
Rc(a) if Ro < 1.3 (Ro%)	0,75	0,78
Rc(b) if Ro > 1.3 (Ro%)	1,92	1,89
DNR-1	7,42	5,41
DNR-2	2,15	2,83
TNR1	1,06	1,26
TDE-1	2,92	3,02
TDE-2	0,33	0,40
MDR	7,78	9,59
Rm (Ro%)	2,22	4,33
MDR23	0,23	0,25
MDR1	0,07	0,06
DBT/Phenanthrene	0,07	0,07
<b>Nuevas Relaciones</b>		
PNR	0,50	0,51
MDPNR	0,67	0,67
Dinosteroid Index 2	0,12	0,20

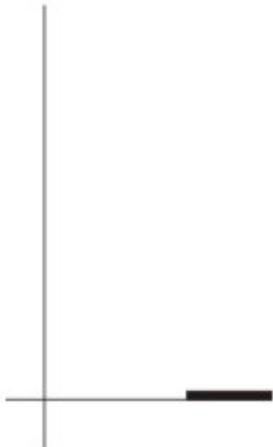
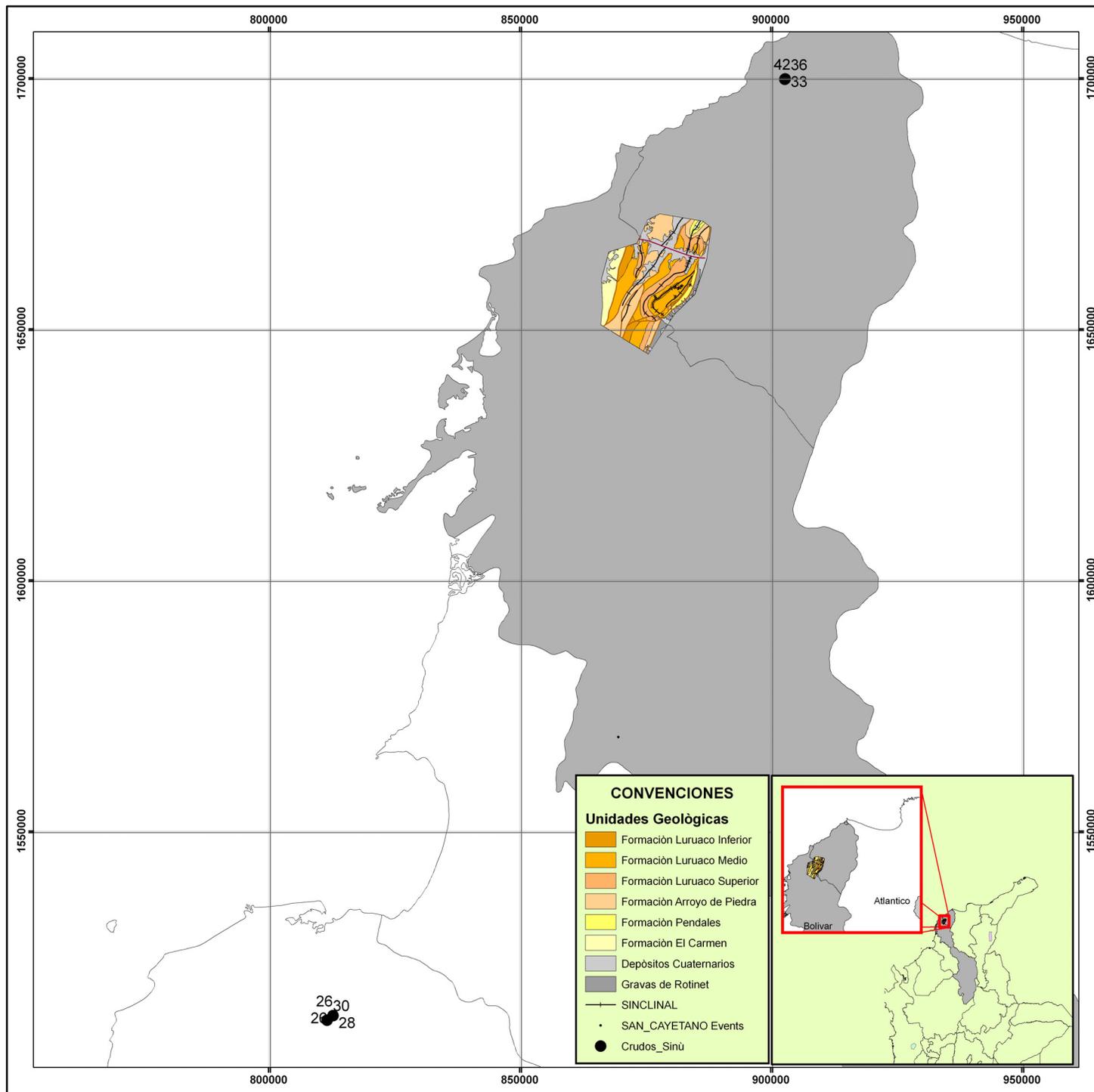
# Imágenes Mapas

## Cuenca Sinú-San Jacinto

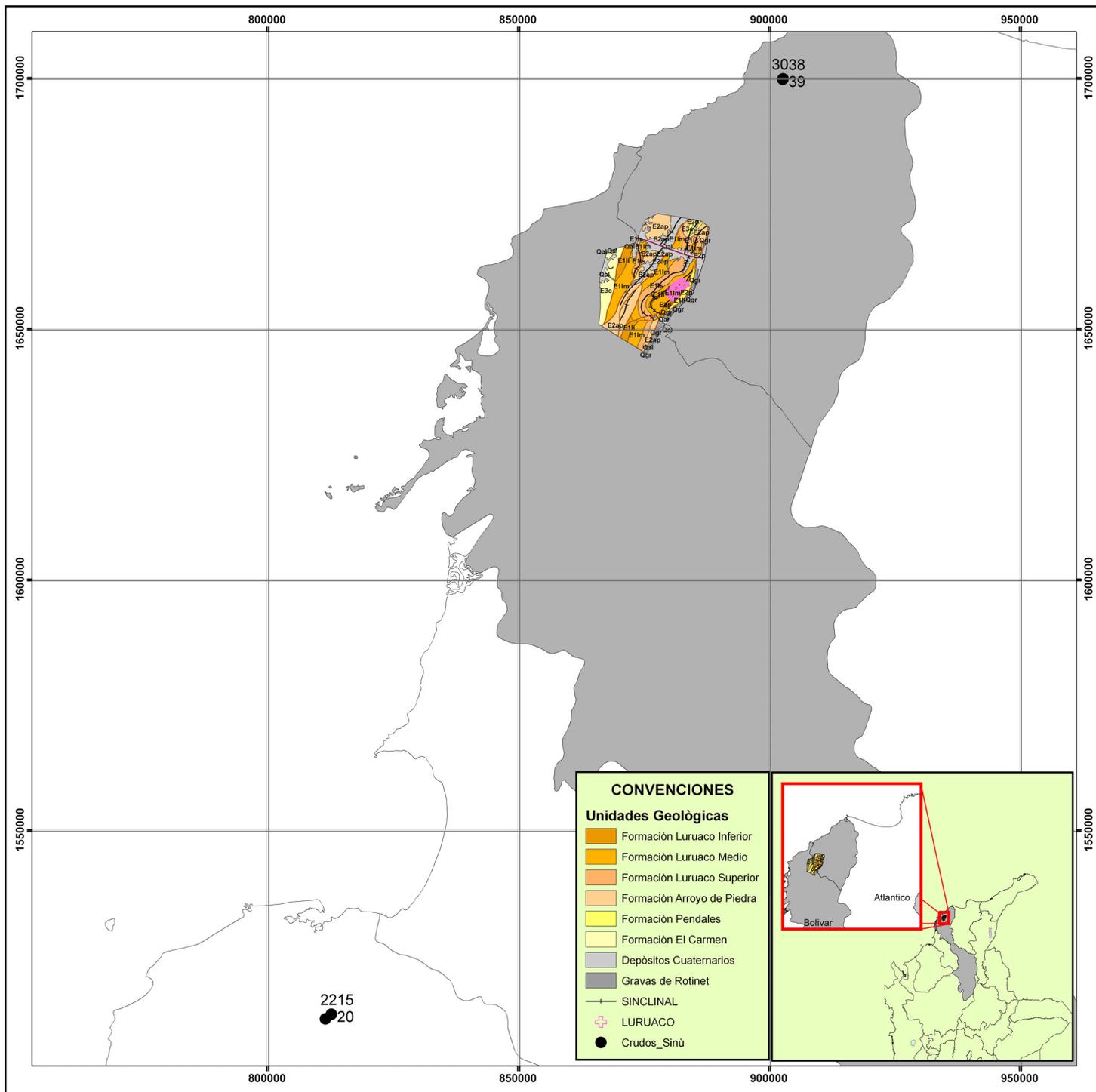


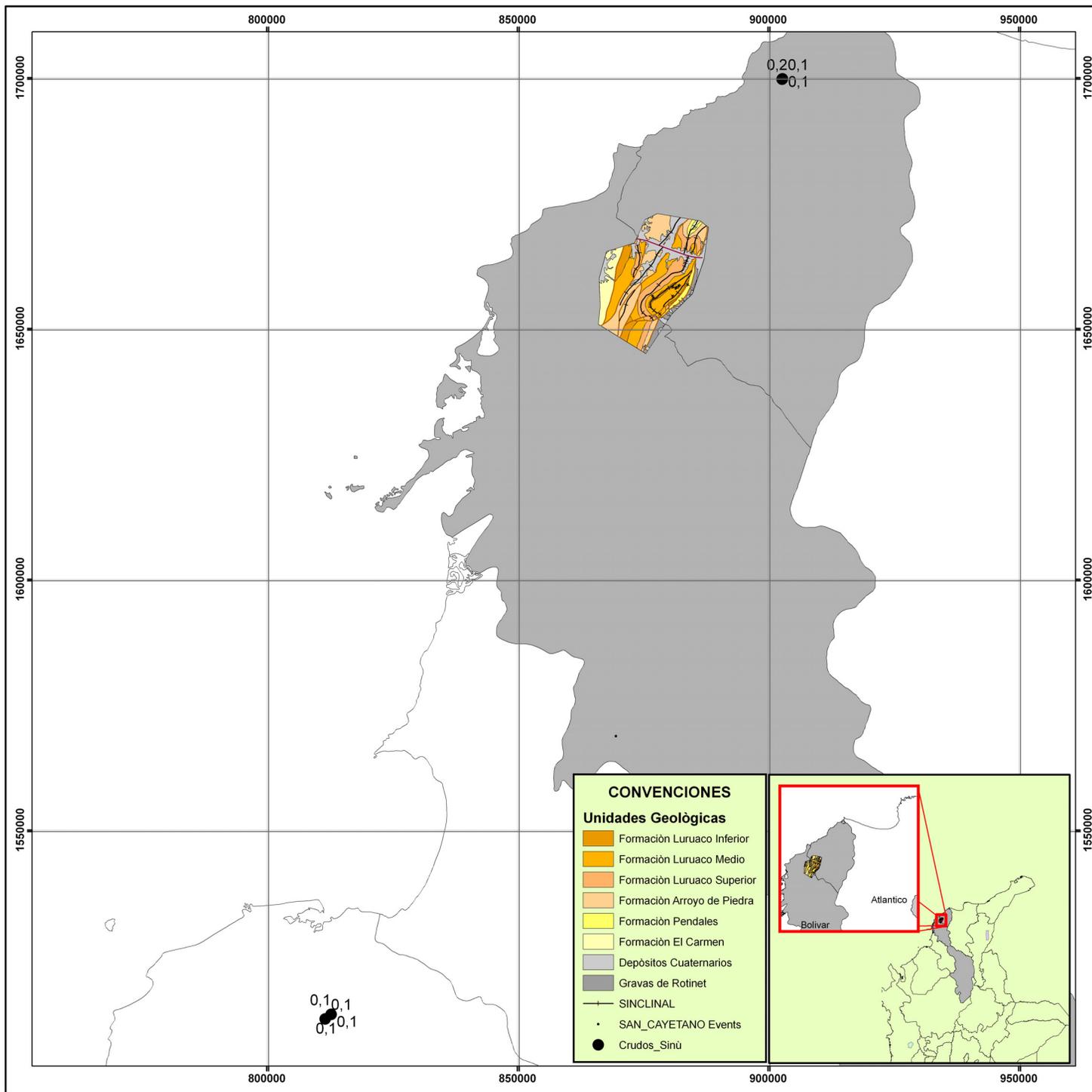


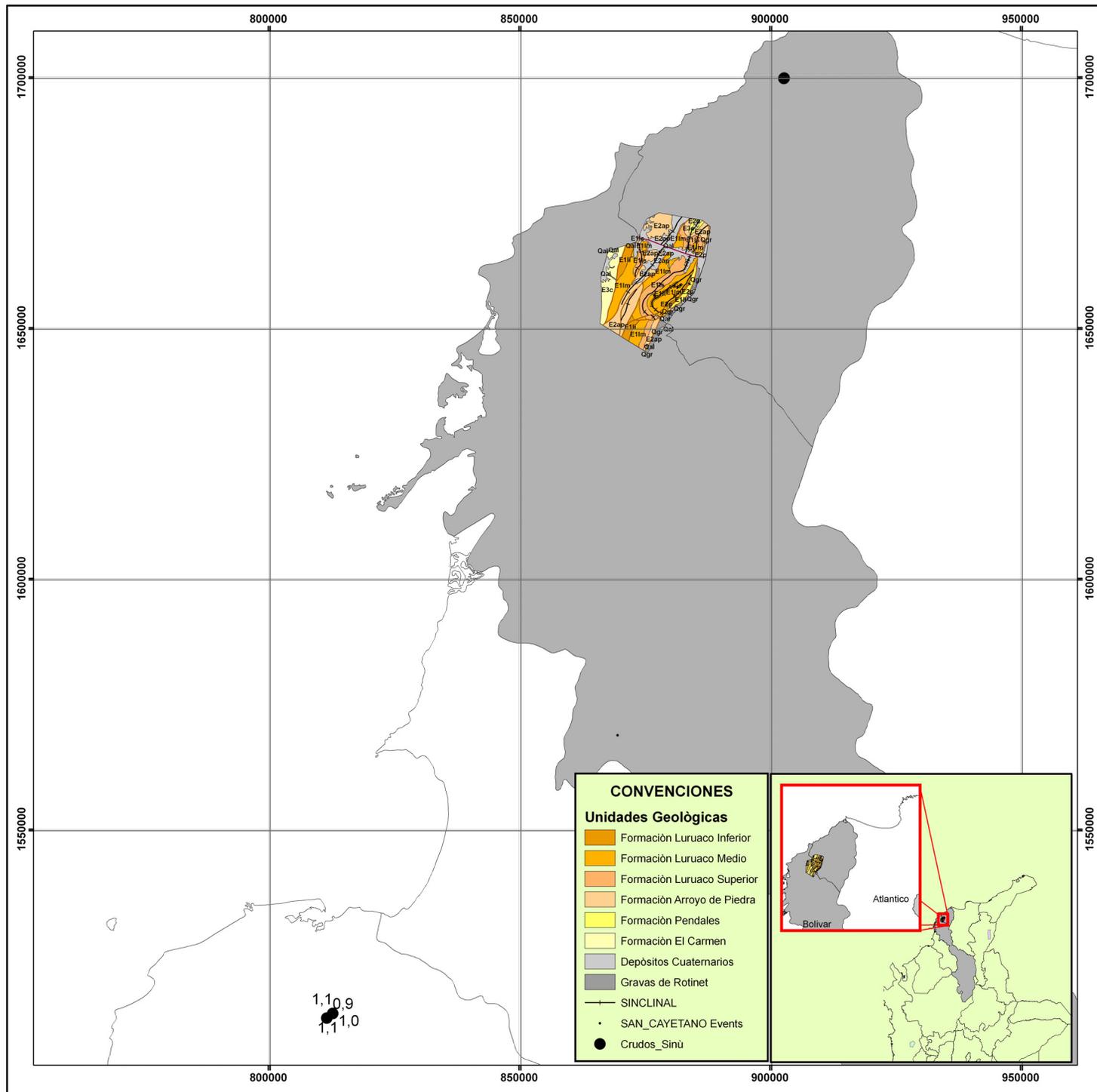
%C27



%C29







1.10.9  
1.11.0



