



## INTEGRATED FORMATION DAMAGE MODEL

Manual de Usuario

Versión 2019



:

## ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| PROLOGO .....  | 10 |
| 1 INTRODUCCIÓN .....   | 11 |
| 2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....   | 11 |
| 2.1 Acceso al sistema .....  | 11 |
| 2.1.1 Mensajes de error .....  | 12 |
| 2.2 Inicio ( <i>Home</i> ) .....   | 12 |
| 2.2.1 Perfiles de usuario ( <i>User Information</i> ) .....                          | 14 |
| 2.2.2 Botón <i>Users</i> .....   | 15 |
| 2.2.3 Mensajes de error .....  | 17 |
| 3 MODULO DE BASES DE DATOS ( <i>Database</i> ).....                                  | 19 |
| 3.1 Interfaz inicial <i>Database</i> .....   | 19 |
| 3.2 Insertar datos de cuencas .....  | 20 |
| 3.3 Insertar datos de campos.....  | 21 |
| 3.3.1 Ingreso de las coordenadas.....  | 22 |
| 3.3.2 Ingreso de las propiedades PVT .....   | 23 |
| 3.3.3 Error.....   | 23 |
| 3.4 Insertar datos de formaciones .....  | 24 |
| 3.4.1 Error.....   | 26 |
| 3.5 Insertar datos de pozos.....   | 26 |
| 3.5.1 Información del pozo ( <i>Add Well</i> ).....                                  | 27 |
| 3.5.2 Caracterización del fluido.....  | 29 |
| 3.5.3 Ingreso de las coordenadas.....  | 30 |
| 3.5.4 Error.....   | 31 |
| 3.6 Insertar datos de intervalos productores.....                                    | 31 |
| 3.6.1 Ingreso de Datos Generales de los Intervalos Productores .....                 | 32 |
| 3.6.2 Ingreso de datos de yacimiento de los intervalos productores .....             | 32 |
| 3.6.3 Ingreso de Curvas de Permeabilidad Relativa de los intervalos productores..... | 33 |
| 3.6.4 Ingreso de datos de presión de yacimiento de intervalos productores .....      | 33 |
| 3.6.5 Error.....   | 35 |
| 3.7 Insertar variables de daño.....  | 36 |
| 3.7.1 Error.....   | 38 |
| 3.8 Función de Filtrado.....   | 38 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 3.8.1  | Error.....   | 40  |
| 3.9    | Editar datos de cuencas .....  | 41  |
| 3.9.1  | Error.....   | 41  |
| 3.10   | Editar datos de campos.....  | 42  |
| 3.10.1 | Error.....   | 43  |
| 3.11   | Editar datos de formación.....   | 43  |
| 3.11.1 | Error.....   | 44  |
| 3.12   | Editar datos de pozo .....   | 44  |
| 3.12.1 | Error.....   | 45  |
| 3.13   | Editar datos de intervalo productor.....                               | 45  |
| 3.13.1 | Error.....   | 46  |
| 3.14   | Editar datos del proyecto .....  | 46  |
| 3.15   | Editar datos de función de filtrado .....                              | 48  |
| 3.15.1 | Error.....   | 49  |
| 4      | ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS ( <i>Project Management</i> ) .....        | 49  |
| 4.1    | Interfaz .....   | 49  |
| 4.1.1  | Árbol de proyectos .....   | 49  |
| 4.2    | Creación de un Proyecto .....  | 50  |
| 4.3    | Creación de un Escenario .....   | 50  |
| 4.4    | Tipos de análisis .....  | 52  |
| 4.4.1  | Análisis Multiparamétrico ( <i>Multiparametric Analysis</i> ). .....   | 52  |
| 4.4.2  | Análisis IPR ( <i>IPR Analysis</i> ) .....                             | 77  |
| 4.4.3  | Perforación Y Completamiento ( <i>Drilling And Completion</i> ). ..... | 97  |
| 4.4.4  | Geomecanica ( <i>Geomechanics</i> ). .....                             | 109 |
| 4.4.5  | Precipitación De Asfaltenos (Asphaltenes Precipitation).....           | 119 |
| 4.4.6  | Migración de Finos (Fines Migration, Deposition And Swelling). .....   | 144 |
| 4.4.7  | Remediación de Finos ( <i>Fines Remediation</i> ) .....                | 162 |
| 4.4.8  | Selección De Tratamiento Para Finos ( <i>Fines remediation</i> ).....  | 169 |
| 4.4.9  | Desagregación .....  | 176 |
| 5      | GEORREFERENCIACIÓN .....   | 188 |
| 5.1    | Interfaz .....   | 188 |
| 5.2    | Información de las variables .....                                     | 191 |
| 5.2.1  | Vista por campos.....  | 192 |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 5.2.2    | Distribución de frecuencia .....  | 193        |
| 6        | INFORME DE ESCENARIOS ( <i>Scenario Report</i> ).....   | 195        |
| 7        | INVENTARIO DE DATOS ( <i>Data Inventory</i> ).....  | 197        |
| 7.1      | Inventario de Datos de Escenarios ( <i>Scenarios Data Inventory</i> ) .....                   | 197        |
| 7.2      | Inventario de Datos Generales ( <i>General Data Inventory</i> ).....                          | 201        |
| 7.3      | Inventario de Datos según el tipo de análisis ( <i>Data Inventory By Analysis Type</i> )..... | 205        |
| <b>8</b> | <b>INFORMACION DEL USUARIO.....</b>   | <b>206</b> |
| 9        | AYUDA ( <i>Help</i> ).....  | 207        |
| 10       | LISTA DE SOLICITUDES ( <i>Request</i> ) .....   | 210        |
| 11       | SALIDA DEL APLICATIVO .....   | 212        |
| 12       | REFERENCIAS .....   | 213        |

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

|                 |   |    |
|-----------------|---|----|
| Ilustración 1.  | Interfaz de ingreso de usuario.....                                 | 11 |
| Ilustración 2.  | Mensaje de error login .....  | 12 |
| Ilustración 3.  | Interfaz de inicio del aplicativo .....                             | 12 |
| Ilustración 4.  | Panel de proyectos (Projects).....                                  | 13 |
| Ilustración 5.  | Menú desplegable de proyectos .....                                 | 13 |
| Ilustración 6.  | Error en búsqueda de proyectos .....                                | 14 |
| Ilustración 7.  | Perfil de Usuario .....   | 14 |
| Ilustración 8.  | Lista desplegable del botón de usuario.....                         | 15 |
| Ilustración 9.  | Entorno del registro de usuario.....                                | 15 |
| Ilustración 10. | Panel de administración de usuarios .....                           | 16 |
| Ilustración 11. | Panel de edición de información de un Usuario .....                 | 16 |
| Ilustración 12. | Mensaje de error registro y manejo de usuarios. ....                | 17 |
| Ilustración 13. | Panel de Estadística de Usuarios.....                               | 18 |
| Ilustración 14. | Grafico estadístico de horas activas de un Usuario .....            | 18 |
| Ilustración 15. | Opciones disponibles para imprimir o descargar.....                 | 18 |
| Ilustración 16. | Interfaz inicial de la pestaña 'Database' .....                     | 19 |
| Ilustración 17. | Ingreso de datos por el criterio cuenca.....                        | 20 |
| Ilustración 18. | Ingreso de datos por el criterio campo .....                        | 21 |
| Ilustración 19. | Ingreso de coordenadas .....  | 22 |
| Ilustración 20. | Panel de ingreso de propiedades PVT .....                           | 23 |
| Ilustración 21. | Error de ingreso de datos .....                                     | 23 |
| Ilustración 22. | Interfaz del ingreso de datos por formación.....                    | 24 |
| Ilustración 23. | Ingresos de datos de permeabilidad relativa y presión capilar ..... | 25 |
| Ilustración 24. | Error por información faltante. Confirmación de guardar .....       | 26 |
| Ilustración 25. | Ingreso de datos por pozo (Parte I).....                            | 26 |

|  |    |
|--|----|
| Ilustración 26. Ingreso de datos por pozo (Parte II) .....   | 27 |
| Ilustración 27. Pestañas de selección para el ingreso de datos .....                               | 27 |
| Ilustración 28. Información general y del pozo.....  | 28 |
| Ilustración 29. Ingreso de datos de producción.....  | 28 |
| Ilustración 30. Ingreso de propiedades del fluido.....   | 29 |
| Ilustración 31. Panel de información PVT .....   | 30 |
| Ilustración 32. Ingreso de coordenadas .....   | 30 |
| Ilustración 33. Mensaje de información faltante .....  | 31 |
| Ilustración 34. Ingreso de datos por intervalos productores (Parte I) .....                        | 31 |
| Ilustración 35. Ingreso de datos por intervalos productores (Parte II) .....                       | 32 |
| Ilustración 36. Panel de datos generales .....   | 32 |
| Ilustración 37. Panel de datos del yacimiento .....  | 33 |
| Ilustración 38. Datos de permeabilidad relativa y presión capilar.....                             | 33 |
| Ilustración 39. Datos de Presión de Yacimiento.....  | 34 |
| Ilustración 40. Ingresar otros intervalos productores.....   | 34 |
| Ilustración 41. Ingreso de PTL .....   | 35 |
| Ilustración 42. Error por información faltante .....   | 35 |
| Ilustración 43. Interfaz de variables de daño (I).....   | 36 |
| Ilustración 44. Interfaz de variables de daño (II).....  | 36 |
| Ilustración 45. Filtros de variables de daño .....   | 37 |
| Ilustración 46. Selección de parámetros de daño .....  | 37 |
| Ilustración 47. Parámetro 'Minerl Scales' y subparámetro 'Scale index of CaCo <sub>3</sub> ' ..... | 38 |
| Ilustración 48. Error por información faltante .....   | 38 |
| Ilustración 49. Interfaz de función de filtrado.....   | 39 |
| Ilustración 50. Opción crear función de filtrado .....   | 40 |
| Ilustración 51. Editar datos de cuencas .....  | 41 |
| Ilustración 52. Editar datos de campos .....   | 42 |
| Ilustración 53. Filtros de búsqueda .....  | 42 |
| Ilustración 54. Editar datos de formaciones .....  | 43 |
| Ilustración 55. Filtros de búsqueda .....  | 43 |
| Ilustración 56. Editar datos de pozos .....  | 44 |
| Ilustración 57. Confirmación de eliminación.....   | 44 |
| Ilustración 58. Editar datos de intervalo productor .....  | 45 |
| Ilustración 59. Filtros de búsqueda .....  | 45 |
| Ilustración 60. Editar datos de proyectos .....  | 46 |
| Ilustración 61. Filtros de búsqueda .....  | 46 |
| Ilustración 62. Lista de algunos proyectos registrados en la base de datos .....                   | 47 |
| Ilustración 63. Confirmación de eliminación de proyecto .....                                      | 47 |
| Ilustración 64. Listado de escenarios del proyecto .....   | 48 |
| Ilustración 65. Panel de edición de función de filtrado .....                                      | 48 |
| Ilustración 66. Interfaz de Project management .....   | 49 |
| Ilustración 67. Creación de nuevo proyecto .....   | 50 |
| Ilustración 68. Creación de escenario .....  | 50 |
| Ilustración 69. Caracterización del escenario.....   | 52 |

|  |    |
|--|----|
| Ilustración 70. Sección Statical data base .....   | 53 |
| Ilustración 71. Sección Petrophysics .....   | 53 |
| Ilustración 72. Sección Production Data .....  | 54 |
| Ilustración 73. Sección Fluid information at average reservoir pressure .....              | 55 |
| Ilustración 74. Subsección Oil properties.....   | 56 |
| Ilustración 75. Subsección Gas properties .....  | 56 |
| Ilustración 76. Subsección Water properties .....  | 57 |
| Ilustración 77. Sección Multiparametric analysis.....                                      | 57 |
| Ilustración 78. Subsección Critical pressure by damage parameters .....                    | 58 |
| Ilustración 79. Subsección K damaged and K base ratio (Kd/Kb) by damage parameter .....    | 59 |
| Ilustración 80. Error por falta de datos .....   | 60 |
| Ilustración 81. Error por datos erróneos.....  | 60 |
| Ilustración 82. Segunda ventana Multiparametric analysis .....                             | 61 |
| Ilustración 83. Menú desplegable botón parameters.....                                     | 61 |
| Ilustración 84. Botones Historic data, Frequency data, percentiles y georreference.....    | 62 |
| Ilustración 85. Pestaña Historic data.....   | 62 |
| Ilustración 86. Formatos de descarga .....   | 63 |
| Ilustración 87. Pestaña Frequency Distribution and general information.....                | 63 |
| Ilustración 88. Boton Percentile .....   | 64 |
| Ilustración 89. Pestaña Mineral Scales.....  | 65 |
| Ilustración 90. Diagrama de Caracterización de Skin Promedio .....                         | 67 |
| Ilustración 91. Diagrama de Caracterización estadística de Skin .....                      | 67 |
| Ilustración 92. Diagrama de Caracterización Analítica de Skin .....                        | 67 |
| Ilustración 93. Pestaña Fine Blockage .....  | 68 |
| Ilustración 94. Pestaña Organic Scales.....  | 70 |
| Ilustración 95. Pestaña Relative permeability.....   | 72 |
| Ilustración 96. Pestaña Induce Damage .....  | 74 |
| Ilustración 97. Pestaña Geomechanical damage .....   | 76 |
| Ilustración 98. Primera ventana IPR.....   | 78 |
| Ilustración 99. Sección Well information .....   | 79 |
| Ilustración 100.Ventana desplegable de información .....                                   | 79 |
| Ilustración 101. Importar dato a partir de otro escenario .....                            | 80 |
| Ilustración 102. Sección Production data para tipo de fluido Black oil.....                | 80 |
| Ilustración 103. Sección Production data para tipo de fluido Dry Gas .....                 | 81 |
| Ilustración 104. Production data para tipo de fluido Condensate Gas .....                  | 81 |
| Ilustración 105. Sección Rock properties Para caso aceite .....                            | 82 |
| Ilustración 106. Subseccion Basic Petrophysics (use permeability module).....              | 82 |
| Ilustración 107. Subsección Calculate Permeability Module by Correlation .....             | 83 |
| Ilustración 108. Opción Use Relative Permeability Tables .....                             | 84 |
| Ilustración 109. Curvas de permeabilidad relativa tabuladas.....                           | 84 |
| Ilustración 110. Formatos de descarga .....  | 85 |
| Ilustración 111. Opción Use Corey's Model. ....  | 85 |
| Ilustración 112. Sub-seccion Kro .....   | 86 |
| Ilustración 113. Grafica curva de permeabilidad relativa Gas/Oil End-Point Parameter ..... | 86 |

|  |     |
|--|-----|
| Ilustración 114. Sub-sección Krw .....   | 87  |
| Ilustración 115. Gráfica permeabilidad relativa Oil/Water End-point parameters .....             | 87  |
| Ilustración 116. Sección Rock Properties para caso gas.....                                      | 88  |
| Ilustración 117. Vista general de la pestaña de Rock properties para el caso Condensate Gas..... | 89  |
| Ilustración 118. Sección Fluid properties (using tabulate data).....                             | 90  |
| Ilustración 119. PVT data selection .....  | 90  |
| Ilustración 120. PVT data selection gas.....   | 91  |
| Ilustración 121. Gráfico PVT Data selection gas.....   | 92  |
| Ilustración 122. Presión de saturación y GOR del pozo. ....                                      | 92  |
| Ilustración 123. Tabla PVT para el caso Condensate Gas.....                                      | 93  |
| Ilustración 124. Curva de drop-out. ....   | 93  |
| Ilustración 125. Resultados IPR .....  | 94  |
| Ilustración 126. Resultados oil .....  | 95  |
| Ilustración 127. Resultados gas .....  | 95  |
| Ilustración 128. Resultados Condensate Gas .....   | 96  |
| Ilustración 129. Sensibilidades .....  | 96  |
| Ilustración 130. Interfaz de creación función de filtrado.....                                   | 97  |
| Ilustración 131. Interfaz de creación función de filtrado – parámetros A y B. ....               | 98  |
| Ilustración 132. Interfaz de creación función de filtrado – curvas de filtrado .....             | 99  |
| Ilustración 133. Interfaz escenario de perforación y completamiento.....                         | 100 |
| Ilustración 134. Sección General Data de Drilling and Completion .....                           | 100 |
| Ilustración 135. Sección Input Data .....  | 101 |
| Ilustración 136. Opción de ingreso de datos - Average.....                                       | 101 |
| Ilustración 137. Opción de ingreso de datos – By intervals .....                                 | 102 |
| Ilustración 138. Opción de ingreso de datos – Profile.....                                       | 102 |
| Ilustración 139. Gráfico de Input data con profile .....   | 103 |
| Ilustración 140. Formatos de descarga .....  | 103 |
| Ilustración 141. Sección Drilling And Cementing Data – Drilling Data .....                       | 104 |
| Ilustración 142. Sección Drilling And Cementing Data – Cementing Data.....                       | 105 |
| Ilustración 143. Sección Filtration Functions.....   | 105 |
| Ilustración 144. Selección de función dinámica de filtrado .....                                 | 105 |
| Ilustración 145. Adición de datos extra de laboratorio.....                                      | 106 |
| Ilustración 146. Resultados de Drilling and Cementation.....                                     | 107 |
| Ilustración 147. Resultados de Drilling and Cementation.....                                     | 108 |
| Ilustración 148. Primera ventana Módulo Geomecánica .....  | 110 |
| Ilustración 149. Propiedades Geomecánicas .....  | 111 |
| Ilustración 150 Modulo de fractura .....   | 112 |
| Ilustración 151 Sección para elegir la fractura de análisis .....                                | 113 |
| Ilustración 152 Gráfico de permeabilidad de la fractura .....                                    | 114 |
| Ilustración 153. Gráfico de ancho de la fractura.....  | 115 |
| Ilustración 154. Formatos de descarga .....  | 116 |
| Ilustración 155. Gráfico de permeabilidad de la fractura según el radio máximo de análisis ..... | 116 |
| Ilustración 156. Gráfico de espesor de la fractura según el radio máximo de análisis.....        | 117 |
| Ilustración 157. Gráfico de permeabilidad promedio de la fractura .....                          | 118 |

|   |     |
|---|-----|
| Ilustración 158. Selección de componentes del fluido .....  | 119 |
| Ilustración 159. Peso para los datos del Análisis SARA .....  | 120 |
| Ilustración 160. Ventana desplegable de información .....   | 121 |
| Ilustración 161. Importar dato a partir de otro escenario .....   | 121 |
| Ilustración 162. Datos de Saturación .....  | 122 |
| Ilustración 163. Resultados de Análisis de Estabilidad de Asfaltenos.....   | 123 |
| Ilustración 164 Sección Conclusions .....   | 123 |
| Ilustración 165. Gráfico Análisis de Estabilidad Boer .....   | 124 |
| Ilustración 166. Resultados según Analisis del índice de estabilidad Coloidal .....                               | 125 |
| Ilustración 167 Resultados según análisis de Índice de estabilidad Stankiewcz.....                                | 125 |
| Ilustración 168. Datos EOS .....  | 126 |
| Ilustración 169. Caracterización Plus .....   | 127 |
| Ilustración 170. Ingreso de coeficientes de interacción binaria .....   | 128 |
| Ilustración 171. Datos de Saturación .....  | 129 |
| Ilustración 172. Datos de Asfaltenos.....   | 130 |
| Ilustración 173. Sección opcional para ingreso de análisis elemental de asfaltenos .....                          | 132 |
| Ilustración 174. Resultados sección datos de asfaltenos.....  | 133 |
| Ilustración 175. Resultados sección Asfaltenos .....  | 134 |
| Ilustración 176. Sección Análisis de diagnóstico de asfaltenos.....   | 136 |
| Ilustración 177. Tabla datos PVT .....  | 137 |
| Ilustración 178. Tabla de Datos Históricos.....   | 138 |
| Ilustración 179. Sección datos de Asfaltenos.....   | 139 |
| Ilustración 180. Variación de presión.....  | 140 |
| Ilustración 181. Variación de porosidad y variación de permeabilidad.....   | 141 |
| Ilustración 182. Variación de la cantidad de asfaltenos depositados y de asfaltenos solubles.....                 | 142 |
| Ilustración 183. variación del radio de daño y del skin según fecha de producción.....                            | 143 |
| Ilustración 184. Sección de Ingreso de las propiedades del pozo.....  | 145 |
| Ilustración 185.Ventana desplegable de información .....  | 145 |
| Ilustración 186. Importar dato a partir de otro escenario .....   | 146 |
| Ilustración 187. Sección de ingreso de las propiedades de la formación .....                                      | 147 |
| Ilustración 188. Sección de Ingreso de las propiedades de las partículas de finos.....                            | 148 |
| Ilustración 189. Sección para calcular la concentración inicial de las partículas de finos .....                  | 149 |
| Ilustración 190. Sección de ingreso de datos PVT.....   | 150 |
| Ilustración 191. Gráfico datos PVT vs Presión .....   | 151 |
| Ilustración 192. Formatos de descarga .....   | 151 |
| Ilustración 193. Sección de Ingreso de constantes fenomenológicas.....  | 152 |
| Ilustración 194. Icono para importar datos fenomenológicos.....   | 153 |
| Ilustración 195. Importación de Constantes fenomenológicas .....  | 153 |
| Ilustración 196. Sección de ingreso de datos históricos .....   | 154 |
| Ilustración 197. gráficos de los datos históricos .....   | 154 |
| Ilustración 198. Opción para hacer pronóstico de producción.....  | 155 |
| Ilustración 199. sección de ingreso de datos históricos seleccionando la opción de pronóstico de producción ..... | 155 |
| Ilustración 200. pronóstico exponencial e hiperbólico de la producción de aceite .....                            | 156 |

|   |     |
|---|-----|
| Ilustración 201. Interfaz de los resultados de las partículas de finos .....  | 157 |
| Ilustración 202. Selección manual de las fechas requeridas para resultados.....   | 158 |
| Ilustración 203. Cambios en la porosidad debido a la migración de finos.....  | 159 |
| Ilustración 204. Cambios en la permeabilidad debido a la precipitación de finos .....                                       | 159 |
| Ilustración 205. Cambios en la concentración d finos debido a la precipitación de finos .....                               | 160 |
| Ilustración 206. Gráficos de radio de daño y daño total, teniendo en cuenta todas las fechas<br>ingresadas .....            | 161 |
| Ilustración 207. Interfaz inicial módulo remediación de finos.....  | 162 |
| Ilustración 208. Interfaz de ingreso de propiedades del yacimiento.....   | 164 |
| Ilustración 209. Ventana desplegable de información .....   | 164 |
| Ilustración 210. Importar dato a partir de otro escenario .....   | 165 |
| Ilustración 211. Interfaz de ingreso de datos del diagnóstico de daño .....   | 165 |
| Ilustración 212. Interfaz de ingreso de datos del tratamiento .....   | 166 |
| Ilustración 213. Interfaz ingreso de datos de la composición mineralógica de la formación.....                              | 166 |
| Ilustración 214. Interfaz selección de minerales de la formación .....  | 167 |
| Ilustración 215. Resultados de la variación de la porosidad con respecto al radio, antes y después<br>del tratamiento ..... | 168 |
| Ilustración 216. Resultados de la variación de la porosidad con respecto al radio, antes y después<br>del tratamiento ..... | 168 |
| Ilustración 217. Interfaz inicial modulo tratamiento de Finos .....   | 169 |
| Ilustración 218. Interfaz de Ingreso de Datos Generales .....   | 171 |
| Ilustración 219.Ventana desplegable de información .....  | 171 |
| Ilustración 220. Importar dato a partir de otro escenario .....   | 172 |
| Ilustración 221. Interfaz de ingreso de datos de los minerales presentes (1) .....  | 173 |
| Ilustración 222. Interfaz de ingreso de datos de minerales presentes (2).....   | 174 |
| Ilustración 223. Resultados tratamiento de finos (1).....   | 175 |
| Ilustración 224. Resultados tratamiento de finos (2).....   | 176 |
| Ilustración 225. Ventana de desagregación .....   | 176 |
| Ilustración 226. Sección 'well information' .....   | 178 |
| Ilustración 227. Sección 'production data' .....  | 178 |
| Ilustración 228. Sección 'rock properties' .....  | 179 |
| Ilustración 229. Sección 'Fluid properties' .....   | 180 |
| Ilustración 230. Sección 'effort gradients'.....  | 181 |
| Ilustración 231. Sección 'Hidraulic Units data' .....   | 182 |
| Ilustración 232. Sección 'Damage'.....  | 183 |
| Ilustración 233. Desagregación .....  | 184 |
| Ilustración 234. Formatos de descarga .....   | 185 |
| Ilustración 235. Resultados desagregacion .....   | 186 |
| Ilustración 236. Error desagregacion .....  | 187 |
| Ilustración 237. Pantalla inicial de georreferenciación .....   | 188 |
| Ilustración 238. Mensaje de error, sin elección de variables o configuraciones de daño .....                                | 189 |
| Ilustración 239. Datos y variables de los campos. Vista satelital .....   | 189 |
| Ilustración 240. Datos y variables de los campos, Vista mapa.....   | 190 |
| Ilustración 241. variables que acompañan la georreferenciación .....  | 190 |

|  |     |
|--|-----|
| Ilustración 242. Nombre de la formación, asociada al campo que pertenece .....                                       | 191 |
| <i>Ilustración 243. Colores de los pozos según sus características .....</i>   | 192 |
| Ilustración 244. Vista por campos .....  | 193 |
| Ilustración 245. Botones de vista por pozo y por campo .....   | 193 |
| Ilustración 246 .Distribución de frecuencia de pozos vs factor de radio crítico. ....                                | 193 |
| Ilustración 247. Opciones de daño.....   | 194 |
| Ilustración 248. Distribución de frecuencia contra el Skin de formación .....  | 194 |
| Ilustración 249 .Interfaz de inicio de Scenario Report.....  | 195 |
| Ilustración 250. Elección de Proyecto .....  | 195 |
| Ilustración 251. IPR Analysis Report.....  | 196 |
| Ilustración 252. Interfaz de Inventario de datos.....  | 197 |
| Ilustración 253. Cuencas disponibles en el inventario .....  | 197 |
| Ilustración 254. Porcentaje de datos de campo necesarios por tipo de análisis .....                                  | 198 |
| Ilustración 255. Detalles del inventario de datos.....   | 198 |
| Ilustración 256. Mensaje de error por falta de información en los escenarios .....                                   | 199 |
| Ilustración 257. Porcentajes disponibles según formación seleccionada .....  | 199 |
| Ilustración 258. Porcentajes disponibles según intervalo productor seleccionado.....                                 | 200 |
| Ilustración 259. Interfaz de General Data Inventory al escoger una cuenca .....                                      | 201 |
| Ilustración 260. Inventario de Datos detallados del campo .....  | 202 |
| Ilustración 261. Mensaje que indica la falta de información en los campos .....                                      | 202 |
| Ilustración 262. Inventario de datos del campo seleccionado.....   | 203 |
| Ilustración 263. Información disponible según intervalo productor seleccionado .....                                 | 204 |
| Ilustración 264. Mensaje de Error por falta de datos en el intervalo productor seleccionado .....                    | 204 |
| Ilustración 265. Interfaz de Data Inventory By Analysis Type.....  | 205 |
| Ilustración 266. Estadísticos tipo torta con porcentajes de datos que se tienen de cada tipo de análisis.....        | 205 |
| Ilustración 267. Datos detallados de la información disponible y completa de pozos, según cada tipo de análisis..... | 206 |
| Ilustración 268. Interfaz de Información del Usuario .....   | 206 |
| Ilustración 269. menú de ayuda .....   | 207 |
| Ilustración 270. Ayuda, Guía práctica para el diagnóstico y remediación del daño de formación. ....                  | 207 |
| Ilustración 271. Sección de descargas.....   | 208 |
| Ilustración 272. Sección de descarga Help Info.....  | 208 |
| Ilustración 273. Sección de descarga del curso de daño de formación del año 2016 .....                               | 209 |
| Ilustración 274. Sección de descarga de información del curso de daño de formación de IFDM ..                        | 209 |
| Ilustración 275. Lista de Solicitudes .....  | 210 |
| Ilustración 276. Lista de solicitudes, información relacionada con el pozo.....                                      | 210 |
| Ilustración 277. Información relacionada con el intervalo de producción, Producing interval.....                     | 211 |
| Ilustración 278. Botón que redirigirá a la pantalla de inicio, Cancel.....   | 211 |
| Ilustración 279. Opción Log Out para salir del aplicativo.....   | 212 |
| Ilustración 280. Acceso al sistema, al finalizar sección. ....   | 212 |

## PROLOGO

INTEGRATED FORMATION DAMAGE MODEL (IFDM) constituye una herramienta computacional que permite el estudio integrado del daño de formación incluyendo opciones como análisis IPR, desagregación del daño de formación por componentes, discretización del daño de formación por mecanismos de daño mediante el análisis Multiparamétrico, diagnóstico de daño por asfaltenos precipitados y migración de finos, diagnóstico de daño geomecánico, análisis de sensibilidades, herramientas de visualización con bases de datos georreferenciadas, entre muchas otras. IFDM fue desarrollado con el fin de manejar la información del daño de formación de los campos colombianos operados por el grupo empresarial ECOPETROL para realizar un diagnóstico y discretización de los mecanismos de daño más relevantes, así como visualizar tendencias y riesgo de daño, presentando parámetros estadísticos de interés para los análisis y estudios integrados sobre este tema.

El presente Manual de Usuario detalla la entrada de datos para realizar los análisis mencionados previamente. Se requiere cierto conocimiento básico de ingeniería de yacimientos al igual que una experiencia sobre el estudio de daño de formación.

Si surgen consultas, sírvase contactar al:

**Grupo de Investigación de dinámicas de flujo y transporte.**

Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas

Medellín, Colombia

Teléfono: 4255196

Sitio Web: <http://dftmp.co/>

Correo electrónico: dft\_med@unal.edu.co

**Confidencialidad:** Todos los componentes de la tecnología del IFDM, incluido el software y la documentación conexa, están protegidos por derechos de autor. Todos los derechos reservados. Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra y la transmisión por cualquier medio o método, ya sea electrónico, mecánico u otro, incluyendo los sistemas de fotocopia, registro o tratamiento informático, que no esté autorizada por las entidades participantes.

## 1 INTRODUCCIÓN

Este manual de usuario se presenta como una herramienta detallada para el uso del software web IFDM por sus siglas en inglés (modulo integrado de daño de formación) en él se detallan los módulos de bases de datos, gestión de proyectos y georreferenciación, con sus múltiples herramientas de pre diagnóstico en temas relacionados con el daño de formación.

Mediante el contenido de este manual el usuario podrá comprender de una manera sencilla el correcto uso del aplicativo, así como consultar las dificultades que se presenten en el manejo del mismo.

## 2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

### 2.1 Acceso al sistema

Se denomina *Acceso al sistema* a la interfaz inicial que permite al usuario ingresar al aplicativo, esto lo puede hacer mediante el siguiente link: <http://ifdm.dftmp.co/>



*Ilustración 1. Interfaz de ingreso de usuario*

En el recuadro denotado como *Username* se ingresa el usuario que le será previamente asignado. En el recuadro denotado como *Password* se ingresa la contraseña. Finalmente se da clic en el botón azul con la descripción *Submit* para ingresar al sistema.

### 2.1.1 Mensajes de error

En el caso que el usuario y su contraseña no coincidan o no existan en el sistema, se presenta el mensaje de error de la Ilustración 2.

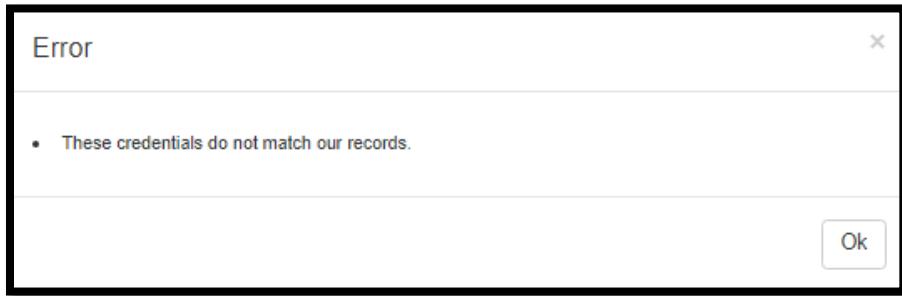


Ilustración 2. Mensaje de error login

### 2.2 Inicio (*Home*)

La ventana principal es el inicio del aplicativo IFDM y se puede observar en la Ilustración 3.

En la parte superior izquierda de la pantalla se encuentran los accesos a los módulos, *Home*, *Database*, *Project Management*, *Georeference*, *Scenario Report*, *Data Inventory* y *Help*, los cuales serán detallados en siguientes apartados; además en la parte derecha de la pantalla se encuentran los botones, Request, Users y Log out.

En esta ventana tiene una breve descripción del aplicativo, indicando quienes son los responsables de su creación y correcto funcionamiento, además de se encuentra la sección de Proyectos (*Projects*) que se explica a continuación.

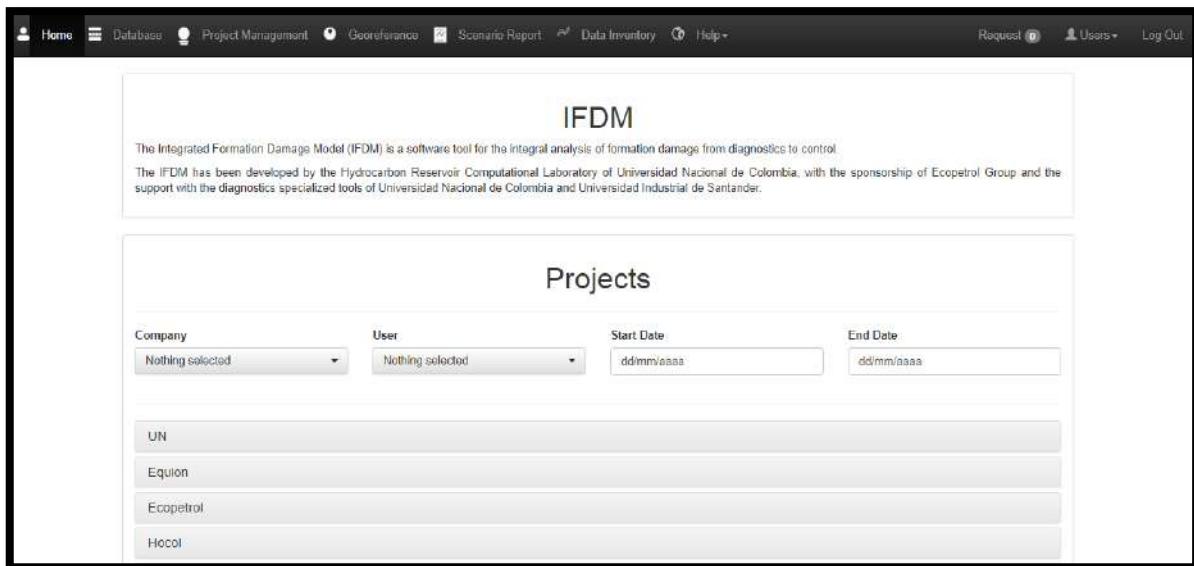


Ilustración 3. Interfaz de inicio del aplicativo

En el panel de proyectos (*Projects*) mostrado en la Ilustración 4 se permite el acceso a los proyectos existentes en el aplicativo mediante su búsqueda por criterios como: compañía a la que pertenece el proyecto (*Company*), el usuario al que está asociado (*User*) o las fechas de inicio (*Start date*) o de finalización del proyecto (*End date*); en la parte inferior también existe la posibilidad de seleccionar un proyecto usando un menú desplegable que está segmentado según la compañía (ver Ilustración 5), aquí se observará el nombre del proyecto, fecha de última modificación y su descripción, al dar clic en el nombre de algún proyecto, automáticamente el aplicativo mostrará los escenarios existentes en él.

The screenshot shows a search interface titled 'Projects'. At the top, there are four input fields: 'Company' (dropdown menu showing 'Nothing selected'), 'User' (dropdown menu showing 'Nothing selected'), 'Start Date' (text input field 'dd/mm/aaaa'), and 'End Date' (text input field 'dd/mm/aaaa'). Below these fields is a list of companies: UN, Equion, Ecopetrol, Hocol, and UIS, each represented by a button-like element.

Ilustración 4. Panel de proyectos (*Projects*)

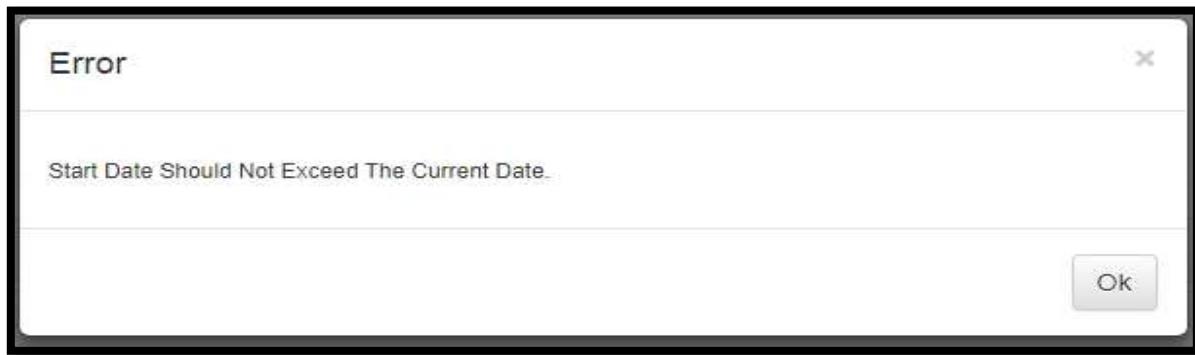
The screenshot shows the 'Projects' interface with the 'Company' filter set to 'UN'. Below the filters is a table listing various projects:

| Name                    | Date       | Description             |
|-------------------------|------------|-------------------------|
| Curso CASTILLA N - 144  | 2018-05-25 | Test                    |
| UN                      | 2018-06-05 | Test                    |
| Johanna - Curso Neiva   | 2018-06-18 | 7 Escenarios de Daño    |
| Juan Vallejo            | 2018-06-20 | Prueba                  |
| multipro                | 2018-06-20 | proyecto multipropósito |
| Ingrid Bustos           | 2018-07-12 | Test IFDM               |
| Test Asfaltenos - Fines | 2018-08-27 | test                    |
| Asphaltenes             | 2018-08-30 | Asphaltenes tests       |

Below the table, there are additional company names: Equion and Ecopetrol, each in its own button-like element.

Ilustración 5. Menú desplegable de proyectos

Si las fechas ingresadas no corresponden a ningún proyecto en la base de datos del aplicativo, se lanzará un mensaje informando el error, como se observa en la Ilustración 6



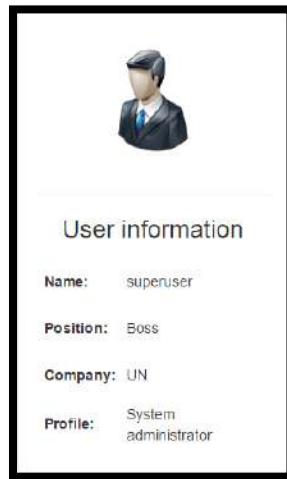
*Ilustración 6. Error en búsqueda de proyectos*

Antes de explicar con detalle todos los menús disponibles, a continuación, se va a hacer énfasis en los perfiles de usuario que el aplicativo reconoce:

### 2.2.1 Perfiles de usuario (*User Information*)

En el aplicativo existen tres tipos de usuarios:

- Administradores globales
- Administradores locales
- Ingenieros



*Ilustración 7. Perfil de Usuario*

Algunos perfiles de usuario tienen facultades restringidas por lo que no podrán ver cierto tipo de información. Los administradores globales tienen acceso a toda la información que sea detallada en el presente manual. Los administradores locales también tendrán acceso a toda la información de los administradores globales, pero con respecto a sus compañías. Por su parte los ingenieros tendrán acceso a la gestión de proyectos y al módulo de georreferenciación, que serán detallados en las siguientes secciones.

### 2.2.2 Botón Users

Como se observa en la Ilustración 8, el botón *Users* da acceso a una lista desplegable con las opciones *Sign up*, *User Management* y *User Statistics*.

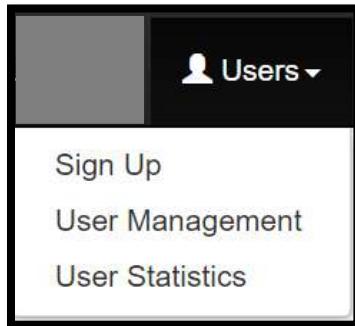


Ilustración 8. Lista desplegable del botón de usuario.

- *Sign Up*

Esta opción permite el registro del usuario, al dar clic aparecerá la pantalla de la Ilustración 9. Los datos que corresponden a nombre de usuario (*User Name*), nombre completo (*Full Name*), perfil (*Profile*), cargo *Position*, género (*Gender*), correo electrónico *E-Mail*, contraseña (*Password*) y confirmación de contraseña (*Confirm Password*) son obligatorios y deben ser ingresados manualmente por el usuario. El dato correspondiente a la compañía (*Company*) es obligatorio para ciertos perfiles de usuario y se debe seleccionar de la lista que es desplegada al accionar dicho espacio del formulario. Para concluir el proceso de registro se pulsa el botón agregar (*Add*) en la parte inferior del formulario.

Ilustración 9. Entorno del registro de usuario

- *User Management*

Al ingresar a edición de usuarios (*User management*), se podrá ver (*show*), actualizar (*update*), borrar (*delete*), los perfiles de los distintos usuarios del sistema y modificar cargos que ocupan los usuarios.

| Name               | Profile                 | E-mail                                | Actions |        |        |
|--------------------|-------------------------|---------------------------------------|---------|--------|--------|
| richard.zabala     | Ecopetrol administrator | richard.zabala@ecopetrol.com.co       | Show    | Update | Delete |
| jimmejica          | System administrator    | jimmejica@unal.edu.co                 | Show    | Update | Delete |
| alejandro.restrepo | Equion administrator    | alejandro.restrepo@equion-energia.com | Show    | Update | Delete |
| kyespinosaz        | System administrator    | kyespinosaz@unal.edu.co               | Show    | Update | Delete |
| juarbelaezga       | System administrator    | juarbelaezga@unal.edu.co              | Show    | Update | Delete |
| cjonathanm         | System administrator    | cjonathanm@unal.edu.co                | Show    | Update | Delete |
| oveimar            | Engineer                | oveimar@unal.edu.co                   | Show    | Update | Delete |

Ilustración 10. Panel de administración de usuarios

Para editar información acerca de los usuarios se da clic en el botón de color anaranjado actualizar (*Update*), en el que se mostrara una pantalla con la información de los perfiles que está disponible para edición. También para poder salir de la edición de usuarios podrá darse clic en volver (*back*).

### User edit - richard.zabala

|  |  |
|--|--|
| <b>Company*</b><br><input type="text" value="Ecopetrol"/>                      | <b>Profile*</b><br><input type="text" value="System administrator"/>           |
| <b>Gender*</b><br><input type="text" value="Male"/>                            | <b>Password*</b><br><input type="text"/>                                       |
| <b>Confirm Password*</b><br><input type="text"/>                               | <b>E-mail*</b><br><input type="text" value="richard.zabala@ecopetrol.com.co"/> |
| <b>Position*</b><br><input type="text" value="Profesional Daño de Formación"/> | <input type="button" value="Back"/> <input type="button" value="Next"/>        |

Ilustración 11. Panel de edición de información de un Usuario

En los campos de *Password* el usuario puede volver a digitar la misma contraseña, o crearse una nueva contraseña para poder continuar con la edición, una vez realizada esta operación y dar siguiente (*next*), el aplicativo se redireccionara a la lista de usuarios (*user list*) o en caso de haber diligenciado mal un campo mostrará la pantalla de error.

### 2.2.3 Mensajes de error

En caso de no llenar alguno de los campos que se indican con obligatorio (\*) o en el caso de que el formato en el que han sido diligenciado no sea el correcto, aparecerá el mensaje de error de la



Ilustración 12 será desplegado, especificando cuáles son los campos que no han sido diligenciados, señalando en color rojo el recuadro en dónde se presenta dicho error.



Ilustración 12. Mensaje de error registro y manejo de usuarios.

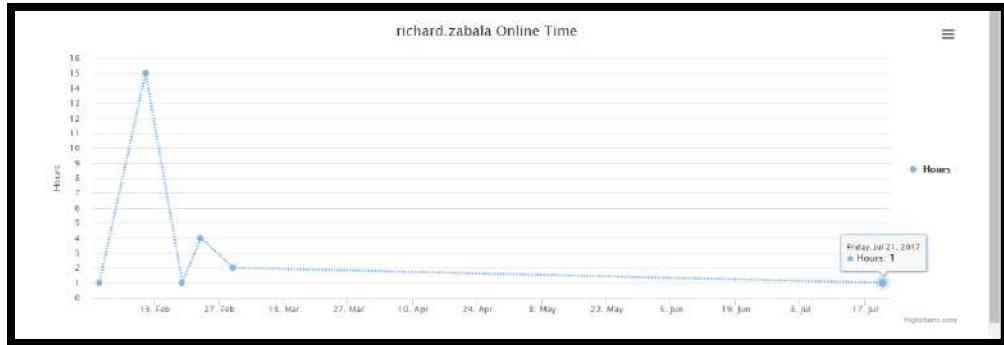
- *User Statistics*

Al ingresar a User Statistics, se podrá visualizar una estadística de la cantidad de usuarios por mes que ingresen a la aplicación IFDM, discretizados por cada compañía: (All, UN, Equion, Ecopetrol, Hocol, UIS). Además, se encuentra información de Usuario (*User*), compañía(*Company*), tiempo del usuario en la aplicación (*Online Time*) y detalles (*View Detail*), como se observa en la Ilustración 13



*Ilustración 13.* Panel de Estadística de Usuarios

Al ingresar a *View Details* de cualquier usuario se observa un nuevo estadístico que representa las horas activas en la herramienta, en los últimos meses.



*Ilustración 14.* Grafico estadístico de horas activas de un Usuario

Además, existe una opción en la parte superior derecha del grafico estadístico que permite imprimir o guardar este estadístico en formato PNG, JPEG, PDF o SVG.



*Ilustración 15.* Opciones disponibles para imprimir o descargar

### 3 MODULO DE BASES DE DATOS (*Database*)

Esta sección contiene la información básica de los escenarios ingresados al sistema, e igualmente permite el ingreso de nuevos datos con el fin de crear escenarios y posteriores proyectos.

A partir de este módulo se puede comenzar con la creación de un nuevo proyecto, por lo que por cuestiones de seguridad solo se tiene permiso de ingreso a usuarios específicos (Company and administrators).

#### 3.1 Interfaz inicial *Database*

La interfaz de inicio de este módulo cuenta con una descripción corta del módulo en su parte superior y dos paneles: el primero para el ingreso de datos y el segundo para la edición de datos.

El panel de ingreso de datos (*Add Data*) se agrupa por: cuenca (*Basin*), campo (*Field*), formación (*Formation*), pozo (*Well*), intervalo productor (*Producing Interval*), variables de daño (*Damage Variables*) y Función de filtrado (*Filtration function*).

El panel de edición de datos (*Data Management*) se agrupa por: cuenca (*Basin*), campo (*Field*), formación (*Formation*), pozo (*Well*), intervalo productor (*Producing Interval*), Proyecto (*Project*) y función de filtrado (*filtration function*).

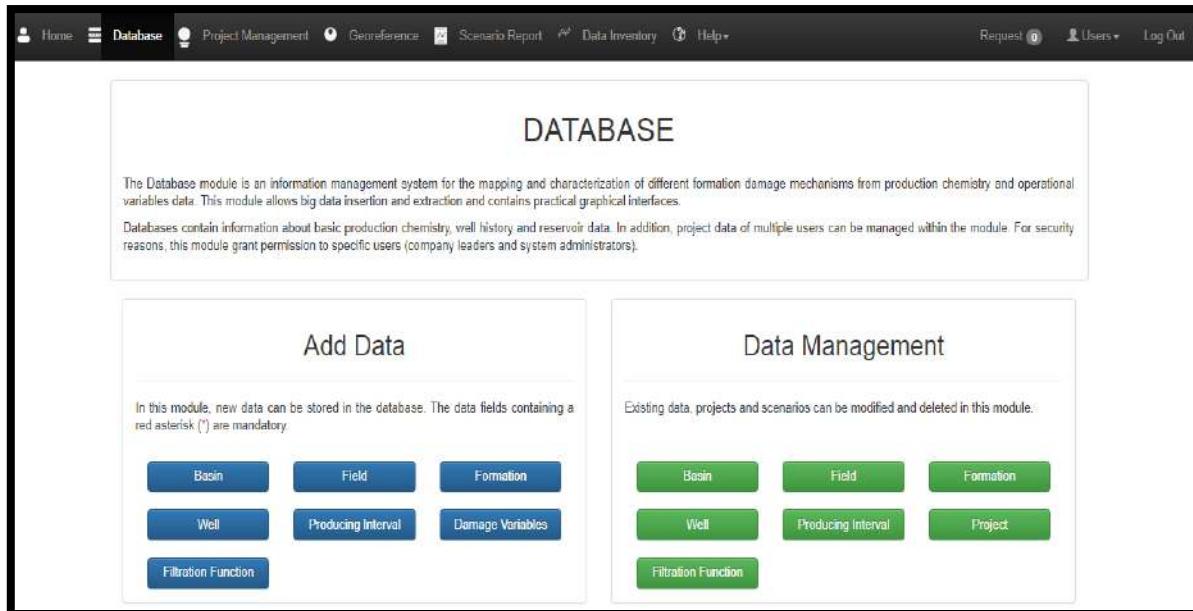


Ilustración 16. Interfaz inicial de la pestaña 'Database'

### 3.2 Insertar datos de cuencas

Al seleccionar el criterio de ingresar datos de cuencas en *Basin*, se abre la interfaz mostrada en la Ilustración 17.

The screenshot shows a user interface for managing geological data. On the left, a vertical sidebar titled 'Add Data' lists categories: Basin, Field, Formation, Well, Producing Interval, Damage Variables, and Filtration Function. The 'Basin' option is selected. The main area is divided into two panels: 'Add Basin' and 'Add Field'. The 'Add Basin' panel contains a 'Name\*' input field and 'Save'/'Cancel' buttons. The 'Add Field' panel contains dropdowns for 'Basin\*' (set to 'Nothing selected') and 'Name\*', and sections for 'PVT Data' and 'Coordinates', each with an 'Add' button. A large black rectangular box surrounds the entire interface.

*Ilustración 17. Ingreso de datos por el criterio cuenca*

Esta se compone por los paneles agregar cuenca y agregar campo, pero en éste criterio de ingreso sólo es necesario llenar el primero con el nombre de la cuenca. El usuario no recibirá confirmación por parte del aplicativo del ingreso correcto de los datos por el criterio cuenca, en el caso en que los datos se ingresen correctamente el aplicativo lo enviará a la pantalla de inicio detallada en el apartado 3.1. Si el usuario desea cancelar el ingreso de los datos, se pulsa el botón en color rojo Cancel.

### 3.3 Insertar datos de campos

Al seleccionar el criterio de ingresar datos de campos se abre la interfaz de la Ilustración 18.

Esta se compone por los paneles agregar cuenca y agregar campo, pero en éste criterio sólo es necesario llenar el segundo panel. Los datos requeridos son: la cuenca *Basin*, el nombre del campo *Name* y opcionalmente las coordenadas *Coordinates*. También se cuenta con una tabla para el ingreso de las propiedades PVT de dicho campo. La cuenca se selecciona de una lista desplegable en el sistema. Cuando se complete esta información basta con realizar clic en el botón *Save* de color azul. El usuario no recibirá confirmación por parte del aplicativo del ingreso correcto de los datos por el criterio campo, en el caso en que los datos se ingresen correctamente el aplicativo lo enviará a la pantalla de inicio detallada en el apartado 3.1. Si el usuario desea cancelar el ingreso de los datos, se pulsa el botón en color rojo *Cancel*.

The screenshot shows a web-based application interface for managing geological data. At the top, there is a navigation bar with links for 'Request (0)', 'Users', and 'Log Out'. Below the navigation bar, there are two main panels:

- Add Basin Panel:** This panel is titled 'Add Basin'. It contains a single input field labeled 'Name\*' with a placeholder 'Name' and a red asterisk indicating it is required. To the right of the input field are two buttons: a blue 'Save' button and a red 'Cancel' button.
- Add Field Panel:** This panel is titled 'Add Field'. It includes several input fields and dropdown menus:
  - A dropdown menu for 'Basin\*' with the option 'Nothing selected'.
  - An input field for 'Name\*' with a red asterisk.
  - A dropdown menu for 'PVT Data' with the option 'Add PVT Data'.
  - A dropdown menu for 'Coordinates' with the option 'Add Coordinates'.
 To the right of these fields are two buttons: a blue 'Save' button and a red 'Cancel' button.

Ilustración 18. Ingreso de datos por el criterio campo

### 3.3.1 Ingreso de las coordenadas

Las coordenadas se deben ingresar ordenadamente y en unidades decimales. El sistema coordenado es MAGNA SIRGAS. En la primera columna se especifican los datos de latitud (Lat.), en la segunda columna los datos de longitud (Lon.) y en la tercera columna los de orden *Order*. Los datos de orden no son más que una numeración desde 1 hasta el número de coordenadas que se desee ingresar. Al colocar el cursor encima del botón *Add coordinates* el aplicativo muestra una descripción ejemplificada de lo que se requiere.

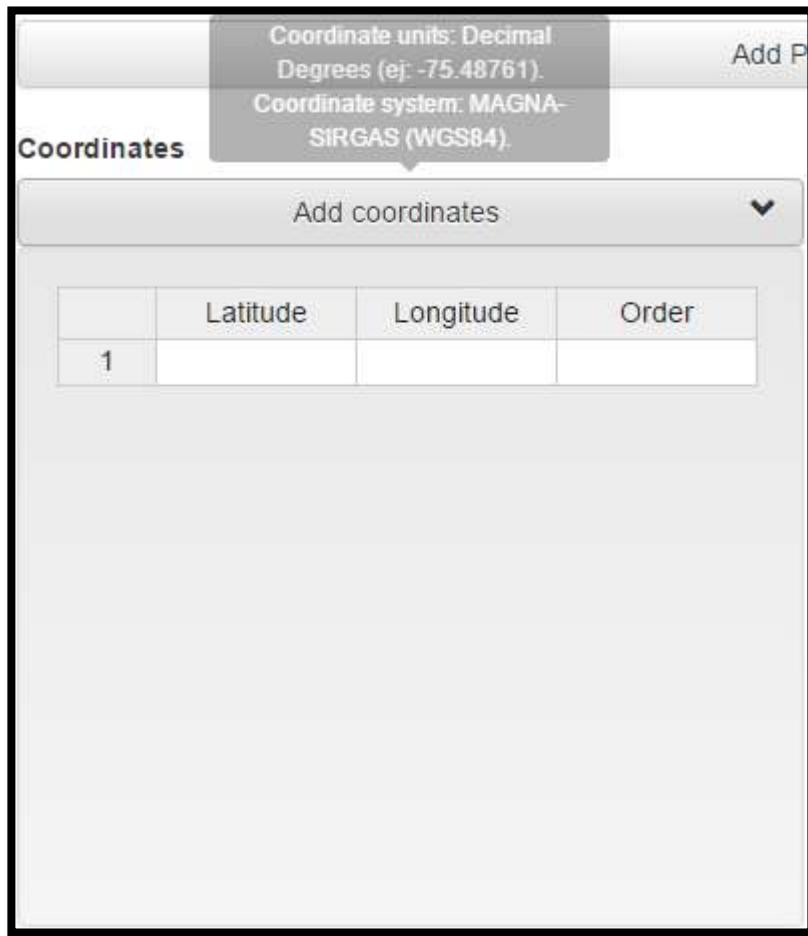


Ilustración 19. Ingreso de coordenadas

### 3.3.2 Ingreso de las propiedades PVT

En este módulo, al pulsar el botón de agregar datos PVT, se despliega una tabla (ver Ilustración 20) en la que el usuario puede agregar datos como viscosidad del aceite ( $\mu_o$ ) en centipoise, viscosidad del gas ( $\mu_g$ ) en centipoise, viscosidad del agua ( $\mu_w$ ) en centipoise, factor volumétrico del petróleo ( $B_o$ ) en RB/STB, factor volumétrico del gas ( $B_g$ ) en RCF/SCF, factor volumétrico del agua ( $B_w$ ) en RB/STB, factor de gas disuelto ( $R_s$ ) en SCF/STB y el factor de aceite volátil ( $R_v$ ) en STB/SCF.

|   | Pressure | $\mu_o$ [cP] | $\mu_g$ [cP] | $\mu_w$ [cP] | $B_o$ [RB/STB] | $B_g$ [RCF/SCF] | $B_w$ [RB/STB] | $R_s$ [SCF/STB] | $R_v$ [STB/SCF] |
|---|----------|--------------|--------------|--------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 |          |              |              |              |                |                 |                |                 |                 |

Ilustración 20. Panel de ingreso de propiedades PVT

### 3.3.3 Error

En el caso de que los datos no se ingresen correctamente se despliega el mensaje de error mostrado en la Ilustración 21.



Ilustración 21. Error de ingreso de datos

### 3.4 Insertar datos de formaciones

Al seleccionar el criterio de ingresar datos de formaciones en (*Formation*), se abre la interfaz de la Ilustración 22.

Ilustración 22. Interfaz del ingreso de datos por formación

Esta se compone por los paneles datos generales (*General Data*) y datos del yacimiento (*Reservoir Data*). Los datos requeridos en el primer panel son: el campo (*Field*) y el nombre de la formación (*Name*). El campo se selecciona de una lista desplegable en el sistema. En el segundo panel se debe ingresar los datos del tope (*top*) de la formación en ft, el espesor neto productor promedio (*Average Net Pay*) en ft, porosidad promedio (*Average Porosity*) en porcentaje, permeabilidad promedio (*Average Permeability*) en milidarcys y Presión de yacimiento (*Reservoir Pressure*) en psia.

Adicional a esto, el aplicativo permite el ingreso de las curvas de permeabilidad relativa Agua – Aceite y Gas – Líquido. En el primer caso se deben especificar: saturación de agua ( $S_w$ ), permeabilidad relativa al agua ( $K_{rw}$ ), permeabilidad relativa al aceite ( $K_{ro}$ ) y presión capilar agua-aceite ( $P_{cwo}$ ). En el segundo caso se deben especificar saturación de gas ( $S_g$ ), permeabilidad relativa al gas ( $K_{rg}$ ), permeabilidad relativa al líquido ( $K_{rl}$ ) y presión capilar gas-líquido ( $P_{cgl}$ ), en ambos casos se puede graficar las curvas correspondientes al dar clic en el botón *plot* de color azul.

*Ilustración 23. Ingresos de datos de permeabilidad relativa y presión capilar*

Cuando se complete la información anterior basta con realizar clic en el botón (*Save*) de color azul. El usuario no recibirá confirmación por parte del aplicativo del ingreso correcto de los datos por el criterio formaciones, en el caso en que los datos se ingresen correctamente el aplicativo lo enviará a la pantalla de inicio detallada en el apartado 3.1. Si el usuario desea cancelar el ingreso de los datos, se pulsa el botón en color rojo (*Cancel*).

### 3.4.1 Error

En el caso de que los datos no se ingresen correctamente se despliega el mensaje de error mostrado en la Ilustración 24.



*Ilustración 24. Error por información faltante. Confirmación de guardar*

### 3.5 Insertar datos de pozos

Al seleccionar el criterio de ingresar datos de pozos se abre la interfaz mostrada en la Ilustración 25 e Ilustración 26.

 A screenshot of a web-based application interface for adding a well. The top navigation bar includes links for Home, Database, Project Management, Georeference, Scenario Report, Data Inventory, Help, Request, Users, and Log Out. On the left, a sidebar titled "Add Data" lists categories: Basin, Field, Formation, Well, Producing Interval, Damage Variables, and Filtration Function. The main content area is titled "Add Well" and contains two tabs: "Add Well" (selected) and "Fluid Characterization". The "General Data" section requires "Basin\*" and "Field\*" inputs, both with dropdown menus. It also has a "Name\*" input field. The "Well data" section includes fields for "Type" (dropdown), "BHP" (dropdown with unit "psia"), "Well Radius" (input with unit "ft"), and "Drainage Radius" (input with unit "ft"). All required fields are marked with an asterisk (\*).

*Ilustración 25. Ingreso de datos por pozo (Parte I)*

The screenshot displays a software interface for managing well data. At the top, there's a header bar with the text "Production data". Below it is a table with columns for Date, Qo, Cumulative Qo, Qg, Cumulative Qg, Qw, and Cumulative Qw. The table has two rows, labeled 1 and 2. Below this is another panel titled "Surface coordinates" containing fields for Latitude, Longitude, and TVD, each with input boxes and dropdown menus. At the bottom right are two buttons: a blue "Add" button and a red "Cancel" button.

Ilustración 26. Ingreso de datos por pozo (Parte II)

Esta interfaz se compone de paneles para agregar la información del pozo y la caracterización del fluido, como se observa en la Ilustración 27.



Ilustración 27. Pestañas de selección para el ingreso de datos

### 3.5.1 Información del pozo (Add Well)

Los datos requeridos en el primer panel son: la cuenca (*Basin*), el campo *Field* y el nombre del pozo (*Name*). La cuenca y el campo se seleccionan de una lista desplegable en el sistema. En el panel de datos del pozo (*Well data*), se puede ingresar: el tipo de pozo, la presión de fondo (BHP) en psia, el radio de pozo (*Well radius*) en pies y el radio de drenaje (*Drainage radius*) en pies.

**General data**

**Basin\*** **Field\***

**Name\***

**Well data**

**Type** **BHP**  
psia psia

**Well radius** **Drainage radius**  
ft ft

Ilustración 28. Información general y del pozo

En los datos de producción *Production Data*, se muestra una tabla de parámetros que el usuario puede ingresar si lo considera. Están disponibles los parámetros: fecha (*Date*), caudal de aceite (*Qo*), caudal de aceite acumulado (*Cummulative Qo*) caudal de gas (*Qg*), caudal de gas acumulado (*Cummulative Qg*), caudal de agua (*Qw*), caudal de agua acumulado (*Cummulative Qw*), finalmente al llenar todos los datos se podrá dibujar en un gráfico el comportamiento de estos parámetros al dar clic en el botón *Plot* de color azul.

**Production Data**

|   | Date      | Qo<br>[bbl/day] | Cummulative Qo<br>[bbl] | Qg<br>[MMScf/day] | Cummulative Qg<br>[MMScf] | Qw<br>[bbl/day] | Cummulative Qw<br>[bbl] |
|---|-----------|-----------------|-------------------------|-------------------|---------------------------|-----------------|-------------------------|
| 1 | June 2018 |                 |                         |                   |                           |                 |                         |

June 2018

Sun Mon Tue Wed Thu Fri Sat

|    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
| 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |

**Plot**

Ilustración 29. Ingreso de datos de producción

Además el usuario debe agregar las coordenadas del pozo, como se explica en el apartado 3.5.3 3.5.3 Ingreso de las coordenadas.

### 3.5.2 Caracterización del fluido

Los ítems requeridos en el primer panel o panel de propiedades del fluido son: tipo de fluido (*Fluid type*), gravedad API (*API gravity*) en grados API, la relación agua – petróleo (WOR) en STB/STB, la relación gas – petróleo (GOR) en MMSCF/STB, la relación de condensado – gas (CGR) en STB/MMSCF, relación líquido – gas (LGR), relación gas – agua (GWR), la gravedad específica del gas (*Specific gas gravity*) y la presión de saturación del fluido (*Saturation pressure*). El tipo de fluido se debe seleccionar de la lista desplegada al accionar el botón. Dependiendo del tipo de fluido seleccionado, ciertos espacios para el ingreso de datos no serán requeridos por lo que se bloquean en color gris oscuro.

| Fluid properties           |                             |
|----------------------------|-----------------------------|
| <b>Fluid type</b>          | <b>API gravity</b>          |
| Black oil                  | °API                        |
| <b>WOR</b>                 | <b>GOR</b>                  |
| STB/STB                    | MMSCF/STB                   |
| <b>CGR</b>                 | <b>LGR</b>                  |
| STB/MMSCF                  | STB/MMSCF                   |
| <b>GWR</b>                 | <b>Specific gas gravity</b> |
| MMSCF/STB                  | -                           |
| <b>Saturation pressure</b> |                             |
| psia                       | psia                        |

Ilustración 30. Ingreso de propiedades del fluido

En el panel de información PVT, los datos deben ser ingresados a la presión promedio del yacimiento. Datos como: la viscosidad del aceite (*Oil viscosity*) en centipoise, la viscosidad del gas (*Gas viscosity*) en centipoise, la viscosidad del agua *Water viscosity* en centipoise, el factor volumétrico del agua (*FVF water*) en RB/STB, el factor volumétrico del petróleo (*FVF oil*) en RB/STB, el factor volumétrico del gas (*FVF gas*) en RCF/STB, son requeridos.

PVT Information At Average Reservoir Pressure

|                             |                              |
|-----------------------------|------------------------------|
| <b>Oil Viscosity</b>        | <b>Gas Viscosity</b>         |
| <input type="text"/> cP     | <input type="text"/> cP      |
| <b>Water Viscosity</b>      | <b>FVF Water</b>             |
| <input type="text"/> cP     | <input type="text"/> RB/STB  |
| <b>FVF Oil</b>              | <b>FVF Gas</b>               |
| <input type="text"/> RB/STB | <input type="text"/> RCF/SCF |
| <input type="text"/> RB/STB | <input type="text"/> RCF/SCF |

**Save** **Cancel**

Ilustración 31. Panel de información PVT

Cuando se complete esta información basta con realizar clic en el botón *Save* de color azul. El usuario no recibirá confirmación por parte del aplicativo del ingreso correcto de los datos por el criterio pozos, en el caso en que los datos se ingresen correctamente el aplicativo lo enviará a la pantalla de inicio detallada en el apartado 3.1. Si el usuario desea cancelar el ingreso de los datos, se pulsa el botón en color rojo *Cancel*.

### 3.5.3 Ingreso de las coordenadas

En el Panel *Surface Coordinates*, finalmente se realiza el ingreso de las coordenadas, el sistema coordinado es MAGNA SIRGAS. En este panel se especifican los datos de latitud (*Latitude*), longitud (*Longitude*) y la profundidad vertical *TVD* en ft. Al colocar el cursor encima de cada sección para ingreso de coordenadas el aplicativo muestra una descripción ejemplificada de lo que se requiere.

Surface Coordinates

Coordinate Units: Decimal Degrees (E: -75.48761). Coordinate System: MAGNA-SIRGAS (WGS84).

|                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| <b>Latitude</b>         | <b>Longitude</b>       |
| <input type="text"/> °  | <input type="text"/> ° |
| <b>Total TVD</b>        |                        |
| <input type="text"/> ft | ft                     |

**Save** **Cancel**

Ilustración 32. Ingreso de coordenadas

### 3.5.4 Error

En el caso de que los datos no se ingresen correctamente se despliega el mensaje de error mostrado en la Ilustración 33.

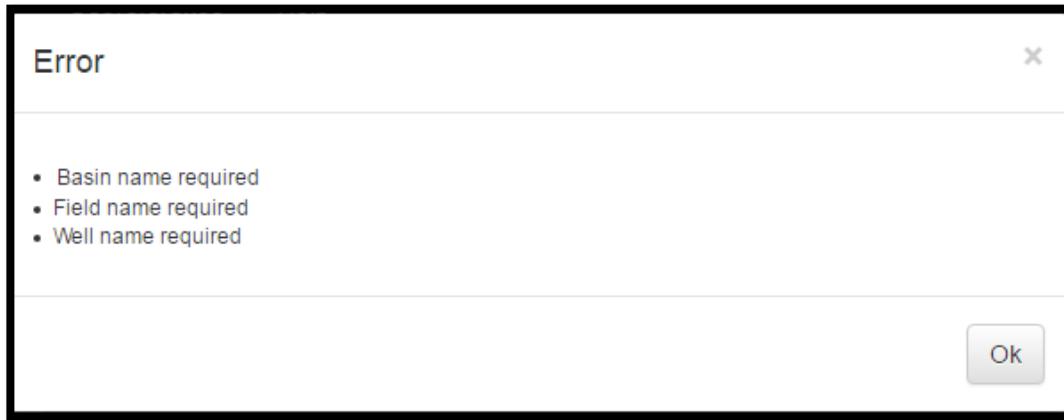


Ilustración 33. Mensaje de información faltante

### 3.6 Insertar datos de intervalos productores

Al seleccionar el criterio de ingresar datos de intervalos productores se abre la interfaz de la Ilustración 34 e Ilustración 35. Esta se compone por los paneles de datos generales (*General Data*) y datos de yacimiento (*Reservoir Data*).

The screenshot shows a software application window. At the top is a navigation bar with 'Home', 'Database', 'Project management', 'Georeference', 'Help', 'Users', and 'Log out'. On the left is a sidebar titled 'Add data' with options: Basin, Field, Formation, Well, Producing interval, and Damage variables. The main content area is titled 'Producing interval'. It contains a 'General data' section with four dropdown menus labeled 'Basin\*', 'Field\*', 'Well\*', and 'Formation\*', each showing 'Nothing selected'. Below these is a 'Name\*' label with an associated input field. The entire window has a light gray background.

Ilustración 34. Ingreso de datos por intervalos productores (Parte I)

The screenshot shows a form titled "Reservoir data". It contains several input fields and dropdown menus. At the top left is a "Top" field with units "ft" and a "Net Pay" field with units "ft". Below these are "Porosity" and "Permeability" fields, both with percentage and mD units respectively. A "Reservoir Pressure" field with units "psia" is also present. Below these fields is a section titled "Relative Permeability And Capilar Pressure" with dropdowns for "Water-Oil" and "Gas-Liquid". At the bottom right are "Save" and "Cancel" buttons.

Ilustración 35. Ingreso de datos por intervalos productores (Parte II)

### 3.6.1 Ingreso de Datos Generales de los Intervalos Productores

En *General Data* el aplicativo requiere: La cuenca *Basin*, el campo *Field*, el pozo *Well*, la formación *Formation* y el nombre del intervalo productor *Name*.

The screenshot shows a form titled "General data". It contains four dropdown menus labeled "Basin\*", "Field\*", "Well\*", and "Formation\*", each with the option "Nothing selected". Below these dropdowns is a text input field labeled "Name\*".

Ilustración 36. Panel de datos generales

### 3.6.2 Ingreso de datos de yacimiento de los intervalos productores

En los datos de yacimiento se requiere: Tope *Top* en pies, espesor del intervalo *Net pay* en pies, porosidad *porosity* en porcentaje, permeabilidad *Permeability* en milidarcys y presión de yacimiento *Reservoir pressure* en psia.

Reservoir data

**Top** ft ft

**Net pay** ft ft

**Porosity** % %

**Permeability** mD mD

**Reservoir pressure** psia psia

Ilustración 37. Panel de datos del yacimiento

### 3.6.3 Ingreso de Curvas de Permeabilidad Relativa de los intervalos productores

Adicional a esto el aplicativo permite el ingreso de las curvas de permeabilidad relativa Agua – Aceite y Gas – Líquido. En el primer caso se deben especificar: saturación de agua ( $S_w$ ), permeabilidad relativa al agua ( $K_{rw}$ ), permeabilidad relativa al aceite ( $K_{ro}$ ) y presión capilar agua-aceite ( $P_{cwo}$ ). En el segundo caso se deben especificar saturación de gas ( $S_g$ ), permeabilidad relativa al gas ( $K_{rg}$ ), permeabilidad relativa al líquido ( $K_{rl}$ ) y presión capilar gas-líquido ( $P_{cgl}$ ).

**Relative permeability and Capillary pressure**

| Water-Oil |       |          |          |           | Gas-Liquid |       |          |          |           |
|-----------|-------|----------|----------|-----------|------------|-------|----------|----------|-----------|
|           | $S_w$ | $K_{rw}$ | $K_{ro}$ | $P_{cwo}$ |            | $S_g$ | $K_{rg}$ | $K_{rl}$ | $P_{cgl}$ |
| 1         |       |          |          |           | 1          |       |          |          |           |

Ilustración 38. Datos de permeabilidad relativa y presión capilar

### 3.6.4 Ingreso de datos de presión de yacimiento de intervalos productores

Finalmente se puede ingresar los datos de Presión de yacimiento (*Reservoir Pressure Data*): Fecha (*Date*), Presión (*Pressure*) en psi y Comentarios (*Comment*), con esta información se puede graficar los parámetros ingresados al dar clic en el botón *Plot* de color azul.

|   | Date | Pressure [psi] | Comment |
|---|------|----------------|---------|
| 1 |      | 1              |         |
| 2 |      | 2              |         |

**Plot**

**Save** **Cancel**

Ilustración 39. Datos de Presión de Yacimiento

Cuando se complete la información anterior basta con hacer clic en el botón *Save* de color azul. Si el usuario desea cancelar el ingreso de los datos, se pulsa el botón en color rojo *Cancel*.

Cuando se ingresa la información del intervalo productor, luego de ingresar la información para un pozo, el aplicativo permite optimizar el trabajo con las opciones: agregar otros intervalos productores, terminar o cancelar.

| Name    | Actions       |
|---------|---------------|
| xxxxxxx | <b>Delete</b> |

**+ Add new producing interval** **Finish** **Cancel**

Ilustración 40. Ingresar otros intervalos productores

Seguido a esto, o en caso de que la información haya sido ingresada desde el botón *producing interval* de la pantalla inicial del apartado 3.1, el usuario debe ingresar los datos de la prueba de flujo (PLT). Estos datos son los porcentajes de las tasas de petróleo (Qo), gas (Qg) y agua (Qw) y una fecha que se puede ingresar desde un calendario que se despliega al accionar el recuadro *Date*, como se ve en la Ilustración 41.

Ilustración 41. Ingreso de PTL

El usuario no recibirá confirmación por parte del aplicativo del ingreso correcto de los datos de intervalos productores, en el caso en que los datos se ingresen correctamente el aplicativo lo enviará a la pantalla de inicio.

### 3.6.5 Error

En el caso de que los datos no se ingresen correctamente se despliega el mensaje de error de la Ilustración 42.



Ilustración 42. Error por información faltante

### 3.7 Insertar variables de daño

Al seleccionar el criterio de ingresar las variables de daño en (*Damage Variables*) se abre la interfaz de la Ilustración 43 e Ilustración 44.

**Add Damage Variables**

**Basin**: Nothing selected

**Field**: Nothing selected

**Well**: Nothing selected

**Parameters**: Mineral scales

**Scale Index Of CaCO<sub>3</sub>**

|              |                        |                |
|--------------|------------------------|----------------|
| <b>Value</b> | <b>Monitoring Date</b> | <b>Comment</b> |
| -            | dd/mm/aaaa             |                |

**Scale Index Of BaSO<sub>4</sub>**

|              |                        |                |
|--------------|------------------------|----------------|
| <b>Value</b> | <b>Monitoring Date</b> | <b>Comment</b> |
| -            | dd/mm/aaaa             |                |

**Scale Index Of Iron Scales**

|              |                        |                |
|--------------|------------------------|----------------|
| <b>Value</b> | <b>Monitoring Date</b> | <b>Comment</b> |
| -            | dd/mm/aaaa             |                |

Ilustración 43. Interfaz de variables de daño (I)

[Ca]: Calcium Concentration On Backflow Samples

|              |                        |                |
|--------------|------------------------|----------------|
| <b>Value</b> | <b>Monitoring Date</b> | <b>Comment</b> |
| ppm          | ppm                    | dd/mm/aaaa     |

[Ba]: Barium Concentration On Backflow Samples

|              |                        |                |
|--------------|------------------------|----------------|
| <b>Value</b> | <b>Monitoring Date</b> | <b>Comment</b> |
| ppm          | ppm                    | dd/mm/aaaa     |

**Save** **Cancel**

Ilustración 44. Interfaz de variables de daño (II)

Esta interfaz se compone de cuatro filtros en la parte superior: Cuenca (*Basin*), campo (*Field*) y pozo (*Well*). Que deben ser seleccionados individualmente por el usuario, de una lista que se despliega al accionar el botón correspondiente.



Ilustración 45. Filtros de variables de daño

El módulo permite seleccionar entre los parámetros en *Parameters*: escamas minerales (*Mineral scales*), bloqueo por finos (*Fine blockage*), escamas orgánicas (*Organic scales*), alteración de la permeabilidad relativa (*Relative permeability*), daño inducido por perforación y completamiento (*Induced damage*) y daño geomecánico (*Geomechanical damage*).

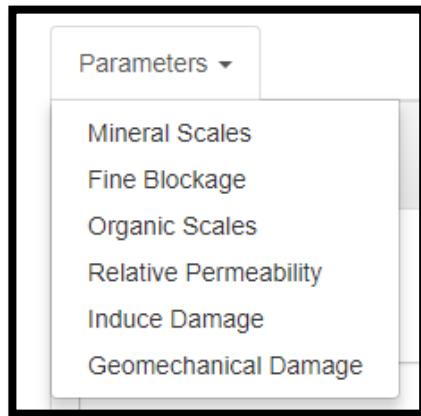


Ilustración 46. Selección de parámetros de daño

Cada parámetro de daño, tiene asociado unos subparametros. Seguidamente el usuario debe escoger de cuál de ellos tiene la información correspondiente a valor (*Value*) y una fecha de monitoreo (*Monitoring Date*). Adicional a esto puede insertar un comentario en el espacio (*Comment*).

Para conocer con más detalle los subparametros dirigirse a sección 4.4.1.5 Análisis Multiparamétrico.

The screenshot shows a software window with a dark header bar. Below it, a light gray panel labeled 'Parameters' has a dropdown arrow. Underneath, a section titled 'Mineral scales' is expanded. Within this section, another titled 'Scale index of CaCO3' is visible. This sub-section includes three input fields: a dropdown menu for 'Value', a date input field for 'Monitoring date' with the placeholder 'dd/mm/aaaa', and an empty text input field for 'Comment'.

*Ilustración 47. Parámetro 'Minerl Scales' y subparámetro 'Scale index of CaCo3'*

Cuando se complete esta información basta con realizar clic en el botón *Save* de color azul. El usuario no recibirá confirmación por parte del aplicativo del ingreso correcto de los datos de variables de daño, en el caso en que los datos se ingresen correctamente el aplicativo lo enviará a la pantalla de inicio detallada en el apartado 3.1. Si el usuario desea cancelar el ingreso de los datos, se pulsa el botón en color rojo *Cancel*.

### 3.7.1 Error

En el caso de que los datos no se ingresen correctamente se despliega el mensaje de error mostrado en la Ilustración 48.



*Ilustración 48. Error por información faltante*

## 3.8 Función de Filtrado

Al seleccionar el criterio de ingresar la función de filtrado (*Add Filtration Function*) se abre la interfaz de las Ilustración 49.

### Add Filtration Function

Filtration Function Data

Basin\* Field\* Formation\*

Llanos Orientales Cusiana Mirador -CUS

Filtration Function Name  
ING

Set Filtration Function Factors

|   |   |
|---|---|
| a | b |
| - | - |

Mud Density      Kd/Ki Cement Slurry  
lb/gal      lb/gal

Kd/Ki Mud      Core Diameter  
-      0

dVf/(dt<sup>1/2</sup>) as function of K\*Pob

a: slope – b: intercept

Highcharts.com

Create Filtration Function

**Save Filtration Function** **Cancel**

Ilustración 49. Interfaz de función de filtrado

Esta interfaz se compone de cuatro filtros en la parte superior: Cuenca (*Basin*), campo (*Field*) y pozo (*Well*). Que deben ser seleccionados individualmente por el usuario, de una lista que se despliega al accionar el botón y además se debe nombrar la función de filtrado.

El módulo permite seleccionar entre si se tiene ya una función de filtrado (*Set Filtration Function Factors*) o si se desea crear una nueva función de filtrado (*Create Filtration Function*) (ver Ilustración 49). Si se escoge la primera opción, el módulo pide el valor de la pendiente (*a*) y el intercepto (*b*) de la función de filtrado, además la densidad del lodo (*Mud Density*) en lb/gal, Kd/Ki de la lechada de

cemento (*cement Slurry*), Kd/ki del lodo (*mud*) y el diámetro del núcleo (*Core Diameter*), como se muestra en la Ilustración 49.

Si por el contrario se escoge la opción de crear una función de filtrado, el modulo pide ingresar los datos de la densidad del lodo (*Mud Density*) en lb/gal, Kd/Ki de la lechada de cemento (*cement Slurry*), Kd/ki del lodo (*mud*), el diámetro del núcleo (*Core Diameter*) y además pide pruebas de laboratorio (*Laboratory Test*) con información de permeabilidad (*Permeability*) en mD, Presión de sobrebalance (*Pob*) en psi y una tabla de tiempo de filtrado (*Time*) en segundos con volumen de filtrado (*Filtered Volume*) en ml. También existe la opción de adicionar pruebas de laboratorio, dando clic en el botón naranja *Add Extra Laboratory test*. Ver Ilustración 50.

En cualquier caso, al final se encuentra un botón de color azul para guardar la función de filtrado (*Save Filtration Function*) o la opción de cancelar y regresar al menú principal sin guardar. Si hay un dato erróneo o faltante el programa mandará un mensaje de error especificando la información.

|   | Time [s] | Filtered Volume [ml] |
|---|----------|----------------------|
| 1 |          |                      |
| 2 |          |                      |
| 3 |          |                      |
| 4 |          |                      |

|   | Time [s] | Filtered Volume [ml] |
|---|----------|----------------------|
| 1 |          |                      |
| 2 |          |                      |
| 3 |          |                      |
| 4 |          |                      |

Ilustración 50. Opción crear función de filtrado

### 3.8.1 Error

En el caso de que los datos no se ingresen correctamente se despliega un error similar al de la sección 3.3.3

### 3.9 Editar datos de cuencas

Al seleccionar el criterio de editar los datos de cuencas se abre la siguiente interfaz:

The screenshot shows a software interface titled "Basin List". On the left, there is a sidebar titled "Data Management" with a tree view containing "Basin", "Field", "Formation", "Well", "Producing Interval", "Project", and "Filtration Function". The main area displays a table with columns "Name" and "Actions". The table contains the following data:

| Name                 | Actions   |
|----------------------|---|
| Llanos Orientales    | <button>Manage</button> <button>Delete</button> |
| Caguan - Putumayo    | <button>Manage</button> <button>Delete</button> |
| Valle Med. Magdalena | <button>Manage</button> <button>Delete</button> |
| Calatumbó            | <button>Manage</button> <button>Delete</button> |
| Valle Sup. Magdalena | <button>Manage</button> <button>Delete</button> |
| Providencia          | <button>Manage</button> <button>Delete</button> |
| VSM                  | <button>Manage</button> <button>Delete</button> |
| Llanos prueba        | <button>Manage</button> <button>Delete</button> |
| Prueba               | <button>Manage</button> <button>Delete</button> |

A red "Cancel" button is located at the bottom right of the table area.

Ilustración 51. Editar datos de cuencas

Esta se compone por una lista de todas las cuencas registradas en la base de datos con las opciones de editar *Manage* y eliminar *Delete*.

Al seleccionar la opción de editar se habilitan las opciones que fueron descritas en el apartado 'Ingresar una cuenca' de la sección 3.2. Cuando se complete esta información basta con hacer clic en el botón *Next* de color azul. El usuario no recibirá confirmación por parte del aplicativo del ingreso correcto de los datos por el criterio cuenca, en el caso en que los datos se ingresen correctamente el aplicativo lo enviará nuevamente al listado de cuencas de la base de datos. Si el usuario desea cancelar la edición de los datos, se pulsa el botón en color rojo *Cancel*.

#### 3.9.1 Error

En el caso de que los datos no se ingresen correctamente se despliega un error similar al de la sección 3.3.3.

### 3.10 Editar datos de campos

Al seleccionar el criterio de editar los datos de campos se abre la interfaz de la Ilustración 52.

The screenshot shows a software interface titled 'Field list'. On the left, there's a sidebar with a blue header 'Data management' containing links for Basin, Field, Formation, Well, Producing interval, and Project. The main area has two dropdown menus at the top: 'Basin' (set to 'Nothing selected') and 'Field' (set to 'Nothing selected'). Below these is a table with columns 'Name' and 'Actions'. The table lists various geological features: Cusiana, Cupiagua, Piedemonte, Recotor, Abe, Apay, Gestla, Casabe, Lantio, Provida, Llameria, Tibu, San Francisco, Akatas, and Chichimene. Each row has a 'Manage' button (orange) and a 'Delete' button (red). At the bottom of the table is a navigation bar with buttons for back, forward, and search.

Ilustración 52. Editar datos de campos

Inicialmente, para agilizar la búsqueda, se debe seleccionar una cuenca en el filtro *Basin* destinado para ello. El panel de edición se compone por una lista de todos los campos registrados en la base de datos con las opciones de editar *Manage* y eliminar *Delete*. Al pulsar el botón de eliminar se debe confirmar la eliminación de dicho campo y con esto todos sus datos asociados.

This screenshot shows a simplified version of the search interface. It features two dropdown menus side-by-side: 'Basin' (set to 'Nothing selected') and 'Field' (also set to 'Nothing selected'). Both dropdowns have a small downward arrow icon indicating they are filterable.

Ilustración 53. Filtros de búsqueda

Al seleccionar la opción de editar se habilitan las opciones que fueron descritas en el apartado 'Ingresar un campo' de la sección 3.3. Cuando se complete esta información basta con realizar clic en el botón *Next* de color azul. El usuario no recibirá confirmación por parte del aplicativo del ingreso correcto de los datos por el criterio campo, en el caso en que los datos se ingresen correctamente el aplicativo lo enviará nuevamente al listado de campos de la base de datos. Si el usuario desea cancelar la edición de los datos, se pulsa el botón en color rojo *Cancel*.

### 3.10.1 Error

En el caso de que los datos por no se ingresen correctamente se despliega un error similar al de la sección 3.3.3.

### 3.11 Editar datos de formación

Al seleccionar el criterio de editar los datos de formación se abre la interfaz de Ilustración 54.

| Formation list    |                         |                         |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|
| Basin             | Field                   | Formation               |
| Nothing selected  | Nothing selected        | Nothing selected        |
| Name              | Actions                 |                         |
| Mirador -CUS      | <button>Manage</button> | <button>Delete</button> |
| Barco -CUP        | <button>Manage</button> | <button>Delete</button> |
| Guadalupe -PDM    | <button>Manage</button> | <button>Delete</button> |
| Colorado -CSB     | <button>Manage</button> | <button>Delete</button> |
| Mugrosa -CSB      | <button>Manage</button> | <button>Delete</button> |
| La Paz -YAR       | <button>Manage</button> | <button>Delete</button> |
| Mugrosa -YAR      | <button>Manage</button> | <button>Delete</button> |
| Esmeraldas D -LLA | <button>Manage</button> | <button>Delete</button> |
| Mugrosa C -LLA    | <button>Manage</button> | <button>Delete</button> |

Ilustración 54. Editar datos de formaciones

Inicialmente, para agilizar la búsqueda, se debe seleccionar una cuenca (*Basin*), un campo (*Field*) y una formación (*Formation*) en los filtros destinados para ello. El panel de edición se compone por una lista de todas las formaciones registradas en la base de datos con las opciones de editar (*Manage*) y eliminar (*Delete*). Al pulsar el botón de eliminar se debe confirmar la eliminación de dicha formación y con esto todos sus datos asociados.

| Basin            | Field            | Formation        |
|------------------|------------------|------------------|
| Nothing selected | Nothing selected | Nothing selected |

Ilustración 55. Filtros de búsqueda

Al seleccionar la opción de editar se habilitan las opciones que fueron descritas en el apartado 'Ingresar una formación' de la sección 3.4. Cuando se complete esta información basta con realizar clic en el botón *Next* de color azul. El usuario no recibirá confirmación por parte del aplicativo del ingreso correcto de los datos por el criterio formaciones, en el caso en que los datos se ingresen correctamente el aplicativo lo enviará nuevamente al listado de formaciones de la base de datos. Si el usuario desea cancelar la edición de los datos, se pulsa el botón en color rojo *Cancel*.

### 3.11.1 Error

En el caso de que los datos por no se ingresen correctamente se despliega un error similar al de la sección 3.4.1.

## 3.12 Editar datos de pozo

Al seleccionar el criterio de editar los datos de los pozos se abre la interfaz de la Ilustración 56.

| Name     | Actions                                       |
|----------|---|
| BAB2ST1  | <a href="#">Manage</a> <a href="#">Delete</a> |
| BAB2W    | <a href="#">Manage</a> <a href="#">Delete</a> |
| BAB8     | <a href="#">Manage</a> <a href="#">Delete</a> |
| BABA3T2Z | <a href="#">Manage</a> <a href="#">Delete</a> |
| BABA3BZ  | <a href="#">Manage</a> <a href="#">Delete</a> |
| BABA4A0  | <a href="#">Manage</a> <a href="#">Delete</a> |
| BAC3ST2Z | <a href="#">Manage</a> <a href="#">Delete</a> |
| BAC3ST19 | <a href="#">Manage</a> <a href="#">Delete</a> |
| BAC4A27  | <a href="#">Manage</a> <a href="#">Delete</a> |
| BAC3A34  | <a href="#">Manage</a> <a href="#">Delete</a> |

Ilustración 56. Editar datos de pozos

Inicialmente, para agilizar la búsqueda, se debe seleccionar una cuenca, un campo y un pozo en los filtros destinados para ello. El panel de edición se compone por una lista de todos los pozos registrados en la base de datos con las opciones de editar (*Manage*) y eliminar (*Delete*). Al pulsar el botón de eliminar se debe confirmar la eliminación de dicho pozo y con esto todos sus datos asociados.

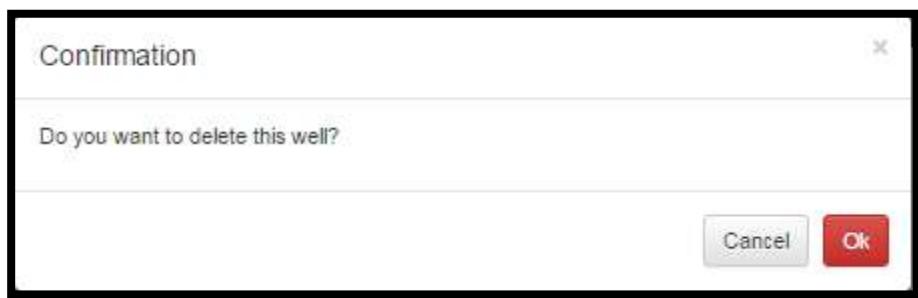


Ilustración 57. Confirmación de eliminación

Al seleccionar la opción de editar se habilitan las opciones que fueron descritas en el apartado ‘Ingresar datos de pozos’ de la sección 3.5. Cuando se complete esta información basta con realizar clic en el botón *Next* de color azul. El usuario no recibirá confirmación por parte del aplicativo del ingreso correcto de los datos por el criterio pozos, en el caso en que los datos se ingresen correctamente el aplicativo lo enviará nuevamente al listado de pozos de la base de datos. Si el usuario desea cancelar la edición de los datos puede pulsar el botón en color rojo ‘*Cancel*’.

### 3.12.1 Error

En el caso de que los datos por no se ingresen correctamente se despliega un error similar al de la sección 3.5.4 .

### 3.13 Editar datos de intervalo productor

Al seleccionar el criterio de editar los datos de intervalo productor se abre la interfaz de la Ilustración 58.

Ilustración 58. Editar datos de intervalo productor

Inicialmente, para agilizar la búsqueda, se debe seleccionar una cuenca, un campo, un pozo y un intervalo productor en los filtros destinados para ello. El panel de edición se compone por una lista de todos los intervalos registradas en la base de datos con las opciones de editar *Manage* y eliminar *Delete*. Al pulsar el botón de eliminar se debe confirmar la eliminación de dicho intervalo y con esto todos sus datos asociados.

Ilustración 59. Filtros de búsqueda

Al seleccionar la opción de editar se habilitan las opciones que fueron descritas en el apartado ‘Ingresar datos de intervalos productores’ de la sección 3.5. Cuando se complete esta información basta con realizar clic en el botón *Next* de color azul. El usuario no recibirá confirmación por parte del aplicativo del ingreso correcto de los datos por el criterio intervalos productores, en el caso en que los datos se ingresen correctamente el aplicativo lo enviará nuevamente al listado de intervalos de la base de datos. Si el usuario desea cancelar la edición de los datos, se pulsa el botón en color rojo ‘Cancel’.

### 3.13.1 Error

En el caso de que los datos no se ingresen correctamente se despliega un error similar al de la sección 3.5.4.

## 3.14 Editar datos del proyecto

Al seleccionar el criterio de editar los datos del proyecto se abre la interfaz de la Ilustración 60.

Ilustración 60. Editar datos de proyectos

En este módulo se habilitan filtros como: la compañía (*Company*) a la que pertenece el proyecto, el usuario al que está asociado (*User*) o las fechas de inicio (*Start date*) o de finalización (*End date*) del proyecto. Algunos usuarios tienen facultades restringidas por lo que no podrán ver cierto tipo de información.

Ilustración 61. Filtros de búsqueda

De manera similar a los anteriores paneles de edición, se compone por una lista de todos los proyectos registrados en la base de datos con las opciones de ver (*View*), modificar (*Manage*) y eliminar (*Delete*).

Al ingresar a la opción (*Manage*) se puede modificar el nombre del proyecto, la fecha y la descripción del proyecto, como se observa en la Ilustración 67 de la sección **Error! Reference source not found..**

The screenshot shows a web-based application for managing projects. On the left, there is a sidebar titled 'Data Management' with the following categories: Basin, Field, Formation, Well, Producing Interval, Project, and Filtration Function. The main area is titled 'Projects' and contains a search bar with fields for Company (set to 'Nothing selected'), User (set to 'Nothing selected'), Start Date (dd/mm/aaaa), and End Date (dd/mm/aaaa). Below the search bar is a table titled 'UN' listing two projects:

| Name                   | Date       | Actions  |
|------------------------|------------|--|
| Curso CASTILLA N - 144 | 2018-05-25 | <a href="#">View</a> <a href="#">Manage</a> <a href="#">Delete</a> |
| Test                   | 2018-06-05 | <a href="#">View</a> <a href="#">Manage</a> <a href="#">Delete</a> |

Below the table, there is a section titled 'Equion' containing the following companies: Ecopetrol, Hocol, and UIS. A red 'Cancel' button is located at the bottom right of the main content area.

Ilustración 62. Lista de algunos proyectos registrados en la base de datos

Al pulsar el botón de eliminar se debe confirmar la eliminación de dicho proyecto o escenario y con esto todos sus datos asociados.



Ilustración 63. Confirmación de eliminación de proyecto

Al seleccionar la opción *View* se habilita un listado de sus escenarios y la opción de modificarlos o eliminarlos.

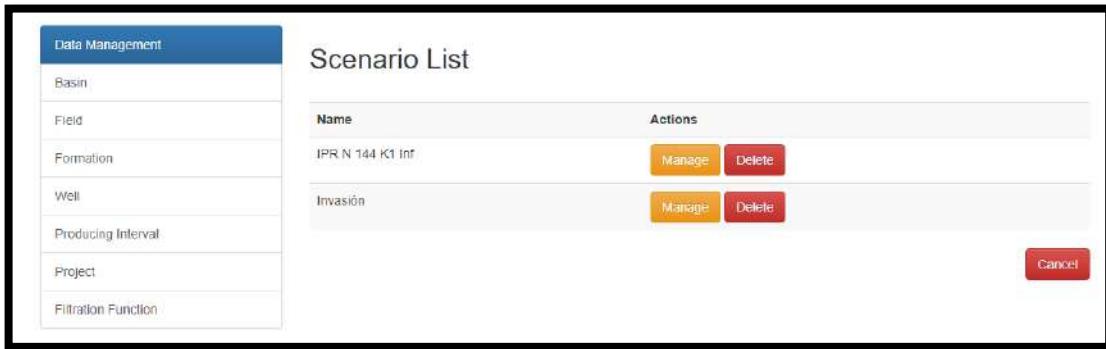


Ilustración 64. Listado de escenarios del proyecto

Cuando se realice la acción el usuario no recibirá confirmación. Si el usuario desea cancelar la edición de los datos del proyecto, se pulsa el botón en color rojo Cancel.

### 3.15 Editar datos de función de filtrado

Al seleccionar el criterio de editar los datos de la función de filtrado se abre la interfaz de la Ilustración 65.

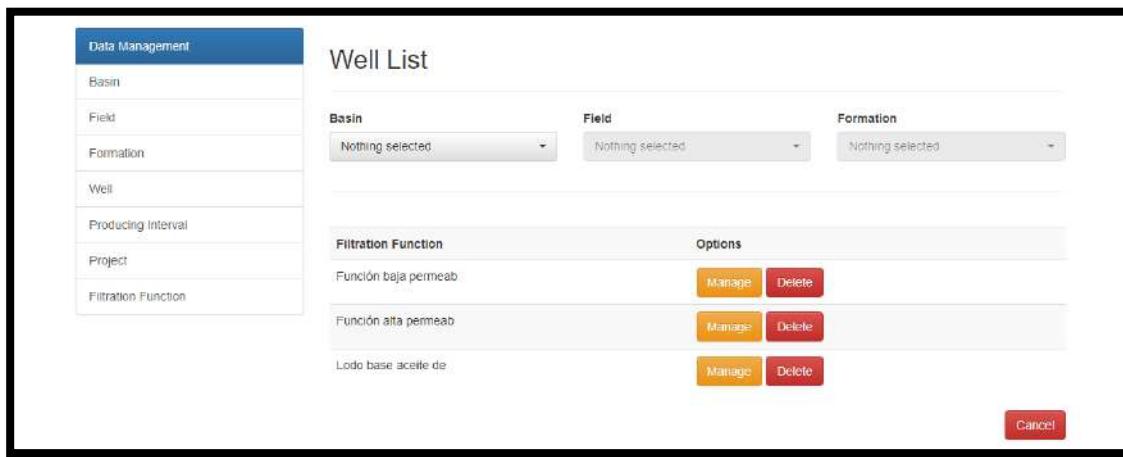


Ilustración 65. Panel de edición de función de filtrado

Inicialmente, para agilizar la búsqueda, se debe seleccionar una cuenca (*Basin*), un campo (*Field*) y una formación (*Formation*) en los filtros destinados para ello. El panel de edición se compone por una lista de todas las funciones de filtrado registradas en la base de datos con las opciones de editar (*Manage*) y eliminar (*Delete*). Al pulsar el botón de eliminar se debe confirmar la eliminación de dicha función de filtrado y con esto todos sus datos asociados.

Al seleccionar la opción de editar se habilitan las opciones que fueron descritas en el apartado Función de Filtrado de la sección 3.8. Cuando se complete esta información basta con realizar clic en el botón *Next* de color azul. El usuario no recibirá confirmación por parte del aplicativo del ingreso correcto de los datos por el criterio formaciones, en el caso en que los datos se ingresen correctamente el aplicativo lo enviará nuevamente al listado de formaciones de la base de datos. Si el usuario desea cancelar la edición de los datos, se pulsa el botón en color rojo *Cancel*.

### 3.15.1 Error

En el caso de que los datos por no se ingresen correctamente se despliega un error similar al de la sección 3.8.1.

## 4 ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS (*Project Management*)

### 4.1 Interfaz

Para la gestión de proyectos se debe dirigir a la pestaña *Project Management* ubicada en la parte superior de la pantalla como se muestra en la Ilustración 66.

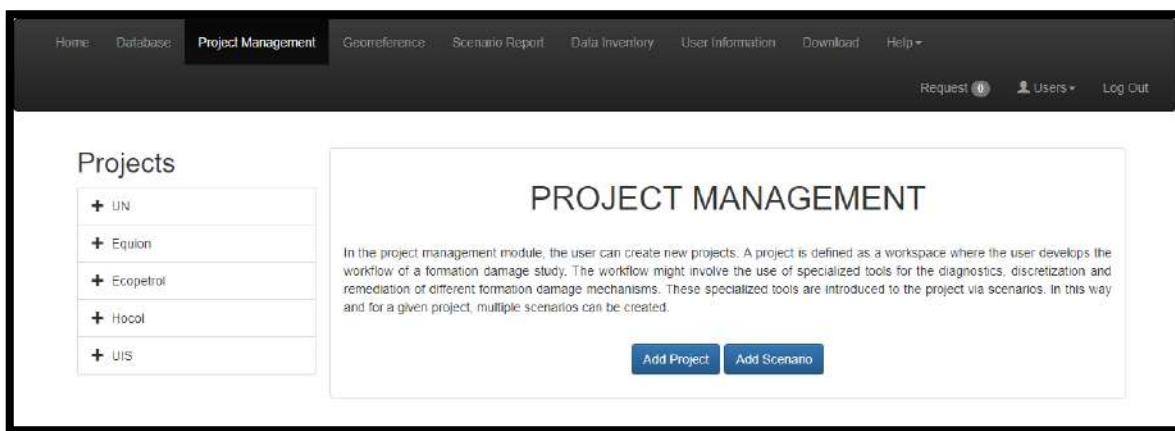


Ilustración 66. Interfaz de Project management

En la Ilustración 66 se puede observar una descripción de la sección con las opciones para crear un proyecto nuevo (*Add Project*) o para crear un nuevo escenario (*Add Scenary*), además en la parte izquierda el árbol de proyectos.

### 4.1.1 Árbol de proyectos

El árbol de proyectos y escenarios se encuentra en la parte izquierda de la pestaña de *Project Management*, en este se pueden observar los proyectos. Al lado del nombre de cada proyecto aparece el símbolo + el cual, al darle clic, desplegará los escenarios creados para este proyecto, si el nombre del escenario aparece en color rojo significa que falta información por completar dentro de este, si aparece en color negro quiere decir que el mínimo de información requerida ha sido ingresada, si se hace clic en el nombre de un escenario se mostrarán los resultados de este, en el caso de Multiparamétrico se puede descargar la imagen o editar la información (ver apartado como crear un escenario Multiparamétrico, sección 4.4.1.5 ).

## 4.2 Creación de un Proyecto

Para crear un proyecto nuevo se ingresa en la pestaña de *Project Management* y se da clic en el botón *Add project* presentado en su interfaz principal:

Ilustración 67. Creación de nuevo proyecto

En esta pantalla se puede distinguir tres casillas las cuales en su orden son *Project name*, *Date* y *Project Description* donde va el nombre del proyecto, la fecha y una descripción del proyecto respectivamente, todas las casillas marcadas con un \* son de carácter obligatorio, una vez completadas estas casillas se da clic en el botón azul *Save* ubicado en la parte inferior derecha. El usuario no recibirá confirmación por parte del aplicativo del ingreso correcto de los datos, en el caso en que los datos se ingresen correctamente el aplicativo lo enviará nuevamente a la interfaz de la sección 4.1. Si el usuario desea cancelar la edición de los datos, se pulsa el botón en color rojo *Cancel*. Al crear un nuevo proyecto este aparecerá en el árbol de proyectos y escenarios (test 1) donde si se da clic al símbolo + al lado izquierdo desplegará los escenarios de dicho proyecto, si no despliega nada significa que no tiene escenarios creados para dicho proyecto

## 4.3 Creación de un Escenario

Para crear un escenario en la interfaz de *Project management* se da clic en el botón *Add Scenary* el cual dirige a la interfaz que se muestra en la Ilustración 68.

Ilustración 68. Creación de escenario

Posteriormente se debe llenar cada recuadro de la siguiente manera:

- *Type*: Al hacer clic en el recuadro *Type* se abre un menú desplegable donde se escoge el tipo de análisis realizado, además también aparece un recuadro en blanco donde se puede escribir el análisis deseado. (ver sección 4.4 Tipos de análisis).
- *Duplicate from*. Sección opcional donde el usuario puede crear un escenario nuevo a partir de datos de otro escenario ya creado con anterioridad, para que se active esta opción es importante primero seleccionar el tipo de escenario.
- *Scenary name*: Aquí se ingresa el nombre que tendrá el escenario.
- *Project name*: Al hacer clic en el recuadro de *Project name* se abre un menú desplegable el cual muestra todos los proyectos visibles para ese usuario en donde se selecciona el de interés, además también aparece un recuadro en blanco donde se puede escribir el nombre del proyecto.
- *Basin*: Al hacer clic en el recuadro *Basin* se abre un menú desplegable donde se escoge la cuenca a trabajar, además también aparece un recuadro en blanco donde se puede escribir el nombre de la cuenca.
- *Field*: Después de seleccionar la cuenca (*Basin*) al hacer clic en el recuadro *Field* se abrirá un menú desplegable donde se escoge el campo, además también aparece un recuadro en blanco donde se puede escribir el nombre del campo para buscarlo más fácil, se tiene que tener seleccionado una cuenca (*Basin*) para que aparezcan los campos correspondientes.
- *Well*: Después de seleccionar el campo (*field*) al hacer clic en el recuadro *Well* se abrirá un menú desplegable donde se escoge el pozo, además también aparece un recuadro en blanco donde se puede escribir el nombre del pozo para buscarlo más fácil, se tiene que tener seleccionado un campo (*Field*) para que aparezcan los pozos correspondientes.
- *Producing interval*: Después de seleccionar el pozo (*Well*) al hacer clic en el recuadro *producing interval* se abrirá un menú desplegable donde se escoge el intervalo productor que se va a trabajar, además también aparece un recuadro en blanco donde se puede escribir el nombre del intervalo para buscarlo más fácil, se tiene que tener seleccionado un pozo (*Well*) para que aparezcan los intervalos correspondientes.
- *Study date*: Aquí se selecciona la fecha del análisis en el que fue hecho, se puede ingresar manualmente con el teclado o desde la parte derecha del recuadro seleccionar la fecha deseada.
- *Description*: Aquí se puede agregar una descripción del escenario.

Una vez completados todas las casillas se da clic en el botón azul *Save* para continuar con la creación del escenario o el botón en rojo *cancel* para declinar esta acción. Si se da clic en *Save* se continúa a la siguiente parte donde según el tipo de análisis seleccionado en la casilla *type* serán solicitados diferentes datos, (ver apartado tipos de análisis 4.4).

#### 4.4 Tipos de análisis

El aplicativo IFDM está compuesto de varios tipos de análisis correspondientes a los distintos tipos de daño de formación existentes, a continuación se explica la forma de realizar el ingreso de datos para la creación de un escenario según el tipo de análisis deseado.

Previo a la evaluación o el diagnóstico de cualquier tipo de daño es pertinente confirmar si en la base de datos (*Database*) de la herramienta se encuentra la información correspondiente al pozo o fluido de perforación de análisis. En el menú *Database*, submenú *Database Manager* verificar:

- Cuenca, *Basin*.
- Campo, *Field*.
- Formación, *Formation*.
- Pozo, *Well*.
- Intervalo productor, *Producing Interval*.
- Proyecto, *Project*.

De lo contrario puede dirigirse a la sección 3 *Database* y/o sección 4.2 Creación de un proyecto, para completar la información inexistente.

##### 4.4.1 Análisis Multiparamétrico (*Multiparametric Analysis*).

Al crear un escenario, si el tipo de análisis escogido es el de *Multiparametric Analysis* aparecerá la interfaz mostrada en la Ilustración 69.



Ilustración 69. Caracterización del escenario

En la parte superior se puede observar el nombre del escenario (*Scenario*), la cuenca (*Basin*), el campo (*Field*) el intervalo productor (*Producing Interval*), el pozo (*Well*) y el usuario (*user*) que creo el caso, además aparecen 5 secciones las cuales son *Statistical data base*, *Rock properties*, *production data*, *Fluid information* y *Multiparametric analysis* respectivamente, los cuales se pueden escoger dando clic en la pestaña que corresponda a la sección deseada. Por defecto la primera pestaña que aparece es la de base de datos estadísticos, si el nombre de una de estas secciones está en rojo significa que hay datos incompletos en dicha sección.

#### 4.4.1.1 Base de datos estadísticos

En esta sección se escogerá los datos con los cuales se calculará los datos estadísticos P10, P50, P90.

Ilustración 70. Sección Statical data base

Como se puede observar en la Ilustración 70 esta sección tiene opciones, si se selecciona Colombia las otras dos opciones serán bloqueadas y los datos estadísticos mostrados serán los correspondientes a todos los registrados en la base de datos de Colombia de lo contrario, se deberá seleccionar una cuenca (*Basin*) y podrán seleccionar uno o más campos (*Field*) de los cuales serán calculados los percentiles.

#### 4.4.1.2 Propiedades de la roca

En esta sección se debe ingresar los datos petrofísicos del escenario, dando clic en la opción denominada como *Rock properties* se desplegará la información requerida, como se muestra en la Ilustración 71.

Ilustración 71. Sección Petrophysics

Las casillas estarán previamente completadas si los datos se encuentran en la base de datos, de lo contrario se deberán llenar o modificar manualmente de la siguiente manera:

- *Top*: Corresponde a la profundidad de la parte superior de la formación a estudio en pies (ft).
- *TVD*: *TVD* por sus siglas *True vertical depth* es la profundidad real a la que se encuentra el pozo en pies (ft).

- *NetPay*: Es el espesor de la formación productora en pies (ft).
- *Porosity*: Es la porosidad de la formación en %.
- *Absolute permeability*: Corresponde a la permeabilidad absoluta de la formación en milidarcys (mD).
- *Effective Permeability of continuos phase*: se debe ingresar la permeabilidad efectiva de la fase continua en milidarcys (mD).

#### 4.4.1.3 Datos de producción

En esta sección se deben colocar los datos de producción del escenario, dando clic en la opción de título *Production Data* se desplegará la información requerida como se muestra en la Ilustración 72:

| Statistical Data Base      | Rock Properties | Production Data         | Fluid Information | Multiparametric Analysis |
|----------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------|--------------------------|
| <b>Well Radius*</b>        |                 | <b>Drainage Radius*</b> |                   |                          |
| 0.708                      | ft              | 0                       | ft                |                          |
| <b>Reservoir Pressure*</b> |                 | <b>BHP*</b>             |                   |                          |
| 4320                       | psia            | 1902                    | psia              |                          |
| <b>Oil Rate*</b>           |                 | <b>Gas Rate*</b>        |                   |                          |
| 1907                       | STB/D           | 12.19                   | MMSCF/D           |                          |
| <b>Water Rate*</b>         |                 |                         |                   |                          |
| STB/D                      | STB/D           |                         |                   |                          |

Ilustración 72. Sección Production Data

Estas casillas estarán previamente completadas si se tiene información en la base de datos, de lo contrario se deberá ingresar o modificar la información así:

- *Well radius*. Es el radio del pozo en pies (ft).
- *Drainage radius*. Es el radio de drenaje del pozo en pies (ft).
- *Reservoir pressure*. Es la presión del yacimiento en libras por pulgada cuadrada absolutas (Psia).
- *BHP*. Es la presión de fondo de pozo en libras por pulgada cuadrada absolutas (Psia)
- *Oil rate*. Es la tasa de producción de aceite del pozo en barriles de tanque de almacenamiento por día (STB/D).
- *Gas rate*. Es la tasa de producción de gas del pozo en millones de pies cúbicos estándar por día (MMscf/D).
- *Water rate*. Es la tasa de producción de agua del pozo en barriles de tanque de almacenamiento por día (STB/D[IB1]).

#### 4.4.1.4 Información del fluido a la presión promedio

Al ingresar a la sección *Fluid Information* se desplegará la información requerida, como se muestra en la Ilustración 73. Sección Fluid information at average reservoir pressure.

Ilustración 73. Sección Fluid information at average reservoir pressure

Se muestran 2 casillas y tres secciones más:

- *Fluid type*. En esta casilla se debe elegir el tipo de fluido al que se le va a hacer análisis, al desplegar el menú de esta casilla se puede escoger entre aceite (oil) o gas (gas).
- *Saturation pressure*. En esta casilla se debe ingresar el valor de la presión de saturación del fluido elegido en libras por pulgada cuadrada absolutas (Psia).

##### *Oil properties*.

Al dar clic en la flecha al lado derecho de la sección *Oil properties* se desplegará la interfaz mostrada en la Ilustración 74, que corresponde a las propiedades del aceite.

Oil properties

|                   |             |
|-------------------|-------------|
| <b>Viscosity*</b> | <b>FVF*</b> |
| 74.91             | 40.57       |
| <b>RS*</b>        |             |
| 40.57             | SCF/STB     |

Ilustración 74. Subsección Oil properties

Las 3 casillas se deberán completar de la siguiente manera:

- *Viscosity*. En esta casilla se debe ingresar la viscosidad del aceite en centipoise (cP).
- *FVF*. En esta casilla se debe ingresar el factor volumétrico del aceite en pies cúbicos de yacimiento sobre pies cúbicos estándar (RCF/SCF).
- *RS*. En esta casilla se debe ingresar el gas disuelto en barriles de tanque de almacenamiento sobre pies cúbicos estándar (STB/SCF).

#### *Gas properties.*

Al dar clic en la flecha al lado derecho de la sección *Gas properties* se abrirá la sección que corresponde a las propiedades del gas, como se muestra en la Ilustración 75.

Gas properties

|                   |             |
|-------------------|-------------|
| <b>Viscosity*</b> | <b>FVF*</b> |
| 17.67             | 63.46       |
| <b>RV*</b>        |             |
| 40.57             | STB/SCF     |

Ilustración 75. Subsección Gas properties

Aquí se puede observar 3 casillas las cuales se deberán completar de la siguiente manera:

- *Viscosity*. Viscosidad del gas en centipoise (cP).
- *FVF*. Factor volumétrico del gas en pies cúbicos de yacimiento sobre pies cúbicos estándar (RCF/SCF).
- *RV*. Petróleo disuelto en barriles de tanque de almacenamiento sobre pies cúbicos estándar (STB/SCF).

#### *Water properties.*

Al desplegar esta sección, dando clic en la flecha de la parte derecha de *Water properties*, aparecerá la pantalla mostrada en la Ilustración 76:

Water properties

Viscosity\*

17.67 cP

FVF\*

40.57 RB/STB

Ilustración 76. Subsección Water properties

Aquí se puede observar 2 casillas las cuales se deberán completar de la siguiente manera:

- *Viscosity*: Viscosidad del agua en centipoise (cP).
- *FVF*: Factor volumétrico del agua en barriles de yacimiento sobre barriles de tanque de almacenamiento (RB/STB).

#### 4.4.1.5 Análisis Multiparamétrico.

Al desplegar esta sección en la parte derecha de *Multiparametric Analysis* aparecerá la pantalla mostrada en la Ilustración 77:

Statistical data base   Rock properties   Production data   Fluid information   Multiparametric analysis

Critical pressure by damage parameters

K damaged and K base ratio (Kd/Kb) by damage parameter

Save   Cancel

Ilustración 77. Sección Multiparametric analysis

A continuación, se observan las dos subsecciones que comprenden esta sección:

### Critical pressure by damage parameters

Al desplegar esta sección, en la parte derecha aparecerá la pantalla mostrada en la Ilustración 78.

|   |   |
|---|---|
| <b>Mineral scales*</b>  | <b>Organic scales*</b>  |
| psia  | psia  |
| <b>Relative permeability effects*</b>                               | <b>Geomechanical damage*</b>                                      |
| psia  | psia  |
| <b>Critical Radius derived from maximum critical velocity, Vc *</b> | <b>Total volumen of water based fluids pumped into the well *</b> |
| ft  | bbl   |

Ilustración 78. Subsección Critical pressure by damage parameters

Aquí se puede observar las casillas a completar, además en la parte derecha de la sección aparece un botón de ayuda marcado con un signo de interrogación el cual, si se hace clic en él, se abrirá un documento de guías prácticas donde se puede encontrar datos referentes a las pruebas realizadas en el aplicativo, las casillas se deberán completar de la siguiente manera:

- **Mineral scales:** Se ingresa la presión a la cual se presenta la mayor tasa de deposición de escamas inorgánicas (presión crítica) en libras por pulgada cuadrada absolutas (Psia). O es el consumo de energía por este mecanismo de daño<sup>[IB2]</sup>.
- **Organic scales:** Se ingresa la presión a la cual se presenta la mayor tasa de deposición de escamas inorgánicas en libras por pulgada cuadrada absolutas (Psia). O es el consumo de energía por este mecanismo de daño<sup>[IB3]</sup>.
- **Relative permeability effects:** Se ingresa la presión a la cual se presenta los efectos en permeabilidad relativa en libras por pulgada cuadrada absolutas (Psia). O es el consumo de energía por este mecanismo de daño<sup>[IB4]</sup>.
- **Geomechanical damage:** caída de presión que se da adicional debido el daño o presión a la que empieza a ocurrir el daño geomecánico (Psia)<sup>[IB5]</sup>.
- **Critical Radius derived from maximum critical velocity, Vc:** En esta casilla se debe ingresar el radio crítico derivado de la máxima velocidad crítica, en pies (ft).
- **Total volumen of water based fluids pumped into the well:** En esta casilla se debe ingresar el volumen total agua bombeados en el pozo, en barriles (bbl).

### *K damaged and K base ratio (Kd/Kb) by damage parameter*

Al desplegar esta sección aparecerá la pantalla mostrada en la Ilustración 79.

| K Damaged And K Base Ratio (Kd/Kb) By Damage Parameter |                        |
|--|------------------------|
| Mineral Scales*  | Fines Blockage*        |
| 0.7  | 0.2                    |
| Organic Scales*  | Relative Permeability* |
| 0.7  | 0.8                    |
| Induced Damage*  | Geomechanical Damage*  |
| 0.2  | 0.5                    |

Ilustración 79. Subsección *K damaged and K base ratio (Kd/Kb) by damage parameter*

El usuario debe completar las casillas de la siguiente manera:

- *Mineral scales*. Ingresar el valor adimensional de escamas minerales.
- *Fines blockage*. Completar con el valor adimensional de bloqueo por finos.
- *Organic scales*. En esta casilla se debe ingresar el valor adimensional de escamas orgánicas.
- *Relative permeability*. Corresponde al valor adimensional de permeabilidad relativa.
- *Induced damage*. Es el valor adimensional de daño inducido.
- *Geomechanical damage*. En esta casilla se debe ingresar el valor adimensional de daño geomecánico.

Una vez completados todas las secciones se da clic en *Save*, así ya se tiene creado el escenario. Por el contrario, si se desea cancelar la creación se da clic en *Cancel*, esta acción hace que en el árbol de proyectos aparezca el escenario sin crear en rojo.

#### **4.4.1.5.1 Error**

A continuación, se mostrará un ejemplo de posibles errores en el programa en caso de no tener todos los datos requeridos al momento de generar la corrida.

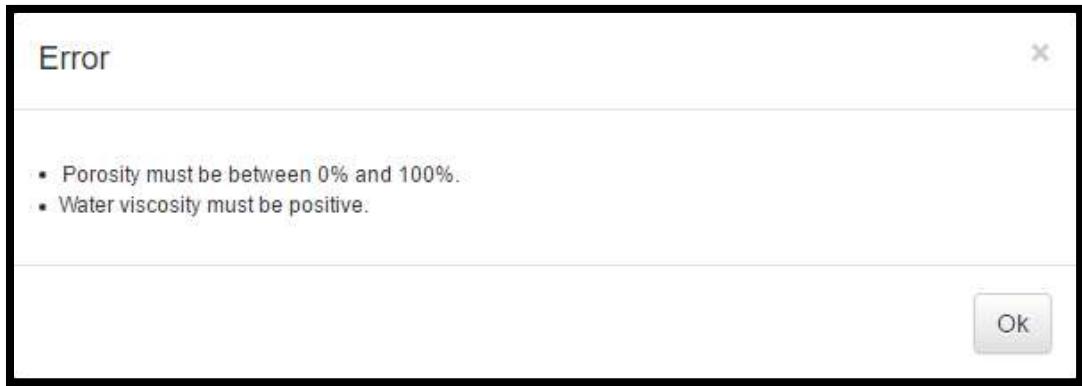


Ilustración 80. Error por falta de datos

En la

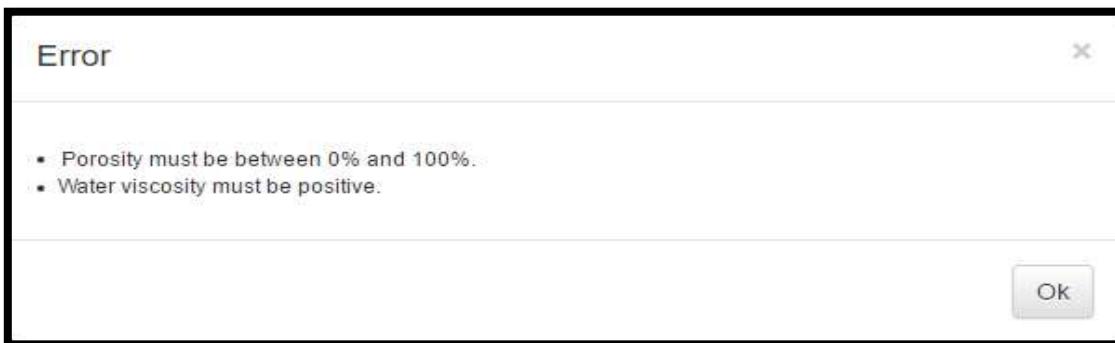


Ilustración 81 se muestra un ejemplo de posibles errores en el programa en el caso de haber ingresado datos incorrectos al momento de generar la corrida.

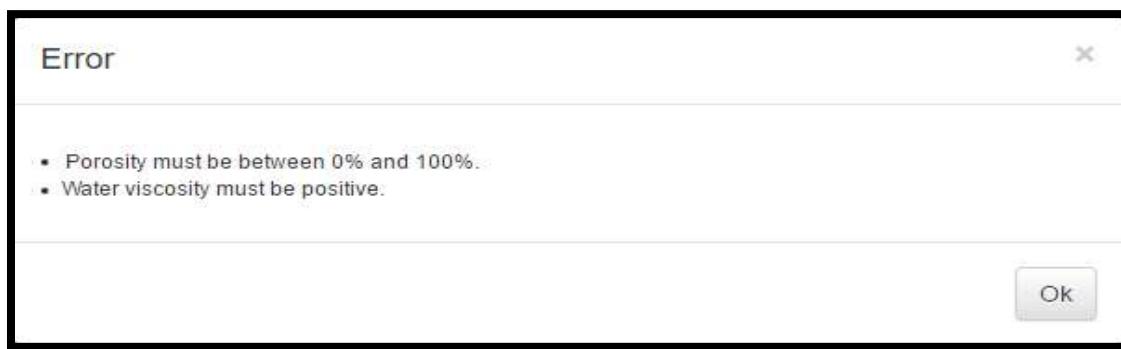


Ilustración 81. Error por datos erróneos

Después de llenar la información anterior, se abrirá una nueva interfaz que se debe completar para finalizar el ingreso de datos, ver la Ilustración 82.

Multiparametric Analysis

Parameters ▾

Mineral Scales

Scale Index Of CaCO<sub>3</sub>

Available

|        |                 |         |
|--------|-----------------|---------|
| Value* | Monitoring Date | Comment |
| 0.6    | dd/mm/aaaa      |         |
| p10*   | p90*            | Weight  |
| 0.6    | 10              | 0.2     |

Ilustración 82. Segunda ventana Multiparametric analysis

Esta ventana se divide en diferentes parámetros, el que aparece por defecto es *Mineral scales*, para cambiar el parámetro se debe hacer clic en la flecha ubicada en la parte derecha del botón *parameters* y aparecerá un menú desplegable donde se escogerá el parámetro que se desea completar como se observa en la Ilustración 83.

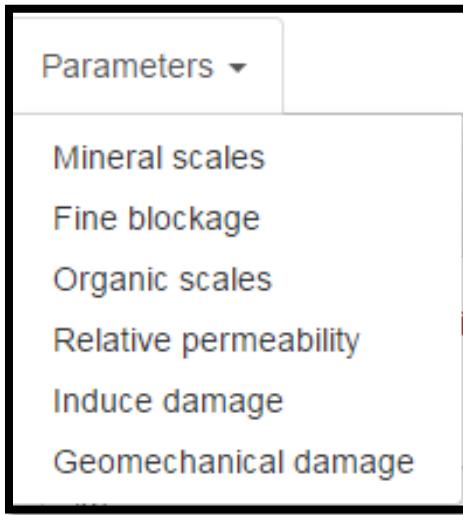


Ilustración 83. Menú desplegable botón parameters

Aquí se puede escoger entre 6 diferentes parámetros *Mineral scales*, *Fine blockage*, *Organic scales*, *Relative permeability*, *Induce damage* y *Geomechanical damage*. En esta sección en la parte inferior derecha siempre aparecen los botones *cancel*, *plot* y *save* que sirven para cancelar la creación del escenario, graficar la araña del parámetro seleccionado o guardar los datos, respectivamente.

En cada una de las partes de la sección *Parameters* se cuenta con las opciones de visualización gráfica, ubicada en la parte izquierda del nombre como se muestran en la Ilustración 84:



Ilustración 84. Botones *Historic data*, *Frequency data*, *percentiles* y *georreference*

A continuación, se describe la función de estas opciones de visualización gráfica:

### Datos Históricos

Al ingresar en esta opción se abrirá una nueva pestaña en el navegador como se observa en la Ilustración 85.

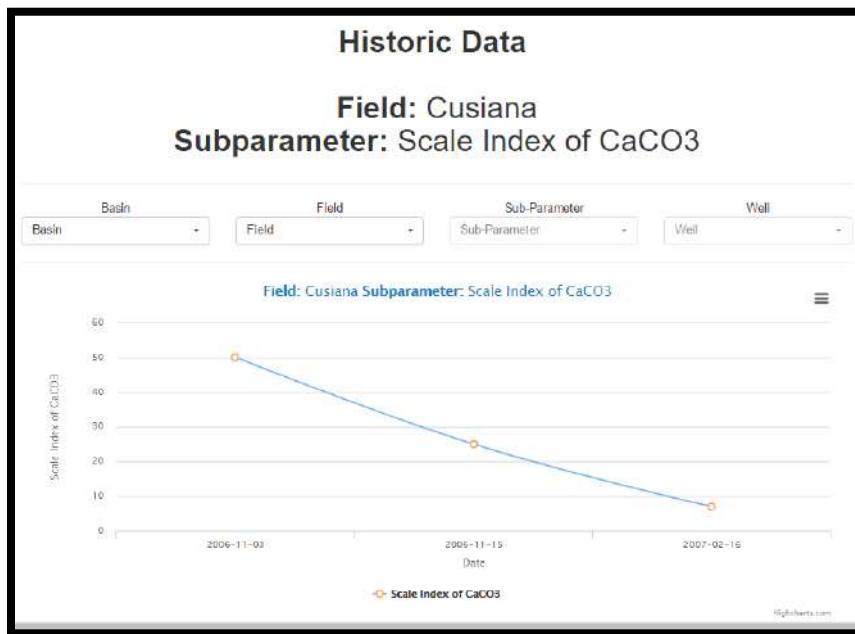


Ilustración 85. Pestaña *Historic data*

En esta aparecerá en la parte superior el título datos históricos (*Historic Data*), el campo (*Field*) y el subparametro elegido, además se muestran las casillas de Cuenca (*Basin*), campo (*Field*), sub-parámetro (*Sub-Parameter*) y pozo (*Well*) respectivamente, cada una cuenta con un menú desplegable donde se puede elegir la opción deseada o escribirlo para buscarla en la lista, es importante completar las casillas en el orden mencionado para que aparezcan los datos en las demás casillas, finalmente aparece el grafico de datos históricos, en este se puede mover el cursor sobre la línea del grafico para que muestre el valor exacto del sub-parámetro que se ha graficado.

En la parte superior derecha de este gráfico, se tiene como opción un nuevo icono que al dar clic desplegará un menú que se muestra en la Ilustración 86:

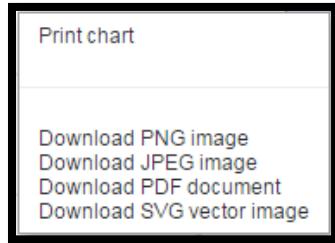


Ilustración 86. Formatos de descarga

Este menú presenta la opción de imprimir el grafico en *Print chart* y además aparecen cuatro opciones de descarga en formato PNG, JPG, PDF y formato SVG vector.

### Distribución de frecuencia e información general

Al ingresar en esta opción se abrirá una nueva pestaña en el navegador:

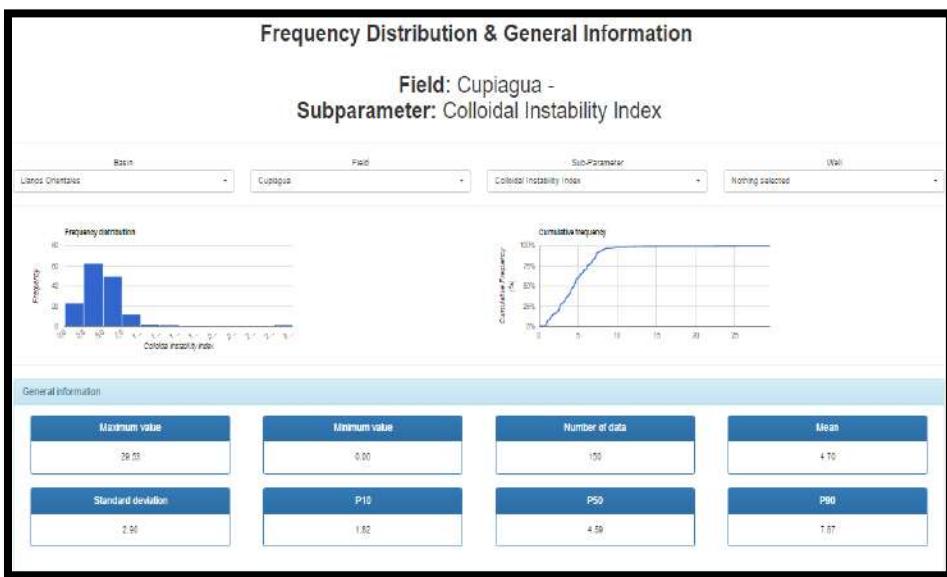


Ilustración 87. Pestaña Frequency Distribution and general information

En la Ilustración 87 se puede observar en la parte superior el título *Frequency Distribution and General information* así como el campo y el subparametro elegido, además se muestran las casillas Cuenca (*Basin*), campo (*Field*), sub-parámetro (*Sub-parameter*) y pozo (*well*) respectivamente, cada una cuenta con un menú desplegable donde se puede elegir la opción deseada o escribirlo para buscarla en la lista, es importante completar las casillas en el orden mencionado para que aparezcan datos en las demás casillas. Finalmente aparecen dos gráficas, a la izquierda se encuentra la distribución de frecuencias, y a la derecha la gráfica de frecuencia acumulada, finalmente se encuentra información general donde se puede ver el máximo valor, el mínimo valor, el número de datos, la media, la desviación estándar y tres percentiles de 10, 50 y 90 respectivamente.

### Percentiles

Al seleccionar este nuevo icono se desplegará una información como se muestra en la Ilustración 88, donde se muestra el valor de los percentiles de 10, 50 y 90



Ilustración 88. Botón Percentile



Esta opción redirecciona a la página de georreferenciación, en esta se debe seleccionar la cuenca (*Basin*), el campo (*Field*), mecanismo de daño (*Damage Mechanisms*), los subparámetros: variable de daño (*Damage Variable*) y la configuración del daño (*Damage Configuration*). Para más información ver *Georeference* en *Manual de Usuario Aplicativo IFDM* que se encuentra disponible en la sección *Help*.

#### 4.4.1.5.2 Escamas Minerales

Este parámetro aparece por defecto en la ventana de *Parameters* del análisis Multiparamétrico.

## Multiparametric Analysis

Parameters ▾

**Mineral Scales**

| Scale Index Of CaCO <sub>3</sub> |                 |         | Available                |
|----------------------------------|-----------------|---------|--------------------------|
| Value*                           | Monitoring Date | Comment | <input type="checkbox"/> |
| 0.6                              | dd/mm/aaaa      |         |                          |
| p10*                             | p90*            | Weight  |                          |
| 6                                | 76              |         |                          |

| Scale Index Of BaSO <sub>4</sub> |                 |         | Available                |
|----------------------------------|-----------------|---------|--------------------------|
| Value*                           | Monitoring Date | Comment | <input type="checkbox"/> |
| 0.7                              | dd/mm/aaaa      |         |                          |
| p10*                             | p90*            | Weight  |                          |
| 0                                | 2651            |         |                          |

| Scale Index Of Iron Scales |                 |         | Available                |
|----------------------------|-----------------|---------|--------------------------|
| Value*                     | Monitoring Date | Comment | <input type="checkbox"/> |
| 0.00                       | dd/mm/aaaa      |         |                          |
| p10*                       | p90*            | Weight  |                          |
| 2                          | 151             |         |                          |

| [Ca]: Calcium Concentration On Backflow Samples |                 |         | Available                |
|---|-----------------|---------|--------------------------|
| Value*  | Monitoring Date | Comment | <input type="checkbox"/> |
| 600 ppm   | dd/mm/aaaa      |         |                          |
| p10*  | p90*            | Weight  |                          |
| 11.22   | 2000            |         |                          |

| [Ba]: Barium Concentration On Backflow Samples |                 |         | Available                |
|--|-----------------|---------|--------------------------|
| Value*   | Monitoring Date | Comment | <input type="checkbox"/> |
| 6.2 ppm  | dd/mm/aaaa      |         |                          |
| p10*   | p90*            | Weight  |                          |
| 0.6  | 81.06           |         |                          |

**Run** **Save** **Cancel**

Back

Ilustración 89. Pestaña Mineral Scales

En esta sección se pueden mirar las siguientes subsecciones:

- *Scale index of CaCO<sub>3</sub>*: En esta sección aparecen las casillas donde se debe colocar respectivamente el valor del índice de escama de CaCO<sub>3</sub>, fecha, comentario, dos

casillas con los percentiles p10 y p90 calculados por defecto o que pueden ser modificados por el usuario y por último el peso que tiene esta variable, esta última opción se modifica con la opción *Available* que se encuentra en la parte superior derecha de la sección.

- *Scale index of BaSO<sub>4</sub>*: En esta sección aparecen las casillas donde se debe colocar respectivamente el valor del índice de escama de BaSO<sub>4</sub>, fecha, un comentario, dos casillas con los percentiles p10 y p90 calculados por defecto o que pueden ser modificados por el usuario y por último el peso que tiene esta variable, esta última opción se modifica con la opción *Available* que se encuentra en la parte superior derecha de la sección.
- *Scale index of iron scales*: En esta sección aparecen las casillas donde se debe colocar respectivamente el valor del índice de escamas férricas, fecha, un comentario, dos casillas con los percentiles p10 y p90 calculados por defecto o que pueden ser modificados por el usuario y por último el peso que tiene esta variable, esta última opción se modifica con la opción *Available* que se encuentra en la parte superior derecha de la sección.
- *[Ca]: Calcium concentration on Backflow samples*: En esta sección aparecen las casillas donde se debe colocar respectivamente el valor de la concentración de calcio en partes por millón (ppm), fecha, un comentario, dos casillas con los percentiles p10 y p90 calculados por defecto o que pueden ser modificados por el usuario y por último el peso que tiene esta variable, esta última opción se modifica con la opción *Available* que se encuentra en la parte superior derecha de la sección.
- *[Ba]: Barium concentration on Backflow samples*: En esta sección aparecen las casillas donde se debe colocar respectivamente el valor de la concentración de Ba en partes por millón (ppm), fecha, un comentario, dos casillas con los percentiles p10 y p90 calculados por defecto o que pueden ser modificados por el usuario y por último el peso que tiene esta variable, esta última opción se modifica con la opción *Available* que se encuentra en la parte superior derecha de la sección.

Finalmente aparecen los botones *cancel*, *Run*, *Save* y *back* que respectivamente cancelan, grafican, guardan los datos ingresados, o se regresan a la anterior página.

Al dar clic en *Run*, se muestran varias gráficas de araña mostradas en la Ilustración 90, Ilustración 91 e Ilustración 92 donde está el diagrama de Caracterización de skin Promedio, el diagrama de caracterización estadística del skin y el de caracterización analítica del Skin, respectivamente; en la parte superior aparece la formación, el campo, el nombre del pozo y la fecha de estudio, además aparece en la parte superior derecha el botón para imprimir o descargar y en la parte inferior derecha aparecen los botones *Edit* que redirigirá a la pestaña de añadir escenario y el botón de color rojo *Cancel* para cancelar la operación.

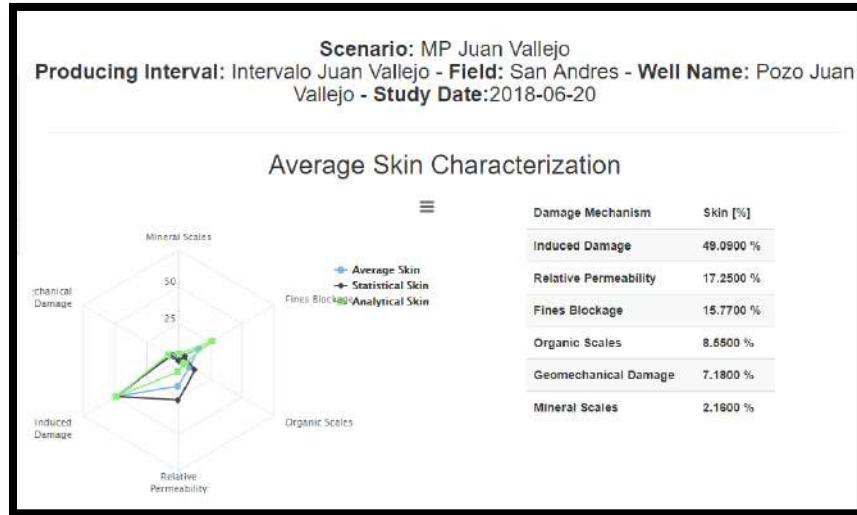


Ilustración 90. Diagrama de Caracterización de Skin Promedio

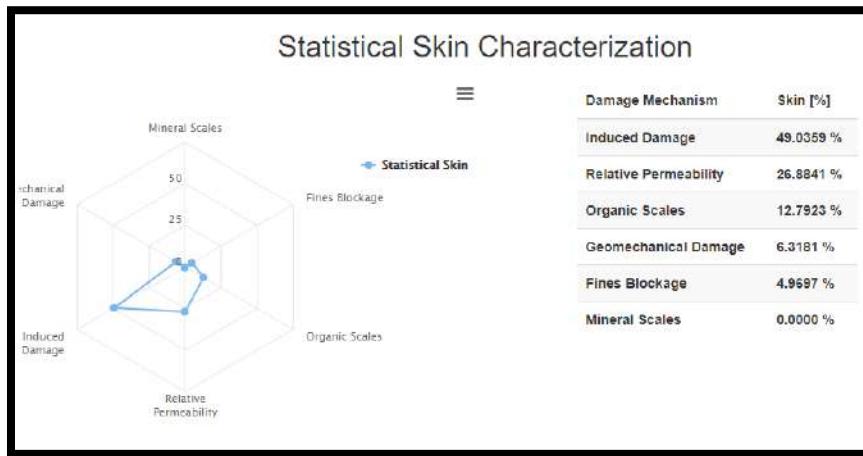


Ilustración 91. Diagrama de Caracterización estadística de Skin

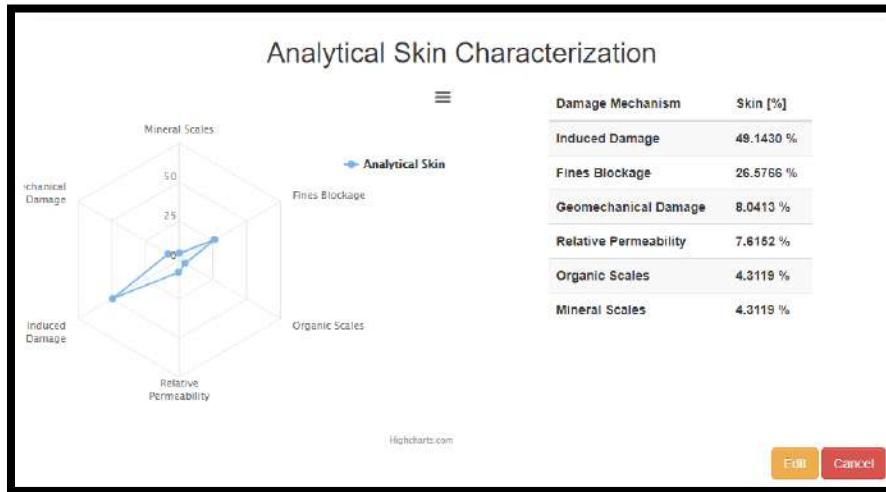


Ilustración 92. Diagrama de Caracterización Analítica de Skin

#### 4.4.1.5.3 Bloqueo por finos

Parameters ▾

**Fine Blockage**

| [Al]: Aluminum Concentration On Produced Water |                 |         | Available                           |
|--|-----------------|---------|-------------------------------------|
| Value*   | Monitoring Date | Comment |                                     |
| 0.05 ppm                                       | dd/mm/aaaa      |         | <input checked="" type="checkbox"/> |
| p10*   | p90*            | Weight  |                                     |
| 0.01   | 1.86            | 0.2     |                                     |

| [Si]: Silicon Concentration On Produced Water |                 |         | Available                           |
|---|-----------------|---------|-------------------------------------|
| Value*  | Monitoring Date | Comment |                                     |
| 3 ppm   | dd/mm/aaaa      |         | <input checked="" type="checkbox"/> |
| p10*  | p90*            | Weight  |                                     |
| 14.5  | 53.3            | 0.2     |                                     |

| Critical Radius Factor Rc |                 |         | Available                           |
|---------------------------|-----------------|---------|-------------------------------------|
| Value*                    | Monitoring Date | Comment |                                     |
| 1.6                       | dd/mm/aaaa      |         | <input checked="" type="checkbox"/> |
| p10*                      | p90*            | Weight  |                                     |
| 3.1                       | 20              | 0.2     |                                     |

| Mineralogic Factor |                 |         | Available                           |
|--------------------|-----------------|---------|-------------------------------------|
| Value*             | Monitoring Date | Comment |                                     |
| 1                  | dd/mm/aaaa      |         | <input checked="" type="checkbox"/> |
| p10*               | p90*            | Weight  |                                     |
| 0.3                | 1               | 0.2     |                                     |

| Crushed Proppant Factor |                 |         | Available                           |
|-------------------------|-----------------|---------|-------------------------------------|
| Value*                  | Monitoring Date | Comment |                                     |
| 0 lbs.                  | dd/mm/aaaa      |         | <input checked="" type="checkbox"/> |
| p10*                    | p90*            | Weight  |                                     |
| 0.92                    | 2.85            | 0.2     |                                     |

Run Save Cancel

Back

Ilustración 93. Pestaña Fine Blockage

En esta pestaña se puede mirar las siguientes secciones:

- *Aluminum concentration on produced water [Al]:* En esta sección aparecen 6 casillas donde se debe colocar respectivamente el valor de la concentración de aluminio en partes por millón (ppm), la fecha de monitoreo del dato, un comentario, dos casillas con los percentiles p10 y p90 calculados por defecto o que pueden ser modificados por el usuario y por último el peso que tiene esta variable, esta última opción se modifica con la opción *Available* que se encuentra en la parte superior derecha de la sección.
- *Silicon concentration on Produced Water [Si]:* En esta sección aparecen 6 casillas donde se debe colocar respectivamente el valor de la concentración de sílice en partes por millón (ppm), la fecha del dato, un comentario, dos casillas con los percentiles p10 y p90 calculados por defecto o que pueden ser modificados por el usuario y por último el peso que tiene esta variable, esta última opción se modifica con la opción *Available* que se encuentra en la parte superior derecha de la sección.
- *Critical Radius factor Rc:* En esta sección aparecen 6 casillas donde se debe colocar respectivamente el valor del factor de radio crítico en pies (ft), la fecha del dato, un comentario, dos casillas con los percentiles p10 y p90 calculados por defecto o que pueden ser modificados por el usuario y por último el peso que tiene esta variable, esta última opción se modifica con la opción *Available* que se encuentra en la parte superior derecha de la sección.
- *Mineralogic factor:* En esta sección aparecen 6 casillas donde se debe colocar respectivamente el valor del factor mineralógico, la fecha del dato, un comentario, dos casillas con los percentiles p10 y p90 calculados por defecto o que pueden ser modificados por el usuario y por último el peso que tiene esta variable, esta última opción se modifica con la opción *Available* que se encuentra en la parte superior derecha de la sección.
- *Crushed proppant factor:* En esta sección aparecen 6 casillas donde se debe colocar respectivamente el valor factor propante de aplastamiento en libras, la fecha del dato, un comentario, dos casillas con los percentiles p10 y p90 calculados por defecto o que pueden ser modificados por el usuario y por último el peso que tiene esta variable, esta última opción se modifica con la opción *Available* que se encuentra en la parte superior derecha de la sección.

Finalmente aparecen los botones *cancel*, *Run*, *Save* y *back* que respectivamente cancelan, grafican, guardan los datos ingresados, o se regresan a la anterior página.

#### 4.4.1.5.4 Escamas Orgánicas

Al seleccionar Organic scales se muestra la siguiente sección

Parameters \*

### Organic Scales

| CII Factor: Colloidal Instability Index |                 | <input checked="" type="checkbox"/> Available |
|---|-----------------|---|
| <b>Value*</b>                           | Monitoring Date | Comment                                       |
| 2                                       | dd/mm/aaaa      |   |
| p10*                                    | p90*            | Weight  |
| 1.44                                    | 6.84            | 0.25  |

| Compositional Factor: Cumulative Gas Produced |                 | <input checked="" type="checkbox"/> Available |
|---|-----------------|---|
| <b>Value*</b>                                 | Monitoring Date | Comment                                       |
| 6   | mmMSCF          | dd/mm/aaaa                                    |
| p10*  | p90*            | Weight  |
| 2983203.5                                     | 309448738.62    | 0.25  |

| Pressure Factor: Number Of Days Below Saturation Pressure |                 | <input checked="" type="checkbox"/> Available |
|---|-----------------|---|
| <b>Value*</b>   | Monitoring Date | Comment                                       |
| 2400  | Days            | dd/mm/aaaa                                    |
| p10*  | p90*            | Weight  |
| 50  | 4320            | 0.25  |

| High Impact Factor: De Boer Criteria |                 | <input checked="" type="checkbox"/> Available |
|--------------------------------------|-----------------|---|
| <b>Value*</b>                        | Monitoring Date | Comment                                       |
| -490                                 | dd/mm/aaaa      |   |
| p10*                                 | p90*            | Weight  |
| 173.17                               | 1835.82         | 0.25  |

Ilustración 94. Pestaña Organic Scales

En esta pestaña se pueden observar las siguientes secciones:

- Colloidal instability index: En esta sección aparecen 6 casillas donde se debe colocar respectivamente el valor del índice de inestabilidad coloidal, la fecha de monitoreo del dato, un comentario, dos casillas con los percentiles p10 y p90 calculados por defecto o que pueden ser modificados por el usuario y por último el peso que tiene esta variable, esta última opción se modifica con la opción Available que se encuentra en la parte superior derecha de la sección.
- Compositional factor: Cumulative gas produced. En esta sección aparecen 6 casillas donde se debe colocar respectivamente el valor del gas producido acumulado en millones de pies cúbicos estándar (MMSCF), la fecha del dato, un comentario, dos casillas con los percentiles p10 y p90 calculados por defecto o que pueden ser modificados por el usuario y por último el peso que tiene esta variable, esta última opción se modifica con la opción Available que se encuentra en la parte superior derecha de la sección.
- Pressure factor: Number of days below saturation pressure. En esta sección aparecen 6 casillas donde se debe colocar respectivamente el número de días donde la presión del yacimiento está por debajo de la presión de saturación, la fecha del dato, un comentario, dos casillas con los percentiles p10 y p90 calculados por defecto o que pueden ser modificados por el usuario y por último el peso que tiene esta variable, esta última opción se modifica con la opción Available que se encuentra en la parte superior derecha de la sección.
- High impact factor: De Boer criteria. En esta sección aparecen 6 casillas donde se debe colocar respectivamente el criterio de Boer, la fecha del dato, un comentario, dos casillas con los percentiles p10 y p90 calculados por defecto o que pueden ser modificados por el usuario y por último el peso que tiene esta variable, esta última opción se modifica con la opción Available que se encuentra en la parte superior derecha de la sección.

Finalmente aparecen los botones *cancel*, *Run*, *Save* y *back* que respectivamente cancelan, grafican, guardan los datos ingresados, o se regresan a la anterior página.

#### 4.4.1.5.5 Permeabilidad relativa

Al seleccionar *Relative Permeability* se muestra la siguiente sección:

Parameters ▾

**Relative Permeability**

| Number Of Days Below Saturation Pressure |                 |            | Available                           |
|--|-----------------|------------|-------------------------------------|
| Value*                                   | Monitoring Date | Comment    |                                     |
| 2400                                     | days            | dd/mm/aaaa | <input checked="" type="checkbox"/> |
| p10*                                     | p90*            | Weight     |                                     |
| 50                                       | 3960            | 0.25       |                                     |

| Delta Pressure From Saturation Pressure |                 |            | Available                           |
|---|-----------------|------------|-------------------------------------|
| Value*                                  | Monitoring Date | Comment    |                                     |
| 1060                                    | psi             | dd/mm/aaaa | <input checked="" type="checkbox"/> |
| p10*                                    | p90*            | Weight     |                                     |
| 172.66                                  | 1635.82         | 0.25       |                                     |

| Water Intrusion: Cumulative Water Produced |                 |            | Available                           |
|--|-----------------|------------|-------------------------------------|
| Value*                                     | Monitoring Date | Comment    |                                     |
| 0.2  | MMbbl           | dd/mm/aaaa | <input checked="" type="checkbox"/> |
| p10*                                       | p90*            | Weight     |                                     |
| 8605                                       | 8980045         | 0.25       |                                     |

| High Impact Factor:Pore Size Diameter Approximation By Katz And Thompson Correlation |                 |                                     | Available |
|--|-----------------|-------------------------------------|-----------|
| Value*   | Monitoring Date | Comment                             |           |
| 2.7  | dd/mm/aaaa      | <input checked="" type="checkbox"/> |           |
| p10*   | p90*            | Weight                              |           |
| 0  | 0               | 0.25                                |           |

Run Save Cancel

Back

Ilustración 95. Pestaña Relative permeability

En este se pueden observar las siguientes secciones:

- Number of days below Saturation Pressure: En esta sección aparecen 6 casillas donde se debe colocar respectivamente número de días debajo de la presión de saturación, la fecha de monitoreo del dato, un comentario, dos casillas con los percentiles p10 y p90 calculados por defecto o que pueden ser modificados por el usuario y por último el peso que tiene esta variable, esta última opción se modifica con la opción Available que se encuentra en la parte superior derecha de la sección.
- Delta pressure from saturation pressure: En esta sección aparecen 6 casillas donde se debe colocar respectivamente el valor del delta de presión para la presión de saturación en libras por pulgada cuadrada (psi), la fecha del dato, un comentario, dos casillas con los percentiles p10 y p90 calculados por defecto o que pueden ser modificados por el usuario y por último el peso que tiene esta variable, esta última opción se modifica con la opción Available que se encuentra en la parte superior derecha de la sección.
- Water Intrusion: Cumulative Water produced: En esta sección aparecen 6 casillas donde se debe colocar respectivamente el valor de agua producida acumulada en millones de barriles (MMbbl), la fecha del dato, un comentario, dos casillas con los percentiles p10 y p90 calculados por defecto o que pueden ser modificados por el usuario y por último el peso que tiene esta variable, esta última opción se modifica con la opción Available que se encuentra en la parte superior derecha de la sección.
- High impact factor: Pore size diameter approximation by Katz and Thompson correlation: En esta sección aparecen 6 casillas donde se debe colocar respectivamente el valor de aproximación del diámetro de poro por la correlación de Katz y Thompson, la fecha del dato, un comentario, dos casillas con los percentiles p10 y p90 calculados por defecto o que pueden ser modificados por el usuario y por último el peso que tiene esta variable, esta última opción se modifica con la opción Available que se encuentra en la parte superior derecha de la sección.

Finalmente aparecen los botones *cancel*, *Run*, *Save* y *back* que respectivamente cancelan, grafican, guardan los datos ingresados, o se regresan a la anterior página.

#### 4.4.1.5.6 Daño inducido

Al seleccionar *Induced Damage* se muestra la siguiente sección:

Parameters ▾

**Induced Damage**

|               |      |    | Invasion Radius | <input checked="" type="checkbox"/> Available |
|---------------|------|----|-----------------|---|
| <b>Value*</b> | 1477 | ft | Monitoring Date | dd/mm/aaaa                                    |
| <b>p10*</b>   | 1.42 |    | <b>p90*</b>     | 11.8  |
|               |      |    | <b>Comment</b>  |   |
|               |      |    | <b>Weight</b>   | 0.25  |

|               |     |   | Polymer Damage Factor | <input checked="" type="checkbox"/> Available |
|---------------|-----|---|-----------------------|---|
| <b>Value*</b> | 240 | - | Monitoring Date       | dd/mm/aaaa                                    |
| <b>p10*</b>   | 795 |   | <b>p90*</b>           | 6253.5  |
|               |     |   | <b>Comment</b>        |   |
|               |     |   | <b>Weight</b>         | 0.25  |

|               |      |   | Induced Skin    | <input checked="" type="checkbox"/> Available |
|---------------|------|---|-----------------|---|
| <b>Value*</b> | 1000 | - | Monitoring Date | dd/mm/aaaa                                    |
| <b>p10*</b>   | 100  |   | <b>p90*</b>     | 500   |
|               |      |   | <b>Comment</b>  |   |
|               |      |   | <b>Weight</b>   | 0.25  |

|               |     |     | Mud Damage Factor: Mud Losses | <input checked="" type="checkbox"/> Available |
|---------------|-----|-----|-------------------------------|---|
| <b>Value*</b> | 334 | bbl | Monitoring Date               | dd/mm/aaaa                                    |
| <b>p10*</b>   | 30  |     | <b>p90*</b>                   | 1969  |
|               |     |     | <b>Comment</b>                |   |
|               |     |     | <b>Weight</b>                 | 0.25  |

**Run** **Save** **Cancel**

**Back**

Ilustración 96. Pestaña Induce Damage

En esta Sección se pueden observar las siguientes subsecciones:

- *Invasión radius*: En esta sección aparecen 6 casillas donde se debe colocar respectivamente el radio de invasión en pies (ft), la fecha de monitoreo del dato, un comentario, dos casillas con los percentiles p10 y p90 calculados por defecto o que pueden ser modificados por el usuario y por último el peso que tiene esta variable, esta última opción se modifica con la opción *Available* que se encuentra en la parte superior derecha de la sección.
- *Polymer damage factor*: En esta sección aparecen 6 casillas donde se debe colocar respectivamente el factor del daño por polímeros en libras (lbs), la fecha del dato, un comentario, dos casillas con los percentiles p10 y p90 calculados por defecto o que pueden ser modificados por el usuario y por último el peso que tiene esta variable, esta última opción se modifica con la opción *Available* que se encuentra en la parte superior derecha de la sección.
- *Induced skin*: En esta sección aparecen 6 casillas donde se debe colocar respectivamente el valor del skin, la fecha del dato, un comentario, dos casillas con los percentiles p10 y p90 calculados por defecto o que pueden ser modificados por el usuario y y por último el peso que tiene esta variable, esta última opción se modifica con la opción *Available* que se encuentra en la parte superior derecha de la sección.
- *Mud damage factor: Mud Losses*: En esta sección aparecen 6 casillas donde se debe colocar respectivamente el valor de las pérdidas de lodo en barriles, la fecha del dato, un comentario, dos casillas con los percentiles p10 y p90 calculados por defecto o que pueden ser modificados por el usuario y y por último el peso que tiene esta variable, esta última opción se modifica con la opción *Available* que se encuentra en la parte superior derecha de la sección.

Finalmente aparecen los botones *cancel*, *Run*, *Save* y *back* que respectivamente cancelan, grafican, guardan los datos ingresados, o se regresan a la anterior página.

#### 4.4.1.5.7 Daño Geomecánico

Al seleccionar Geomechanical Damage se muestra la siguiente sección:

Parameters \*

**Geomechanical Damage**

| Fraction Of NetPay Exhibiting Natural Fractures |                 |         | <input checked="" type="checkbox"/> Available |
|---|-----------------|---------|---|
| Value*  | Monitoring Date | Comment |   |
| 0.3   | dd/mm/aaaa      |         |   |
| p10*  | p90*            | Weight  |   |
| 0.03  | 0.8             | 0.25    |   |

| Drawdown |                 |            | <input checked="" type="checkbox"/> Available |
|----------|-----------------|------------|---|
| Value*   | Monitoring Date | Comment    |   |
| 3673.32  | psi             | dd/mm/aaaa |   |
| p10*     | p90*            | Weight     |   |
| 563      | 2969            | 0.25       |   |

| Ratio Of KH + Fracture / KH |                 |         | <input checked="" type="checkbox"/> Available |
|-----------------------------|-----------------|---------|---|
| Value*                      | Monitoring Date | Comment |   |
| 3                           | dd/mm/aaaa      |         |   |
| p10*                        | p90*            | Weight  |   |
| 0.47                        | 21.72           | 0.25    |   |

| Geomechanical Damage Expressed As Fraction Of Base Permeability At BHFP |                 |         | <input checked="" type="checkbox"/> Available |
|---|-----------------|---------|---|
| Value*  | Monitoring Date | Comment |   |
| 0.5   | dd/mm/aaaa      |         |   |
| p10*  | p90*            | Weight  |   |
| 0.25  | 1.9             | 0.25    |   |

**Run** **Save** **Cancel**

**Back**

Ilustración 97. Pestaña Geomechanical damage

En esta pestaña se puede mirar las siguientes secciones:

- *Fraction of Netpay Exhibiting Natural Fractures*: En esta sección aparecen 6 casillas donde se debe poner en fracción el espesor productor con fracturas naturales, la fecha de monitoreo del dato, un comentario, dos casillas con los percentiles p10 y p90 calculados por defecto o que pueden ser modificados por el usuario y por último el peso que tiene esta variable, esta última opción se modifica con la opción *Available* que se encuentra en la parte superior derecha de la sección.
- *Drawdown*: En esta sección aparecen 6 casillas donde se debe colocar la caída de presión en (psi) la fecha del dato, un comentario, dos casillas con los percentiles p10 y p90 calculados por defecto o que pueden ser modificados por el usuario y por último el peso que tiene esta variable, esta última opción se modifica con la opción *Available* que se encuentra en la parte superior derecha de la sección.
- *Ratio of KH + fracture / KH*: En esta sección aparecen 6 casillas donde se debe colocar respectivamente el valor del skin, la fecha del dato, un comentario, dos casillas con los percentiles p10 y p90 calculados por defecto o que pueden ser modificados por el usuario y por último el peso que tiene esta variable, esta última opción se modifica con la opción *Available* que se encuentra en la parte superior derecha de la sección.
- *Geomechanical damage expressed as fraction of base permeability at BHFP*: En esta sección aparecen 6 casillas donde se debe colocar respectivamente el valor de las pérdidas de lodo en barriles, la fecha del dato, un comentario, dos casillas con los percentiles p10 y p90 calculados por defecto o que pueden ser modificados por el usuario y por último el peso que tiene esta variable, esta última opción se modifica con la opción *Available* que se encuentra en la parte superior derecha de la sección.

Finalmente aparecen los botones *cancel*, *Run*, *Save* y *back* que respectivamente cancelan, grafican, guardan los datos ingresados, o se regresan a la anterior página.

#### **4.4.2 Análisis IPR (*IPR Analysis*)**

Este módulo está compuesto de 4 secciones para ingreso de datos, en todas las secciones el usuario siempre debe ingresar los datos marcados con \* de lo contrario el aplicativo lanzará un mensaje informando la falta de información necesaria para continuar.

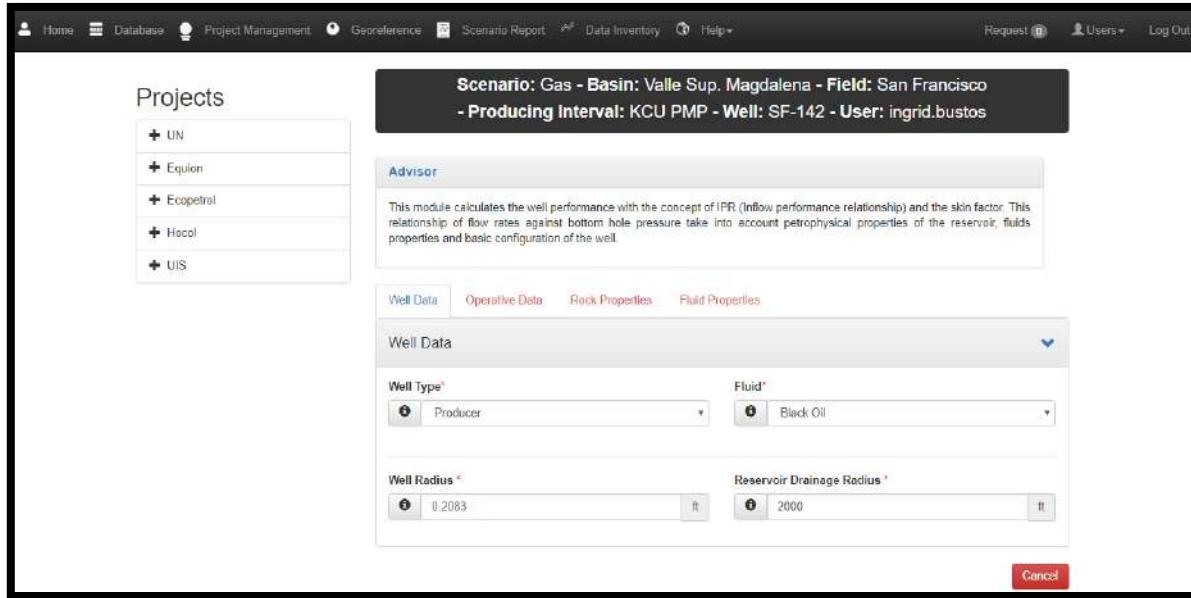


Ilustración 98. Primera ventana IPR

En esta ventana aparecerá en la parte superior el nombre del escenario (*Scenario*), la cuenca (*Basin*), el campo (*Field*), el intervalo productor (*producing interval*), el pozo (*Well*) y el usuario (*user*) que creó. Además se observa una sección de *Advisor* en donde el usuario encontrará información sobre el módulo y la importancia de su aplicación, seguido se muestran cuatro secciones para ingreso de datos de entrada que estarán en color azul cuando los datos estén completos, de lo contrario se mostrarán de color rojo (ver Ilustración 103), finalmente en la parte inferior derecha se encuentra el botón *cancel* que sirve para cancelar la creación o modificación del proyecto.

#### 4.4.2.1 Datos de Pozo<sup>[IB6]</sup>

En la sección *Well Data* el usuario debe ingresar las propiedades del pozo, así se debe completar cuatro casillas de la siguiente manera:

- *Well Type*. El usuario debe escoger si el pozo de su escenario es de tipo productor (*Producer*) o Inyector (*Injector*).
- *Fluid*. Aquí se debe ingresar el tipo de fluido que puede ser Black Oil, Dry Gas y Condensate Gas.
- *Well Radius*. Ingresar el radio del pozo en pies (ft)
- *Reservoir drainage radius*. Corresponde al radio de drenaje del yacimiento en pies (ft)

Al ingresar el tipo de fluido, dependiendo del fluido seleccionado, las siguientes pestañas tendrán algunos cambios, a continuación se explica para cada uno de los casos.

Well Data

Well Type\* Fluid\*

Well Radius \* Reservoir Drainage Radius \*

0.2083 ft 2000 ft

Cancel

Ilustración 99. Sección Well information

Se debe notar que al lado izquierdo de cada recuadro para ingreso de datos se encuentra el ícono de ayuda *Help*, el cual abre una ventana desplegable que está dividida en dos secciones: *Information*, donde se encuentra información sobre el dato a ingresar, así como se observa en la Ilustración 100. La segunda sección *Import Data From Another Scenario* permite al usuario obtener el dato que se desea ingresar a partir de otro escenario que ya posea el dato que se necesita, como se ve en la Ilustración 101.

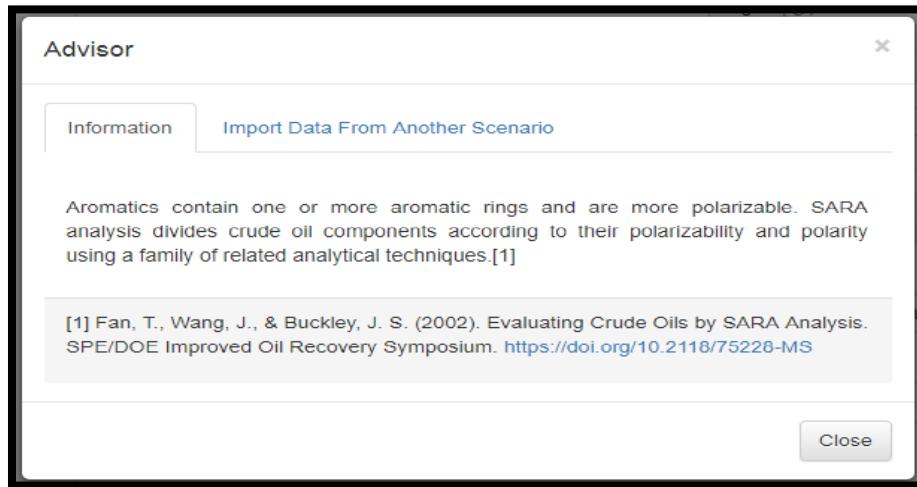


Ilustración 100. Ventana desplegable de información

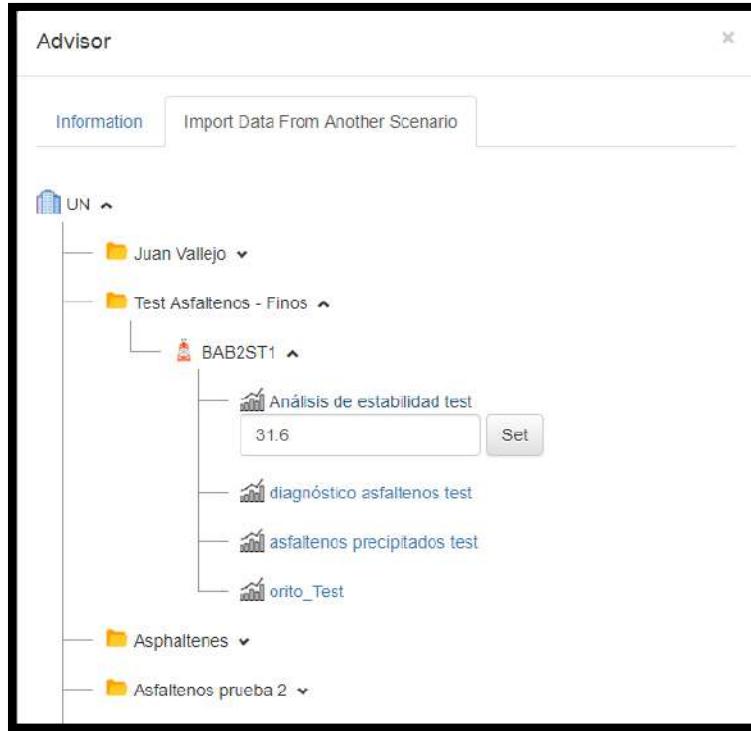


Ilustración 101. Importar dato a partir de otro escenario

#### 4.4.2.2 Datos de Operación

En la sección *Operative Data*, según el fluido seleccionado en *Well Data*, se desprenderá diferentes interfaces, como se mostrará a continuación.

##### 4.4.2.2.1 Caso Black Oil

Si el fluido elegido es Black Oil en esta sección se despliega la Ilustración 102:

| Well Data  | Operative Data | Rock Properties | Fluid Properties |
|--|----------------|-----------------|------------------|
| <b>Operative Data</b> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <b>Oil Rate *</b><br/> <input type="text" value="0.000001"/> bbl/day         </div> <div> <b>BHP *</b><br/> <input type="text" value="0.000001"/> psi         </div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <b>BSW *</b><br/> <input type="text" value="0.982"/> Fraction         </div> </div> |                |                 |                  |
| <input type="button" value="Cancel"/>  |                |                 |                  |

Ilustración 102. Sección Production data para tipo de fluido Black oil

El usuario debe completar 3 casillas de la siguiente manera:

- *Oil rate.* Ingresar la razón de producción de aceite en barriles por día (bbls/day).
- *BHP.* Corresponde a la presión de flujo en el hueco inferior en libras por pulgada cuadrada (psi).
- *BSW.* Aquí se debe ingresar la fracción de cantidad de sólidos/sedimentos de agua.

#### 4.4.2.2.2 Caso Dry Gas

Si el fluido elegido es gas, en esta sección se despliega la Ilustración 103:

The screenshot shows a software interface titled 'Advisor'. At the top, there are four tabs: 'Well Data', 'Operative Data' (which is highlighted in blue), 'Rock Properties', and 'Fluid Properties'. Below the tabs, the word 'Operative Data' is displayed in a dropdown menu. Underneath, there are two input fields: 'Gas Rate \*' with a value of '0.000001' and unit 'MMscf/day', and 'BHP \*' with a value of '0.000001' and unit 'psi'. At the bottom right of the form is a red 'Cancel' button.

Ilustración 103. Sección Production data para tipo de fluido Dry Gas

El usuario debe completar la información de la siguiente manera:

- *Gas Rate.* Aquí se debe ingresar la producción de gas en barriles por día (bbls/day).
- *BHP.* Se debe ingresar la presión de flujo en el hueco inferior, en libras por pulgada cuadrada (psi).

#### 4.4.2.2.3 Caso Gas Condensado

Para un fluido tipo gas condensado los datos a ingresar en esta sección son los siguientes:

- *Gas Rate.* Aquí se debe ingresar la producción de gas en millones de pies cúbicos por día (MMscf/day).
- *BHP:* Corresponde a la presión fluyente en fondo de pozo en libras por pulgada cuadrada (psi).

The screenshot shows a software interface titled 'Advisor'. At the top, there are four tabs: 'Well Data', 'Operative Data' (which is highlighted in blue), 'Rock Properties', and 'Fluid Properties'. Below the tabs, the word 'Operative Data' is displayed in a dropdown menu. Underneath, there are two input fields: 'Gas Rate \*' with a placeholder 'Gas Rate' and unit 'MMscf/day', and 'BHP \*' with a placeholder 'BHP' and unit 'psi'. At the bottom right of the form is a red 'Cancel' button.

Ilustración 104. Production data para tipo de fluido Condensate Gas

#### 4.4.2.3 Rock properties

En esta sección, según el fluido seleccionado en *Well Data*, se desprenderá diferentes interfaces, como se mostrará a continuación.

##### 4.4.2.3.1 Caso Oil

Esta sección se divide en dos sub-secciones las cuales son respectivamente *Basic Petrophysics* y *Relative Permeability data selection*.

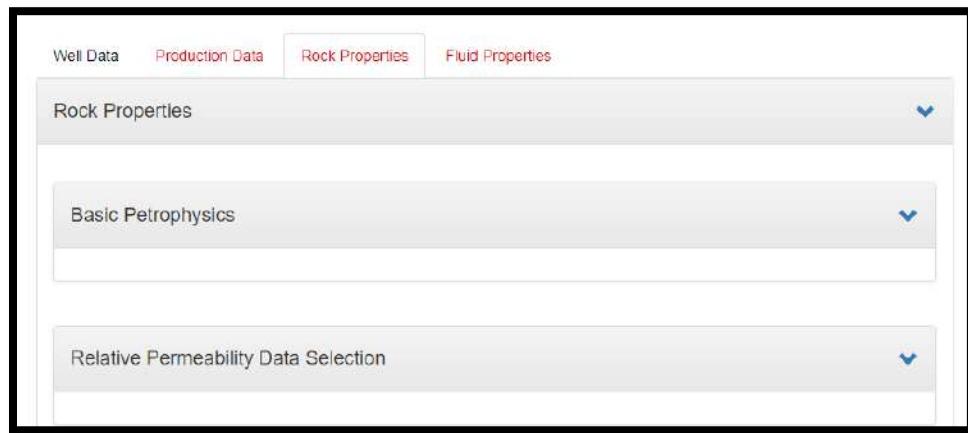


Ilustración 105. Sección Rock properties Para caso aceite

###### 4.4.2.3.1.1 Basic Petrophysics

Al desplegar esta sub-sección, haciendo clic en la flecha en la parte derecha, aparecerá la ventana de la Ilustración 106:

|   |  |
|---|--|
| Stress Sensitive Reservoir*                           | Yes  |
| Initial Reservoir Pressure *                          | Initial Reservoir Pressure<br>psi                  |
| Net Pay *   | Net Pay<br>ft                                      |
| Absolute Permeability At Initial Reservoir Pressure * | Absolute Permeability At Initial Reservoir P<br>md |
| Current Reservoir Pressure *                          | 1100<br>psi  |
| Permeability Module *                                 | 0.1<br>psi <sup>-1</sup>                           |
| <b>Calculate by Correlation</b>                       |  |

Ilustración 106. Subsección Basic Petrophysics (use permeability module)

En esta sección primero se debe informar si el yacimiento es sensible a esfuerzos, en la sección *Stress Sensitive Reservoir* escoger sí o no según el caso del escenario.

A continuación, el usuario debe ingresar los datos de 4 casillas de la siguiente manera:

- *Initial reservoir pressure*. Corresponde a la presión inicial en yacimiento, en libras por pulgada cuadrada (psi).
- *Absolute permeability at initial reservoir pressure*. Es la permeabilidad absoluta a condiciones de presión inicial en yacimiento, en milidarcys (mD).
- *Net pay*. Espesor neto del intervalo productor en pies (ft).

Después el aplicativo solicita el valor del módulo de permeabilidad para el escenario que se está trabajando, para este dato el usuario tiene dos opciones: Ingresar manualmente el valor del módulo de permeabilidad en  $[\text{psi}^{-1}]$  o calcular el módulo de permeabilidad, esto último se hace dando clic en el botón azul con la descripción *Calculate by Correlation* que abre una nueva subsección como se observa en la Ilustración 107; así el usuario deberá ingresar los siguientes datos para el correcto cálculo del módulo de Permeabilidad:

- *Absolute permeability*. En esta casilla se deberá ingresar el valor de la permeabilidad absoluta en milidarcys (md).
- *Porosity*. Ingresar el valor de la porosidad en porcentaje (%).
- *Rock type*: Es la clase de roca correspondiente al yacimiento de análisis. El usuario puede escoger entre tres opciones, las cuales se desplegarán dando clic en la flecha de la parte derecha, se podrá escoger entre consolidada (*consolidated*), no consolidada (*unconsolidated*) o microfracturada (*Microfractured*).

The screenshot shows a software interface titled "Calculate by Correlation". It includes fields for "Absolute Permeability" (with units "md") and "Porosity" (with units "Fraction"). A dropdown menu for "Rock Type" is open, showing options: "Consolidated" (selected), "Unconsolidated", and "Microfractured". Below these fields is a "Calculate" button. At the bottom of the window, there is another "Calculate" button next to a field for "Permeability Module" (value "0.1", unit " $\text{psi}^{-1}$ ").

Ilustración 107. Subsección Calculate Permeability Module by Correlation

#### 4.4.2.3.1.2 Relative Permeability

Inicialmente se debe escoger entre usar tablas de permeabilidad relativa (*tabular*) o el modelo de Corey (Corey's Model); si se selecciona *tabular*, se muestra la interfaz de la Ilustración 108, donde el usuario puede ingresar las tablas de permeabilidad relativa, es decir, introducir los datos de saturación de agua ( $S_w$ ), permeabilidad relativa del agua ( $K_{rw}$ ) y permeabilidad relativa del aceite ( $K_{ro}$ ) si la tabla es de un sistema agua-aceite o saturación de gas ( $S_g$ ), permeabilidad relativa del gas ( $K_{rg}$ ) y permeabilidad relativa del líquido ( $K_{rl}$ ), si la tabla es de un sistema gas-líquido. Por defecto el aplicativo muestra ambas posibilidades, adicionalmente aparece un botón *plot* en la parte inferior de cada tabla lo cual permitirá para cada caso graficar las curvas de permeabilidad relativa como se puede observar en la Ilustración 108.

Relative Permeability Data Selection

Tabular

|   | $S_w$ | $K_{rw}$  | $K_{ro}$   |
|---|-------|-----------|------------|
| 1 | 0.2   | 0         | 0.8        |
| 2 | 0.3   | 0.0083333 | 0.55555555 |
| 3 | 0.5   | 0.075     | 0.2        |
| 4 | 0.7   | 0.2083333 | 0.02222222 |
| 5 | 0.8   | 0.3       | 0          |
| 6 |       |           |            |

|   | $S_g$ | $K_{rg}$  | $K_{rl}$   |
|---|-------|-----------|------------|
| 1 | 0.1   | 0         | 0.8        |
| 2 | 0.3   | 0.0333333 | 0.35555555 |
| 3 | 0.5   | 0.1333333 | 0.08888888 |
| 4 | 0.6   | 0.2083333 | 0.02222222 |
| 5 | 0.7   | 0.3       | 0          |
| 6 |       |           |            |

Corey's Model

Ilustración 108. Opción Use Relative Permeability Tables

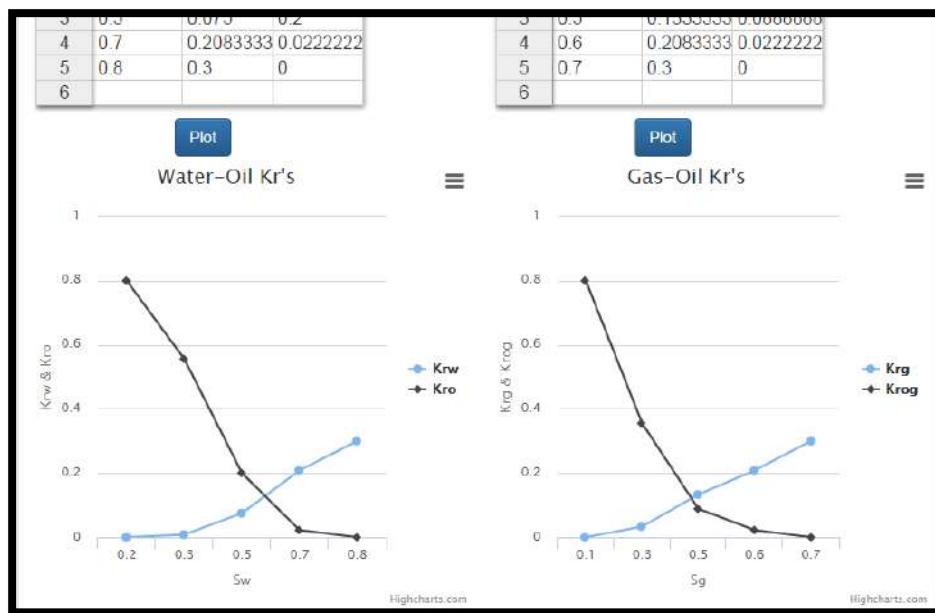


Ilustración 109. Curvas de permeabilidad relativa tabuladas

Tenga en cuenta que al momento de graficar los resultados, en la lista de sensibilidades, el ítem *Corey Exponent- $ng$*  cambia a *Corey Exponent- $ng$  (tabulated)* si se seleccionó la opción *tabular*.

En la parte superior derecha del gráfico, se puede observar el botón el cual al dar clic desplegará el menú para descarga del gráfico que se muestra en la Ilustración 110 :

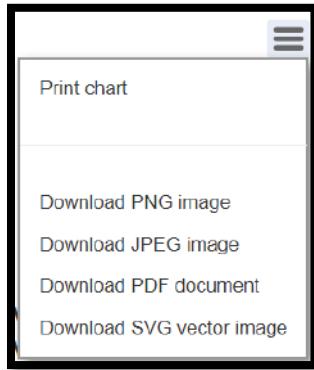


Ilustración 110. Formatos de descarga

En este botón se encuentra la opción *Print chart* el cual permite al usuario imprimir el gráfico mostrado, y además aparecen cuatro opciones de descarga que en su orden son: descarga en formato PNG, descarga en formato JPEG, descarga en formato PDF y descarga en formato SVG.

Por otra parte, si se selecciona usar el modelo de Corey, se muestra la interfaz de la Ilustración 111:

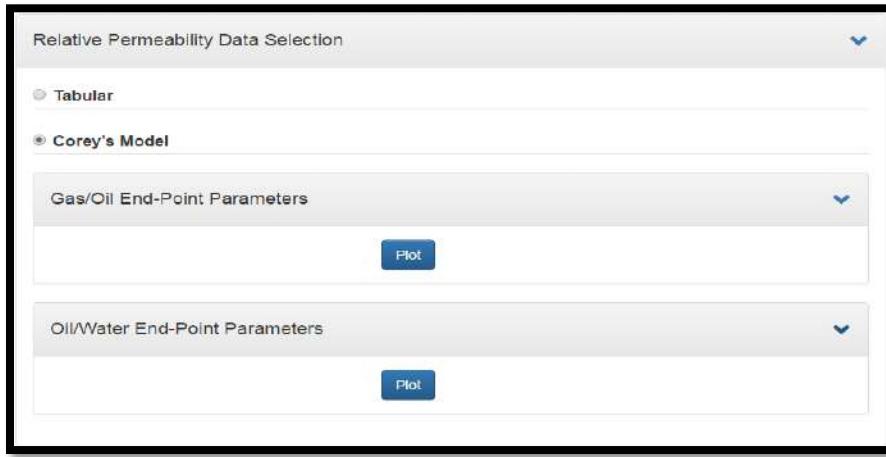


Ilustración 111. Opción Use Corey's Model.

Esta sub-sección se divide en *Gas/Oil End-Point parameters* y *Oil/Water End-Point Parameters*.

### **Gas/Oil End-Point parameters**

El usuario deberá ingresar los datos de 6 casillas de la siguiente manera:

- Kro (Sgc). Con el valor de la permeabilidad relativa del aceite a condiciones de saturación crítica de gas.
- Krg (Sorg). Corresponde al valor de la permeabilidad relativa del gas a condiciones de saturación residual de aceite y gas.
- Sgc. Es el valor de la saturación crítica de gas.
- Sorg. Es el valor de la saturación residual de aceite y gas.
- *Corey exponent Oil/gas*. Es el valor del exponente de Corey para el aceite.
- *Corey exponent gas*. Exponente de Corey para el gas.

Además se cuenta con un botón adicional *Plot* el cual permite graficar las curvas de permeabilidad relativa como se puede observar en la Ilustración 113. Ilustración 113

Gas/Oil End-Point Parameters

|                              |                          |
|------------------------------|--------------------------|
| Kro (Sgc)*<br>0.5            | Sgc*<br>0.3              |
| Krg (Sorg)*<br>0.8           | Sorg*<br>0.2             |
| Corey Exponent Oil/Gas*<br>2 | Corey Exponent Gas*<br>2 |

Plot

Ilustración 112. Sub-sección Kro

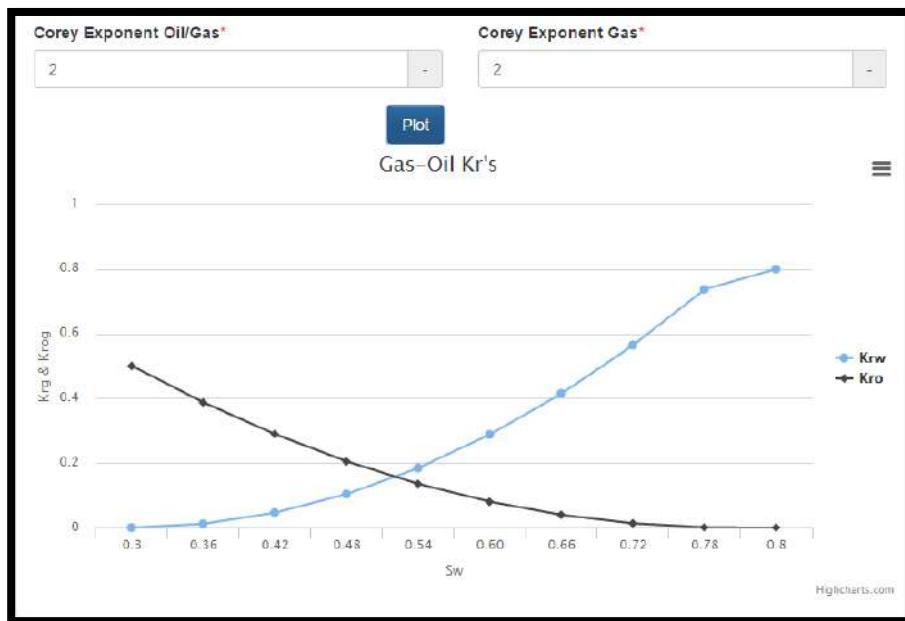


Ilustración 113. Grafica curva de permeabilidad relativa Gas/Oil End-Point Parameter

### **Oil/Water End-Point Parameters**

El usuario deberá ingresar los datos de 6 casillas de la siguiente manera:

- $Kro(Swi)$ . Corresponde al valor de la permeabilidad relativa del aceite a condiciones de saturación irreducible de agua.
- $Krw (Sor)$ . Permeabilidad relativa del agua a condiciones de saturación residual de aceite.
- $Swi$ . Es el valor de la saturación irreducible de agua.
- $Sor$ . Valor de la saturación residual de aceite.
- *Corey exponent Oil*. Es valor del exponente de Corey para el aceite.
- *Corey exponent water*. Ingresar el valor del exponente de Corey para el agua.

Además cuenta con un botón adicional *Plot* el cual permite graficar las curvas de permeabilidad relativa como se puede observar en la Ilustración 115.

Oil/Water End-Point Parameters

Kro (Swi)\*  
0.8

Swi \*  
0.2

Krw (Sor)\*  
0.3

Sor \*  
0.2

Corey Exponent Oil\*  
2

Corey Exponent Water\*  
2

Plot

Ilustración 114. Sub-sección Krw

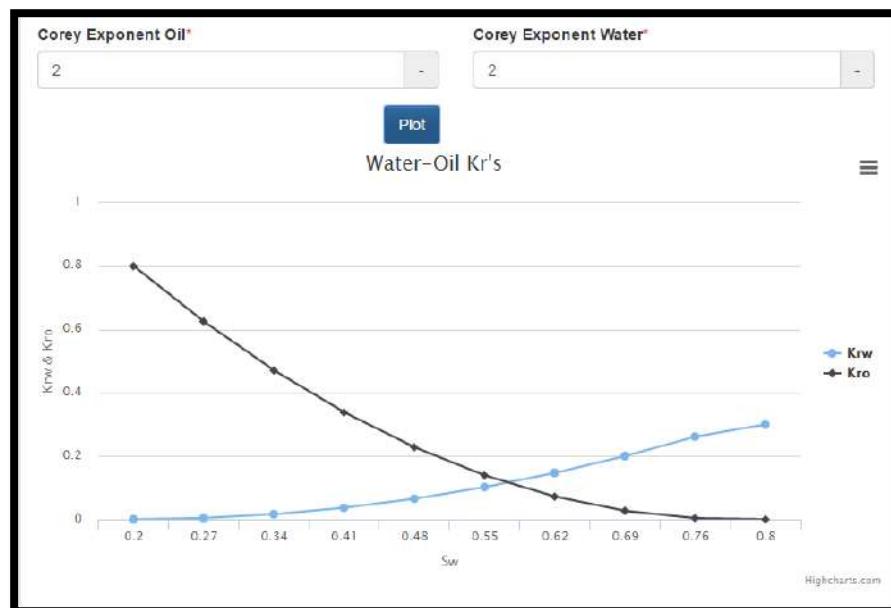


Ilustración 115. Grafica permeabilidad relativa Oil/Water End-point parameters

#### 4.4.2.3.2 Caso Gas

Si el tipo de fluido es gas las propiedades de la roca a llenar solo serán la petrofísica básica y la interfaz es la misma que en la del Caso Oil, ver sección 4.4.2.3.1.1 Basic Petrophysics.

The screenshot displays the 'Rock Properties' section of a software application. At the top, there are four tabs: 'Well Data', 'Operative Data', 'Rock Properties' (which is selected and highlighted in blue), and 'Fluid Properties'. Below the tabs, the 'Rock Properties' section is expanded, showing the 'Basic Petrophysics' sub-section. This sub-section contains several input fields and dropdown menus:

- Stress Sensitive Reservoir\***: A dropdown menu showing 'Yes'.
- Initial Reservoir Pressure \***: A field with a unit icon and a dropdown menu showing 'psi'.
- Absolute Permeability At Initial Reservoir Pressure \***: A field with a unit icon and a dropdown menu showing 'md'.
- Net Pay \***: A field with a unit icon and a dropdown menu showing 'ft'.
- Current Reservoir Pressure \***: A field with a unit icon and a dropdown menu showing 'psi'.
- Permeability Module \***: A field with a unit icon and a dropdown menu showing 'psi<sup>-1</sup>'.
- Calculate by Correlation**: A blue button.

At the bottom right of the form area, there is a red 'Cancel' button.

Ilustración 116. Sección Rock Properties para caso gas

#### 4.4.2.3.3 Caso Condensate Gas

Para este caso las propiedades de la roca se manejan de la misma manera que en la sección del Caso Oil, a diferencia que en las curvas de permeabilidad relativa solo se puede tabular la tabla de Oil-Gas y además no está disponible la opción de los exponentes de Corey, como se observa en la Ilustración 117.

The screenshot shows the 'Rock Properties' tab selected in a software application. The interface is divided into several sections:

- Basic Petrophysics:**
  - Stress Sensitive Reservoir\***: A dropdown menu showing 'Yes'.
  - Initial Reservoir Pressure \***: Input field for 'Initial Reservoir Pressure' with unit 'psi'.
  - Absolute Permeability At Initial Reservoir Pressure \***: Input field for 'Absolute Permeability At Initial Reservoir P' with unit 'md'.
  - Net Pay \***: Input field for 'Net Pay' with unit 'ft'.
  - Current Reservoir Pressure \***: Input field for '1100' with unit 'psi'.
  - Permeability Module \***: Input field for '0.1' with unit 'psi<sup>-1</sup>'.
  - Calculate by Correlation**: A blue button.
- Relative Permeability Data Selection:**
  - Gas-Oil**: A section under this heading.
  - A table with columns Sg, Krg, and Krog, containing rows 1 and 2.
  - Plot**: A blue button below the table.

Ilustración 117. Vista general de la pestaña de Rock properties para el caso Condensate Gas

#### 4.4.2.4 Fluid Properties

En esta sección del módulo el usuario debe ingresar las propiedades del fluido del escenario que está trabajando y este dependerá del fluido que ingresó en la sección 4.4.2.1 Datos de Pozo.

##### 4.4.2.4.1 Caso Oil

Si el fluido seleccionado fue Oil, el usuario primero debe ingresar la presión de saturación del yacimiento en psi.

Además se cuenta con una sección de datos PVT en donde se ingresan datos de presión en psi, viscosidad del aceite en centipoise (cP), factor volumétrico del aceite en RB/STB y viscosidad del agua en centipoise, además cuenta con un botón adicional *Plot* el cual permite graficar las propiedades PVT como se muestra en la Ilustración 119.

Well Data   Production Data   Rock Properties   Fluid Properties

Fluid properties

Saturation Pressure\*

psi

PVT Data

Run IPR   Cancel

Ilustración 118. Sección Fluid properties (using tabulate data)

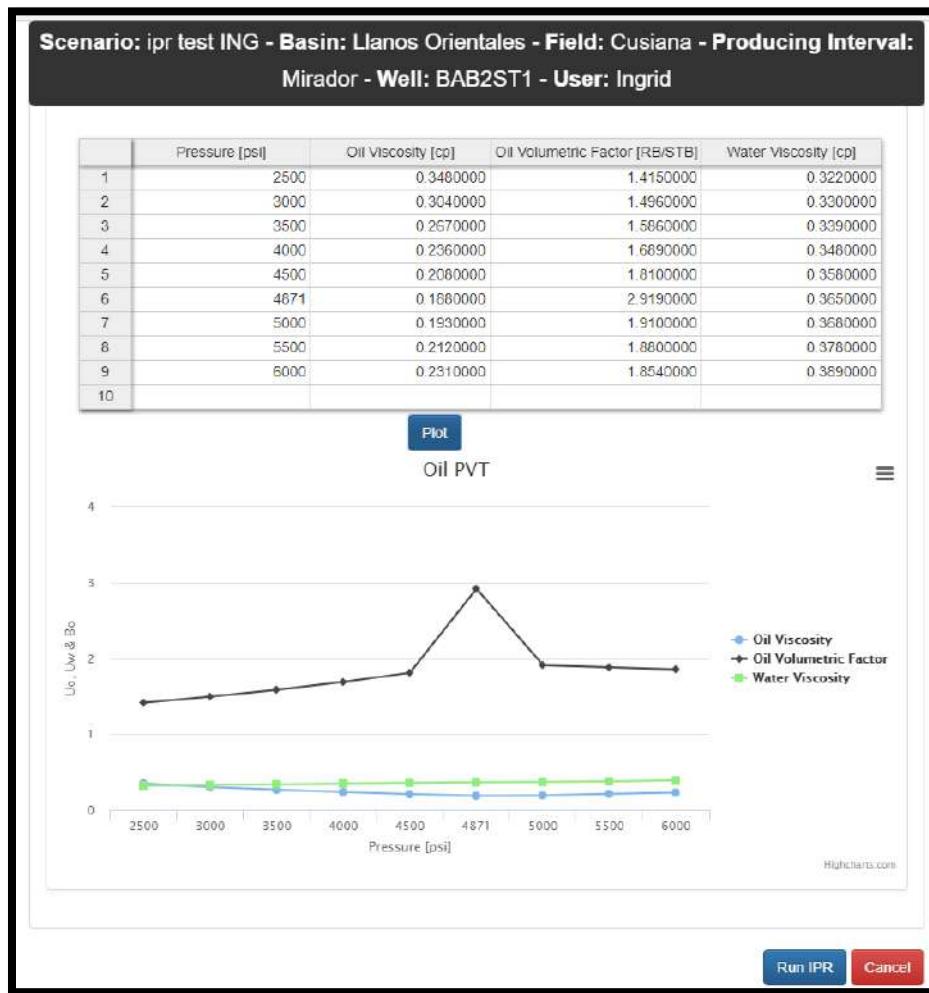


Ilustración 119. PVT data selection

#### 4.4.2.4.2 Caso Gas

Si el fluido elegido es el gas, solo se completarán los datos de pruebas PVT, como se muestra en Ilustración 120 la primera casilla a completar es la de temperatura de las pruebas en Fahrenheit y posteriormente se debe llenar los datos de la tabla PVT, *PVT Table*, con presión en psi, viscosidad del gas en centipoise y el factor de compresibilidad del gas, además cuenta con un botón adicional *Plot* el cual permite graficar las propiedades PVT como se muestra en la Ilustración 121.

|    | Pressure [psi] | Gas Viscosity [cp] | Gas Compressibility Factor |
|----|----------------|--------------------|----------------------------|
| 1  | 2500           | 0.0220000          | 1.0350000                  |
| 2  | 3000           | 0.0260000          | 1.0340000                  |
| 3  | 3500           | 0.0300000          | 1.0330000                  |
| 4  | 4000           | 0.0350000          | 1.0310000                  |
| 5  | 4500           | 0.0420000          | 1.0300000                  |
| 6  | 4871           |                    | 1.0290000                  |
| 7  | 5000           |                    | 1.0280000                  |
| 8  | 5500           |                    | 1.0260000                  |
| 9  | 6000           |                    | 1.0240000                  |
| 10 |                |                    |                            |

Ilustración 120. *PVT data selection gas*



Ilustración 121. Grafico PVT Data selection gas

#### 4.4.2.4.3 Caso Condensate Gas

Si el fluido elegido es Gas Condensate se debe suministrar información PVT tanto del gas como del condensado que se forma. La primera información necesaria es la presión de saturación del gas (punto de rocío) y el GOR (Relación gas/petróleo) actual del pozo como se puede visualizar en la Ilustración 122.

Well Data   Production Data   Rock Properties   Fluid Properties

Fluid properties

Saturation Pressure\*

5367.74 psi

GOR\*

5796.31 psi

Ilustración 122. Presión de saturación y GOR del pozo.

La siguiente información a ingresar es una tabla PVT que se debe completar con los siguientes valores: presión en psi, factor volumétrico del petróleo (Bo) en barriles de yacimiento sobre barriles estandar [RB/STB], viscosidad del petróleo (Uo) en centipoices [cp], gas disuelto (RS) en barriles de gas en superficie sobre barriles estandar [SCF/STB], factor volumétrico del gas (Bg) en barriles en yacimiento sobre barriles de gas en superficie [RB/SCF], viscosidad del gas (Ug) en centipoices [cp] y razón de petróleo sobre gas (GOR) en barriles de gas en superficie sobre barriles estandar [SCF/STB]. Como se muestra en la Ilustración 123, cada valor de esta tabla se puede graficar contra presión.

| PVT Data |                |             |           |              |             |           |               |
|----------|----------------|-------------|-----------|--------------|-------------|-----------|---------------|
|          | Pressure [psi] | Bo [RB/STB] | Uo [cp]   | RS [SCF/STB] | Bg [RB/SCF] | Ug [cp]   | GOR [SCF/STE] |
| 1        | 14.7000000     | 50          | 0.5000000 | 1            | 0.0015000   | 0.1000000 | 0.0000100     |
| 2        | 3500           | 11.4025000  | 0.2074000 | 1            | 0.0009809   | 0.0269000 | 0.0000789     |
| 3        | 3600           | 10.5374000  | 0.1989000 | 1            | 0.0009624   | 0.0279000 | 0.0000839     |
| 4        | 3800           | 9.0498000   | 0.1837000 | 1            | 0.0009306   | 0.0300000 | 0.0000947     |

Ilustración 123. Tabla PVT para el caso Condensate Gas.

La última información necesaria es una curva de drop-out como se muestra en la Ilustración 124, para realizarla el usuario debe completar la tabla con valores de presión en psi y la fracción líquida correspondiente.

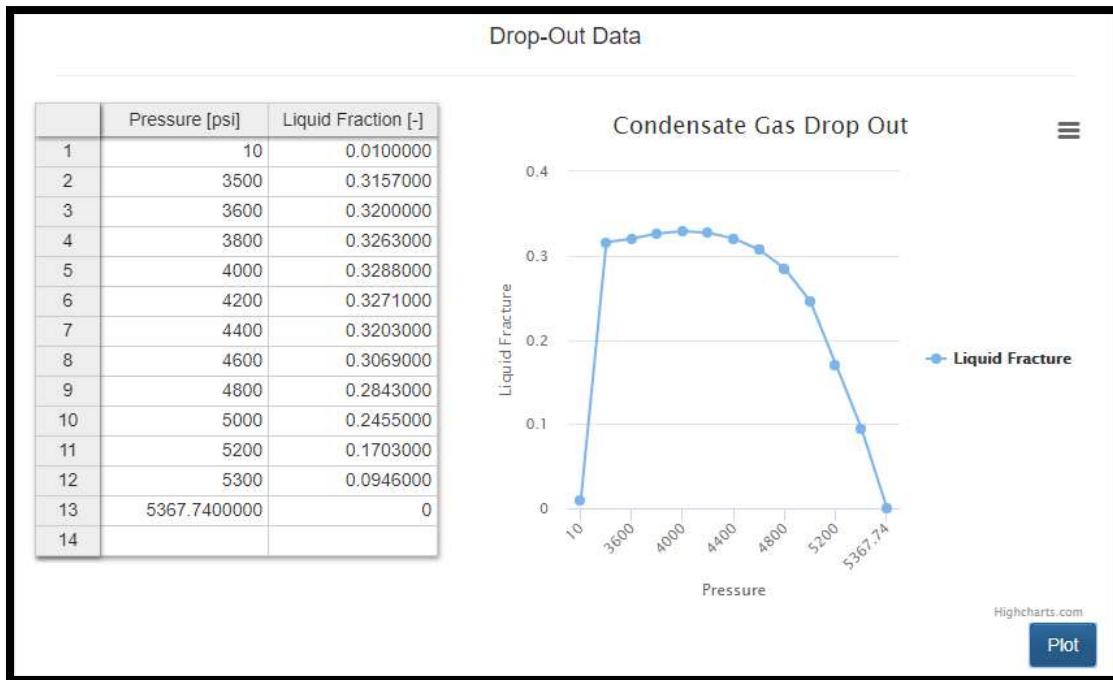


Ilustración 124. Curva de drop-out.

Finalmente para obtener los resultados del módulo se debe dar clic en el botón azul denotado como "Run IPR" que se encuentra en la esquina inferior derecha de la última sección.

#### 4.4.2.5 Resultados

Una vez completados los datos necesarios, en la sección *Fluid Parameters* en la parte inferior derecha de la pantalla aparecen dos botones, *Run IPR* y *Cancel*, donde el botón *Run IPR* guarda los datos y redirige hacia los resultados (Ilustración 125) y el botón *cancel* se redirigirá a la página inicial de creación de proyecto sin guardar los datos.

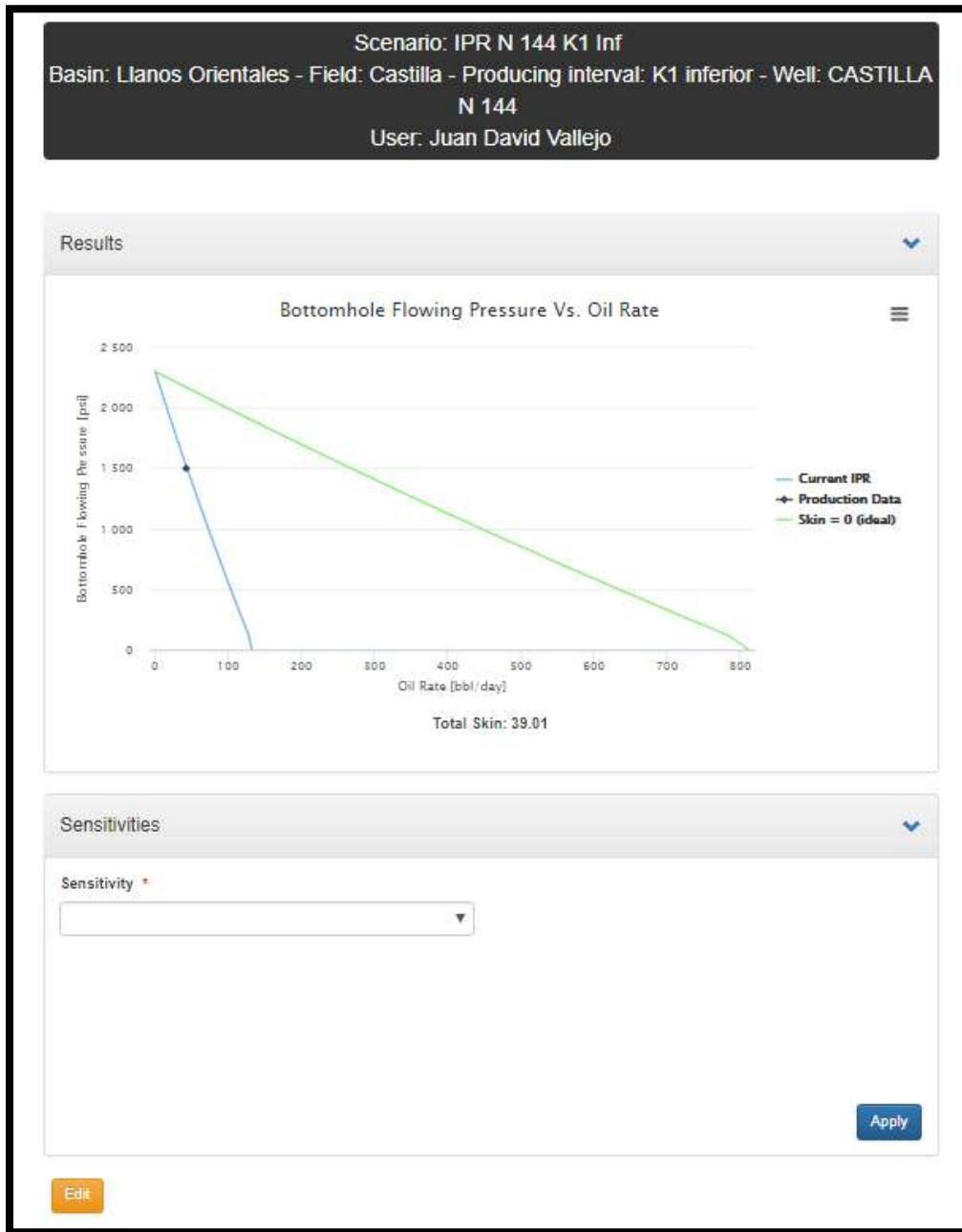


Ilustración 125. Resultados IPR

#### 4.4.2.5.1 Caso Oil

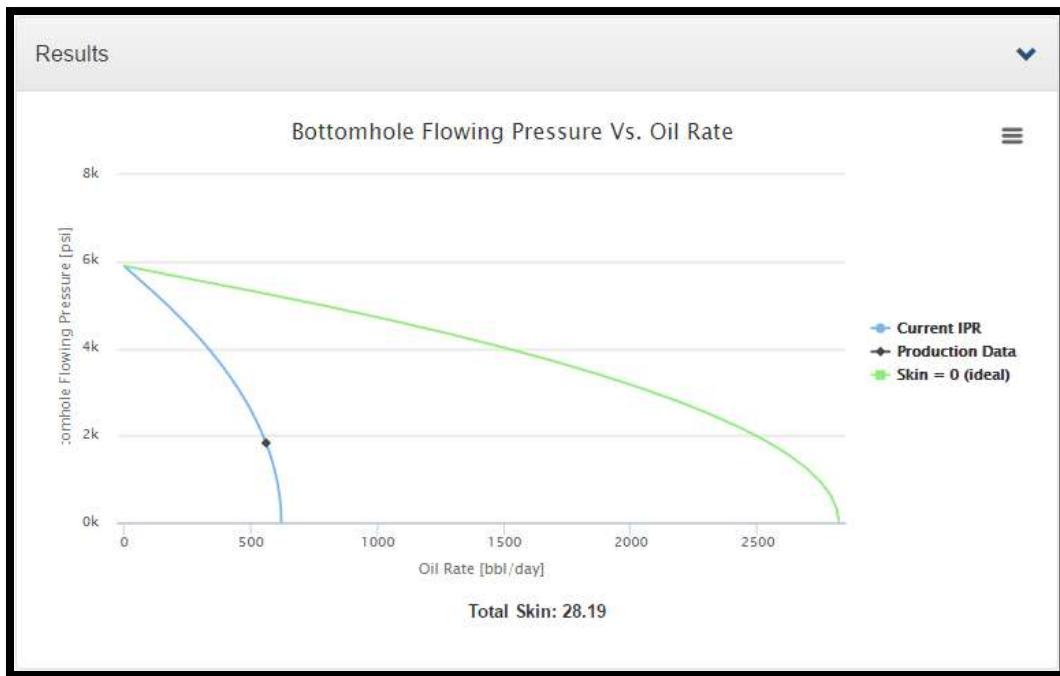


Ilustración 126. Resultados oil

#### 4.4.2.5.2 Caso gas

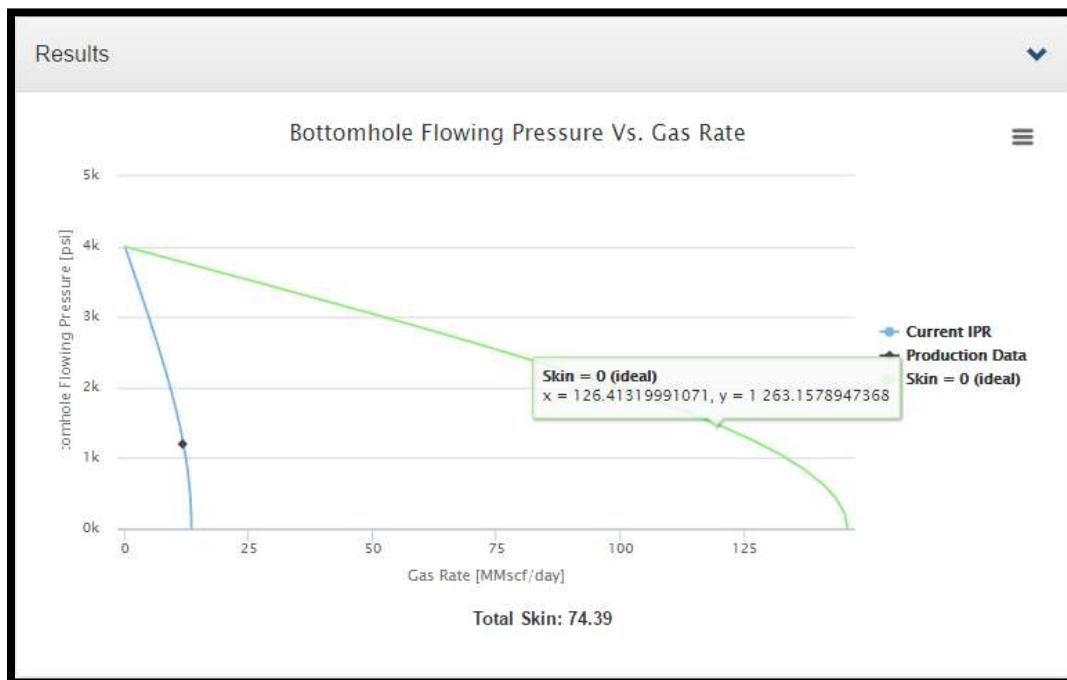


Ilustración 127. Resultados gas

#### 4.4.2.5.3 Caso Condensate Gas

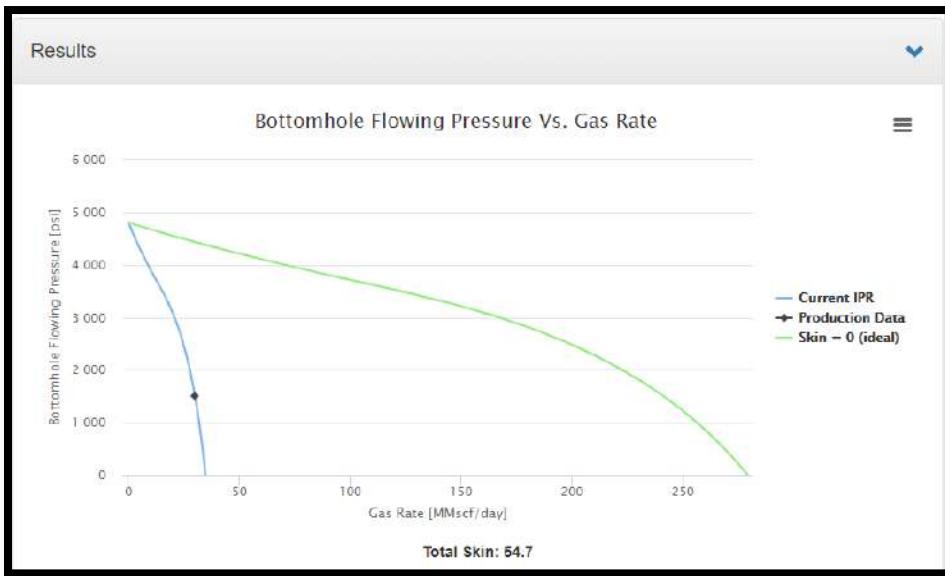


Ilustración 128. Resultados Condensate Gas

#### 4.4.2.5.4 Sensibilidades

En esta sección el usuario puede seleccionar algún parámetro que desee observar del escenario creado, al dar clic en la flecha ubicada en la parte derecha de la casilla *sensitivity* se podrá escoger entre siete opciones así: si en la sección Rock properties se seleccionó el modelo de Corey para el cálculo de las permeabilidades relativas, se encuentran las siguientes sensibilidades: *skin*, *permeability module*, *net pay*, *Absolute permeability*, *BHP*, *BSW* y *Corey Exponent oil*, proporcionando un valor estimativo de cuanto afecta el daño respectivamente seleccionado. Si se escogió tabular los datos las opciones que se podrán escoger son *skin*, *permeability module*, *net pay*, *Absolute permeability*, *BHP* y *BSW*.

Ilustración 129. Sensibilidades

#### 4.4.3 Perforación Y Completamiento (Drilling And Completion).

Este módulo presenta la fenomenología y los mecanismos relacionados al daño inducido, asociado directamente a la invasión de fluidos de perforación y completamiento.

##### 4.4.3.1 CURVA DE FUNCIÓN DINÁMICA DE FILTRADO

Es pertinente determinar si los fluidos de perforación de estudio se encuentran en la base de datos, de lo contrario seguir el siguiente esquema: *Database > Add Data > Filtration Function*. Lo cual lo debe dirigir a la interfaz que se presenta en la Ilustración 130.

Ilustración 130. Interfaz de creación función de filtrado

El sistema permite generar una curva de filtrado de un fluido de perforación característico de una cuenca, campo y formación; con el fin de ser evaluado en un pozo de interés. Adicionalmente, debe asignar un nombre característico de la función de filtrado, suele ser pertinente el nombre del fluido de perforación y el nombre del pozo de análisis.

En este punto la herramienta permite construir la curva de Función de Filtrado de dos formas:

###### 4.4.3.1.1 Estableciendo los parámetros A y B manualmente.

Si se conoce el comportamiento de filtración de los fluidos de perforación se completa la información requerida: los parámetros A y B y la información básica del fluido de perforación con el fin de caracterizar e identificarlos a futuro.

- Composición.
- Densidad (ppg).
- Propiedades reológicas: viscosidad plástica, VP (cP); punto de cedencia, YP (lb/ft<sup>2</sup>\*1000); fuerza gel, Gel ()<sup>[A7]</sup>

The screenshot shows a software interface titled "Set Filtration Function Factors". It contains four pairs of input fields, each with a label above it. The first pair is labeled "a" and the second is labeled "b". Each pair consists of a text input field and a dropdown menu. Below these are four descriptive labels: "Mud Density" (lb/gal), "Kd/Ki Cement Slurry" (lb/gal), "Kd/Ki Mud" (adimensional), and "Core Diameter" (cm).

Ilustración 131. Interfaz de creación función de filtrado – parámetros A y B[JA8].

#### 4.4.3.1.2 A partir de curvas de filtración dinámica de pruebas de desplazamiento.

La Ilustración 132 presenta la interfaz para la construcción de la función de Filtrado a partir de las curvas de filtrado obtenidas en pruebas de retorno de permeabilidad. Debe diligenciarse la siguiente información:

- *Mud Density (ppg)*. Corresponde a la densidad del lodo.
- *Kd/Ki Mud* (adimensional). Es la relación de daño permeabilidad después del daño por fluido de perforación, Kd; permeabilidad inicial, Ki.
- *Kd/Ki Cement Slurry* (adimensional). Relación de daño permeabilidad después del daño por fluidos de completamiento, Kd; permeabilidad inicial, Ki.
- *Core diameter (cm)*. Corresponde al diámetro del núcleo.

En la sección Pruebas de Laboratorio, *Laboratory Test*, diligenciar la información:

- *Core Permeability (mD)*. Es la permeabilidad del Núcleo.
- *Pob (psi)*. Presión de sobreblance de la prueba de laboratorio.
- *Time vs Filtration Volume (ml)*. Prueba de filtración Tiempo (min) vs Volumen de filtrado (ml).

Existe la opción de adicionar más pruebas de filtrado relacionado al mismo fluido de perforación a diferentes condiciones de presión o permeabilidad, botón amarillo *Add Extra Laboratory Test*. Adicionalmente, se encuentra la opción de graficar las curvas de filtrado, botón azul, *Plot*.

**Create Filtration Function**

| <b>Mud Density</b><br>lb/gal   | <b>Kd/Ki Cement Slurry</b><br>- |                      |          |                      |   |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|--|---------------------------------|----------------------|----------|----------------------|---|--|--|---|--|--|---|--|--|---|--|--|
| <b>Kd/Ki Mud</b><br>-  | <b>Core Diameter</b><br>-       |                      |          |                      |   |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
| <b>Laboratory Test #1</b>  |                                 |                      |          |                      |   |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
| <b>Permeability</b><br>mD  | <b>Pob</b><br>psi               |                      |          |                      |   |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Time [s]</th> <th>Filtered Volume [ml]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> |                                 |                      | Time [s] | Filtered Volume [ml] | 1 |  |  | 2 |  |  | 3 |  |  | 4 |  |  |
|  | Time [s]                        | Filtered Volume [ml] |          |                      |   |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
| 1  |                                 |                      |          |                      |   |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
| 2  |                                 |                      |          |                      |   |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
| 3  |                                 |                      |          |                      |   |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
| 4  |                                 |                      |          |                      |   |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
| <b>Laboratory Test #2</b>  |                                 |                      |          |                      |   |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
| <b>Permeability</b><br>mD  | <b>Pob</b><br>psi               |                      |          |                      |   |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Time [s]</th> <th>Filtered Volume [ml]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> |                                 |                      | Time [s] | Filtered Volume [ml] | 1 |  |  | 2 |  |  | 3 |  |  | 4 |  |  |
|  | Time [s]                        | Filtered Volume [ml] |          |                      |   |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
| 1  |                                 |                      |          |                      |   |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
| 2  |                                 |                      |          |                      |   |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
| 3  |                                 |                      |          |                      |   |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
| 4  |                                 |                      |          |                      |   |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
| <input type="button" value="Plot"/><br><input type="button" value="Add Extra Laboratory Test"/>  |                                 |                      |          |                      |   |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |

Ilustración 132. Interfaz de creación función de filtrado – curvas de filtrado.

Si no cuenta con la información de curvas de filtrado o pruebas de retorno que evalúan el desempeño de los fluidos de perforación, la información se puede obtener de la siguiente forma:

**Empresas de servicios:**

- Curvas de filtración sintéticas:

| Laboratorio   | Correo              | Contacto          |
|---|---------------------|-------------------|
| Grupo de investigación en Dinámica de Flujo y Transporte en medios porosos. | dft_med@unal.edu.co | Juan Manuel Mejía |

- Pruebas de retorno de permeabilidad:

| Laboratorio   | Correo                  | Contacto             |
|---|-------------------------|----------------------|
| Laboratorio de Yacimientos y Fluidos de Perforación | slyacun_med@unal.edu.co | Sergio Lopera Castro |
| Instituto Colombiano de Petróleo, ICP.              |                         | Jaime Loza           |

#### 4.4.3.2 DRILLING AND COMPLETION

Al crear un escenario de *Drilling and Completion* aparecerá la interfaz mostrada en la ilustración 8. El escenario cuenta con tres etapas: Datos generales, *General Data*; Datos relacionados a la perforación y cementación, *Drilling and Cementing Data*; Selección de la función de filtrado, *Filtration Functions*. Si el nombre de una de estas secciones está en rojo significa que hay datos incompletos en dicha sección.



Ilustración 133. Interfaz escenario de perforación y completamiento

##### 4.4.3.2.1 Datos generales

Esta sección está compuesta de dos subsecciones: *General Data* e *Input Data*.

**General Data:** Se deben seleccionar las formaciones y posteriormente los intervalos productores que se quieren analizar. A continuación, se despliega una tabla donde se debe ingresar los siguientes datos:

- Tope de la formación, *Top* en pies (ft).
- Profundidad del hueco inferior, *Bottom* en pies (ft).
- Presión del yacimiento, *Reservoir Pressure* en libras por pulgada cuadrada absoluta (psi).
- Diámetro del hueco, *Hole* en pulgadas (in).
- Diámetro de la tubería, *Drill pipe* en pulgadas (in).

The screenshot shows the "General Data" section of the software. It includes a dropdown for "Formation\*" set to "Mirador - ECP" and a dropdown for "Producing Interval\*" set to "Castilla\_K1Inf & K2". Below these are two tables. The first table has columns for Interval, Top [ft], Bottom [ft], Reservoir Pressure [psi], Hole Diameter [in], and Drill Pipe Diameter [in]. It contains two rows: Row 1 with "Castilla\_K1Inf & K2" and values 2700, 3200, 2700, 8.500000, and 3.500000; and Row 2 which is empty. The second table has columns for Interval, Top [ft], Bottom [ft], Reservoir Pressure [psi], Hole Diameter [in], and Drill Pipe Diameter [in]. It contains one row with values 2700, 3200, 2700, 8.500000, and 3.500000.

|   | Interval            | Top [ft] | Bottom [ft] | Reservoir Pressure [psi] | Hole Diameter [in] | Drill Pipe Diameter [in] |
|---|---------------------|----------|-------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|
| 1 | Castilla_K1Inf & K2 | 2700     | 3200        | 2700                     | 8.500000           | 3.500000                 |
| 2 |                     |          |             |                          |                    |                          |

Ilustración 134. Sección General Data de Drilling and Completion

**Input Data:** Se requiere determinar el método de entrada de los datos de la formación de producción, puede ser mediante: Promedio, Average; intervalos, By intervals o Perfil, Profile; tal como se puede observar en la Ilustración 135.

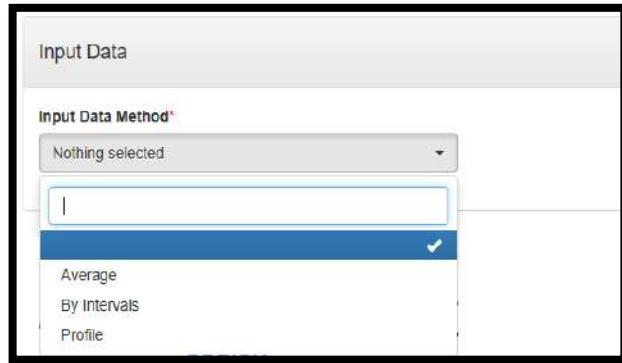


Ilustración 135. Sección Input Data

Si se selecciona la opción *Average*, como se observa en la Ilustración 136, se debe ingresar: el nombre de la formación, porosidad (%), permeabilidad ( $mD$ ), intensidad de la fractura (#/ft) y saturación irreducible (%) promedio de la formación. Puede que alguno de los datos aparezca como predeterminados, sin embargo, pueden ser modificados.

|   | Formation     | Porosity [-] | Permeability [mD] | Fracture Intensity [#/ft] | Irreducible Saturation [-] |
|---|---------------|--------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| 1 | Mirador - ECP | 23           | 0                 |                           |                            |
| 2 |               |              |                   |                           |                            |

Ilustración 136. Opción de ingreso de datos - Average

Por el contrario, si se prefiere la opción de *By Intervals*, como se observa en la Ilustración 137, se debe ingresar los datos de los intervalos productores escogidos con anterioridad: el nombre de la formación, porosidad (%), permeabilidad ( $mD$ ), intensidad de la fractura (#/ft) y saturación irreducible (%). Puede que alguno de los datos aparezca como predeterminados, sin embargo, pueden ser modificados.

**Input Data**

**Input Data Method\***

By Intervals

|   | Interval | Porosity [-] | Permeability [mD] | Fracture Intensity [#/ft] | Irreducible Saturation [-] |
|---|----------|--------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| 1 | Mirador  | 50           | 243               |                           |                            |
| 2 | Cup Mir  | 50           | 243               |                           |                            |
| 3 | wed      | 8.500000     | 300               |                           |                            |
| 4 |          |              |                   |                           |                            |

Ilustración 137. Opción de ingreso de datos – By intervals

Por último, si se selecciona *Profile*, como se observa en la Ilustración 138, se debe ingresar detalladamente la formación de análisis especificando cada intervalo de profundidad: porosidad (%), permeabilidad (*mD*), intensidad de la fractura (#/ft) y saturación irreducible (%). Puede que alguno de los datos aparezca como predeterminados, sin embargo, pueden ser modificados.

**Input Data**

**Input Data Method\***

Profile

Plot

|    | Depth [ft] | Porosity [-] | Permeability [mD] | Fracture Intensity [#/ft] | Irreducible Saturation [-] |
|----|------------|--------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| 1  | 2725       | 0.300000     | 816               | 0                         | 0.200000                   |
| 2  | 2750       | 0.300000     | 862               | 0                         | 0.260000                   |
| 3  | 2775       | 0.310000     | 639               | 0                         | 0.270000                   |
| 4  | 2800       | 0.280000     | 996               | 0                         | 0.200000                   |
| 5  | 2825       | 0.310000     | 668               | 0                         | 0.270000                   |
| 6  | 2850       | 0.280000     | 924               | 0                         | 0.260000                   |
| 7  | 2875       | 0.300000     | 741               | 0                         | 0.260000                   |
| 8  | 2900       | 0.280000     | 638               | 0                         | 0.230000                   |
| 9  | 2925       | 0.330000     | 819               | 0                         | 0.240000                   |
| 10 | 2950       | 0.330000     | 931               | 0                         | 0.210000                   |

Ilustración 138. Opción de ingreso de datos – Profile

Además, en esta subsección se tiene la opción de graficar los datos mediante el botón azul *Plot* que se encuentra en la parte derecha, así se observa en la Ilustración 139.

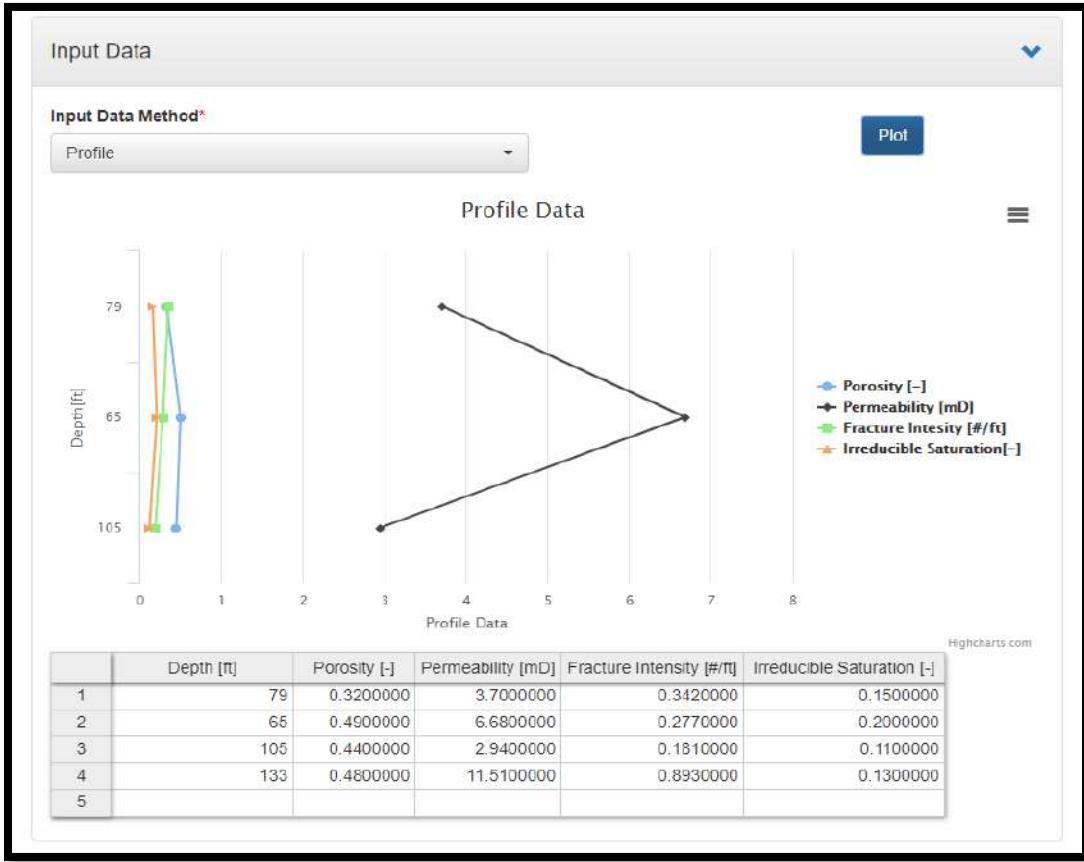


Ilustración 139. Gráfico de Input data con profile

En la parte superior derecha del gráfico, se puede observar el botón el cual al dar clic desplegará el menú para descargar los gráficos creados.

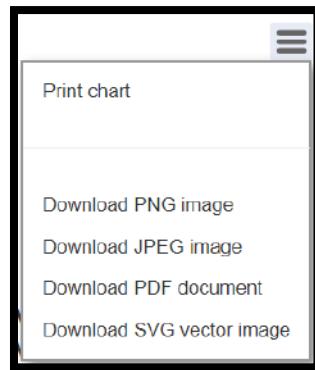


Ilustración 140. Formatos de descarga

En este botón se encuentra la opción *Print chart* el cual permite al usuario imprimir el grafico mostrado, y además aparecen cuatro opciones de descarga que en su orden son: descarga en formato PNG, descarga en formato JPEG, descarga en formato PDF y descarga en formato SVG.

#### 4.4.3.2.2 Datos de perforación y cementación

En esta sección se tienen dos subsecciones: Datos de perforación, *Drilling Data* y datos de cementación, *Cementing Data*.

**Drilling Data:** En esta sección se debe ingresar la información correspondiente a la etapa de perforación:

- Tiempo de exposición total, *Total Exposure Time (d)*.
- Tasa de bombeo del lodo, *Pump rate (gpm)*.
- Densidad máxima del lodo, *Max Mud Density (ppg)*.
- Densidad mínima del lodo, *Min Mud Density (ppg)*
- Factor de corrección, *Correction Factor* (adimensional). Corresponde al factor de corrección para el cálculo de la densidad equivalente de circulación (ECD) el cual considera los recortes de la perforación. Este valor se encuentra entre 0.3 y 0.5, sin embargo, las normas indican un valor de 0.3.
- Tasa de perforación, *ROP (ft/h)*. Automáticamente la herramienta calcula este valor, sin embargo, se puede modificar si se cuenta con uno más preciso.
- Densidad equivalente de circulación, *ECD (Equivalent Circulating Density) (gpm)*. [JA10]

| Drilling Data         |                     |                   |        |     |  |     |
|-----------------------|---------------------|-------------------|--------|-----|--|-----|
| Total Exposure Time * | Pump Rate *         |                   |        |     |  |     |
| 10000                 | d<br>gpm            |                   |        |     |  |     |
| Max Mud Density *     | Correction Factor * | Min Mud Density * |        |     |  |     |
| 10.4                  | lb/gal              | 1                 | lb/gal | 9.5 | -                                      |     |
| ROP *                 |                     |                   |        |     | ECD (Equivalent Circulating Density) * |     |
| 0.00208333333333      | ft/ho               |                   |        |     | 10.4                                   | gpm |

Ilustración 141. Sección Drilling And Cementing Data – Drilling Data

**Cementing Data:** Se debe ingresar la información correspondiente a la etapa de cementación o completamiento.

- Tiempo de exposición total, *Total Exposure Time (d)*[JA11].
- Tasa de bombeo del cemento, *Pump rate (gpm)*.
- Densidad de la lechada, *Cement Slurry Density (ppg)*.

Cementing Data

Total Exposure Time \* 0.004 d

Pump Rate \* 210 gpm

Cement Slurry Density \* 12 lb/gal

Correction Factor \* 0.2

ECD (Equivalent Circulating Density) \* 2.4

Ilustración 142. Sección Drilling And Cementing Data – Cementing Data

#### 4.4.3.2.3 Función de Filtrado - Filtration Functions

En esta sección se selecciona la función de filtrado correspondiente al fluido de perforación de análisis y dar clic en el botón azul *Run*. La interfaz se presenta en la Ilustración 143.

Dynamic Filtration Functions

Select A Dynamic Filtration Function For Each Formation

Mirador - ECP Nothing selected Add Extra Lab Test

Run

Ilustración 143. Sección Filtration Functions

Se debe escoger una función de filtrado dinámica para cada formación, esta función es la que se debió crear con anterioridad como se dijo en la sección 97.

Dynamic Filtration Functions

Select A Dynamic Filtration Function For Each Formation

Mirador - ECP Nothing selected Add Extra Lab Test

- Default Filtration Function
- Lodo Base Agua
- Lodo compañía X para
- Lodo Compañía RC par
- lodo wtf
- lodo ECP 1
- Lodo Baker Mirador
- Lodo compañía X Form

Run

Ilustración 144. Selección de función dinámica de filtrado

Adicionalmente, se puede agregar datos extra de laboratorio, dando click en el botón naranja *Add Extra Lab Test*, que proporciona el ingreso de datos de Permeabilidad K en milidarcis (mD), Presión de sobrebalance *Pob* en psi y una tabla de tiempo en segundos (s) vs volumen filtrado en mililitros (ml). Cuando se selecciona una curva de filtrado, se presentan los parámetros A y B.

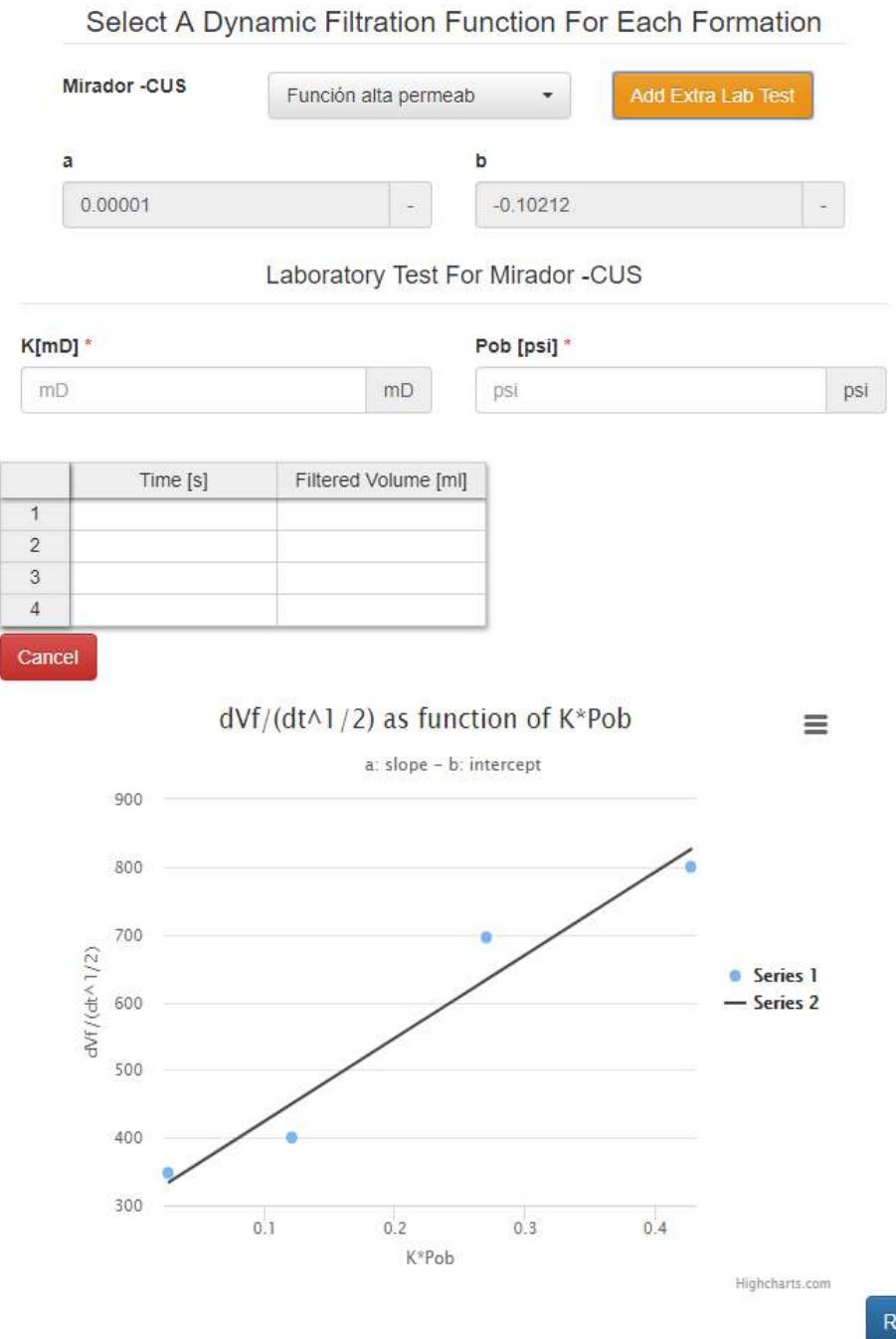


Ilustración 145. Adición de datos extra de laboratorio

Finalmente, se da clic al botón azul *Run* para que el aplicativo proceda a general resultados.

#### 4.4.3.3 RESULTADOS

Los resultados que se presentan son: El perfil de invasión (ft) vs profundidad (ft) para las etapas de perforación y cementación.

Adicionalmente, se presenta para la fase de perforación, y cementación los siguientes parámetros:

- Máximo Skin calculado, *Maximum Calculated Skin* (adimensional).
- Skin promedio calculado, *Average Calculated Skin* (adimensional).
- Volumen total invadido, *Total Invasion Volumen* (bbl).
- Máximo radio de invasión, *Maximum Invasion Radius* (ft).
- Radio promedio de invasión, *Average Invasion Radiud* (ft)

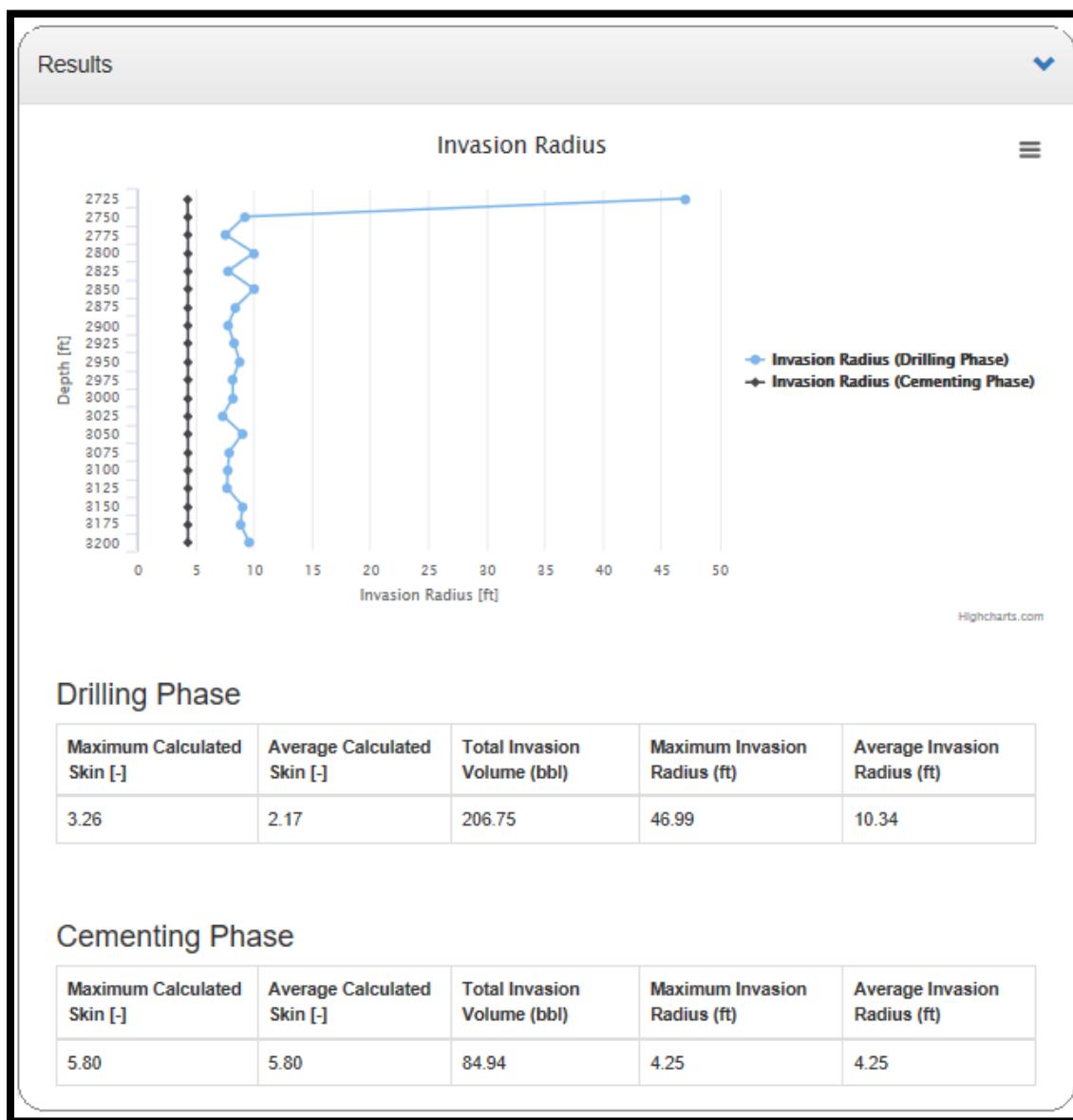


Ilustración 146. Resultados de Drilling and Cementation

Análogamente, la herramienta presenta un resumen del cálculo del skin total, *Total Skin*; volumen de filtrado total, *Total Filtration Volume*; radio total de invasión, *Total Invasion Radius*. Finalmente, la herramienta cuenta con una opción de edición de los resultados, botón amarillo, *Edit*.

| Total Skin                          |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Calculated Skin - Maximum Total [-] | Calculated Skin - Average Total [-] |
| 9.04                                | 7.96                                |

| Total Filtration Volume                 |   |
|---|---|
| Filtration Volume - Maximum Total [bbi] | Filtration Volume - Average Total [bbi] |
| -233.42                                 | -286.71                                 |

| Total Invasion Radius                      |  |
|--|--|
| Total Invasion Radius - Maximum Total [ft] | Total Invasion Radius - Average Total [ft] |
| 51.21                                      | 14.58                                      |

[Edit](#)

Ilustración 147. Resultados de Drilling and Cementation

#### 4.4.4 Geomecánica (*Geomechanics*).

El módulo de Geomecánica se desarrolla dada la necesidad del usuario de determinar el estado de esfuerzos y la permeabilidad de yacimientos naturalmente fracturados. Este modelo integra como variables de entrada propiedades de fractura (apertura y orientación), componentes del modelo geomecánico de la formación y parámetros obtenidos de pruebas experimentales.

Este módulo está compuesto de 3 secciones para ingreso de datos, en todas las secciones el usuario siempre debe ingresar los datos marcados con \*, de lo contrario el aplicativo lanzará un mensaje informando la falta de datos necesarios para continuar.

##### 4.4.4.1 Datos Generales

En principio se debe ingresar la información General del escenario, dando clic en la *sección General Data*, donde el usuario debe ingresar los datos guiándose de la siguiente información [JA12]:

- Azimut del pozo, *Well Azimuth*: El azimuth del pozo corresponde al ángulo respecto al norte, en sentido de las manecillas del reloj, que realiza el pozo desviado proyectado sobre la superficie, en grados.
- Buzamiento del pozo, *Well Dip*: El buzamiento del pozo corresponde al mínimo ángulo, respecto a la horizontal, que realiza el pozo, medido en la dirección en la que se entierra el pozo, en grados.
- Radio del pozo, *Well Radius* en pies [ft]. Se asume que la sección del pozo es un círculo y tiene un radio específico llamado radio del pozo. Puede estimarse por el diámetro interno del casing de producción
- Máximo radio de análisis *Max, Anayisis radius*: en pies [ft]. Radio de extensión para análisis en yacimiento.
- Intervalo de análisis, *Analysis Interval* en pies [ft].
- Presión de yacimiento, *Reservoir Pressure* en presión [psi]. Es la presión promedio dentro del yacimiento en un momento dado. Se dispone de pruebas de reducción para determinar la presión estática del yacimiento [1].
- Permeabilidad de la Matriz, *Matrix Permeability* en miliDarcys [mD].

También se solicita llenar una tabla con presiones en el fondo del pozo en unidades de presión [psi], como se observa en la Ilustración 148.

**Scenario: Módulo geomecánico**  
 Basin: Llanos Orientales - Field: Cusiana - Producing interval: Mirador - Well: BAB2ST1 -  
 User: Kelly Diez

| General Data   | Geomechanical Properties               | Fracture Model |  |                            |   |      |   |  |
|--|--|----------------|--|----------------------------|---|------|---|--|
| <b>Well Azimuth*</b><br>135  | <b>Well Dip*</b><br>0                  |                |  |                            |   |      |   |  |
| <b>Well Radius*</b><br>8.5 ft  | <b>Max Analysis Radius*</b><br>20 ft   |                |  |                            |   |      |   |  |
| <b>Analysis Interval*</b><br>250 ft  | <b>Reservoir Pressure*</b><br>3000 psi |                |  |                            |   |      |   |  |
| <b>Matrix Permeability*</b><br>1 mD  |  |                |  |                            |   |      |   |  |
| <b>Well Bottom Pressure Table</b>  |  |                |  |                            |   |      |   |  |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Well Bottom Pressure [psi]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1000</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> |  |                |  | Well Bottom Pressure [psi] | 1 | 1000 | 2 |  |
|  | Well Bottom Pressure [psi]             |                |  |                            |   |      |   |  |
| 1  | 1000                                   |                |  |                            |   |      |   |  |
| 2  |  |                |  |                            |   |      |   |  |

Ilustración 148. Primera ventana Módulo Geomecánica

#### 4.4.4.2 Propiedades Geomecánicas

En esta sección se debe ingresar las propiedades geomecánicas del escenario, para mostrar dichos datos se da clic en la opción denotada como *Geomechanical properties* y se desplegará la sección de la Ilustración 149.

En esta sección se puede observar seis (6) casillas que se deben llenar manualmente de la siguiente manera [JA13]:

- Coeficiente de Poisson, *Poisson ratio*. Es el que corresponde a la relación entre la deformación longitudinal y la transversal.
- Coeficiente de Biot, *Biot Coefficient*: Es el que varía entre 0 y 1, siendo 0 una roca independiente de la presión de poro y 1 una roca dependiente de la presión de poro.
- Ángulo Azimut máx. de esfuerzo horizontal, *Azimuth Maximum Horizontal Stress* en grados.
- Gradiente de esfuerzo horizontal mínimo, *Minimum Horizontal Stress Gradient* en unidades de psi/ ft.
- Gradiente de esfuerzo vertical, *Vertical Stress Gradient* en psi/ft.
- Gradiente de esfuerzo horizontal máximo, *Maximum Horizontal Stress Gradient* en unidades de psi/ ft.

Ilustración 71

**Scenario:** Módulo geomecánico  
**Basin:** Llanos Orientales - **Field:** Cusiana - **Producing interval:** Mirador - **Well:** BAB2ST1 -  
**User:** Kelly Diez

| General Data                       | Geomechanical Properties            | Fracture Model |
|------------------------------------|-------------------------------------|----------------|
| Poisson Ratio*                     | Biot Coefficient*                   |                |
| 0.2                                | 0.9                                 |                |
| Azimuth Maximum Horizontal Stress* | Minimum Horizontal Stress Gradient* |                |
| 120                                | 0.75                                |                |
| Vertical Stress Gradient*          | Maximum Horizontal Stress Gradient* |                |
| 1                                  | 1.15                                |                |

Ilustración 149. Propiedades Geomecánicas

#### 4.4.4.3 Modelo de fractura

Esta sección está compuesta de 4 casillas, que se deben llenar manualmente con información de la fractura, así:

- Ancho inicial de la fractura, *Initial Fracture Width* en micrómetros [ $\mu\text{m}$ ].
- Tenacidad inicial de la fractura, *Initial Fracture Toughness* en unidades de psi/ft.
- Permeabilidad de la fractura en el cierre, *Fracture Closure Permeability* en miliDarcys [mD].
- Permeabilidad residual del cierre de la fractura, *Residual Fracture Closure Permeability* en miliDarcys [mD].

Además, en esta sección el usuario debe llenar una tabla con información de la fractura, con datos de profundidad en pies [ft], buzamiento en grados [ $^{\circ}$ ], y buzamiento Azimuth en grados [ $^{\circ}$ ], como se muestra en la Ilustración 150.

General Data
Geomechanical Properties
Fracture Model

---

**Initial Fracture Width\***

 µm

**Initial Normal Fracture Stiffness\***

 psi/ft

---

**Fracture Closure Permeability\***

 mD

**Residual Fracture Closure Permeability\***

 mD

---

**Fractures**

|    | Depth [ft]    | Dip [°]    | Dip Azimuth [°] |
|----|---------------|------------|-----------------|
| 1  | 15221.8900000 | 89.7274900 | 347.2727000     |
| 2  | 15223.4000000 | 88.1648600 | 173.5976000     |
| 3  | 15229.1400000 | 78.6248300 | 341.4726000     |
| 4  | 15230.2100000 | 79.6809500 | 338.5933000     |
| 5  | 15233.1400000 | 86.9695300 | 337.6892000     |
| 6  | 15250.2000000 | 56.0302100 | 255.3213000     |
| 7  | 15251.5200000 | 75.7164500 | 351.6698000     |
| 8  | 15252.0300000 | 63.5404800 | 350.2929000     |
| 9  | 15252.8700000 | 41.2699100 | 86.3362500      |
| 10 | 15253.2000000 | 34.2835500 | 141.5597000     |

*Ilustración 150. Modulo de fractura*

Finalmente, para guardar y mostrar los resultados se debe dar click en el botón azul *Save*.

#### 4.4.4.4 Resultados

Primero se debe escoger la fractura que se desea analizar, así como se observa en la Ilustración 151.

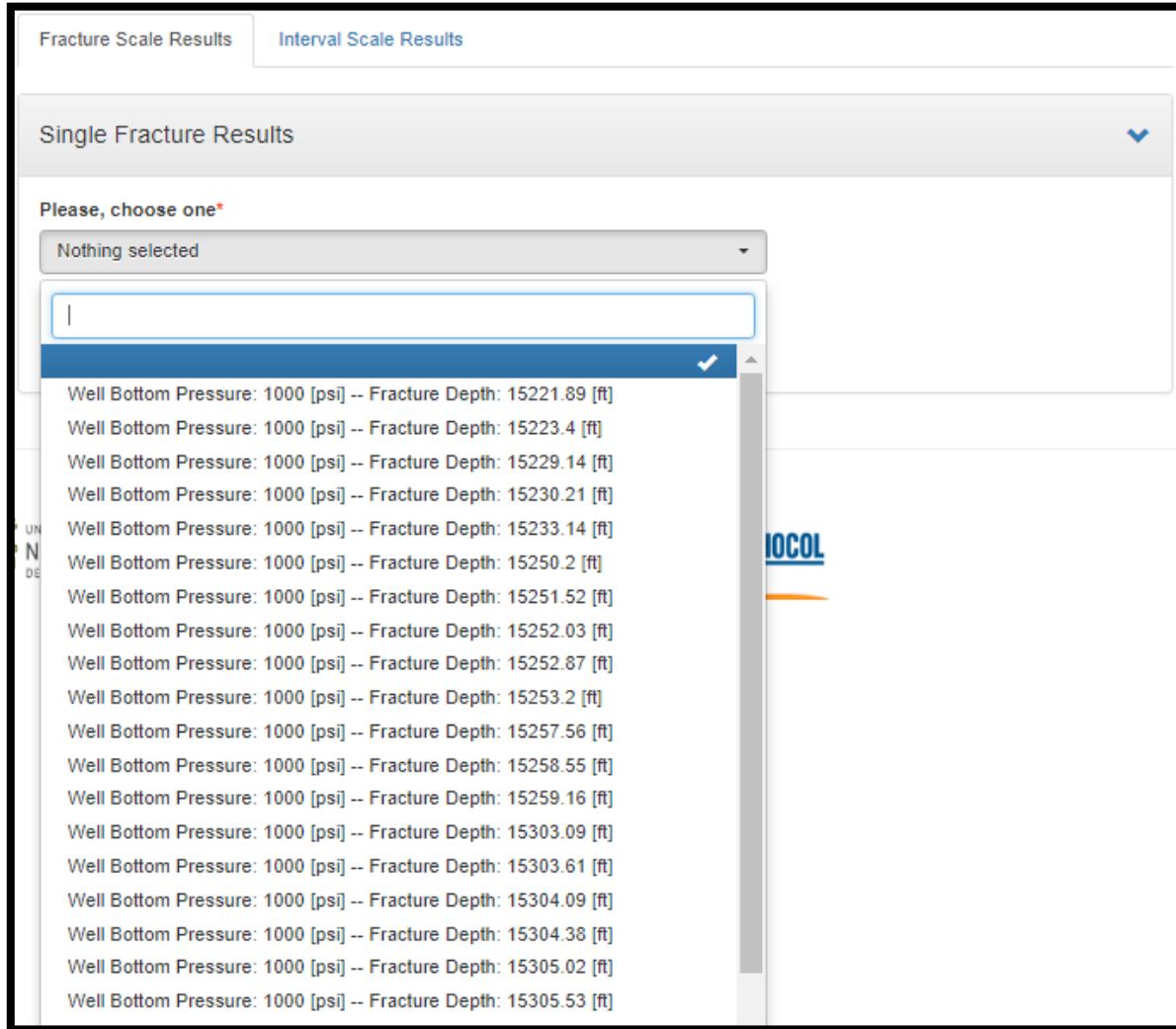


Ilustración 151. Sección para elegir la fractura de análisis

Los resultados de este módulo están divididos en 2 secciones:

#### 4.4.4.4.1 Resultados a escala de fractura

La primera sección de resultados se representan en 4 gráficas, las primeras dos corresponden a gráficos de permeabilidad y de la fractura, respectivamente, donde el centro de los gráficos representan el radio del pozo y los extremos son el máximo radio de análisis, tal como se muestra en las Ilustración 152 e Ilustración 153.

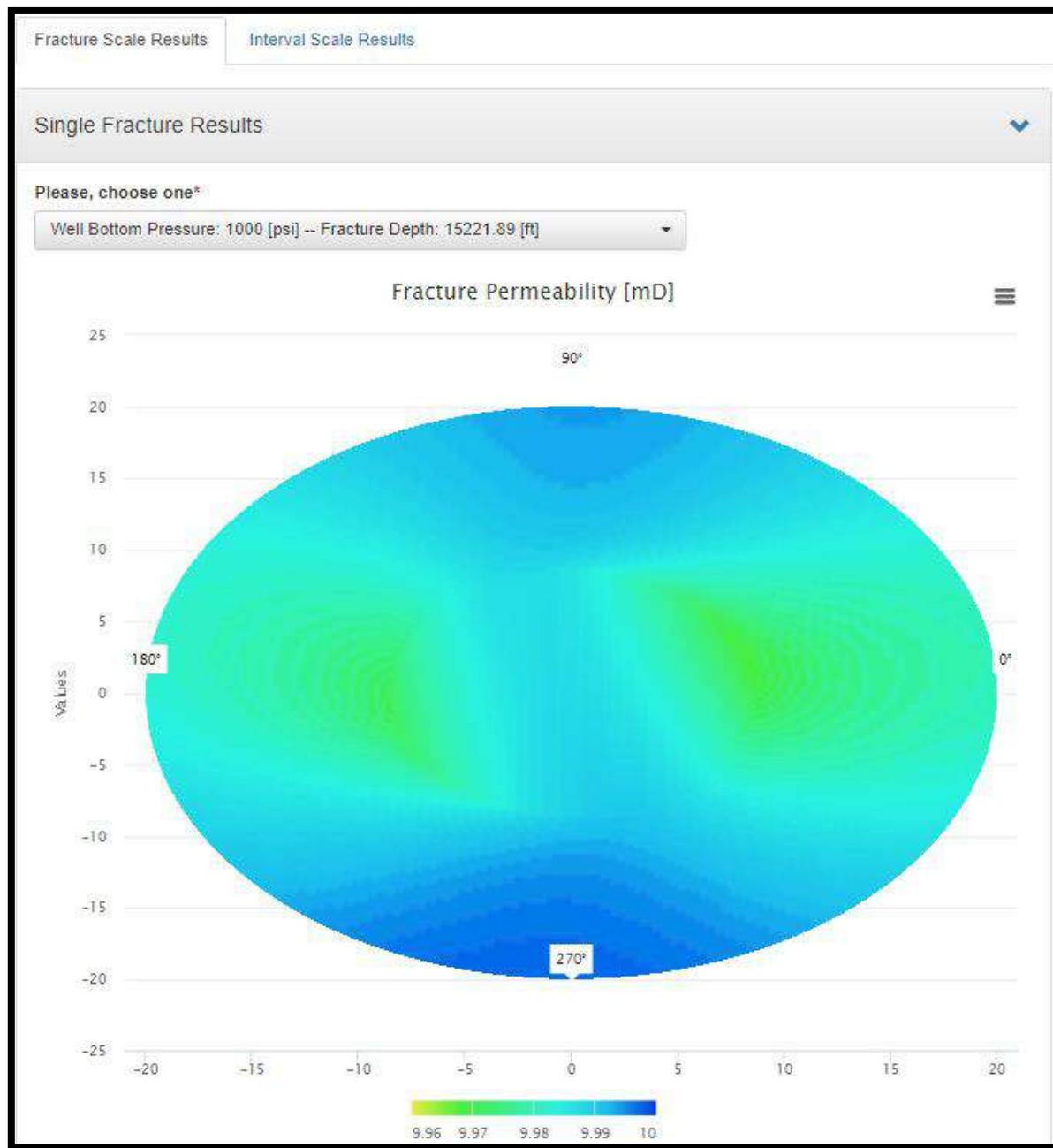


Ilustración 152. Gráfico de permeabilidad de la fractura

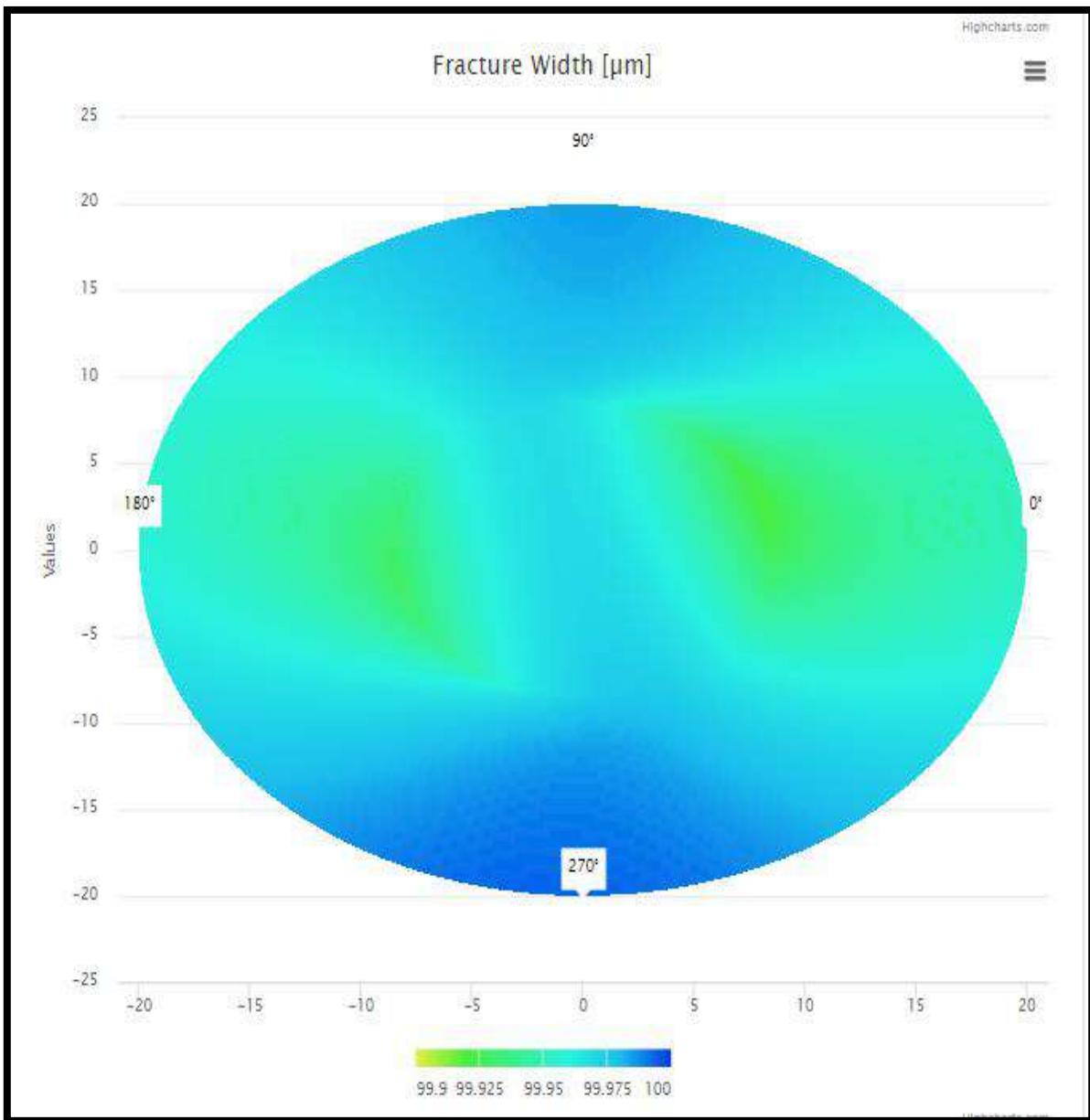


Ilustración 153. Gráfico de ancho de la fractura

Observar que en la parte superior derecha de los gráficos, se puede observar el botón  el cual al dar clic desplegará el menú que se muestra a continuación:

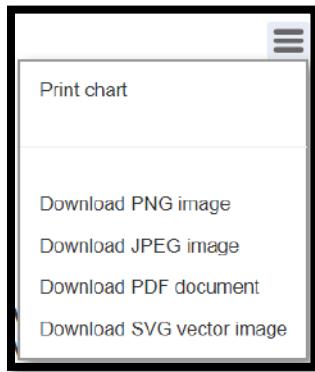


Ilustración 154. Formatos de descarga

En este botón se encuentra la opción *Print chart* el cual permite al usuario imprimir el gráfico mostrado, y además aparecen cuatro opciones de descarga que en su orden son: descarga en formato PNG, descarga en formato JPEG, descarga en formato PDF y descarga en formato SVG.

Los últimos resultados son dos gráficos donde se puede observar la variación de la permeabilidad y del espesor de la fractura, respectivamente, según el radio máximo de análisis, así como se observa en la Ilustración 155 y la Ilustración 156.

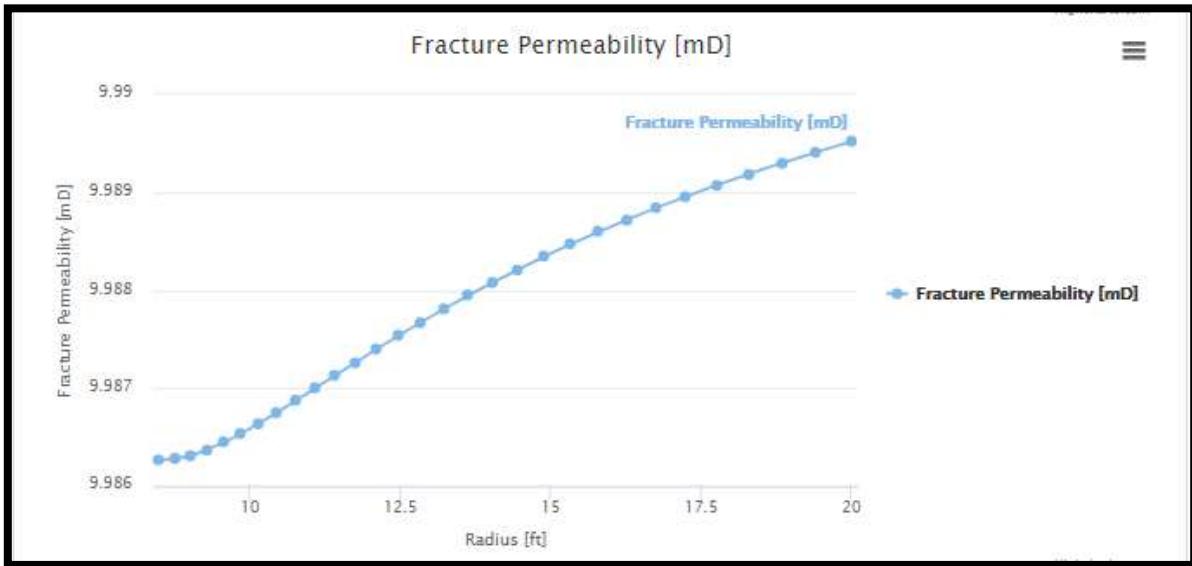


Ilustración 155. Gráfico de permeabilidad de la fractura según el radio máximo de análisis

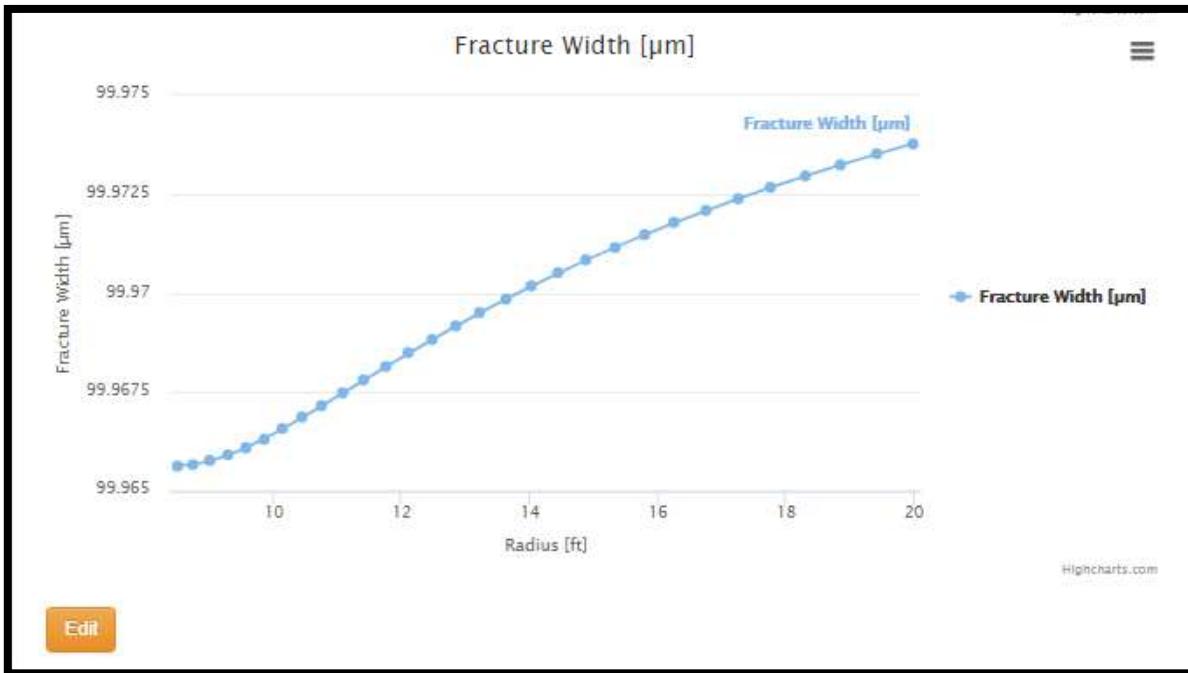


Ilustración 156. Gráfico de espesores de la fractura según el radio máximo de análisis

#### 4.4.4.4.2 Resultados a escala de Intervalo

La segunda sección de resultados de este módulo corresponde a los resultados a escala del intervalo, primero se debe escoger la fractura a analizar, de manera similar a lo que se observa en la Ilustración 151 y así el aplicativo muestra un gráfico de la permeabilidad promedio que se observa alrededor de la fractura, ver Ilustración 157.

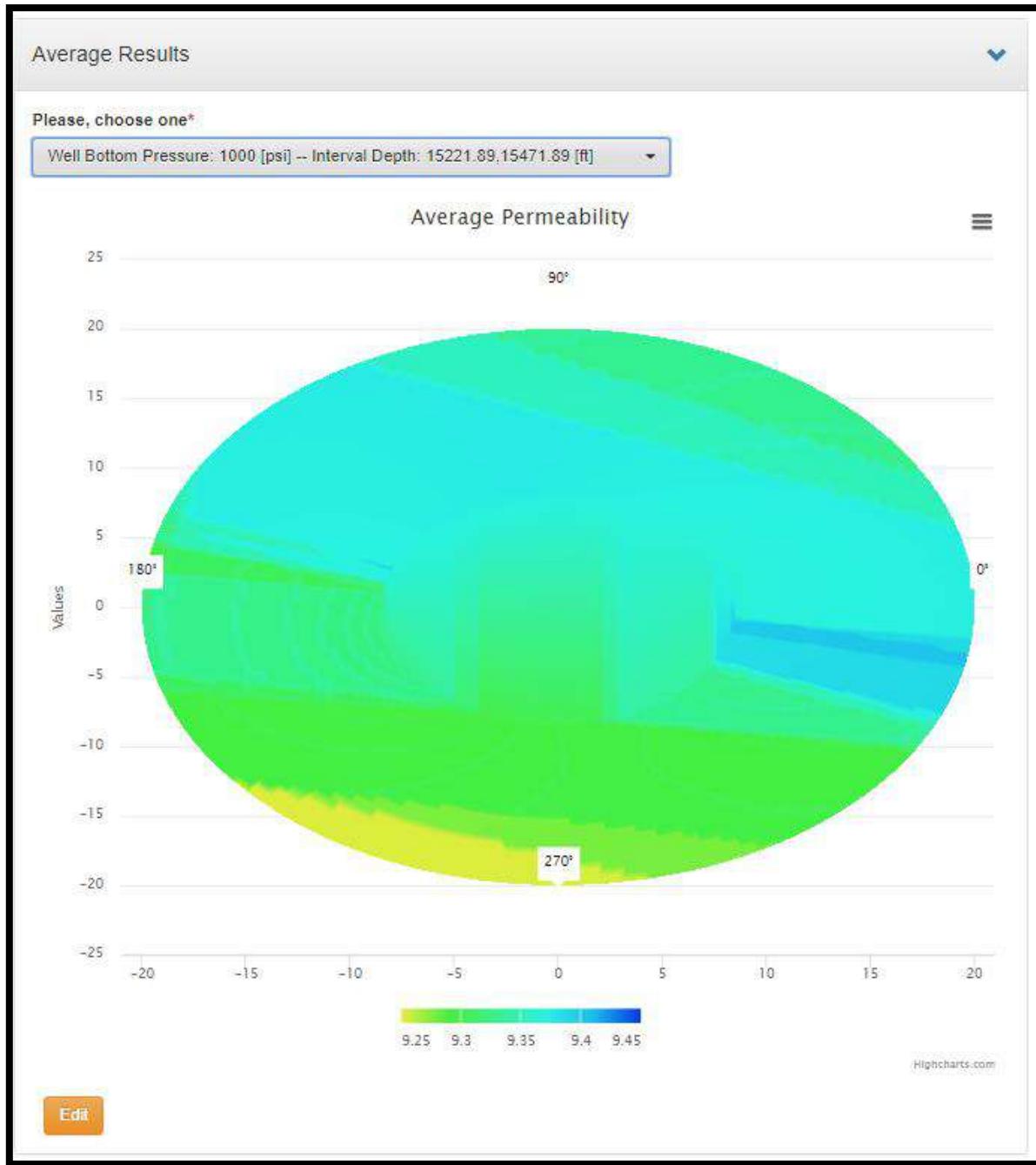


Ilustración 157. Gráfico de permeabilidad promedio de la fractura

#### 4.4.5 Precipitación De Asfaltenos (Asphaltenes Precipitation).

El Modelo de precipitación de Asfaltenos está compuesto de 3 Módulos: Análisis de estabilidad, Análisis de precipitación y Análisis de diagnóstico de asfaltenos, a continuación, se describe el ingreso de datos y los resultados de cada Módulo.

##### 4.4.5.1 Análisis de Estabilidad de asfaltenos.

La Primera Sección corresponde al Análisis de Estabilidad, que se encarga de hacer un análisis cualitativo y de riesgo del escenario que estamos trabajando; este módulo utiliza métodos tradicionales tales como: componentes livianos y asfaltenos precipitados, análisis de estabilidad SARA, análisis del índice de inestabilidad coloidal, análisis de riesgo y análisis de estabilidad Boer para obtener un prediagnóstico del daño debido a la precipitación de asfaltenos.

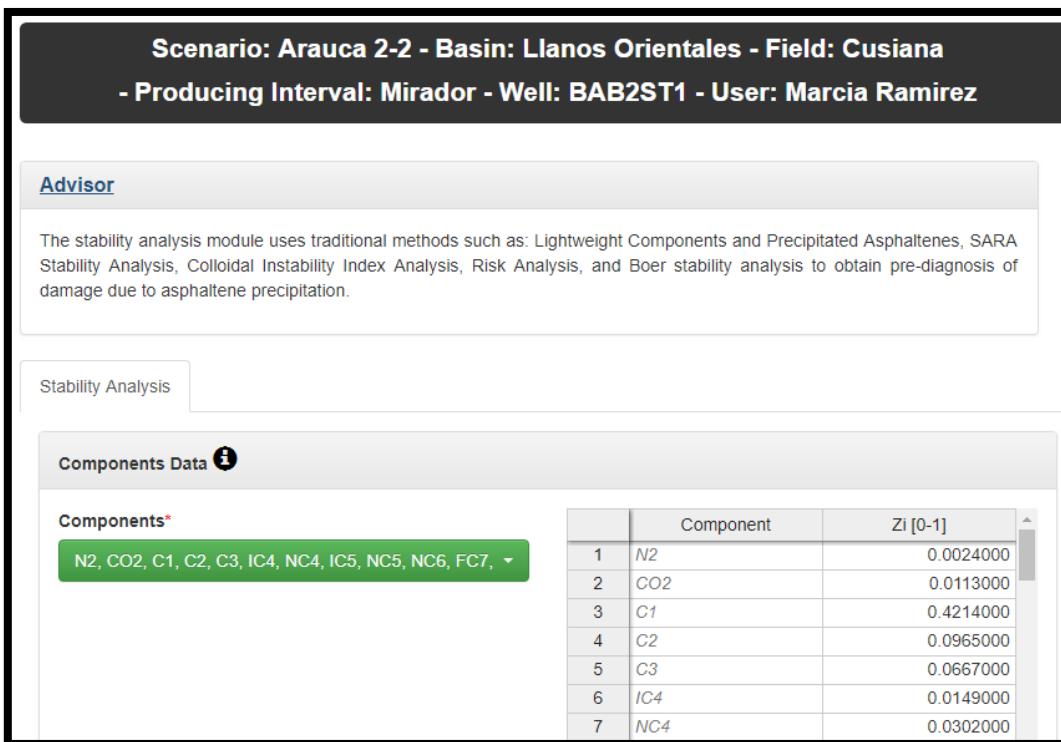


Ilustración 158. Selección de componentes del fluido

En la Ilustración 158 se puede observar, en la parte superior, las características del escenario que se está analizando y además en la sección *Advisor* el usuario encontrará una breve descripción del Módulo.

Este Módulo está compuesto de tres secciones de ingreso de datos: componentes del fluido, Análisis SARA y datos de Saturación, a continuación se describe cada sección.

En la primera sección, primero el usuario debe escoger los componentes del fluido que están disponibles en la sección *Components* (sección verde) y que se pueden obtener a partir de pruebas de laboratorio como cromatografía líquida / de gases y destilación (análisis de verdadero punto de ebullición); cada vez que el usuario elija los componentes, estos se van enumerando en la tabla de

la parte derecha de la pantalla, como se muestra en la Ilustración 158, a continuación se debe ingresar los datos de Zi (Fracción molar), que corresponda a cada componente seleccionado.

La segunda sección corresponde al ingreso de datos del análisis SARA, que representa la fracción saturada del fluido, consiste en el material no polar que incluye hidrocarburos saturados, ramificados y cílicos. Este análisis divide los componentes del petróleo crudo según su polaridad usando una familia de técnicas analíticas relacionadas.

En esta sección se debe ingresar el porcentaje de peso de los cuatro componentes del análisis SARA que se especifican a continuación:

- Saturados: este análisis es la fracción saturada, que consiste en el material no polar que incluye hidrocarburos saturados lineales, ramificados y cílicos.
- Aromáticos: Estos contienen uno o más anillos aromáticos y son más polarizables.
- Resinas: hidrocarburos ramificados largos, son miscibles con heptano (o pentano).
- Asfaltenos: tienen sustituyentes polares, son insolubles en un exceso de heptano (o pentano).

| SARA Analysis     |                     |          |
|-------------------|---------------------|----------|
| <b>Saturated*</b> | <b>Aromatics*</b>   |          |
| 69.36             | 22.74               | % Weight |
| <b>Resines*</b>   | <b>Asphaltenes*</b> |          |
| 6.76              | 1.14                | % Weight |
| <b>Total SARA</b> |                     |          |

Ilustración 159. Peso para los datos del Análisis SARA

Se debe notar que al lado izquierdo de cada recuadro para ingreso de datos se encuentra el ícono de ayuda *Help*, el cual abre una ventana desplegable que está dividida en dos secciones: *Information*, donde se encuentra información sobre el dato a ingresar, así como se observa en la Ilustración 160. La segunda sección *Import Data From Another Scenario* permite al usuario obtener el dato que se desea ingresar a partir de otro escenario que ya posea ese dato, como se ve en la Ilustración 161.

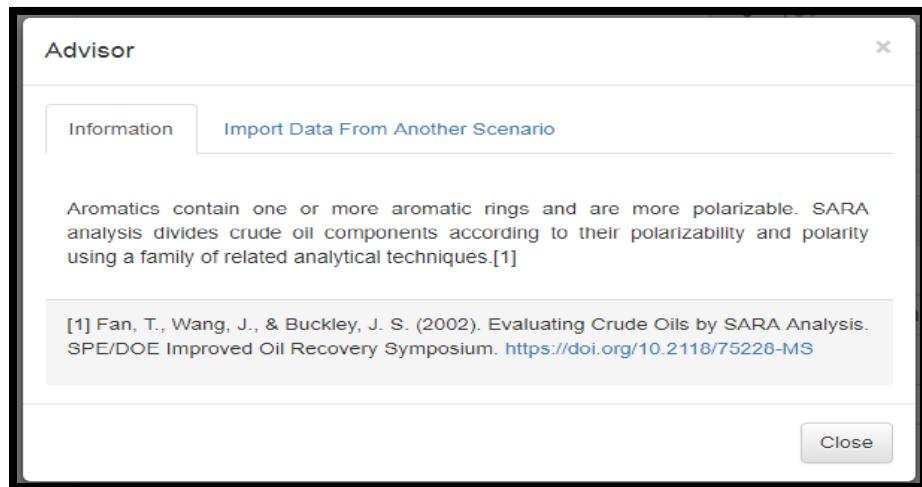


Ilustración 160. Ventana desplegable de información

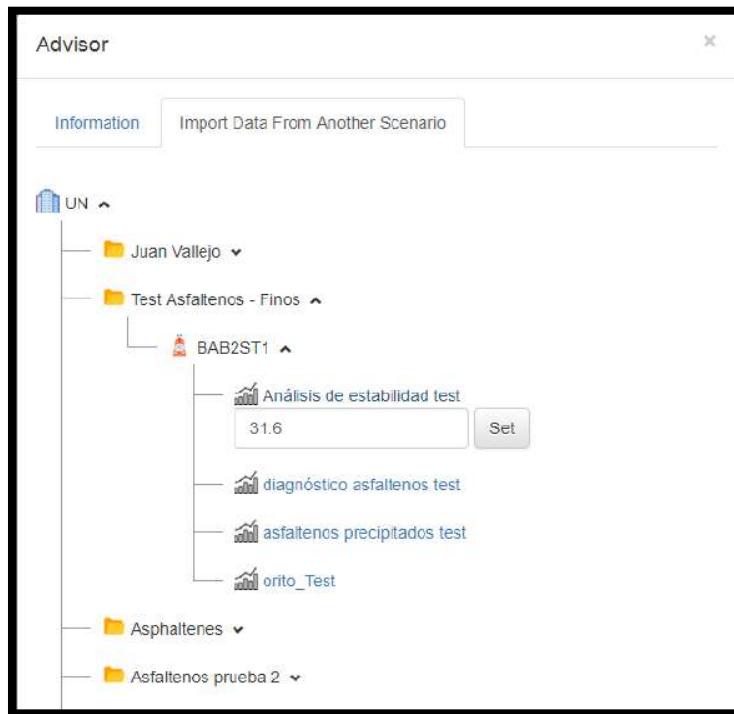


Ilustración 161. Importar dato a partir de otro escenario

Finalmente, en la última sección el usuario debe ingresar datos de saturación:

- Presión inicial del yacimiento. Corresponde a la fuerza ejercida por los fluidos en una formación al comienzo de la historia de producción, en unidades [psi], [2]
- Presión de burbuja. La presión de saturación pb de un sistema de hidrocarburos se define como la presión más alta a la que se libera por primera vez una burbuja de gas del petróleo. Se puede medir experimentalmente para un sistema de petróleo crudo mediante la

realización de una prueba de expansión de composición constante, se debe ingresar en unidades [psi]. [3]

- Densidad a temperatura del yacimiento. La densidad del petróleo crudo se define como la masa de una unidad de volumen del crudo a una presión y temperatura específicas (condiciones del yacimiento). [3] Se puede encontrar en datos PVT de una prueba de liberación diferencial. Se debe ingresar en unidades de gramos sobre centímetro cúbico [g/cc].
- Presión actual del yacimiento. Es la fuerza ejercida por los fluidos en una formación, registrada en el agujero con el pozo cerrado. [3] Se debe ingresar en unidades psi.
- Gravedad API. La densidad y la gravedad específica se usan ampliamente en la industria del petróleo, la gravedad API es la escala de gravedad preferida. Esta escala de gravedad está precisamente relacionada con la gravedad específica mediante la siguiente expresión: ° API = (141,5 / SG) -131.5 [3]

The screenshot shows a software interface titled "Saturation Data". It contains five input fields arranged in a grid:

- Reservoir Initial Pressure\***: A field with a unit icon and "psi" in the center.
- Bubble Pressure\***: A field with a unit icon and "psi" in the center.
- Density At Reservoir Temperature\***: A field with a unit icon and "g/cc" in the center.
- Current Reservoir Pressure\***: A field with a unit icon and "psi" in the center.
- API Gravity\***: A field with a unit icon and "°API" in the center.

Ilustración 162. Datos de Saturación

#### 4.4.5.2 Resultados de Análisis de estabilidad de Asfaltenos

Finalmente, los resultados que se obtienen se dividen en tres secciones: Conclusions, Boer stability Analysis y Colloidal instability Index Analysis.

##### 4.4.5.2.1 Conclusiones

En *Conclusions*, se muestra el estado en el que se encuentra tres principales parámetros a tener en cuenta y una breve descripción del problema, los parámetros son: componentes ligeros y asfaltenos precipitados, análisis SARA y análisis del índice de estabilidad coloidal, así como se muestra en la Ilustración 163 y además da un porcentaje de probabilidad de precipitación d asfaltenos.

## Stability Analysis Results

Conclusions      Boer Stability Analysis      Colloidal Instability Index Analysis

**Light Components And Precipitated Asphaltenes**

**Problems:** severe  
**High** light components saturation. There's a **75%** probability or less for asphaltenes precipitation

**SARA Stability Analysis**

**Problems:** high high  
**High** content of saturated, there's a **high** probability of precipitated asphaltenes  
The probability of precipitated asphaltenes is **75% or less**

**Colloidal Stability Index Analysis**

**Problems:** high  
**Diagnosis:** asphaltenes are unstable, there's a **95%** probability of having asphaltene aggregates

Ilustración 163. Resultados de Análisis de Estabilidad de Asfaltenos

La sección *Conclusions* también incluye una descripción del riesgo de precipitación según la presencia de componentes livianos en el fluido, según la presencia de asfaltenos en el análisis SARA y según el análisis coloidal; estos riesgos están clasificados con números que van del 0 al 7, siendo 0 un nivel de riesgo nulo y siete el nivel de riesgo más alto o severo, la explicación y clasificación más detallada de los números de riesgo se puede observar en la parte derecha de la pantalla, como se ve en la Ilustración 164.

**Colloidal Stability Index Analysis**

**Problems:** high  
**Diagnosis:** asphaltenes are unstable, there's a **95%** probability of having asphaltene aggregates

**Risk Analysis**

|  |  |  |
|--|--|--|
| Precipitation risk according to the presence of light hydrocarbons in fluid: 6                             |  |  |
| Precipitation risk according to the presence of asphaltenes in the SARA analysis: 5                        |  |  |
| Precipitation risk according to the colloidal analysis: 5  |  |  |
| The risk level by fluid precipitation is <b>5.333333333333333</b> , the risk probability is <b>80.6%</b> . |  |  |

| Risk | Level       |
|------|-------------|
| 0    | None        |
| 1    | Low-low     |
| 2    | Low-high    |
| 3    | Medium-low  |
| 4    | Medium-high |
| 5    | High-low    |
| 6    | High-high   |
| 7    | Severe      |

Ilustración 164 Sección Conclusions

#### 4.4.5.2.2 Boer Stability Analysis

En la sección Boer Stability Analysis se observa un gráfico fijo, que representa el Análisis de Estabilidad Boer, como se observa en la Ilustración 165, la importancia de este gráfico radica en que según la posición en la que se encuentre el escenario que estamos evaluando, se puede identificar la probabilidad de que ocurra precipitación de asfaltenos, siendo la parte superior izquierda del gráfico la parte más crítica y con alta probabilidad de precipitación (sección roja), el centro una probabilidad media (sección naranja), y la zona inferior derecha (sección azul) con baja probabilidad, entonces, el aplicativo muestra un punto de color verde que representa el escenario que el usuario está evaluando y según la posición en la que se encuentre en el gráfico, se puede dar una aproximación de la probabilidad de precipitación de asfaltenos.

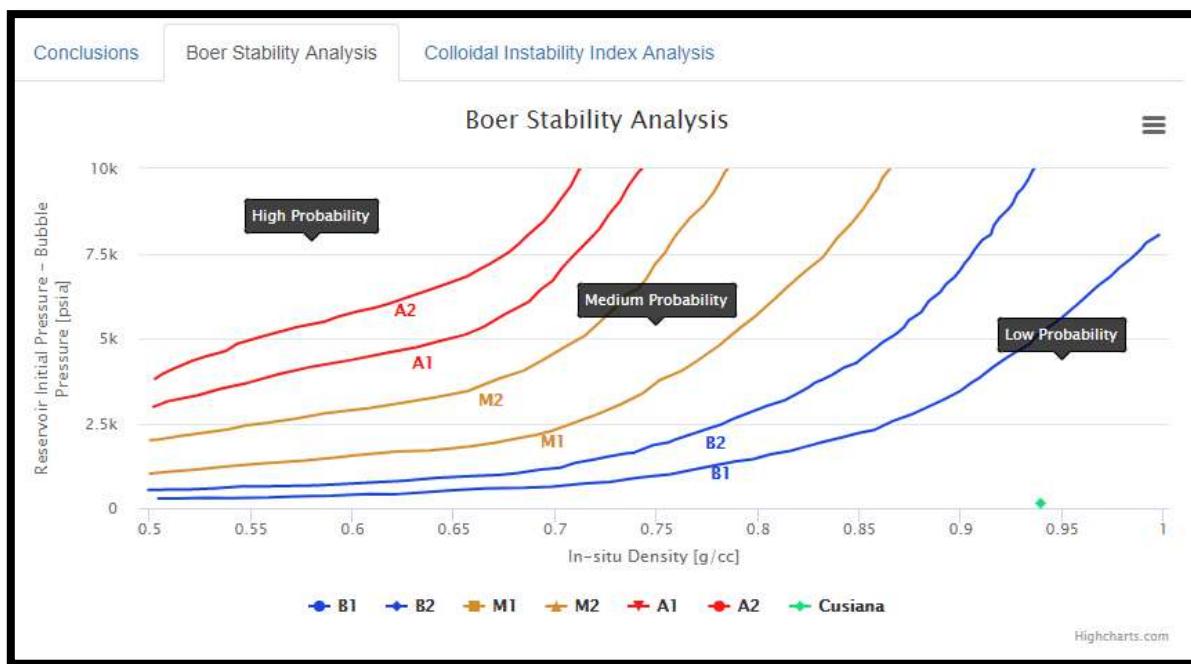


Ilustración 165. Gráfico Análisis de Estabilidad Boer

#### 4.4.5.2.3 Análisis de Estabilidad Coloidal

En la Ilustración 166 se puede observar una imagen fija de análisis del índice de inestabilidad coloidal, en donde el punto verde indica la posición de estabilidad en la que se encuentra el escenario que se está evaluado según este índice.

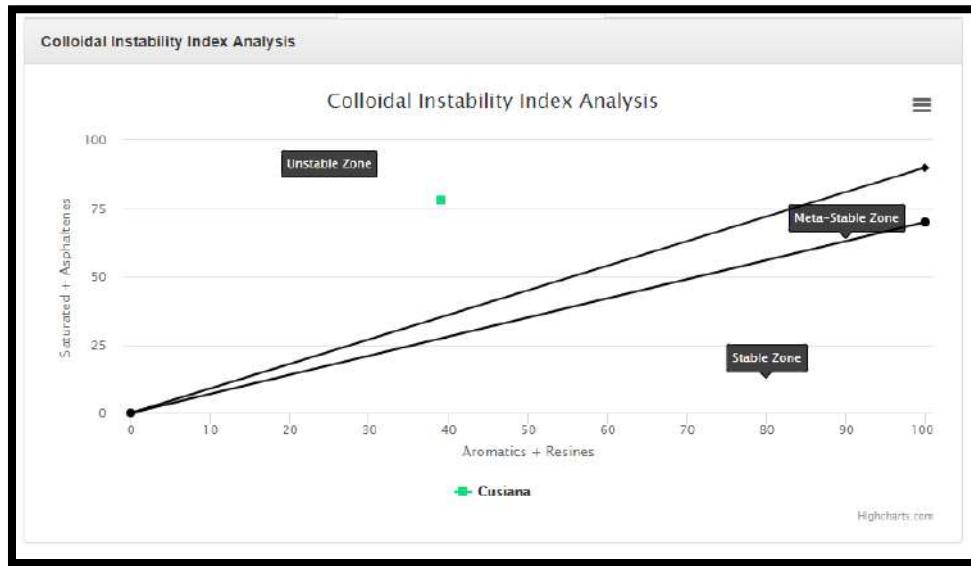


Ilustración 166. Resultados según Análisis del Índice de estabilidad Coloidal

#### 4.4.5.2.4 Índice de estabilidad Stankiewics.

La Ilustración 167 corresponde a un gráfico fijo del análisis del índice de estabilidad Stankiewics, en donde el punto verde indica la posición de estabilidad en la que se encuentra el escenario que se está evaluado según este índice.

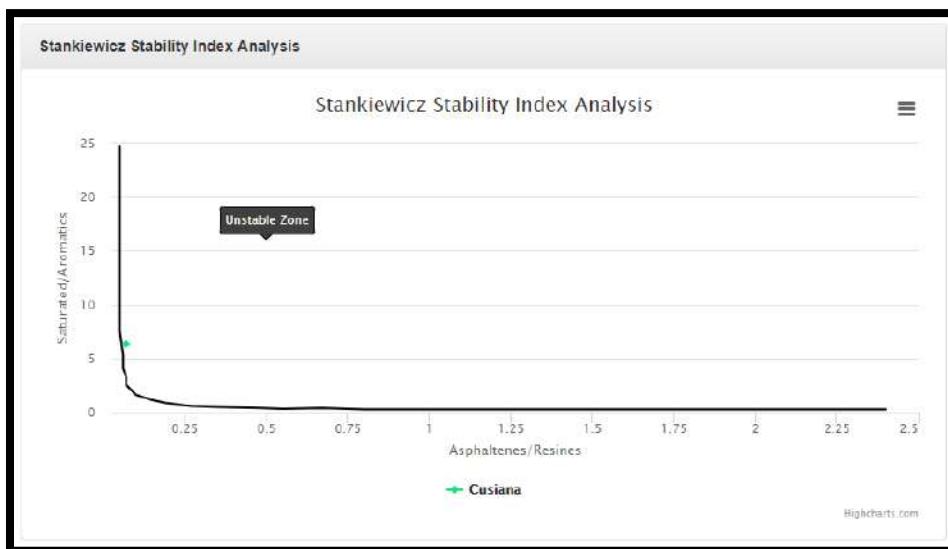


Ilustración 167. Resultados según análisis de Índice de estabilidad Stankiewicz

#### 4.4.5.3 Análisis de Asfaltenos Precipitados

Si el tipo de análisis seleccionado es el Análisis de Asfaltenos Precipitados, se observará la Ilustración 168 donde en la parte superior se encuentra una breve descripción de este tipo de análisis.

Los datos de entrada se encuentran divididos en tres secciones: Análisis composicional, datos de saturación y datos de asfaltenos. A continuación, se describe cada sección:

##### 4.4.5.3.1 Análisis composicional

La primera sección corresponde a datos de la ecuación de estado que define las propiedades PVT del fluido, muchas propiedades características de componentes individuales (en otras palabras, sustancias puras) se han medido y compilado a lo largo de los años; en esta parte se encuentra una sección de *components* (sección verde) donde el usuario debe seleccionar los componentes del fluido, después de esta selección el usuario puede ingresar los datos de la tablas con información de los componentes anteriormente seleccionados, los datos solicitados son la información de las siguientes propiedades:

**Scenario: Orito - Basin: Llanos Orientales - Field: Cusiana - Producing Interval: Mirador - Well: BAB2ST1 - User: Marcia Ramirez**

**Advisor**

The asphaltene precipitation damage diagnostic module approximates the asphaltenes precipitates amount in the formation and come near to the value of the damage near the wellbore.

Component Analysis      Saturation Data      Asphaltenes Data

**General Data**

**Components\***

N2, CO2, C1, C2, C3, IC4, NC4, IC5, NC5, NC6, Plus · ▾

**Components Data\***

|   | Components | Z <sub>i</sub> [0-1] | MW[lb]     | P <sub>c</sub> [psi] | T <sub>c</sub> [F] | W         | Shift      | SG        | T <sub>f</sub> |
|---|------------|----------------------|------------|----------------------|--------------------|-----------|------------|-----------|----------------|
| 1 | N2         | 0.0252000            | 28.0140000 | 492.2580000          | -233.0200000       | 0.0403000 | -0.1927000 | 0.8090000 | 139.2          |
| 2 | CO2        | 0.0031000            | 44.0100000 | 1070.6690000         | 87.5420000         | 0.2276000 | -0.0817000 | 0.8180000 | 350.4          |
| 3 | C1         | 0.2276000            | 16.0430000 | 667.0290000          | -116.9920000       | 0.0115000 | -0.1595000 | 0.3000000 | 200.9          |
| 4 | C2         | 0.0324000            | 30.0700000 | 706.6240000          | 89.5760000         | 0.0995000 | -0.1134000 | 0.3560000 | 332.1          |
| 5 | C3         | 0.0540000            | 44.0960000 | 616.1200000          | 205.6940000        | 0.1523000 | -0.0863000 | 0.5070000 | 415.9          |
| 6 | IC4        | 0.0102000            | 58.1230000 | 529.0980000          | 274.6520000        | 0.1770000 | -0.0844000 | 0.5630000 | 470.5          |
| 7 | NC4        | 0.0395000            | 58.1230000 | 550.5630000          | 305.2160000        | 0.2002000 | -0.0675000 | 0.5840000 | 490.7          |

Ilustración 168. Datos EOS

- fracción molar,  $z_i$
- Peso molecular, MW
- Presión crítica, PC
- Temperatura crítica, Tc
- Factor acéntrico, Omega
- Parámetro Shift, Shift
- Gravedad específica, SG
- Temperatura del punto de ebullición, Tb
- Volumen crítico, V
- Pch
- Zra

A continuación, el usuario debe ingresar los datos de la Fracción Plus, esta fracción es constituida por los componentes que son demasiado pesados para ser separados en fracciones de números de carbono individuales [4]. Los más comunes son C7 +, C12 +, C18 +, C30 +. Si se realizó un análisis de TBP (Punto de ebullición verdadero), el peso molecular promedio y la densidad de la fracción positiva estarán presentes como cantidades medidas [4].

The screenshot shows a software interface titled "Plus Characterization". It contains several input fields:

- Plus Fraction Molecular Weight (MW)\***: Value 284, unit lb/lbmol.
- Plus Fraction Specific Gravity\***: Value 0.9049, unit -.
- Plus Fraction Boiling Temperature\***: Value 1000, unit R.
- Sample Molecular Weight\***: Value 168.369, unit lb/lbmol.
- Correlation\***: Selection dropdown set to "Twu".
- Plus characterization**: A blue button at the bottom right.

Ilustración 169. Caracterización Plus

Finalmente se debe diligenciar los coeficientes de interacción binaria: El parámetro  $k_{ij}$  es un factor de corrección determinado empíricamente (denominado coeficiente de interacción binaria) que está diseñado para caracterizar cualquier sistema binario formado por el componente i y el componente j en la mezcla de hidrocarburos entre los componentes. Si el usuario no tiene estos datos el aplicativo también permite calcularlos, dando click en el botón azul *calculate*, como se observa en la Ilustración 170.

| Binary Interaction Coefficients Data |            |           |           |           |            |            |            |
|--------------------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
|                                      | Components | N2        | CO2       | C1        | C2         | C3         | IC4        |
| 1                                    | N2         | 0         | 0         | 0.0311000 | 0.0515000  | 0.8520000  | 0.1000000  |
| 2                                    | CO2        | 0         | 0         | 0.1070000 | 0.1322000  | 0.1241000  | 0.1400000  |
| 3                                    | C1         | 0.0311000 | 0.1070000 | 0         | 0.0026000  | 0.0140000  | 0.0256000  |
| 4                                    | C2         | 0.0515000 | 0.1322000 | 0.0026000 | 0          | 0.0011000  | -0.0067000 |
| 5                                    | C3         | 0.8520000 | 0.1241000 | 0.0140000 | 0.0011000  | 0          | -0.0078000 |
| 6                                    | IC4        | 0.1000000 | 0.1400000 | 0.0256000 | -0.0067000 | -0.0078000 | 0          |
| 7                                    | NC4        | 0.0711000 | 0.1333000 | 0.0133000 | 0.0096000  | 0.0033000  | -0.0040000 |

Ilustración 170. Ingreso de coeficientes de interacción binaria

#### 4.4.5.3.2 Datos de Saturación

La siguiente parte de esta sección corresponde a Datos de saturación, en primer lugar se debe llenar una tabla con los datos del punto de burbujeo, que es el punto en el que el gas comienza a formarse, esto si un determinado volumen de líquido se mantiene a una temperatura constante pero la presión cambia.

A continuación, también se debe ingresar los datos de saturación:

- Temperatura crítica en grados Fahrenheit, El punto crítico para una mezcla multicomponente se conoce como el estado de presión y temperatura a la cual todas las propiedades intensivas de las fases de gas y líquido son iguales (punto C). En el punto crítico, la temperatura correspondiente se denominan temperatura crítica Tc de la mezcla. [3]
- Presión crítica en unidades psi. El punto crítico para una mezcla multicomponente se conoce como el estado de presión y temperatura a la cual todas las propiedades intensivas de las fases de gas y líquido son iguales (punto C). En el punto crítico, la presión correspondiente se denominan presión crítica pc de la mezcla [3]
- Densidad a presión del yacimiento en unidad de gramos sobre centímetro cúbico g/cc. Correspondiente a la masa o el peso del aceite por unidad de volumen medido a la temperatura y presión del depósito.
- Densidad a la presión de burbuja en unidades de gramos sobre centímetro cúbico g/cc. Corresponde a la masa o el peso de aceite por unidad de volumen medido a la temperatura y presión del punto de burbujeo.
- Densidad a presión atmosférica en unidades de gramo sobre centímetro cúbico g/cc. Corresponde a la masa o el peso del aceite por unidad de volumen medido a la temperatura del yacimiento y la presión atmosférica (14,7 psi).
- Temperatura del yacimiento en grados Fahrenheit. Corresponde a la temperatura promedio dentro del depósito, medida durante el registro, la prueba del tallo de perforación o la prueba de presión de fondo de pozo con un registrador de temperatura de fondo de pozo. [5].
- Actual presión del yacimiento en unidades psi. Es la fuerza ejercida por los fluidos en una formación, registrada en el agujero en el nivel de la formación con el pozo cerrado.

- Gravedad API del fluido en unidad de grados API. La densidad y la gravedad específica se usan ampliamente en la industria del petróleo, la gravedad API es la escala de gravedad preferida. Esta escala de gravedad está precisamente relacionada con la gravedad específica mediante la siguiente expresión:  ${}^{\circ}\text{API} = (141,5 / \text{SG}) - 131,5$  [3].

|   | Temperature (Bubble curve) [{}^{\circ}\text{F}] | Bubble Pressure [psi] |
|---|---|-----------------------|
| 1 | 5   | 884.9600000           |
| 2 | 20  | 954.9600000           |
| 3 | 35  | 1034.9600000          |
| 4 | 50  | 1104.9600000          |
| 5 | 65  | 1174.9600000          |
| 6 | 80  | 1244.9600000          |
| 7 | 95  | 1304.9600000          |

**Saturation Data**

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| Critical Temperature (Envelope phase)* | Critical Pressure (Envelope phase)* |
| 942.55 {}^{\circ}\text{F}              | 844.959 psi                         |
| Density at Reservoir Pressure*         | Density at Bubble Pressure*         |
| 0.8033 g/cc                            | 0.7953 g/cc                         |
| Density at Atmospheric Pressure*       | Reservoir Temperature*              |
| 0.8416 g/cc                            | 155 {}^{\circ}\text{F}              |
| Current Reservoir Pressure*            | Fluid API Gravity*                  |
| 3168 psi                               | 24.8 {}^{\circ}\text{API}           |

Ilustración 171. Datos de Saturación

#### 4.4.5.3.3 Datos de Asfaltenos

La última parte de ingreso de datos en la que se divide esta sección corresponde al ingreso de datos de asfaltenos. En primer lugar, el usuario debe ingresar datos de temperatura:

- Temperatura inicial en unidad de grados Ranquin. Temperatura inicial del yacimiento.
- Número de temperaturas. Cantidad de temperaturas que se graficarán en los resultados en grados Ranquin.
- Delta de temperatura. Cambio de temperatura en unidad de grados Ranquin

A continuación, debe ingresar los datos de asfaltenos:

- Diámetro máximo de los agregados de asfalteno. En nanómetros (nm).
- El peso de la molécula de asfaltenos en unidades de libras sobre libramasa lb/lbm.
- Densidad aparente de los asfaltenos en gramos sobre centímetro cubico g/cc .

Después el usuario debe ingresar el porcentaje de peso de los cuatro componentes del análisis SARA que se especifican a continuación:

- Saturados: este análisis es la fracción saturada, que consiste en el material no polar que incluye hidrocarburos saturados lineales, ramificados y cíclicos.
- Aromáticos: Estos contienen uno o más anillos aromáticos y son más polarizables.
- Resinas: hidrocarburos ramificados largos, son miscibles con heptano (o pentano).
- Asfaltenos: tienen sustituyentes polares, son insolubles en un exceso de heptano (o pentano).

| Temperature Data        |        |
|-------------------------|--------|
| Initial Temperature*    | 400 nm |
| Number Of Temperatures* | 20     |
| Temperature Delta*      | 50 nm  |

| Asphaltenes Data              |             |
|-------------------------------|-------------|
| Asphaltene Particle Diameter* | 3.5 nm      |
| Asphaltene Molecular Weight*  | 1160 lb/lbm |
| Asphaltene Apparent Density*  | 1.2 g/cc    |

| SARA Analysis |                |
|---------------|----------------|
| Saturate*     | 23.81 % Weight |
| Aromatic*     | 23.45 % Weight |
| Resine*       | 40.82 % Weight |
| Asphaltene*   | 11.91 % Weight |

*Ilustración 172. Datos de Asfaltenos*

Además el usuario tiene la opción de agregar los datos del análisis elemental de asfaltenos<sup>[IB14]</sup>, estos datos se pueden obtener por gravimetría, espectroscopia atómica óptica, análisis CHNS. Los datos a ingresar son:

- Hydrogen Carbon Ratio. Relación sobre la cantidad de hidrógeno en la molécula de asfaltenos sobre la cantidad de carbono en la misma molécula:

$$\text{Relación Carbón Hidrogeno} = \frac{H}{C}$$

Donde H= número de moléculas de hidrógeno, C= Número de moléculas de carbono

- Oxigen Carbon Ratio. Relación sobre la cantidad de oxígeno en la molécula de asfaltenos sobre la cantidad de carbono en la misma molécula:

$$\text{Relación Carbón Oxígeno} = \frac{O}{C}$$

Donde O= número de moléculas de oxígeno, C= Número de moléculas de carbono

- Nitrogen Carbon Ratio. Relación sobre la cantidad de Nitrógeno en la molécula de asfaltenos sobre la cantidad de carbono en la misma molécula:

$$\text{Relación Carbón Nitrogeno} = \frac{N}{C}$$

Donde N= número de moléculas de Nitrogeno, C= Número de moléculas de carbono

- Sulfuro Carbon Ratio Relación sobre la cantidad de Sulfuro en la molécula de asfaltenos sobre la cantidad de carbono en la misma molécula:

$$\text{Relación Carbón Sulfuro} = \frac{S}{C}$$

Donde S= número de moléculas de Sulfuro, C= Número de moléculas de carbono

- (FA) Aromaticity. Este dato describe la relación entre los carbonos aromáticos y los no aromáticos<sup>[IB15]</sup>.
- (VC) Molar Volume. Corresponde al volumen de una mol de asfalteno<sup>[IB16]</sup>.

$$VC = \frac{Ma * 22.4}{Wa}$$

Donde Ma= masa de asfaltenos , Wa= peso molecular de asfaltenos

Include Elemental Asphaltene Analysis

Elemental Asphaltene Analysis Data

|  |  |
|--|--|
| Hydrogen Carbon Ratio*<br><input type="text" value="-"/> | Oxygen Carbon Ratio*<br><input type="text" value="-"/>   |
| Nitrogen Carbon Ratio*<br><input type="text" value="-"/> | Sulphure Carbon Ratio*<br><input type="text" value="-"/> |
| FA Aromaticity*<br><input type="text" value="-"/>        | VC Molar Volume*<br><input type="text" value="-"/>       |

Save Cancel

Ilustración 173. Sección opcional para ingreso de análisis elemental de asfaltenos

#### 4.4.5.3.4 Resultados Análisis de Asfaltenos Precipitados

Los resultados de esta sección se muestran en la Ilustración 174, como se puede observar, el aplicativo obtiene gráficos que muestran:

- La Fracción de asfaltenos solubles según la presión
- Presión onset de los asfaltenos, condiciones de temperatura y presión a la cual se precipita la primera partícula de asfalteno.
- Fracción de asfaltenos solubles según la temperatura, a presión de burbuja del yacimiento.

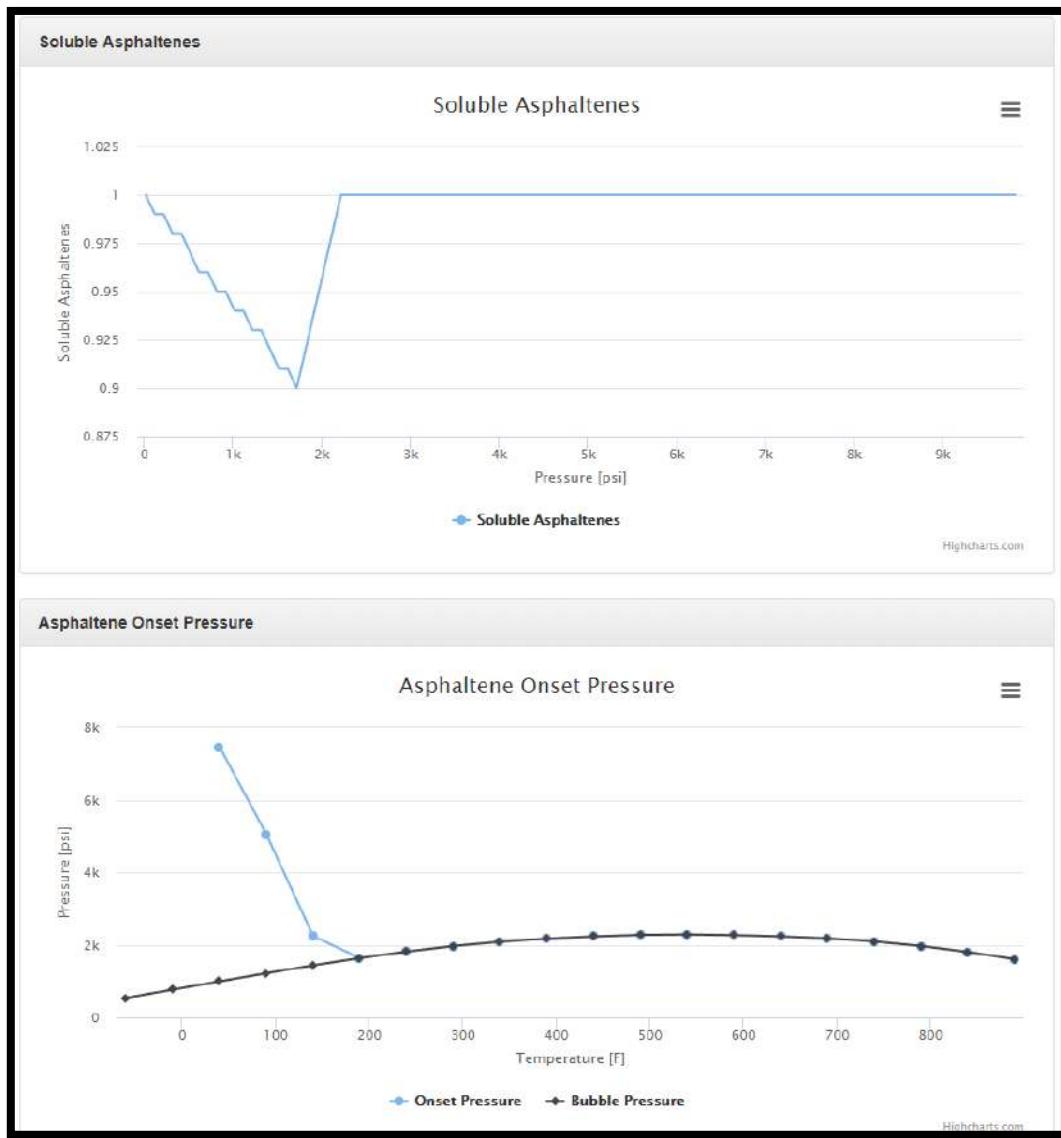


Ilustración 174. Resultados sección datos de asfaltenos

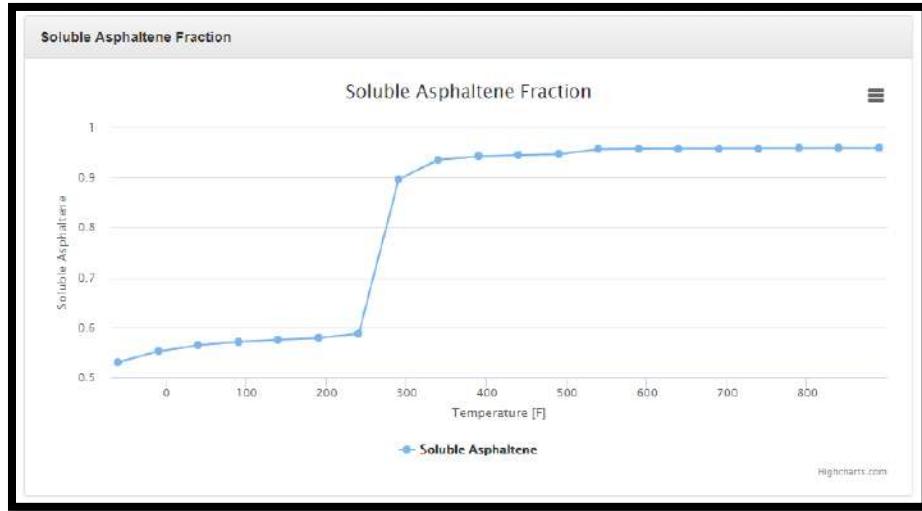


Ilustración 175. Resultados sección Asfaltenos

#### 4.4.5.4 Análisis de diagnóstico de Asfaltenos

Si el tipo de análisis seleccionado es el Análisis de diagnóstico de asfaltenos, se observará la Ilustración 176, donde en la parte superior se encuentra una breve descripción de este tipo de análisis.

Los datos de entrada se encuentran divididos en cuatro secciones: Datos generales, Datos PVT, datos Históricos y datos de Asfaltenos, a continuación se describe cada sección:

##### 4.4.5.4.1 Datos Generales

La primera parte corresponde al ingreso de datos generales donde el usuario debe ingresar:

- Radio de drenaje en pies ft. Corresponde al área de un yacimiento en el que un solo pozo sirve como un punto para el drenaje de los fluidos del yacimiento [5]. Se puede estimar mediante pruebas de reducción.
- Espesor neto de producción en pies ft. El Net Pay es la parte del espesor del yacimiento que contribuye a la recuperación del petróleo. Todas las mediciones disponibles realizadas en muestras de yacimientos y en pozos, tales como análisis de núcleos y registros de pozos, se utilizan ampliamente para evaluar el espesor de la red del yacimiento [3].
- Radio del pozo en pies ft. Se supone que la sección del pozo es un círculo y tiene un radio específico llamado radio del pozo. Puede estimarse por el diámetro interno de la carcasa de producción o el tamaño del bit.
- Compresibilidad de la roca en unidades de  $\text{psi}^{-1}$ . La compresibilidad de la roca se define como el cambio fraccional en el volumen del material de roca sólida (granos) con un cambio de unidad de presión [3].

Correlación de Hall:

$$C = 1.87 * 10^{-6} * \pi^{-0.415}$$

- Presión inicial en psi. Corresponde a La fuerza ejercida por los fluidos en una formación al comienzo de la historia de producción.
- Porosidad inicial en unidades decimales o fracción. La porosidad de una roca es una medida de la capacidad de almacenamiento (volumen de poro) que puede contener fluidos. Es la relación entre el volumen de poro y el volumen total (volumen total) [3]. El análisis de núcleos y los registros de pozos se usan ampliamente para evaluar la porosidad inicial.
- Permeabilidad inicial en milidarcys mD. La permeabilidad es una propiedad del medio poroso que mide la capacidad de la formación para transmitir fluidos [3]. El análisis de núcleos y los registros de pozos se usan ampliamente para evaluar la permeabilidad inicial
- Diámetro promedio del poro en micrómetros um. Representa el ancho promedio de los espacios de las rocas que permiten que el fluido se mueva. Propiedad de la roca medida durante la exploración o perforación del yacimiento, a través del análisis de núcleos.
- Diámetro de la partícula de asfaltenos en micrómetros um. Las moléculas de asfalto pueden autoasociarse debido a varias interacciones. Las partículas se describen más comúnmente como "nanoagregados" con sus dimensiones de 2-10 nm. Los nanoagregados de asfaltenos pueden agruparse aún más en aceites crudos y tolueno. En concentraciones más altas que el CNAC (concentración nanoaggregada crítica), se produce un proceso de agregación secundario conocido como agrupación de nanoagregados. Estos grupos pueden tener una escala de longitud de varios nanómetros. Se puede calcular a través de microscopía óptica y SEM de alta presión (microscopio electrónico de barrido). Puede ser estimado con simulación por el grupo "Yacimientos de hidrocarburos" de la "Universidad Nacional sede Medellín".
- Densidad aparente de asfaltenos en g/cc Valor predeterminado: 1,2 g / cc. Se puede calcular a través de microscopía óptica y SEM de alta presión (microscopio electrónico de barrido). También se puede estimar con simulación por el grupo "Yacimientos de hidrocarburos" de la Universidad Nacional sede Medellín.

**Scenario: Caso I - Basin: Valle Med. Magdalena - Field: Cira-Infantas  
- Producing Interval: C3-Ch - Well: INFA2496 - User: Tania Pereira**

**Advisor**

The asphaltene precipitation damage diagnostic module approximates the asphaltenes precipitates amount in the formation and come near to the value of the damage near the wellbore.

General Data    PVT Data    Historical Data    Asphaltenes Data

**General Data**

|                               |                              |
|-------------------------------|------------------------------|
| Drainage Radius*              | Net Pay*                     |
| 500 ft                        | 111 ft                       |
| Wellbore Radius*              | Compressibility*             |
| 0.5 ft                        | 0.0001 1/psi                 |
| Initial Pressure*             | Initial Porosity*            |
| 2377 psi                      | 0.254 decimal                |
| Initial Permeability*         | Average Pore Diameter*       |
| 642 mD                        | 2.54 um                      |
| Asphaltene Particle Diameter* | Asphaltene Apparent Density* |
| 0.035 um                      | 1 um                         |

Ilustración 176. Sección Análisis de diagnóstico de asfaltenos

#### 4.4.5.4.2 Datos PVT

La siguiente parte de esta sección corresponde a los datos PVT donde el usuario podrá encontrar una tabla para agregar los datos de:

- Densidad en gramos sobre centímetro cúbico g/cc. Corresponde a la masa o el peso de una sustancia por unidad de volumen.
- Viscosidad en centipoises [cp]. Es la medida de la resistencia de un fluido al flujo, se expresa comúnmente en términos del tiempo requerido para que un volumen específico del líquido fluya a través de un tubo capilar de un tamaño específico a una temperatura dada.
- Factor volumétrico del aceite. Es la relación del volumen de aceite, medido en condiciones determinadas, con el volumen de aceite medido en condiciones estándar.

Los datos anteriores se deben obtener a presiones específicas y temperatura del yacimiento, obtenidas a partir de pruebas de liberación diferencial [5].

Además el aplicativo tiene la opción de graficar los datos ingresados, dando clic en el botón *Plot*.

The screenshot shows a software interface for entering PVT data. At the top, there are tabs for 'General Data', 'PVT Data' (which is selected), 'Historical Data', and 'Asphaltenes Data'. Below the tabs is a section titled 'PVT Data' with a small information icon. A table is displayed with four columns: 'Pressure [psi]', 'Density [g/cc]', 'Oil Viscosity [cp]', and 'Oil Formation Volumetric Factor'. Only the first column has data, with the number '1' entered. A horizontal scroll bar is visible below the table. At the bottom right of the interface is a blue 'Plot' button.

|   | Pressure [psi] | Density [g/cc] | Oil Viscosity [cp] | Oil Formation Volumetric Factor |
|---|----------------|----------------|--------------------|---------------------------------|
| 1 |                |                |                    |                                 |

Ilustración 177. Tabla datos PVT

#### 4.4.5.4.3 Datos Históricos

En esta sección el usuario debe ingresar los resultados históricos del análisis SARA de la fracción de Asfaltenos<sup>[IB17]</sup>. Además el aplicativo tiene la opción de graficar los datos ingresados, dando clic en el botón *Plot*.

Finalmente se tiene la opción de agregar un pronóstico de Producción, para esto se solicita definir qué tipos de datos se desea observar en el pronóstico (Exponencial o hiperbólico) y la fecha final del pronóstico<sup>[IB18]</sup>.

The screenshot shows a software interface for managing oil production data. At the top, there are tabs: 'General Data', 'PVT Data', 'Historical Data', and 'Asphaltenes Data'. The 'Historical Data' tab is selected.

**Historical Data**

|   | Date [YYYY-MM-DD] | BOPD [bbl/d] | Asphaltenes [%wt] |
|---|-------------------|--------------|-------------------|
| 1 | 2014-11-15        | 249.630000   | 9.870000          |
| 2 | 2014-12-15        | 260.929000   | 9.870000          |
| 3 | 2015-01-15        | 136.487000   | 9.870000          |
| 4 | 2015-02-15        | 132.814000   | 9.870000          |
| 5 | 2015-03-15        | 180.771000   | 9.870000          |
| 6 | 2015-04-15        | 169.801000   | 9.870000          |
| 7 | 2015-05-15        | 120.285000   | 9.870000          |
| 8 | 2015-06-15        | 133.252000   | 9.870000          |

Perform Production Projection Plot

**Production Projection**

Please, choose a projection data to be included in the historical data

Final Date\*

Exponential ▼

Calculate Production Projection

Ilustración 178. Tabla de Datos Históricos

#### 4.4.5.4.4 Datos de Asfaltenos

Finalmente, en la última parte en la que se divide la sección de Análisis de diagnóstico de Asfaltenos, se pide ingresar al usuario una tabla con datos de presión en psi y la fracción soluble de asfaltenos correspondientes a cada presión.

\* Nota. La Fracción soluble de asfaltenos a diferentes presiones se calcula con el segundo módulo de asfaltenos.

En esta sección también se tiene la opción de graficar los datos ingresados, dando clic en el botón *Plot*.

The screenshot shows a software interface for managing geological data. At the top, there are four tabs: General Data, PVT Data, Historical Data, and Asphaltenes Data. The Asphaltenes Data tab is currently selected. Below the tabs is a table titled "Asphaltenes Data" with a question mark icon. The table has two columns: "Pressure [psi]" and "Asphaltene Soluble Fraction [Fraction]". The data rows are numbered 1 through 8. A vertical scroll bar is on the right side of the table. At the bottom right of the data area are three buttons: "Plot" (blue), "Save" (blue), and "Cancel" (red).

|   | Pressure [psi] | Asphaltene Soluble Fraction [Fraction] |
|---|----------------|--|
| 1 | 26             | 1                                      |
| 2 | 126            | 0.9600000                              |
| 3 | 226            | 0.9300000                              |
| 4 | 326            | 0.9000000                              |
| 5 | 426            | 0.8700000                              |
| 6 | 926            | 0.8500000                              |
| 7 | 1326           | 0.8600000                              |
| 8 | 1726           | 0.8700000                              |

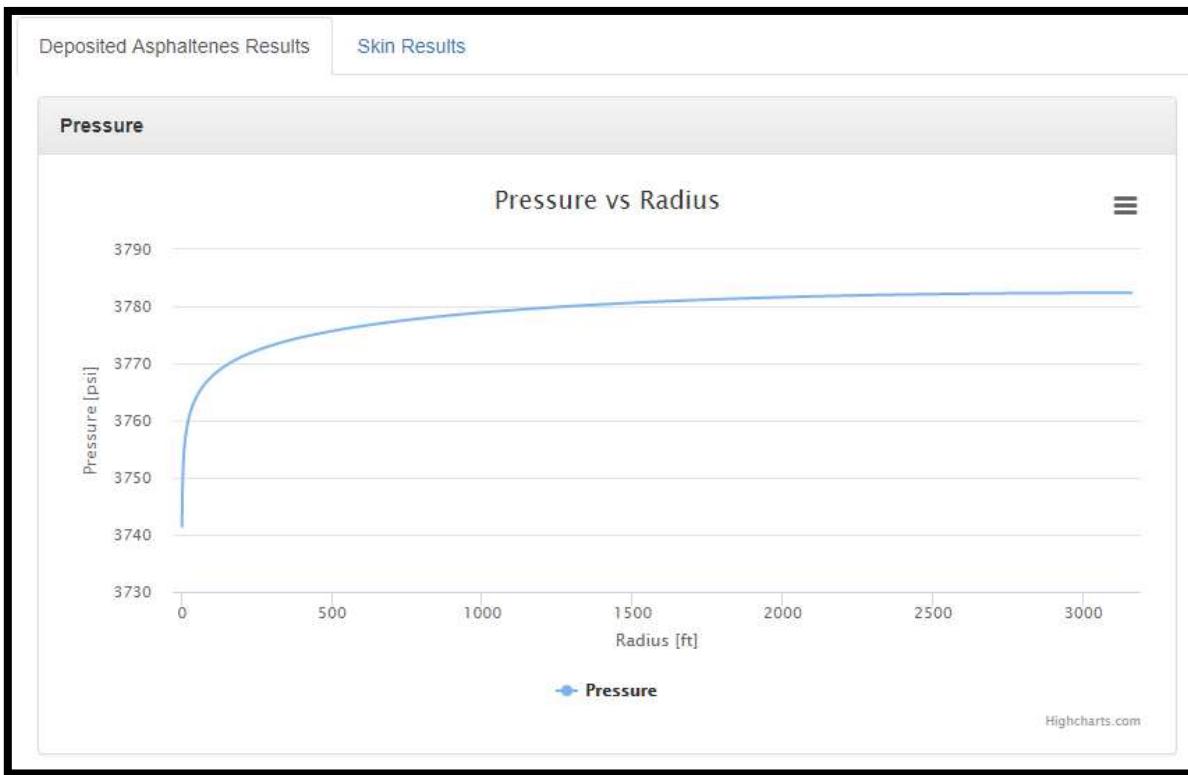
Ilustración 179. Sección datos de Asfaltenos

Después de la creación de cualquier tipo de análisis el usuario debe dar clic en el botón *Save* para observar los resultados que el aplicativo obtiene, en el caso que no se ingresen datos necesarios o se encuentre alguna inconsistencia en el dato ingresado se lanzará un mensaje de error, de lo contrario se procede a observar Resultados.

#### 4.4.5.4.5 Resultados Análisis de diagnóstico de Asfaltenos

Finalmente, en los resultados se muestran varias gráficas que representan:

- Variación de la presión según el radio debido a la depositación de asfaltenos.
- Variación de la porosidad según el radio debido a la depositación de asfaltenos.
- Variación de la permeabilidad según el radio debido a la depositación de asfaltenos.
- Variación de los asfaltenos depositados según el radio.
- Variación de los asfaltenos solubles según el radio.
- Variación del radio de daño según la fecha de producción.
- Variación del daño según la fecha de producción.



*Ilustración 180. Variación de presión*

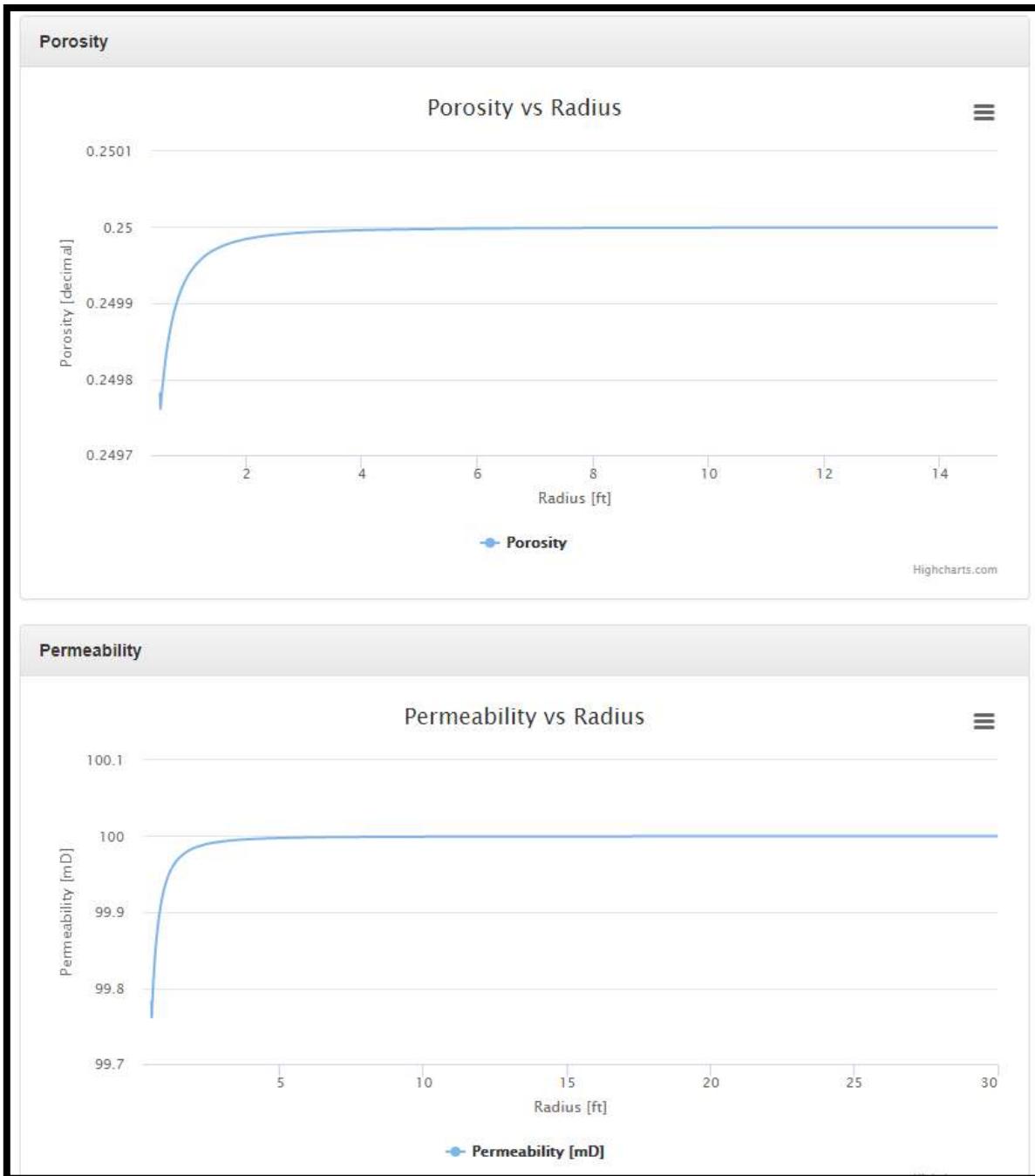


Ilustración 181. Variación de porosidad y variación de permeabilidad

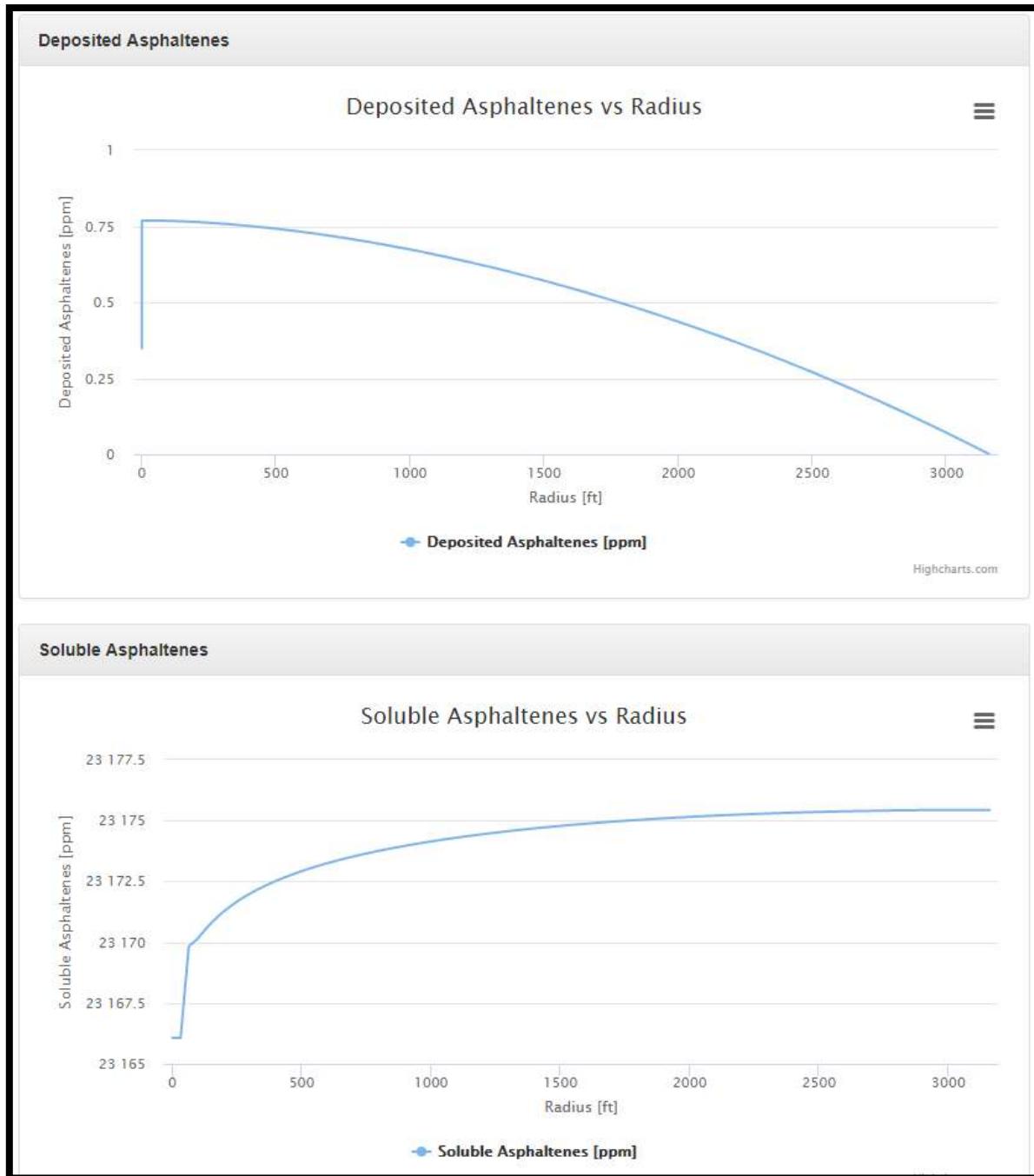


Ilustración 182. Variación de la cantidad de asfaltenos depositados y de asfaltenos solubles

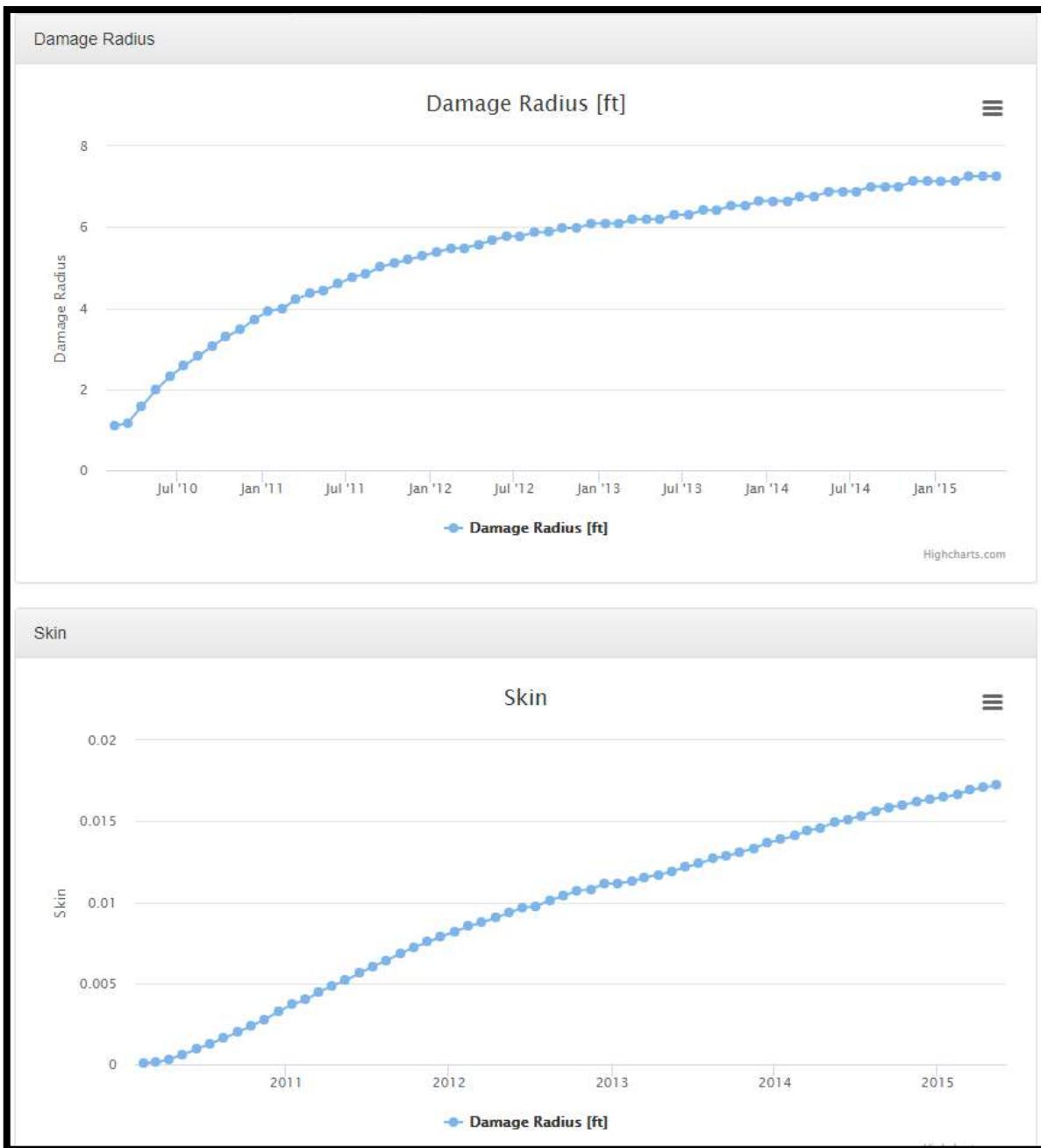


Ilustración 183. variación del radio de daño y del skin según fecha de producción.

#### 4.4.6 Migración de Finos (Fines Migration, Deposition And Swelling).

Este modelo del daño de formación permite determinar la composición, características físicas y factores controladores del comportamiento de los finos debido a que este material se acumula y obstruye el paso de los fluidos, la porosidad de la roca disminuye, la capacidad de flujo de la roca se deteriora y el fenómeno se conoce como daño de formación por flujo de finos o daño de formación por procesos de partícula.

Este módulo está compuesto de 4 secciones para ingreso de datos, en todas las secciones el usuario siempre debe ingresar los datos marcados con \*, de lo contrario el aplicativo lanzará un mensaje informando la falta de información necesaria para continuar.

##### 4.4.6.1 Datos generales

La sección de *General Data* permite al usuario ingresar datos de pozo, formación y las propiedades de las partículas de finos correspondientes al escenario que se está creando.

###### 4.4.6.1.1 Propiedades del pozo

Primero se pide las propiedades del pozo (ver Ilustración 184):

- Radio de drenaje *Drainage Radius* en pies [ft]. Es el área de un yacimiento en el que un solo pozo sirve como un punto para el drenaje de los fluidos del yacimiento. [6] Puede estimarse mediante pruebas de drawdown.
- Espesor neto de producción *Net Pay* en pies [ft]. Es la parte del espesor del yacimiento que contribuye a la recuperación del petróleo. Este dato se puede conseguir mediante todas las mediciones disponibles realizadas en muestras de yacimientos y en pozos, como las pruebas realizadas a un núcleo [6].
- Radio del pozo *Well Radius* en pies [ft], radio de perforación *Perforation Radius* en pulgadas [in]. Se asume que la sección del pozo es un círculo y tiene un radio específico llamado radio del pozo. Puede estimarse por el diámetro interno del casing de producción [6].
- Número de perforados que tiene el pozo *Number of Perforations*. Corresponde a el o los túneles de comunicación hechos desde el casing o el revestimiento hasta el interior de la formación. Este dato es obtenido del diseño de completamiento.
- Radio de los perforados *Perforation Radius*<sup>[IB19]</sup>, en pulgadas [inch]. Es el radio correspondiente a el o los túneles de comunicación hechos desde el casing o el revestimiento hasta el interior de la formación. Se puede obtener del diseño de completamiento.

General Data    PVT Data    Phenomenological Constants    Historical Data

**Well Properties**

**Drainage Radius\***  ft

**Net Pay\***  ft

**Well Radius\***  ft

**Perforation Radius\***  inch

**Numbers Of Perforations\***

Ilustración 184. Sección de Ingreso de las propiedades del pozo

Se debe notar que al lado izquierdo de cada recuadro para ingreso de datos se encuentra el ícono de ayuda *Help*, el cual abre una ventana desplegable que está dividida en dos secciones: *Information*, donde se encuentra información sobre el dato a ingresar, así como se observa en la Ilustración 185. La segunda sección *Import Data From Another Scenario* permite al usuario obtener el dato que se desea ingresar a partir de otro escenario que ya posea el dato que se necesita, como se ve en la Ilustración 186.

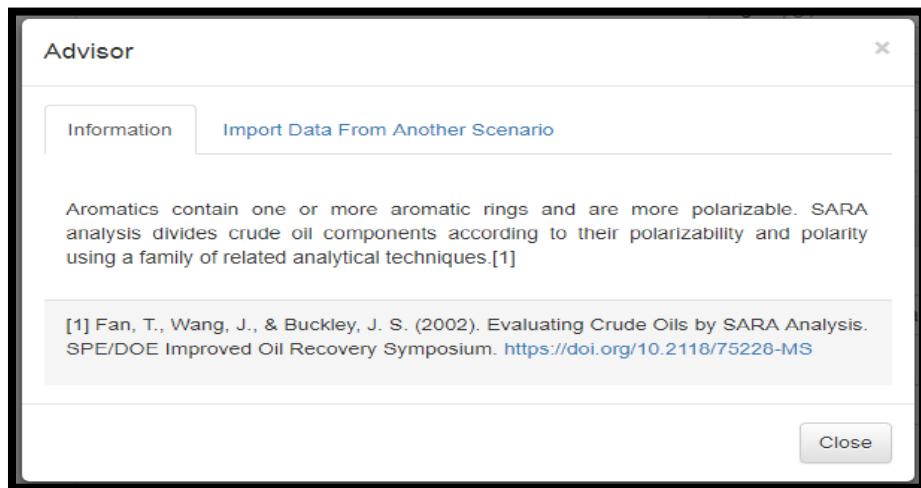


Ilustración 185. Ventana desplegable de información

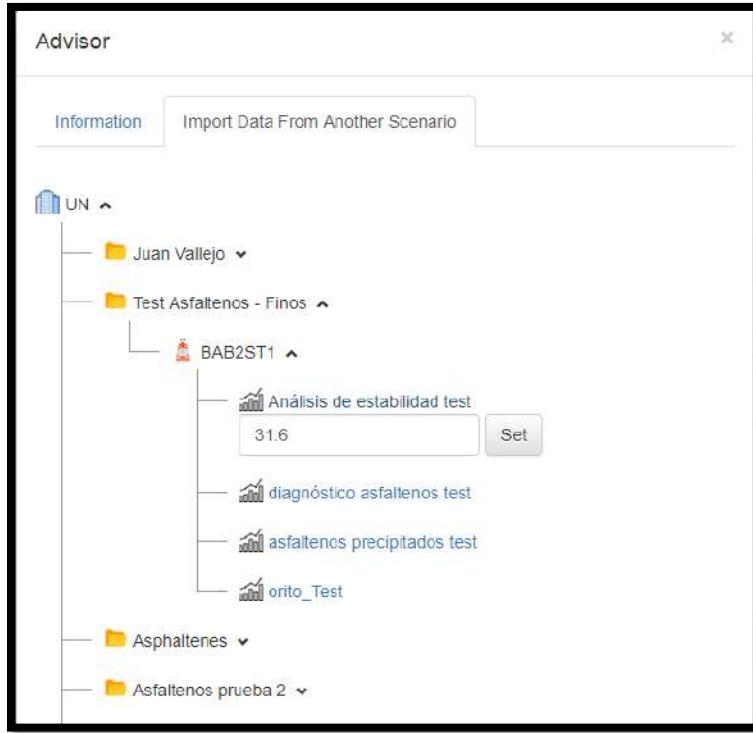


Ilustración 186. Importar dato a partir de otro escenario

#### 4.4.6.1.2 Propiedades de la formación

A continuación, el usuario debe ingresar la información de las propiedades de la formación (ver Ilustración 187):

- Compresibilidad de la formación *Compressibility* en unidades  $\text{psi}^{-1}$ . Esta propiedad de la roca es medida durante la exploración o perforación del yacimiento. La compresibilidad de la roca es el cambio de volumen de la roca en respuesta a un gradiente de presión. La correlación de Hall es una forma de calcularlo:  $C = (1.87 * (10^{-6}) * (\phi^{-0.415}))$ , donde C es la compresibilidad de la roca, y  $\phi$  es la porosidad de la formación [6].
- Porosidad inicial de la formación *Initial Porosity* en unidades de fracción. La porosidad de una roca es una medida de la capacidad de almacenamiento (volumen de poro) que es capaz de contener fluidos. Es la relación entre el volumen de poro y el volumen total (volumen total) [6]. El análisis de núcleos y los registros de pozos se usan ampliamente para evaluar la porosidad inicial [7].
- Constante para la porosidad límite. *Constant for the Porosity limit*. Es aquella constante para calcular la máxima disminución de la porosidad. Se puede obtener conociendo la permeabilidad final de las pruebas Multi-Tasa. También se puede estimar con simulación por el grupo "Yacimientos de hidrocarburos" de la "Universidad Nacional sede Medellín".
- Permeabilidad Inicial *Initial Permeability* en miliDarcys. Es una propiedad del medio poroso que mide la capacidad de la formación para permitir el paso del flujo [6]. El análisis de núcleos y los registros de pozos se usan ampliamente para evaluar la permeabilidad inicial [7].

- Diametro promedio de los poros en la formación *Average Pore Diameter* en micrómetros [ $\mu\text{m}$ ]. Es el ancho promedio de los conductos de las rocas que permiten que el fluido se mueva [6]. Esta propiedad de la roca es medida durante la exploración o perforación del yacimiento, a través del análisis de núcleos.
- Presión Inicial *Initial Pressure* en [psi]. Corresponde a la fuerza ejercida por los fluidos en una formación al comienzo de la historia de producción [6].
- Saturación Inicial *Initial Saturation* en unidades de fracción. Esta es la fracción de agua en un espacio poroso dado [6].

| Formation Properties                    |        |               |
|---|--------|---------------|
| <b>Compressibility*</b>                 | 5.5E-5 | 1/psi         |
| <b>Initial Porosity*</b>                | 0.125  | Fraction      |
| <b>Constant For The Porosity Limit*</b> | 4.0E-6 | -             |
| <b>Initial Permeability*</b>            | 300    | mD            |
| <b>Average Pore Diameter*</b>           | 3      | $\mu\text{m}$ |
| <b>Initial Pressure*</b>                | 3746   | psi           |
| <b>Initial Saturation*</b>              | 0.16   | Fraction      |

Ilustración 187. Sección de ingreso de las propiedades de la formación

#### 4.4.6.1.3 Propiedades de las partículas de finos

Finalmente, en la sección Datos Generales *General Data* el usuario debe ingresar las propiedades de las partículas de finos, como se observa en la Ilustración 188:

- Primero se debe escoger el tipo de fluido en el que se encuentra en suspensión las partículas de fino *Type of suspension Flux*, las opciones son agua *Water* o aceite *Oil*.
- Densidad de la partícula de fino *Fine Density* en unidades de gramo sobre centímetro cúbico [g/cc]. Este dato se obtiene de las pruebas de laboratorio de finos. Puede ser calculado por los grupos "Fenómenos de superficie" o "Fluidos de yacimiento" de la "Universidad Nacional sede Medellín".
- Diámetro de las partículas de fino *Fine Diameter* en  $\mu\text{m}$ . Se puede encontrar mediante prueba experimental de dispersión de luz dinámica (DLS). Puede ser calculado por los grupos "Fenómenos de superficie" o "Fluidos de yacimiento" de la "Universidad Nacional sede Medellín".
- Caudal crítico *Critical Rate* en unidades de cc/min. Corresponde al cálculo de la tasa crítica a las condiciones de laboratorio: La velocidad crítica es la velocidad a la cual las partículas con una adhesión débil a la superficie porosa pueden separarse mediante la fuerza de cizallamiento o arrastre del fluido, este dato puede medirse en el laboratorio mediante una prueba de desplazamiento y ajustarse a las condiciones del campo. La prueba se basa en la medición de la permeabilidad de la muestra a diferentes velocidades de inyección.

- Concentración inicial de finos en el fluido *Initial Fines Concentration In Fluid* en unidades de gramo sobre centímetro cúbico [g/cc]. Este dato se puede conseguir de prueba de laboratorio de sólidos totales. Puede ser calculado por los grupos "Fenomenos de superficie" o "Fluidos de yacimiento" de la "Universidad Nacional sede Medellín".
- Concentración inicial de las partículas de finos depositadas *Initial Deposited Fines Concentration* en unidades de gramo sobre centímetro cúbico [g/cc]. Se asume que solo se deposita el 2% de la masa de finos. El dato correcto puede calcularse con información de un núcleo del yacimiento y su mineralogía por los grupos "Fenomenos de superficie" o "Fluidos de yacimiento" de la "Universidad Nacional sede Medellín". Además, si no se posee el valor de este último dato existe la opción de calcularlo, dando click en el botón azul *Calculate* que se encuentra al lado derecho de la interfaz.

| Fines Properties         |  |
|--------------------------|--|
| Type of Suspension Flux* | Fine Density*                          |
| Water                    | 2.54 g/cc                              |
| Fine Diameter*           | Initial Deposited Fines Concentration* |
| 10 $\mu\text{m}$         | 0.001 g/cc                             |
| Critical Rate*           | Initial Fines Concentration In Fluid*  |
| 2.4 cc/min               | 0.0542 g/cc                            |

Ilustración 188. Sección de Ingreso de las propiedades de las partículas de finos

Si el usuario decide calcular el valor del dato de la concentración inicial de las partículas de finos depositadas, se despliega una interfaz (ver Ilustración 189) que pide ingresar los datos del núcleo como sigue: longitud *length* en centímetros [cm], diámetro *Diameter* en centímetros [cm], porosidad *Porosity* en fracción.; además se pide datos de la arcilla como el porcentaje de Illita, Kaolinita, Clorita, Esmectita y el promedio de arcilla total en porcentaje, finalmente se debe ingresar los porcentajes de los minerales presentes: cantidad de cuarzo y feldespato en porcentaje y así dando click en *calculate* se determina el valor.

Formation Properties

### Deposited Fines

**Core Data**

Length\*:  cm

Diameter\*:  cm

Porosity\*:  Fraction

**Clay Data**

Illite\*:  %

Kaolinite\*:  %

Chlorite\*:  %

Emectite\*:  %

Total Amount of Clays\*:  %

**Mineral Data**

Quartz\*:  %

Feldspar\*:  %

**Buttons**

Calculate   Ok

Ilustración 189. Sección para calcular la concentración inicial de las partículas de finos

#### 4.4.6.2 Datos PVT

En esta sección el usuario debe completar la tabla de datos PVT del fluido que seleccionó en principio, como sigue:

- Densidad del fluido *Oil/water Density* en gramos sobre centímetro cubico [g/cc]. Corresponde a la masa o el peso de una sustancia por unidad de volumen [6].

- Viscosidad del Fluido *Oil/water Viscosity* en centipoise [cP]. Es la medida de la resistencia de un fluido al flujo, se expresa comúnmente en términos del tiempo requerido para que un volumen específico del líquido fluya a través de un tubo capilar de un tamaño específico a una temperatura dada [6].
- Factor Bo del fluido *Oil/water Volumetric factor* en barriles de yacimiento sobre barriles normales [bbl/BN]. Relaciona el volumen de aceite o agua, medido en condiciones determinadas, con el volumen de aceite o agua medido en condiciones estándar [6].

Todo lo anterior medidos a presiones específicas y temperatura del yacimiento, obtenidos de liberación diferencial pruebas [6].

|   | Pressure [psi] | Oil Density [g/cc] | Oil Viscosity [cP] | Oil Volumetric Factor [bbl/BN] |
|---|----------------|--------------------|--------------------|--------------------------------|
| 1 | 147            | 0.7710000          | 0.9200000          | 0.990000                       |
| 2 | 294            | 0.7710000          | 0.9200000          | 0.990000                       |
| 3 | 441            | 0.7710000          | 0.9200000          | 0.990000                       |
| 4 | 588            | 0.7710000          | 0.9200000          | 0.990000                       |
| 5 | 735            | 0.7710000          | 0.9200000          | 0.990000                       |
| 6 | 882            | 0.7710000          | 0.9200000          | 0.990000                       |
| 7 | 1029           | 0.7710000          | 0.9200000          | 0.990000                       |

Ilustración 190. Sección de ingreso de datos PVT

Además, en esta sección existe la opción de graficar los datos de la tabla PVT, así como se muestra en la Ilustración 191.

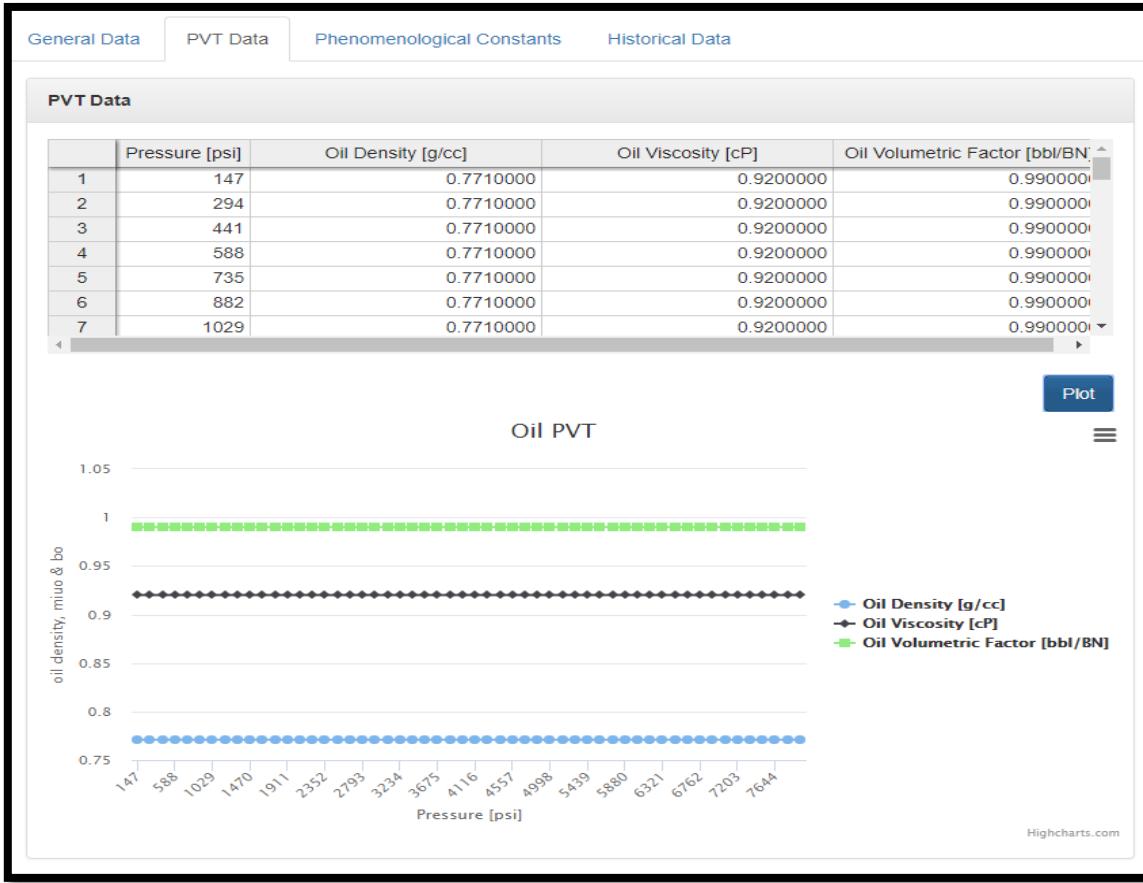


Ilustración 191. Gráfico datos PVT vs Presión

En la parte superior derecha del gráfico PVT, se puede observar el botón el cual al dar clic desplegará el menú que se muestra a continuación:

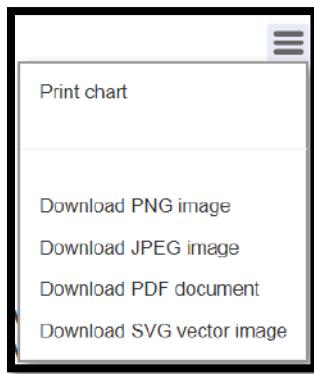


Ilustración 192. Formatos de descarga

En este botón se encuentra la opción *Print chart* el cual permite al usuario imprimir el grafico mostrado, y además aparecen cuatro opciones de descarga que en su orden son: descarga en formato PNG, descarga en formato JPEG, descarga en formato PDF y descarga en formato SVG.

#### 4.4.6.3 Constantes Fenomenológicas

En esta sección el usuario debe ingresar una serie de constantes fenomenológicas del escenario, que pueden tomarse de simulación de constantes fenomenológicas o de la base de datos.

- Flow: Datos de caudal

Parámetros de Depósito:

- K1: Constante fenomenológica para la retención de partículas.
- K2: Constante fenomenológica para el arrastre de partículas.
- DP/DL [atm/cm]. Gradiente de Presión.

Parámetros de generación

- K3: Constante fenomenológica para la liberación de partículas arcilla hinchables
- K4: Constante fenomenológica para el movimiento de finos
- K5: Constante fenomenológica para la erosión de finos superficiales
- DP/DL[atmm/cm]: Gradiente de presión crítica
- Sigma: Concentración inicial de partículas de finos depositados

Parámetros para hincharamiento

- K6: Constante fenomenológica, relación permeabilidad-hinchazón
- 2AB:"Constante fenomenológica para la hinchazón  
A: constante de velocidad  
B: Constante fenomenológica para la absorción de líquidos"

|   | Flow [cc/min] | K1        | K2        | DP/DL [atm/cm] | K3        | K4        | K5        | DP/DL [atm/cm] |
|---|---------------|-----------|-----------|----------------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| 1 | 1.6000000     | 0.0000017 | 2.7687000 | 0.1288000      | 0.6928000 | 0.5449000 | 0.3005000 | 0.4601000      |
| 2 | 2             | 0.2808000 | 2.8037000 | 0.0457000      | 0.6889000 | 0.4946000 | 0.2999000 | 0.4031000      |
| 3 | 2.4000000     | 0.2861000 | 2.8043000 | 0.0450000      | 0.6895000 | 0.4950000 | 0.2999000 | 0.4029000      |
| 4 | 2.8000000     | 0.2913000 | 2.8048000 | 0.0445000      | 0.6902000 | 0.4955000 | 0.2999000 | 0.4026000      |
| 5 |               |           |           |                |           |           |           |                |

Ilustración 193. Sección de Ingreso de constantes fenomenológicas

Si el usuario no posee estas constantes, puede dirigirse al botón que se encuentra en la parte superior de la tabla (ver Ilustración 194).



Ilustración 194. Icono para importar datos fenomenológicos

Con esta opción el usuario puede importar los datos Fenomenológicos que tiene la base de datos del aplicativo IFDM, como se observa en la Ilustración 195.

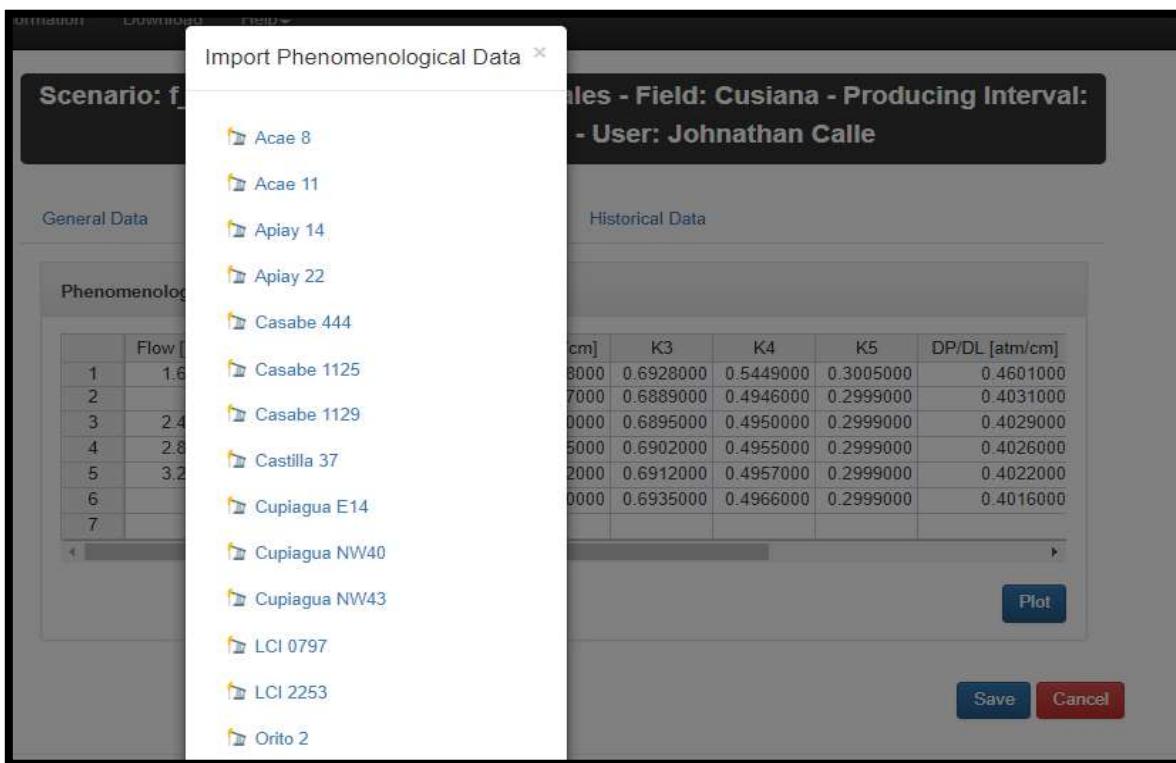


Ilustración 195. Importación de Constantes fenomenológicas

#### 4.4.6.4 Datos Históricos

En esta sección el usuario debe ingresar las fechas y datos de los barriles del fluido que se está produciendo (*BOPD*) en [bbl/d]. Los flujos diarios de aceite y agua se obtienen del registro del yacimiento.

General Data    PVT Data    Phenomenological Constants    Historical Data

### Historical Data ?

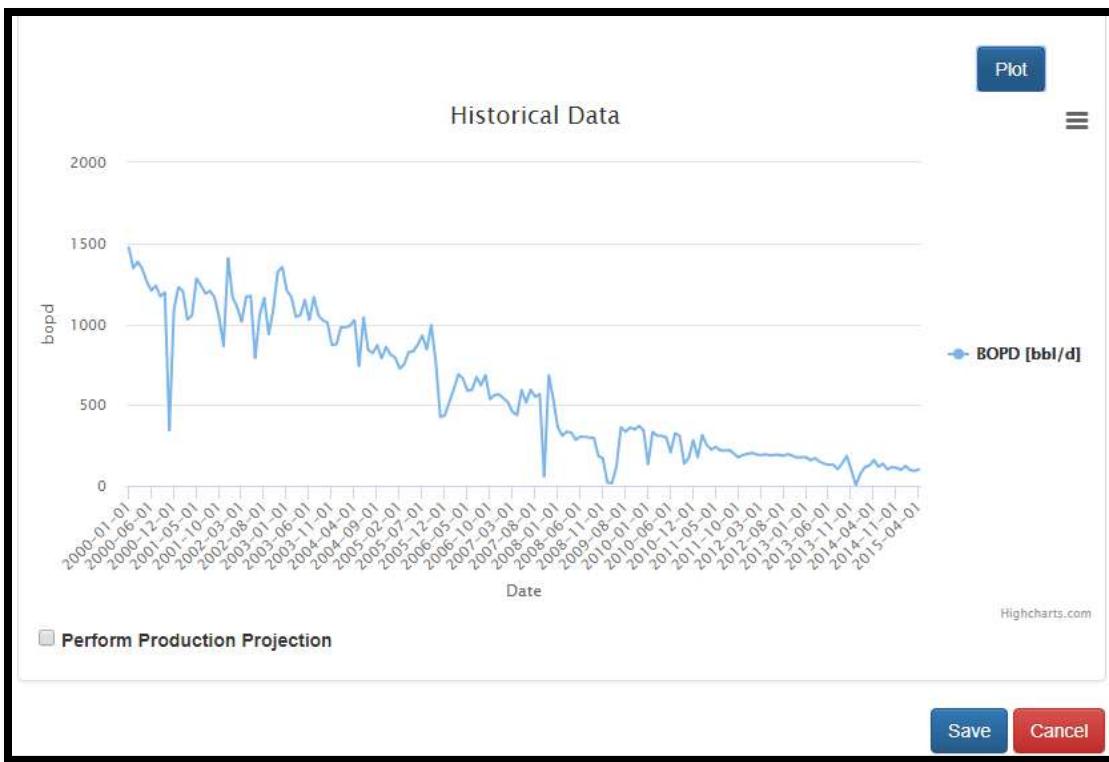
|   | Date [YYYY-MM-DD] | BOPD [bbl/d] |
|---|-------------------|--------------|
| 1 | 2000-01-01        | 1474         |
| 2 | 2000-02-01        | 1347         |
| 3 | 2000-03-01        | 1386         |
| 4 | 2000-04-01        | 1341         |
| 5 | 2000-05-01        | 1262         |
| 6 | 2000-06-01        | 1208         |
| 7 | 2000-07-01        | 1238         |
| 8 | 2000-08-01        | 1172         |

Perform Production Projection Plot

Save Cancel

*Ilustración 196. Sección de ingreso de datos históricos*

Después de ingresar los datos el usuario tiene la opción de graficar, dando click en el botón azul plot, que se observa en la parte inferior derecha.

*Ilustración 197. gráficos de los datos históricos*

En esta sección también se incluye una opción en la que el usuario además puede hacer un pronóstico de producción, esto al dar click en la opción *Perform Production Projection*, que se encuentra en la parte inferior de la tabla, ver Ilustración 198 e Ilustración 199.



Ilustración 198. Opción para hacer pronóstico de producción

Hay que tener en cuenta que al realizar el pronóstico los datos obtenidos se cargan en la tabla de datos históricos, así en ésta quedan los datos ingresados en principio por el usuario y además los datos calculados en el pronóstico, entonces, el usuario debe escoger si se usan los datos del método exponencial o el hiperbólico, ya que esto afectará los resultados finales.

Ilustración 199. sección de ingreso de datos históricos seleccionando la opción de pronóstico de producción

Si el usuario decide hacer un pronóstico de producción debe seleccionar cuales datos (exponencial o hiperbólico) desea agregar a los datos históricos *Please, choose a projection data to be included in the historical data*, además se pide ingresar la fecha final o límite a la cual quiere hacer el pronóstico *Final Date* (la fecha inicial del pronóstico será el día final ingresado manualmente por el usuario en la tabla de datos históricos), finalmente al dar click en el botón azul *Calculate Perform Production Projection* se obtiene el gráfico de pronóstico de producción. En el gráfico los primeros datos corresponden a los datos originales ingresados por el usuario, y los otros dos pronósticos que se grafican son basados uno en un método exponencial y el otro según método hiperbólico. Así como se observa en las Ilustración 200.



Ilustración 200. pronóstico exponencial e hiperbólico de la producción de aceite

Finalmente, al dar click en el botón Save se culmina el ingreso de datos en el módulo de precipitación de Finos y se obtienen los resultados. Si no se tienen todos los datos, o hay datos incorrectos, el aplicativo lanzará un mensaje informando el error.

#### 4.4.6.5 Resultados

Al terminar de ingresar los datos y dar click en el botón azul Save se mostrarán los resultados de este módulo, que se dividen en dos secciones: Resultados de las partículas de fino y Resultados de Daño

##### 4.4.6.5.1 Resultados referentes a las partículas de fino

Los resultados que se obtienen son fecha a fecha, basados en los datos históricos

The screenshot shows a software interface titled "Fines Migration Results". At the top, there are two tabs: "Fines Results" (selected) and "Skin Results". Below the tabs, a message says "Please choose one or more dates for plotting the results". A dropdown menu labeled "Dates" is open. There are three input fields: "Porosity", "Permeability", and "Initial Fines Concentration", each with a corresponding text input area below it. At the bottom right, there are two buttons: "Edit" (orange) and "Exit" (red).

Ilustración 201. Interfaz de los resultados de las partículas de finos

Primero el usuario debe escoger las fechas a las que deseé observar los resultados de finos, las fechas disponibles serán las que el usuario ingresó manualmente y las del pronóstico, si se hizo. Una vez escoja una o varias fechas, saldrán los resultados en forma de gráficos que representan el cambio de porosidad, permeabilidad y concentración de finos en función del radio, esto según las fechas seleccionadas.

Please choose one or more dates for plotting the results

Dates, 2000-01-01, 2000-02-01, 2000-03-01, 2000-04-01, 2000-05-01, 2000-06-01, 2001-04-01, 2018-11-23

| Dates      |                                     |
|------------|-------------------------------------|
| 2000-01-01 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2000-02-01 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2000-03-01 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2000-04-01 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2000-05-01 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2000-06-01 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2000-07-01 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2000-08-01 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2000-09-01 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2000-10-01 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2000-12-01 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2001-01-01 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2001-02-01 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2001-03-01 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2001-04-01 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2001-05-01 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2001-06-01 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2001-07-01 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2001-08-01 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2001-09-01 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2001-10-01 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2001-11-01 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2001-12-01 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2002-01-01 | <input checked="" type="checkbox"/> |

Ilustración 202. Selección manual de las fechas requeridas para resultados

En la parte inferior de los gráficos se encuentran las fechas seleccionadas anteriormente y en principio en el gráfico aparecerán todas, pero el usuario puede escoger las fechas que quiere ver.

Además, desde los gráficos se puede controlar que se quiere ver y que no de las fechas seleccionadas. En las Ilustración 203, Ilustración 204 e Ilustración 205 se puede observar el cambio de cada variable según distintas fechas escogidas.

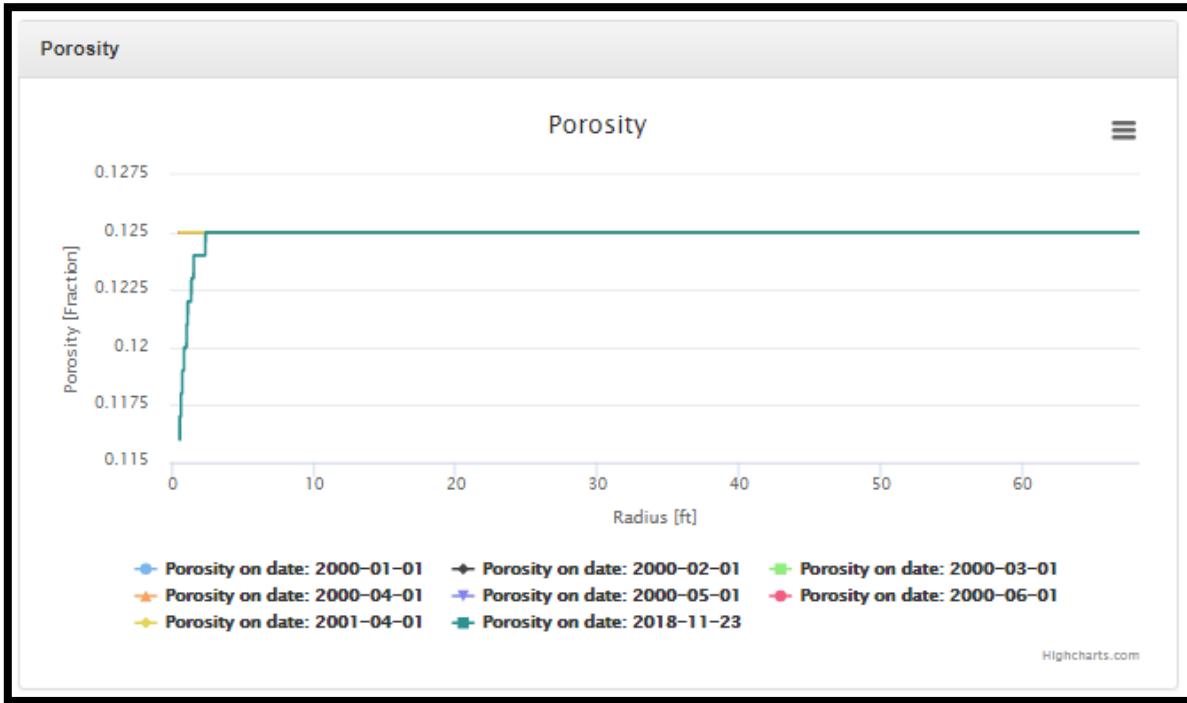


Ilustración 203. Cambios en la porosidad debido a la migración de finos

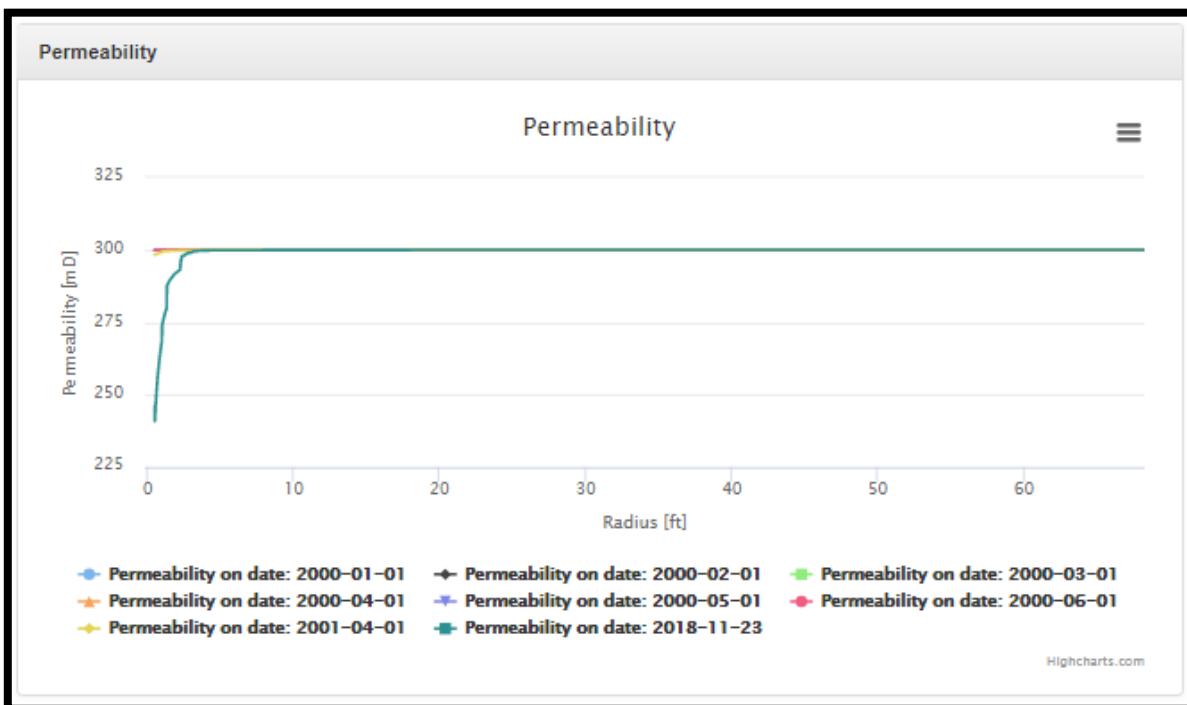


Ilustración 204. Cambios en la permeabilidad debido a la precipitación de finos

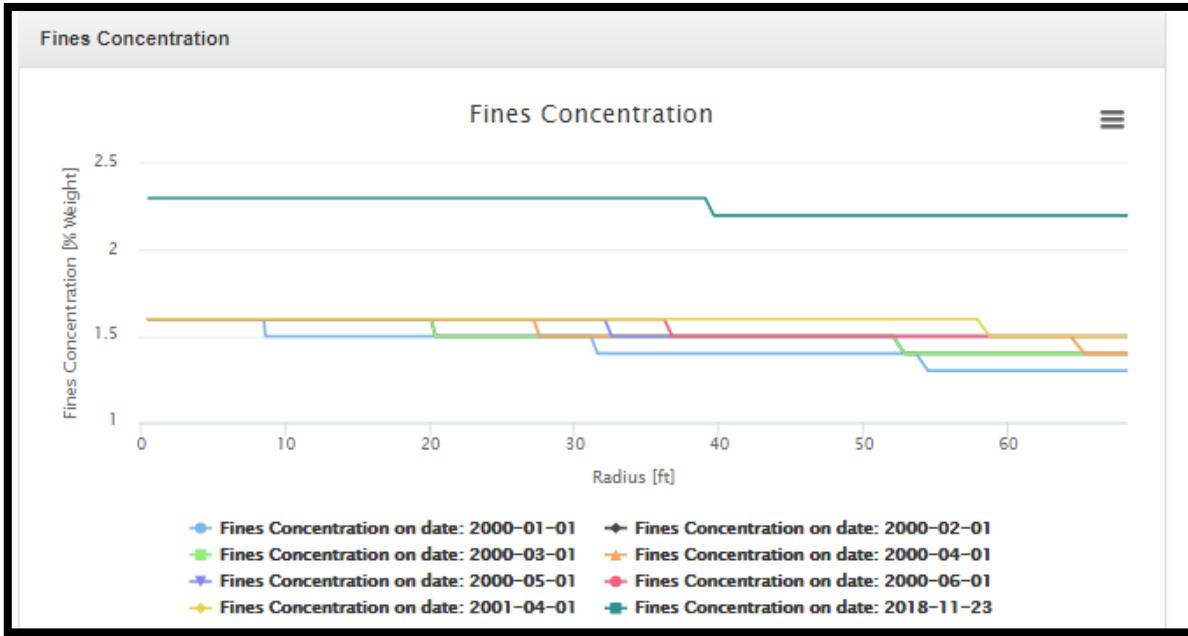


Ilustración 205. Cambios en la concentración de finos debido a la precipitación de finos

#### 4.4.6.5.2 Resultados referentes al daño

En la pestaña de *skin Results* se encuentran dos gráficas, una con los resultados del radio de daño y otra con la variación del Skin o daño total, en estos gráficos **si** se tiene en cuenta todas las fechas ingresadas.

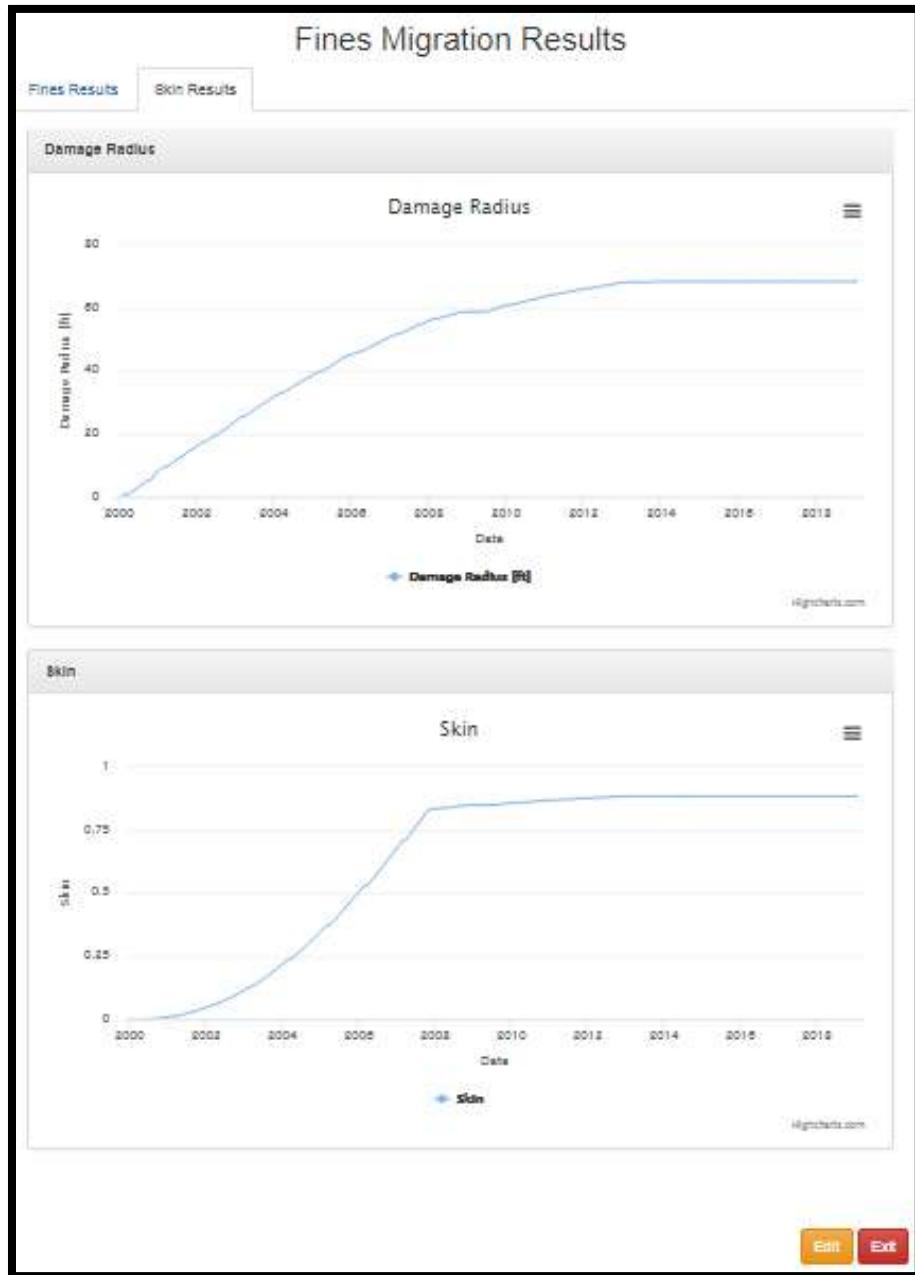


Ilustración 206. Gráficos de radio de daño y daño total, teniendo en cuenta todas las fechas ingresadas

#### 4.4.7 Remediación de Finos (*Fines Remediation*)

Para realizar un análisis de remediación por finos, el usuario debe seleccionar en la sección *Type*, de creación de escenarios, la opción *Fines Remediation*. Después de haber creado el escenario, la plataforma lo dirigirá a la sección de ingreso de datos necesarios para hacer el análisis de remediación, esta sección se observa en la Ilustración 207.

**Scenario: FINES R - Basin: Caguán-Putumayo - Field: Apiay - Producing Interval: K1 - Well: ACAE-2 - User: Juan David Vallejo**

**Advisor**

The module provides a volume of acid to be injected into the main stage of the acid stimulation treatment train.

Reservoir Properties      Damage Diagnosis      Treatment Data      Minerals Data

**Reservoir Properties**

|                        |              |                       |                        |      |         |
|------------------------|--------------|-----------------------|------------------------|------|---------|
| Initial Porosity *     | 0.125        | [ - ]                 | Initial Permeability * | 159  | [ mD ]  |
| Temperature *          | 180          | [ °F ]                | Well Radius *          | 3    | [ in ]  |
| Damage Radius *        | 7.5          | [ ft ]                | Net Pay *              | 50   | [ ft ]  |
| Rock Compressibility * | 0.0000045000 | [ $\text{Psi}^{-1}$ ] | Pressure *             | 1500 | [ Psi ] |

**Save**      **Run**      **Cancel**

Ilustración 207. Interfaz inicial módulo remediación de finos

En la parte superior se puede observar el nombre del escenario (*Scenario*), la cuenca (*Basin*), el campo (*Field*) el intervalo productor (*Producing Interval*), el pozo (*Well*) y el usuario (*user*) que creo el caso, además se observa una sección de *Advisor*, que contiene información sobre el módulo que se está trabajando.

Este módulo contiene 4 secciones para ingreso de datos: *Reservoir Properties*, *Damage Diagnosis*, *Treatment Data* y *Minerals Data*; se puede ingresar a cada sección dando clic en la pestaña que corresponda a la sección deseada, si el nombre de una de estas secciones está en rojo significa que hay datos incompletos en dicha sección. Por defecto la primera pestaña que aparece es la de base de *Reservoir Properties*.

A continuación, se describe cada sección:

#### 4.4.7.1 Propiedades de Yacimiento

En esta sección el usuario debe ingresar 6 casillas, que estarán previamente completadas si los datos se encuentran en la base de datos, de lo contrario se deberán llenar o modificar manualmente de la siguiente manera:

- *Initial Porosity*. Corresponde a la primera porosidad calculada cuando se empieza a producir en el yacimiento. Este dato se puede obtener con análisis de núcleos, *Well Logs*.
- *Initial Permeability [mD]*. Es el primer valor de Permeabilidad en mD, calculado cuando empieza a producir el yacimiento. Este dato se puede obtener con análisis de núcleos, *Well Logs*.
- *Temperature [°F]*. Es la temperatura de producción en yacimiento, este dato puede ser encontrado usando *Well Logging*.
- *Well Radius [in]*. Este dato corresponde al radio del círculo que, se supone, forma la sección del pozo. Este dato se puede estimar con el diámetro interno del casing de producción o con el tamaño de la broca.
- *Damage Radius [ft]*. Corresponde al radio en el que se presenta la mayor pérdida de permeabilidad y porosidad. Este dato se puede obtener a partir del módulo de diagnóstico de daño por migración e hinchaón de finos, disponible en esta plataforma.
- *Net Pay [ft]*. Es el espesor o área del yacimiento que contiene petróleo posible de recuperar. Este dato se puede evaluar con análisis de núcleos y registros de pozos
- *Rock Compressibility [Psi<sup>-1</sup>]*. Es un valor geológico que corresponde al cambio en el volumen de la roca, en respuesta a un gradiente de presión. Este valor se obtiene durante la exploración o perforación del yacimiento usando una ecuación ya definida.
- *Pressure [Psi]*. Corresponde a la fuerza que ejercen los fluidos en la formación al inicio de la historia de producción.

La interfaz de esta sección se muestra a continuación:

The screenshot shows a software window titled "Advisor". A message at the top states: "The module provides a volume of acid to be injected into the main stage of the acid stimulation treatment train." Below this are four tabs: "Reservoir Properties" (selected), "Damage Diagnosis", "Treatment Data", and "Minerals Data". The "Reservoir Properties" tab contains fields for various parameters with units and validation icons:

- Initial Porosity \***: 0.125 [-]
- Initial Permeability \***: 159 [mD]
- Temperature \***: 180 [°F]
- Well Radius \***: 3 [in]
- Damage Radius \***: 7.5 [ft]
- Net Pay \***: 50 [ft]
- Rock Compressibility \***: 0.0000045000 [ $\text{Psi}^{-1}$ ]
- Pressure \***: 1500 [Psi]

At the bottom are three buttons: "Save" (green), "Run" (blue), and "Cancel" (red).

Ilustración 208. Interfaz de ingreso de propiedades del yacimiento

Se debe notar que al lado izquierdo de cada recuadro para ingreso de datos se encuentra el ícono de ayuda Help , el cual abre una ventana desplegable que está dividida en dos secciones: *Information*, donde se encuentra información sobre el dato a ingresar, así como se observa en la Ilustración 209. La segunda sección *Import Data From Another Scenario* permite al usuario obtener el dato que se desea ingresar a partir de otro escenario que ya posea ese dato, se observa un ejemplo en la Ilustración 210.

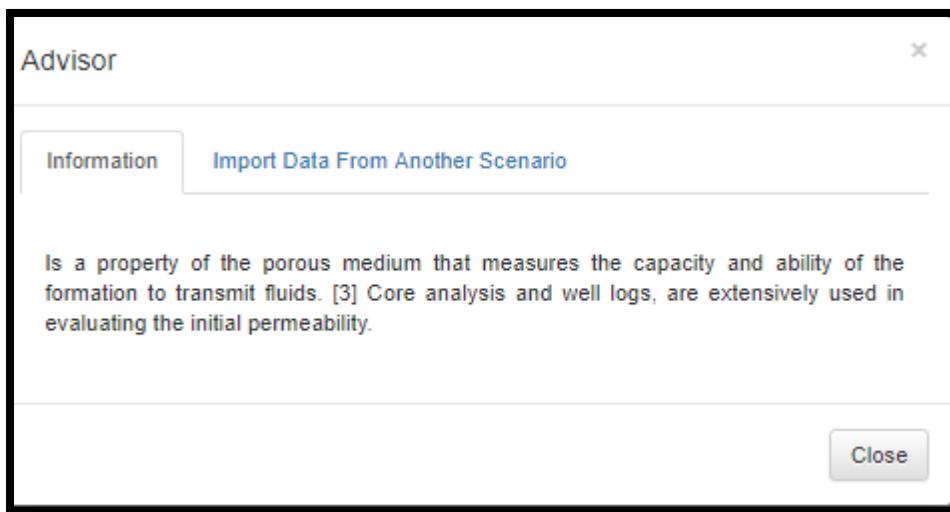


Ilustración 209. Ventana desplegable de información



Ilustración 210. Importar dato a partir de otro escenario

#### 4.4.7.2 Datos de diagnóstico de daño

En esta sección el usuario debe ingresar la información de permeabilidad (md) y porosidad (fracción), en función del radio de daño (ft). Estos datos se obtienen de IFDM el módulo “*migration and swelling of fines*”, en la Ilustración 211 se observa en la parte superior derecha de la interfaz una opción para importar los datos desde algún escenario previamente creado.

|    | Radius [ft] | Permeability [mD] | Porosity  |
|----|-------------|-------------------|-----------|
| 1  | 0.5004926   | 144.0638496       | 0.1215334 |
| 2  | 0.6044612   | 144.0638496       | 0.1215334 |
| 3  | 0.7300239   | 144.0944401       | 0.1215334 |
| 4  | 0.8816691   | 144.1533949       | 0.1215476 |
| 5  | 1.0648164   | 144.2660805       | 0.1215748 |
| 6  | 1.2860080   | 144.4795064       | 0.1216261 |
| 7  | 1.5531438   | 144.8784051       | 0.1217220 |
| 8  | 1.8757744   | 145.6064897       | 0.1218965 |
| 9  | 2.2654252   | 146.8842197       | 0.1222011 |
| 10 | 2.7360166   | 148.9808206       | 0.1226970 |

Damage Diagnosis i Import data from ...

Save Run Cancel

Ilustración 211. Interfaz de ingreso de datos del diagnóstico de daño

#### 4.4.7.3 Datos de tratamiento

En esta sección el usuario debe ingresar datos para el tratamiento de finos como % de concentración del ácido de tratamiento, tasa de inyección del tratamiento en galones por minuto y el radio de invasión en ft. Estos se pueden obtener del Módulo “*Fines Treatment Selection*”.

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>Acid Concentration *</b>         | <b>Injection Rate *</b>                  |
| <input type="text" value="3"/> [%]  | <input type="text" value="4"/> [gai/min] |
| <b>Invasion Radius *</b>            |  |
| <input type="text" value="6"/> [ft] |  |

**Save** **Run** **Cancel**

Ilustración 212. Interfaz de ingreso de datos del tratamiento

#### 4.4.7.4 Datos de los minerales

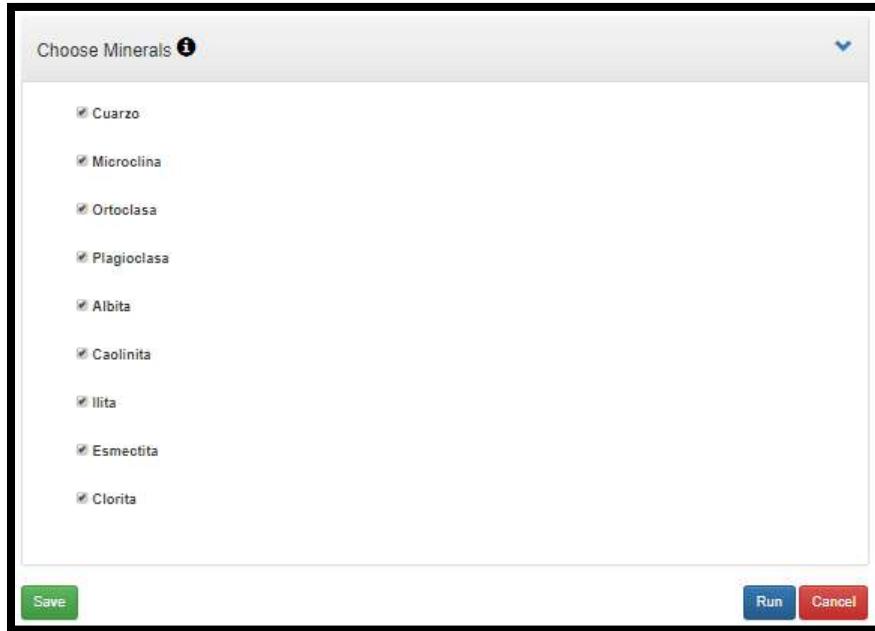
Esta sección se subdivide en Composición de la roca (*Rock Composition*) y selección de los minerales (*Choose Minerals*).

En la sección *Rock Composition* el usuario debe ingresar los principales minerales de los que está compuesta la formación, el peso en porcentaje de estos minerales (%wt) y su densidad en g/cc [IB20].

|   | Mineral  | %wt       | Density   |
|---|----------|-----------|-----------|
| 1 | Clay     | 11.100000 | 2.5900000 |
| 2 | Feldspar | 5.600000  | 2.5700000 |
| 3 | Quartz   | 83.300000 | 2.6500000 |

Ilustración 213. Interfaz ingreso de datos de la composición mineralógica de la formación

En la sección *Choose Minerals* el usuario debe seleccionar de una lista ya definida, los minerales que componen la formación, esta información se puede obtener a partir de estudios de secciones delgadas o de registros de Gamma Ray o de densidad.



*Ilustración 214. Interfaz selección de minerales de la formación*

Después del ingreso de todos los datos iniciales, el usuario puede hacer clic en la opción *Save*, que se encuentra al lado inferior izquierdo de la pantalla, para guardar la información ingresada, o puede dar clic en el botón *Run* ubicado en la parte inferior derecha para guardar y entregar resultados, en cualquiera de los casos el programa lanzará un error si hay falta de datos o falla en su ingreso. También se encuentra la opción de cancelar la creación del escenario dando clic en la opción *Cancel* de color rojo en la esquina inferior derecha.

#### 4.4.7.5 Resultados Remediación de Finos

Si todos los datos son ingresados y son correctos, el programa obtendrá como resultados el volumen de tratamiento a usar en Bbl, según el radio de invasión ingresado.

Además, se obtiene dos gráficas, una con la variación de la porosidad y la otra con la variación de la permeabilidad, ambas con respecto al radio, antes y después del tratamiento. Así como se observa en las Ilustración 215 e Ilustración 216.

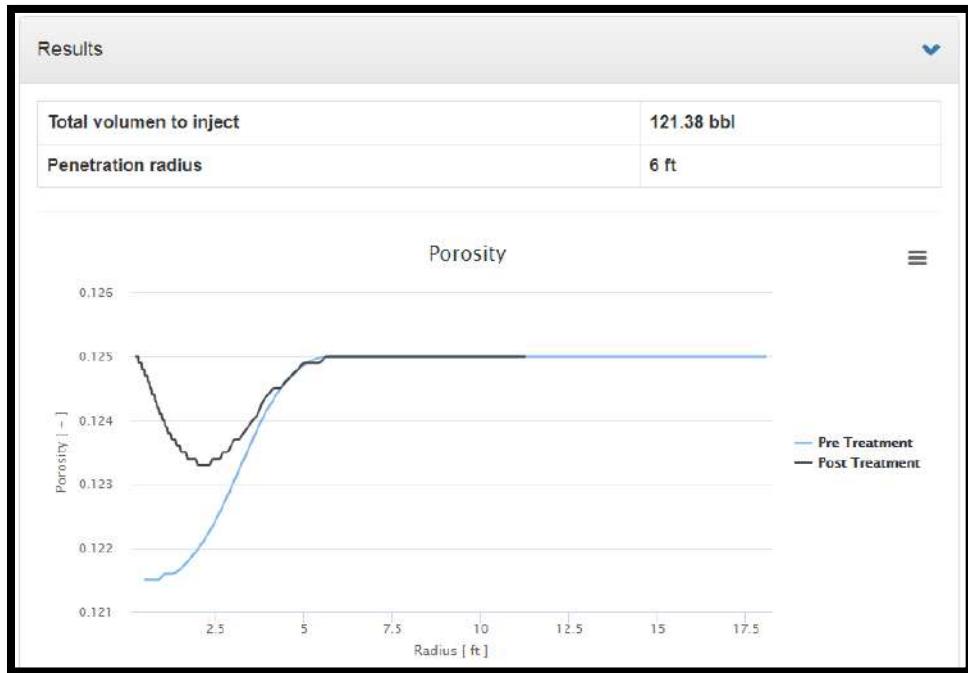


Ilustración 215. Resultados de la variación de la porosidad con respecto al radio, antes y después del tratamiento

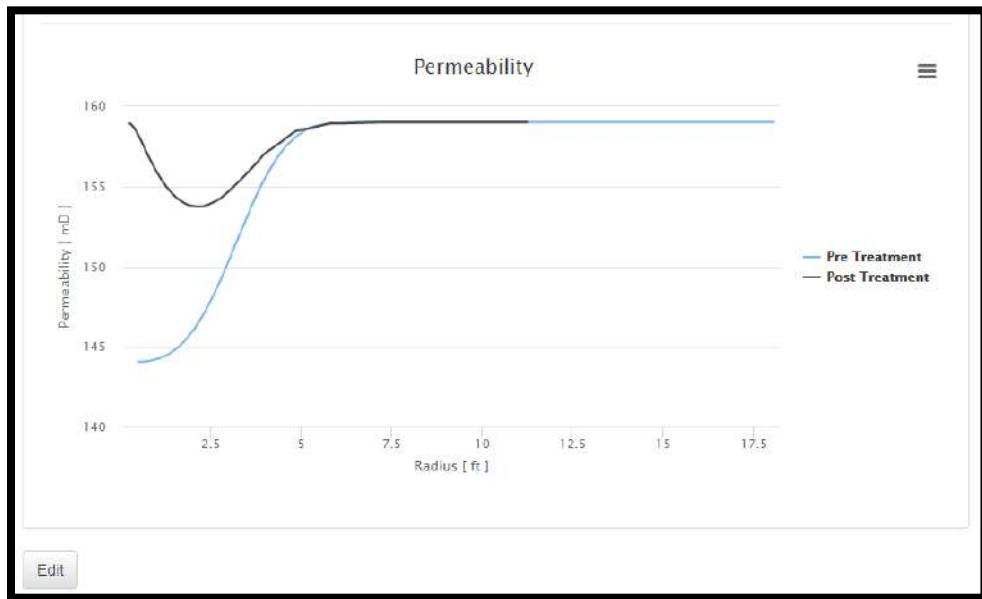


Ilustración 216. Resultados de la variación de la porosidad con respecto al radio, antes y después del tratamiento

#### 4.4.8 Selección De Tratamiento Para Finos (*Fines remediation*)

Para realizar un análisis de remediación por finos, el usuario debe seleccionar en la sección *Type*, de creación de escenarios, la opción *Fines Remediation*. Después de haber creado el escenario, la plataforma lo dirigirá a la sección de ingreso de datos necesarios para hacer el análisis de remediación, esta sección se observa en la Ilustración 217.

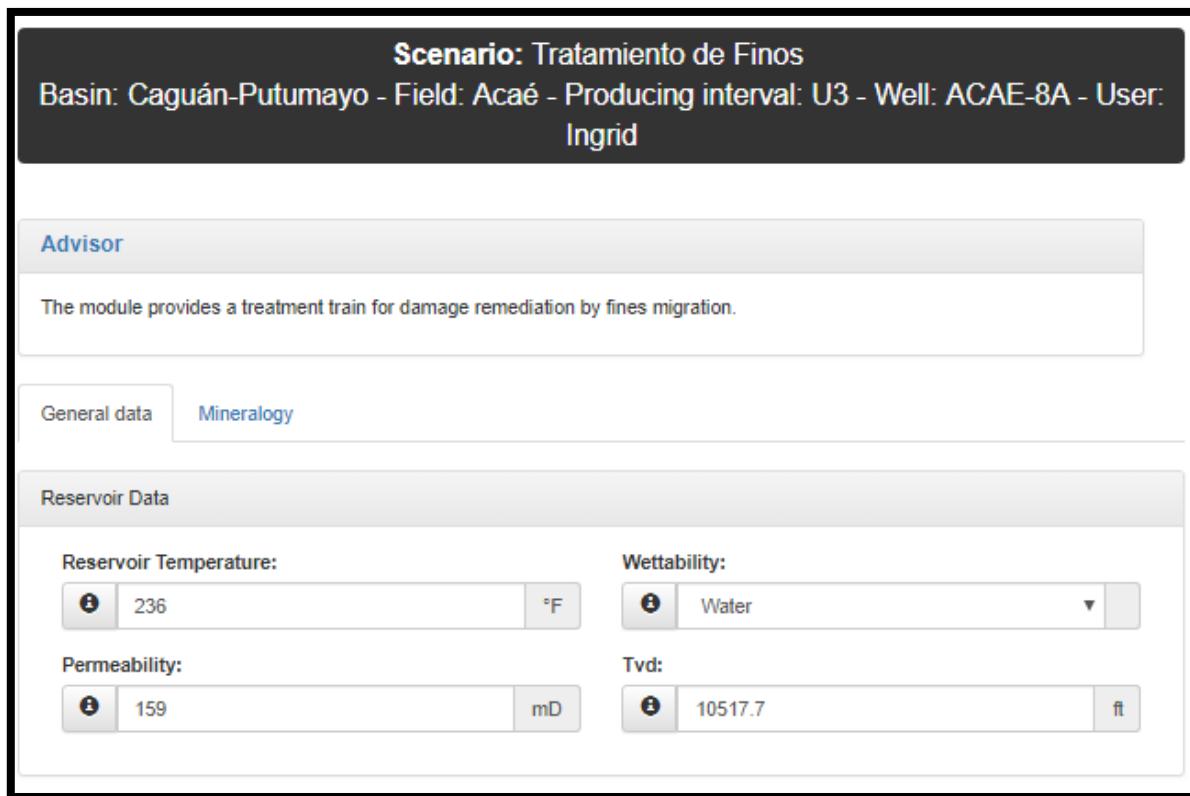


Ilustración 217. Interfaz inicial modulo tratamiento de Finos

En la parte superior se puede observar el nombre del escenario (*Scenario*), la cuenca (*Basin*), el campo (*Field*) el intervalo productor (*Producing Interval*), el pozo (*Well*) y el usuario (*user*) que creo el caso, además se observa una sección de *Advisor*, que contiene información sobre el módulo que se está trabajando.

Este módulo contiene 2 secciones para ingreso de datos: *General Data* y *Mineralogy*; se puede ingresar a cada sección dando clic en la pestaña que corresponda a la sección deseada, si el nombre de una de estas secciones está en rojo significa que hay datos incompletos en dicha sección. Por defecto la primera pestaña que aparece es la de *General Data*.

A continuación, se describe cada sección.

##### 4.4.8.1 General Data

Esta sección se subdivide en Datos del yacimiento (*Reservoir Data*), Datos del fluido (*Fluid Data*) y datos del agua (*Water Data*).

En la sección de ingreso de Datos del yacimiento el usuario debe completar los siguientes datos:

- *Reservoir Temperature [°F]*: Corresponde a la temperatura de la formación en producción. Este dato puede ser obtenido usando *Well Logging*.
- *Wettability*: El usuario debe seleccionar al valor de humectabilidad que es la preferencia del sólido de estar en contacto con agua, aceite o mezcla. Este dato se puede obtener de pruebas con núcleos.
- *Permeability [md]*. La permeabilidad es una propiedad del medio poroso que mide la capacidad de transmitir fluidos. Este dato se puede obtener a partir de análisis de núcleos y well logs.
- *Tvd [ft]*: Corresponde a la medida desde superficie hasta el fondo del pozo en una línea recta perpendicular.

En la sección de Datos del fluido el usuario debe completar los siguientes datos:

- *Paraffin Crystallization Temperature [°F]*. Corresponde al valor de la temperatura en la cual las parafinas cristalizan y se depositan. Se puede obtener a partir de pruebas de punto de nube.
- *Emulsions*. El usuario debe seleccionar la existencia o no de emulsiones en el fluido. La emulsión es una fina dispersión de gotitas diminutas de un líquido en otro en la que no es soluble o miscible.
- *Colloidal Instability Index*. Corresponde a un índice para determinar la estabilidad del petróleo pesado que se basa en la composición química del petróleo crudo. Se puede obtener de la prueba SARA o mediante la siguiente expresión:

$$CII = \frac{(Saturados + Asfaltenos)}{(Aromáticos + resinas)}$$

- *Sulfuric Acid Content [ppm]*. Es la concentración de ácido sulfúrico en el crudo. Este dato puede ser obtenido de pruebas de laboratorio con sensores especializados.

En la sección de Datos del Agua presente en yacimiento el usuario debe completar los siguientes datos:

- *Langelier Saturation Index*. Corresponde al índice de saturación Langelier del agua presente en la formación.
- *Formation Water Salinity [%W/W]*. Es la cantidad de sal disuelta en el agua de formación.

The screenshot shows a software interface for entering general geological data. It includes three main sections: Reservoir Data, Fluid Data, and Water Data. Each section contains several input fields with dropdown menus for units. A 'Save' button is at the bottom left, and a 'Run' button is at the bottom right.

| Reservoir Data         |              |
|------------------------|--------------|
| Reservoir Temperature: | Wettability: |
| 236 °F                 | Water        |
| Permeability:          | Tvd:         |
| 159 mD                 | 10517.7 ft   |

| Fluid Data                            |                        |
|---------------------------------------|------------------------|
| Paraffin Crystallization Temperature: | Emulsions:             |
| 100 °F                                | NO                     |
| Colloidal Instability Index:          | Sulfuric Acid Content: |
| 1.87                                  | 0 ppm                  |

| Water Data                  |                           |
|-----------------------------|---------------------------|
| Langelier Saturation Index: | Formation Water Salinity: |
| 2.05                        | 1.8 [%W/W]                |

**Save** **Run**

Ilustración 218. Interfaz de Ingreso de Datos Generales

Se debe notar que al lado izquierdo de cada recuadro para ingreso de datos se encuentra el ícono de ayuda Help , el cual abre una ventana desplegable que está dividida en dos secciones: *Information*, donde se encuentra información sobre el dato a ingresar, así como se observa en la Ilustración 219. La segunda sección *Import Data From Another Scenario* permite al usuario obtener el dato que se desea ingresar a partir de otro escenario que ya posea ese dato, se observa un ejemplo en la Ilustración 220.

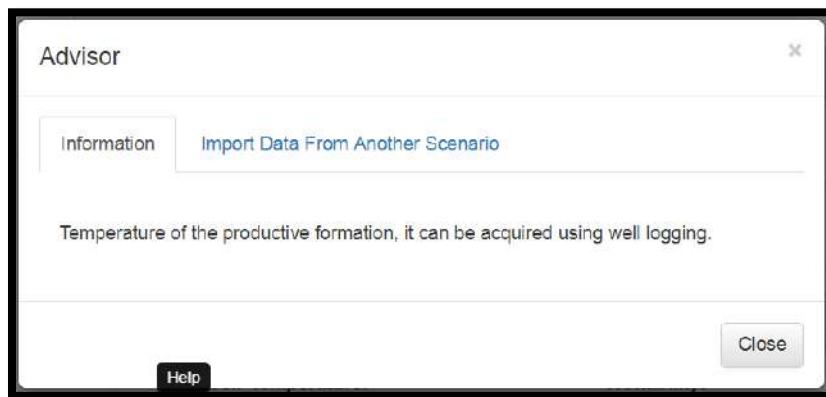


Ilustración 219. Ventana desplegable de información

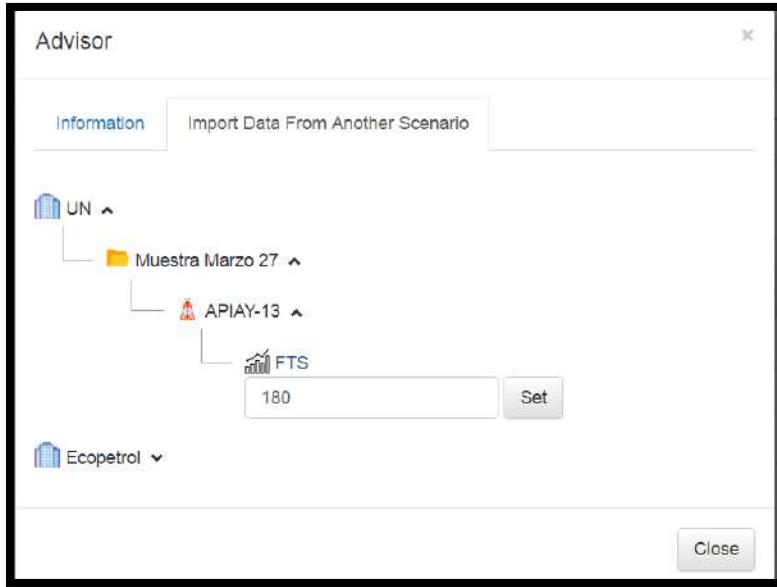


Ilustración 220. Importar dato a partir de otro escenario

#### 4.4.8.2 Datos de Mineralogía

En esta sección el usuario debe ingresar la cantidad de minerales, en porcentaje, que tiene la formación que se está trabajando. Estos datos se pueden obtener a partir del estudio de secciones delgadas o estudios más sofisticados, como el registro de Densidad o Gamma Ray.

Se debe completar el valor de los siguientes minerales: *quartz*, *mirocline*, *orthoclase*, *albite*, *plagioclase*, *biotite*, *muscovite*, *ChoriteM*, *kaolinite*, *illite*, *emectite*, *chloriteC*, *brucite*, *gibbsite*, *calcite*, *dolomite*, *ankeritec*, *sideritec*, *cast*, *anhidryte*, *baryte*, *celestine*, *halite*, *hematite*, *magnetite*, *pyrrhotite*, *pyrite*, *chloriteM*, *sideriteM*, *ankeriteM*, *glaucite*, *chamosite*, *troilite*, *stilbite*, *heulandite*, *chabazite*, *natrolite*, *analcime*, *melanterite*, *bentonite* y otros finos.

Si la roca no tiene algún mineral se debe poner el valor de cero (0 %) o si por el contrario tiene algún mineral que no esté en la lista, se puede poner el porcentaje en la casilla “*Other Fines*”; de todos modos el porcentaje total debe ser de 100%. Así como se observa en las siguientes ilustraciones:

**Scenario: Tratamiento de Fines**  
 Basin: Caguán-Putumayo - Field: Acaé - Producing interval: U3 - Well: ACAE-8A - User: Ingnd

**Advisor**

The module provides a treatment train for damage remediation by fines migration.

**General data**    **Mineralogy**

**Quartz**

Quartz:  %

**Feldspars**

Microcline:  %    Orthoclase:  %

Albite:  %    Plagioclase:  %

**Micas**

Biotite:  %    Muscovite:  %

ChloriteM:  %

**Clays**

Kaolinite:  %    Illite:  %

Eudialyte:  %    ChloriteC:  %

Brucite:  %    Gibbsite:  %

**Carbonates**

Calcite:  %    Dolomite:  %

Ankerite:  %    Siderite:  %

**Sulfates**

Gypsum:  %    Anhydrite:  %

Baryte:  %    Celestine:  %

**Clorure**

Halite:  %

Ilustración 221. Interfaz de ingreso de datos de los minerales presentes (1)

The screenshot displays a software interface for entering mineral data. It is organized into several sections:

- Iron Minerals:** Contains fields for Hematite, Magnetite, Pyrrhotite, Pyrite, Chlorite, Siderite, Ankoritite, Glauconite, Chamosite, and Troilite. Each field includes a small icon, a value input box (e.g., 0), and a percentage input box.
- Zeolites:** Contains fields for Stilbite, Heulandite, Chabazite, Natriolite, and Analcime. Similar to the Iron Minerals section, each has an icon, a value input box (e.g., 0), and a percentage input box.
- Additional Fines:** Contains fields for Montmorillonite and Bentonite. Each has an icon, a value input box (e.g., 0), and a percentage input box. Below these are fields for Other Fines, with values like 5.13.
- Buttons:** At the bottom left is a green "Save" button, and at the bottom right is a blue "Run" button.

Ilustración 222. Interfaz de ingreso de datos de minerales presentes (2)

Después del ingreso de todos los datos iniciales, el usuario puede hacer clic en la opción *Save*, que se encuentra al lado inferior izquierdo de la pantalla, para guardar la información ingresada, o puede dar clic en el botón *Run* ubicado en la parte inferior derecha para guardar y entregar resultados, en cualquiera de los casos el programa lanzará un error si hay falta de datos o falla en su ingreso. También se encuentra la opción de cancelar la creación del escenario dando clic en la opción *Cancel* de color rojo en la esquina inferior derecha.

#### 4.4.8.3 Resultados Tratamiento para remoción de finos

Si todos los datos son ingresados y son correctos el programa obtendrá resultados para el tratamiento de remediación de finos, los resultados incluyen el estado, tratamiento y el aditivo necesario para el tratamiento, se dividen en varias fases: *Pickling, solvent, water formation, principal treatment, overflush*. Un ejemplo de los resultados se puede ver a continuación:

| Stage                  | Treatment   | Additive  |
|------------------------|---|---|
| 1. Pickling            | Option 1:<br>7.5% HCl<br>Score: 100 %   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▼ Corrosion Inhibitor           <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 0.2%-3% Iodized Salt</li> <li>➤ 0.5%-5% Formic Acid</li> </ul> </li> </ul>  |
|                        |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▼ Iron Control           <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 10% Acetic Acid</li> <li>➤ 5% NH4Cl</li> <li>➤ 15% HCl + Erythorbic Acid</li> </ul> </li> </ul>  |
|                        |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▼ Aromatic Solvent</li> </ul>  |
|                        | Option 2:<br>5% Acetic Acid<br>Score: 100 %   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▼ Aromatic Solvent</li> <li>▼ Corrosion Inhibitor           <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 0.2%-3% Iodized Salt</li> <li>➤ 0.5%-5% Formic Acid</li> </ul> </li> </ul>  |
| 2. Solvent             | Option 1:<br>Xylene<br>Score: 100 %   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▼ Diesel</li> <li>▼ Mutual Solvent or alcohol</li> <li>▼ Surfactant</li> <li>▼ Dispersant</li> </ul>   |
|                        |   |   |
| 3. Water Formation     | Option 1:<br>15% HCl<br>Score: 100 %.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▼ EDTA</li> </ul>  |
|                        | Option 2:<br>4% NH4CL<br>Score: 100 %.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▼ Scale Inhibitor</li> <li>▼ Corrosion Inhibitor           <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 0.2%-3% Iodized Salt</li> <li>➤ 0.5%-5% Formic Acid</li> </ul> </li> <li>▼ Swelling inhibitor           <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 0.5% Aluminum Hydroxide or 0.5% zirconium oxychloride</li> </ul> </li> </ul>  |
|                        |   |   |
|                        |   |   |
| 5. Principal Treatment | Option 1:<br>Formic, Acetic or Citric Acid + Ammonium, Acetate or Citrate Formate<br>Score: 42 %. | <ul style="list-style-type: none"> <li>▼ Ammonium Fluoride</li> <li>▼ Fines Stabilizer           <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 0.25% Minerals Fines Stabilizer (MFS) + 2% NH4Cl</li> <li>➤ "Use only in completed wells"</li> <li>➤ Magnesium Oxide, Iron Oxide, Aluminum Oxide</li> <li>➤ "Do not use Ethanol"</li> <li>➤ 2% KCl + ZPAS</li> </ul> </li> </ul>  |
|                        | Option 2:<br>Phosphoric Acid + Ammonium Phosphate Salt<br>Score: 42 %.                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▼ Fines Stabilizer           <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 0.25% Minerals Fines Stabilizer (MFS) + 2% NH4Cl</li> <li>➤ "Use only in completed wells"</li> <li>➤ Magnesium Oxide, Iron Oxide, Aluminum Oxide</li> <li>➤ "Do not use Ethanol"</li> <li>➤ 2% KCl + ZPAS</li> </ul> </li> <li>▼ Residence time: less than 4 hours</li> </ul>  |
|                        | Option 3:<br>Sequential Mud Acid (SHF)<br>Score: 42 %.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▼ Fines Stabilizer           <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 0.25% Minerals Fines Stabilizer (MFS) + 2% NH4Cl</li> <li>➤ "Use only in completed wells"</li> <li>➤ Magnesium Oxide, Iron Oxide, Aluminum Oxide</li> <li>➤ "Do not use Ethanol"</li> <li>➤ 2% KCl + ZPAS</li> </ul> </li> <li>▼ Clay Stabilizer           <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 0.25% Minerals Fines Stabilizer (MFS) + 2% NH4Cl</li> <li>➤ "Use only in completed wells"</li> <li>➤ Magnesium Oxide, Iron Oxide, Aluminum Oxide</li> <li>➤ "Do not use Ethanol"</li> <li>➤ 2% KCl + ZPAS</li> </ul> </li> </ul> |
|                        |   |   |
|                        |   |   |
|                        |   |   |
|                        |   |   |
|                        |   |   |
|                        |   |   |

Ilustración 223. Resultados tratamiento de finos (1)

|              |  |   |
|--------------|--|---|
|              | <p>Option 4: Self-generating mud acid systems (SGMA)<br/>Score: 42 %</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▼ Methyl Acetate</li> <li>▼ Corrosion Inhibitor           <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 0.2%-3% Iodized Salt</li> <li>➤ 0.5%-5% Formic Acid</li> </ul> </li> <li>▼ Fines Stabilizer           <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 0.25% Minerals Fines Stabilizer (MFS) + 2% NH4Cl</li> <li>➤ "Use only in completed wells"</li> <li>➤ Magnesium Oxide, Iron Oxide, Aluminum Oxide</li> <li>➤ "Do not use Ethanol"</li> <li>➤ 2% KCl + ZPAS</li> </ul> </li> </ul> |
| 6. OverFlush | <p>Option 1: 10% EGMBE + 5% NH4Cl<br/>Score: 67 %</p>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▼ Fines Stabilizer           <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 0.25% Minerals Fines Stabilizer (MFS) + 2% NH4Cl</li> <li>➤ "Use only in completed wells"</li> <li>➤ Magnesium Oxide, Iron Oxide, Aluminum Oxide</li> <li>➤ "Do not use Ethanol"</li> <li>➤ 2% KCl + ZPAS</li> </ul> </li> </ul>   |
|              | <p>Option 2: 4% NH4Cl<br/>Score: 100 %</p>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>▼ Corrosion Inhibitor           <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 0.2%-3% Iodized Salt</li> <li>➤ 0.5%-5% Formic Acid</li> </ul> </li> <li>▼ Fines Stabilizer           <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 0.5% Organosilane</li> </ul> </li> </ul>   |

**Edit***Ilustración 224. Resultados tratamiento de finos (2)*

#### 4.4.9 Desagregación

Para el análisis del daño por componentes, se ingresa a la opción *Disaggregation* digitando en el botón desagregación ubicado en la parte inferior izquierda. En seguida se abrirá una nueva ventana como se muestra en la Ilustración 225, donde aparecen los datos del caso de estudio necesarios para el análisis del daño por componentes. En la herramienta una primera vista del módulo muestra cada uno de los elementos de los que proviene la información.

Scenario: Análisis IPR pozo BAB2W  
 Basin: Llanos Orientales - Field: Cusiana - Producing interval: Barco -CUP - Well: BAB2W

Well Data      Production Data      Rock Properties      Fluid Properties      Stress Gradients      Hydraulic Units Data

Damage

*Ilustración 225. Ventana de desagregación*

En la parte superior de esta ventana aparecerá una descripción breve del escenario en el que se está haciendo el análisis, que consta del nombre del escenario, la cuenca *Basin*, el campo *Field*, el intervalo productor *producing interval* y el pozo *Well* seleccionados. Enseguida se encuentran diferentes pestañas en las cuales se deberá completar los datos solicitados, en la parte inferior se encuentran los botones *back* y *next* que respectivamente retroceden a la ventana anterior y guardan los datos suministrados.

##### 4.4.9.1 Información del pozo

En esta sección aparecen 10 casillas y una sección donde se puede escoger la forma del área de drenaje

- Well radius. En esta casilla se debe ingresar el radio del pozo en pies (ft). Es importante tener en cuenta que el pozo puede tener varias secciones con radios diferentes, se debe usar únicamente el valor del radio en el estrato productor.
- Reservoir drainage radius. En esta casilla se debe ingresar el radio de drenaje del yacimiento en pies (ft). Se puede incluir también radio de investigación o la distancia a la que la presión es igual a la presión de yacimiento.
- Reservoir pressure. En esta casilla se debe ingresar la presión de yacimiento en libras por pulgada cuadrada (psi).
- Measured well depth. En esta casilla se debe ingresar la profundidad medida del pozo en pies (ft). El punto de referencia para la profundidad medida debe corresponder con el punto de referencia para la profundidad real.
- Thickness perforating. En esta casilla se debe ingresar el espesor de la zona cañoneada en pies (ft). En el caso que el pozo cuente con un completamiento a hueco abierto, el valor para esta variable es cero.
- Perforation penetration depth. En esta casilla se debe ingresar la profundidad de la perforación en el yacimiento en pies (ft). En el caso que el pozo cuente con un completamiento a hueco abierto, el valor para esta variable es cero.
- Perforating phase angle. En esta casilla se debe ingresar el ángulo de perforación, este debe ser un valor específico dentro de un conjunto de opciones que se despliegan dando clic en la flecha de la parte derecha de la casilla. En el caso que el pozo cuente con un completamiento a hueco abierto, el valor para esta variable es cero.
- Perforating radius. En esta casilla se debe ingresar el radio promedio de los perforados en pulgadas (in). En el caso que el pozo cuente con un completamiento a hueco abierto, el valor para esta variable es cero.
- True vertical depth. En esta casilla se debe ingresar la profundidad verdadera del pozo en pies (ft). El punto de referencia para la profundidad medida debe corresponder con el punto de referencia para la profundidad real.
- Production formation thickness. En esta casilla se debe ingresar el espesor de la formación productora en pies (ft). En el caso de realizarse el análisis en una zona específica de la formación productora, este espesor debe corresponder a la longitud de la zona de estudio.
- Drainage Area shape. En esta casilla se puede seleccionar la configuración del área de drenaje que más se acerque a la forma del área de drenaje en el yacimiento. En caso de no tener certeza del patrón de esta, usar el patrón de centrado en la mitad (primera opción).

**Well Data**

Well Radius \*: 0.25 ft

Reservoir Drainage Radius \*: 1000 ft

Reservoir Pressure \*: 4000 psi

Measured Well Depth \*: ft

Thickness Perforating \*: ft

Perforation Penetration Depth \*: ft

Perforating Phase Angle \*: 0°

Perforating Radius \*: in

True Vertical Depth \*: ft

Production Formation Thickness \*: ft

Drainage Area Shape \*:

- Top Left: A 2x2 square grid with a dot at the center.
- Top Right: A 2x2 square grid with a dot at the top-right corner.
- Bottom Left: A 2x2 square grid with a dot at the bottom-left corner.
- Bottom Right: A 3x3 square grid with a dot at the top-center.

**Back** **Next**

*Ilustración 226. Sección 'well information'*

#### 4.4.9.2 Datos de Producción

**Production Data**

Oil Rate \*: 0 bbls/day

Bottomhole Flowing Pressure \*: 0 psi

Gas Rate \*: MMscf/d

**Back** **Next**

*Ilustración 227. Sección 'production data'*

En esta sección aparecen 3 casillas que se completan de la siguiente manera

- Oil rate. En esta casilla se debe ingresar la tasa de producción de aceite solo en barriles por día (bbls/day).
- Bottom flowing pressure. En esta casilla debe ingresar la presión de flujo en el hueco inferior, en libras por pulgada cuadrada (psi).
- Gas rate. En esta casilla se debe ingresar la tasa de producción de gas solo en millones de pies cúbicos por día (MMscf/d).

#### 4.4.9.3 Propiedades de la roca

The screenshot shows the 'Rock Properties' section of the software. At the top, there are tabs for Well Data, Production Data, Rock Properties (which is highlighted in red), Fluid Properties, Stress Gradients, and Hydraulic Units Data. Below the tabs, the 'Rock Properties' section is expanded. Inside, there's a 'Basic Petrophysics' group box. Within this box, there are fields for 'Permeability \*' (containing '0' and 'md') and 'Rock Type \*'. There's also a field for 'Horizontal - Vertical Permeability Ratio \*' with a minus sign. At the bottom of the group box, there are 'Back' and 'Next' buttons.

Ilustración 228. Sección 'rock properties'

En esta sección se deberá completar las propiedades petrofísicas básicas de la roca, esta se divide en 3 casillas que se completan de la siguiente forma:

- Permeability. En esta casilla se debe ingresar la permeabilidad absoluta de la roca en milidarcys (mD).
- Rock type. Para el análisis por componentes del daño de formación, se ha determinado que un parámetro crítico para la sensibilidad de la roca a los cambios en el esfuerzo efectivo, es el nivel de fracturamiento de la roca. Al momento de realizar un análisis el tipo de roca es solicitado, brindando al usuario tres opciones de análisis. Rocas consolidadas, que hace referencia de todas aquellas rocas cuya matriz es consolidada y no se evidencia fracturamiento. Rocas no consolidadas, esta categoría se selecciona en los casos en el que la matriz de la roca no logra mantener su estructura, normalmente este tipo de roca está asociado a grandes producciones de arena y crudos pesados. La última opción disponible en el sistema es para aquellas rocas que, a pesar de ser consolidadas, presentan algún grado de fracturamiento y cuya producción depende de este.

Así, el usuario debe seleccionar el tipo de roca que se está trabajando en el escenario, dando clic en la flecha ubicada en la parte derecha de la casilla se despliegan las opciones. En los

casos en los que no se tenga certeza del tipo de roca o se tenga información de la existencia de más de un tipo de roca en el espesor de roca analizado, se sugiere la realización de análisis de sensibilidad haciendo corridas para cada uno de los casos.

- Horizontal- Vertical Pemeability ratio. En esta casilla se deberá ingresar el valor de la razón entre permeabilidad horizontal/permeabilidad vertical.

#### 4.4.9.4 Propiedades de los fluidos

Ilustración 229. Sección 'Fluid properties'

En esta sección se muestran 4 casillas las cuales se deben completar de la siguiente forma:

- Oil viscosity. En esta casilla se deberá ingresar la viscosidad del aceite a las condiciones del fondo del pozo en unidades de centipoises (cp)
- Gas viscosity. En esta casilla se deberá ingresar la viscosidad del gas a las condiciones de fondo de pozo en unidades de centipoises (cp).
- Specific gas gravity. En esta casilla se deberá ingresar el valor de la gravedad específica del gas.
- Volometric oil factor. En esta casilla se deberá ingresar el factor volumétrico del aceite.

#### 4.4.9.5 Gradientes de esfuerzo

The screenshot shows the 'Stress Gradients' section of a software application. At the top, there are several tabs: Well Data, Production Data, Rock Properties, Fluid Properties, Stress Gradients (which is highlighted in red), and Hydraulic Units Data. Below the tabs, the word 'Damage' is displayed. The main area is titled 'Stress Gradients'. It contains three input fields: 'Minimum Horizontal Stress Gradient\*' with a value of 'psi/ft' and a unit of 'psi/ft'; 'Maximum horizontal stress gradient\*' with a value of 'psi/ft' and a unit of 'psi/ft'; and 'Vertical Stress Gradient\*' with a value of 'psi/ft' and a unit of 'psi/ft'. At the bottom left is a 'Back' button, and at the bottom right is a 'Next' button.

*Ilustración 230. Sección 'effort gradients'*

En esta sección aparecen 3 casillas que se deberán completar de la siguiente forma

- Minimum horizontal stress gradient. En esta casilla se debe ingresar el gradiente de presión mínimo horizontal en libras por pulgada cuadrada por pie (psi/ft). El comportamiento de este gradiente es homogéneo a nivel regional, en tanto que, en el caso de no contar con el valor específico del campo, se puede usar homólogos bien sea de un campo que produzca del mismo yacimiento, o valores tipo para el yacimiento de análisis.
- Maximum horizontal stress gradient. En esta casilla se debe ingresar el gradiente de presión máximo horizontal en libras por pulgada cuadrada por pie (psi/ft). El comportamiento de este gradiente es homogéneo a nivel regional, en tanto que, en el caso de no contar con el valor específico del campo, se puede usar homólogos bien sea de un campo que produzca del mismo yacimiento, o valores tipo para el yacimiento de análisis.
- Vertical stress gradient. En esta casilla se debe ingresar el gradiente de presión vertical en libras por pulgada cuadrada por pie (psi/ft). El comportamiento de este gradiente es homogéneo a nivel regional, en tanto que, en el caso de no contar con el valor específico del campo, se puede usar homólogos bien sea de un campo que produzca del mismo yacimiento, o valores tipo para el yacimiento de análisis.

#### 4.4.9.6 Datos de unidades hidráulicas

|   | Thickness Of The Hidraulic Unit [ft] | Flow Zone Index [ $\mu\text{m}$ ] | Average Porosity Of The Hidraulic Unit [%] |
|---|--------------------------------------|-----------------------------------|--|
| 1 | 310.5000                             | 1.4400                            | 5.7000                                     |
| 2 | 98.3000                              | 2.2900                            | 5.8000                                     |
| 3 | 93.8000                              | 3.7900                            | 6.9000                                     |
| 4 |                                      |                                   |  |

Copy/Paste from an Excel table and this table will adjust the rows automatically

**Back** **Next**

Ilustración 231. Sección 'Hidraulic Units data'

Basados en estudios de análisis del daño, se ha determinado que el comportamiento de la sensibilidad de la roca a los esfuerzos es específico y función de la calidad de la roca. Así mismo la tortuosidad de la roca condiciona que a una tasa específica se pueda dar un régimen de flujo turbulento. Ahora que tanto la calidad de la roca como la tortuosidad son características de la roca que son específicos de cada unidad hidráulica de flujo en un estrato productor. Estas unidades hidráulicas están asociadas a las facies, así mismo como a los tipos de roca.

En esta sección se ingresa la descripción básica de las unidades hidráulicas en las que está discriminado previamente el estrato productor. El proceso de discriminación de las unidades hidráulicas o tipos de roca en el estrato productor es un trabajo previo que realiza el equipo de petrofísica y geología, en donde a partir de los registros de porosidad y el reconocimiento de la facies, establece no solo sus dimensiones, sino que además su calidad de flujo. Los parámetros que son requeridos en esta sección se listan a continuación:

- Thickness of the hydraulic unit. En esta columna se debe listar el espesor de cada una de las unidades hidráulicas identificadas previamente en el estrato productor en pies (ft).
- Flow zone index ( $\mu\text{m}$ ). El indicador de zona de flujo (FZI) se debe ingresar para unidad hidráulica listada en unidades de micrómetros ( $\mu\text{m}$ ). Este es un parámetro único, que incorpora atributos geológicos y petrofísicos de textura y mineralogía en la discriminación de distintas facies en la geometría poral, y a su vez correlaciona las respuestas de las herramientas de registro entre pozos coronados y no coronados. Cada unidad de flujo conectada tendrá un único valor "verdadero" de FZI, sin embargo, los valores de FZI en la práctica se ubicarán alrededor de este valor verdadero, debido a errores experimentales. Más allá de los datos obtenidos, cada unidad

hidráulica debe distribuirse correspondientemente de acuerdo a una distribución normal, con sus correspondientes valores de FZI cercanos al “verdadero”.

- Average porosity of the hydraulic units. En esta columna se debe listar el valor de la porosidad promedio o representativa de cada unidad hidráulica. Dentro de la discriminación de las unidades hidráulicas, implícitamente cada una de estas quedan con un valor característico de atributos petrofísicos.
- Average permeability of the hydraulic units. En esta columna se debe listar el valor de la permeabilidad promedio o representativa de cada unidad hidráulica en milidarcys (mD). Dentro de la discriminación de las unidades hidráulicas, implícitamente cada una de estas quedan con un valor característico de atributos petrofísicos.

#### 4.4.9.7 Daño

Ilustración 232. Sección 'Damage'

Finalmente, en esta última sección el usuario debe ingresar o seleccionar la forma de tomar el valor de daño total en el pozo. Una primera opción es usar el valor calculado a partir del cálculo de la IPR. Este constituye la opción disponible para todos los casos dado que se calcula a partir de los datos ingresados, y en la gran mayoría de los casos, brinda un buen acercamiento al valor de pérdidas de producción a partir del cálculo del potencial del pozo. Existen otras opciones más certeras de las que el usuario puede hacer uso en casos muy específicos. Se puede hacer cálculos de daño a partir de pruebas transientes de presión en el pozo de análisis. En cuyos casos el valor de daño puede ser ingresado directamente al software.

Contar un valor confiable de daño de formación total para el pozo de análisis, permite obtener un análisis por componentes del daño más certero, dado que es a partir de este valor que se procede a discriminar por cada uno de los mecanismos de daño que pueden dar lugar.

#### 4.4.9.8 Resultados:

Después de realizado el ingreso de los datos, el software realiza el cálculo y arroja como resultado las siguientes salidas. En primer lugar, se muestra en una tabla los valores del daño total y aporte porcentual de cada uno de los componentes, discriminados en daño mecánico, daño dependiente de esfuerzos, daño dependiente de tasa, y pseudodaño. Posteriormente se muestra gráficamente esta distribución de daños en un spider plot. Los gráficos posteriores muestran el valor de la permeabilidad en función del radio. Esto permite establecer la región del pozo que está siendo afectada por estos mecanismos de daño dependientes de esfuerzos y de tasa. La identificación de la zona dañada por cada uno de los mecanismos de daño permite establecer la pertinencia de estrategias de remediación para cada uno de los casos de análisis.

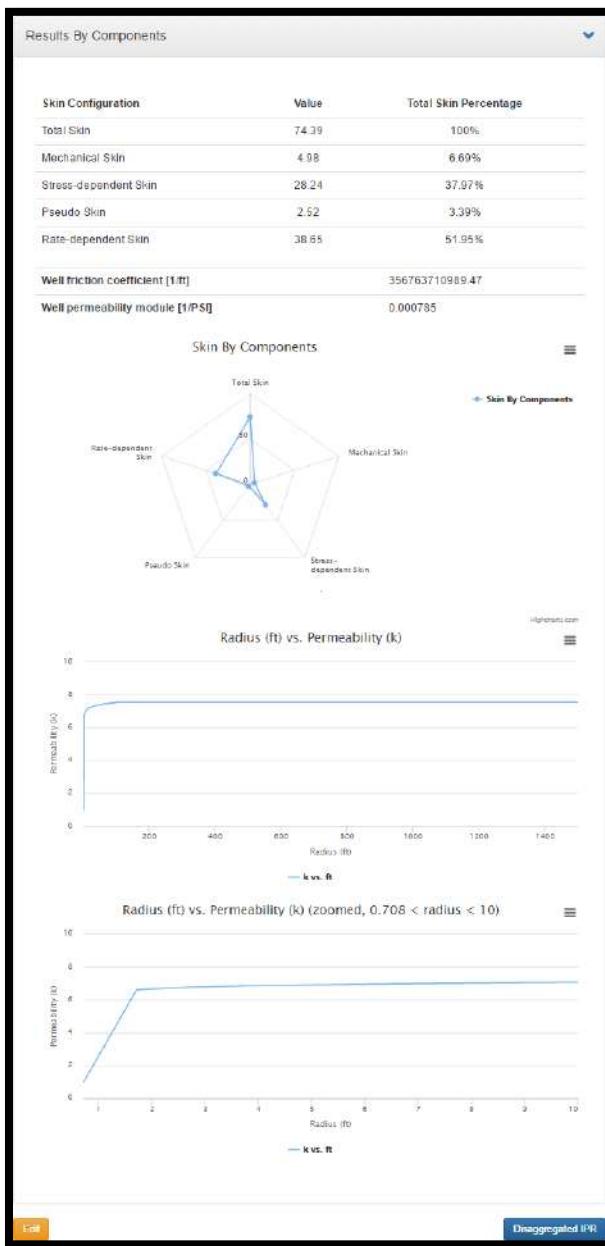


Ilustración 233. Desagregación

En la parte superior derecha del gráfico, se puede observar el botón  el cual al dar clic desplegará el menú para descarga del gráfico que se crean.

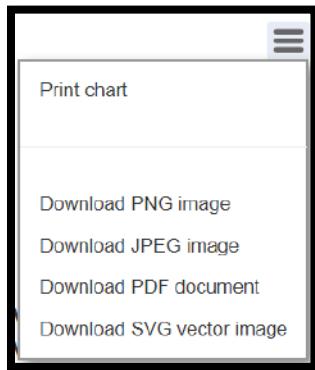


Ilustración 234. Formatos de descarga

En este botón se encuentra la opción *Print chart* el cual permite al usuario imprimir el grafico mostrado, y además aparecen cuatro opciones de descarga que en su orden son: descarga en formato PNG, descarga en formato JPEG, descarga en formato PDF y descarga en formato SVG.

Posteriormente en la parte inferior aparecen dos botones: *edit* y *disaggregated IPR* donde respectivamente regresan a la ventana anterior o crean graficas de los resultados de desagregacion como se puede observar en la Ilustración 233. Finalmente se puede determinar el aporte en productividad de cada uno de los mecanismos de daño en los que se discrimino anteriormente. El impacto en el potencial de produccion de cada pozo se obtiene a partir de el calculo de escenarios de curvas IPR para los que se ingresa el valor de daño para cada uno de los mecanismos de daño.

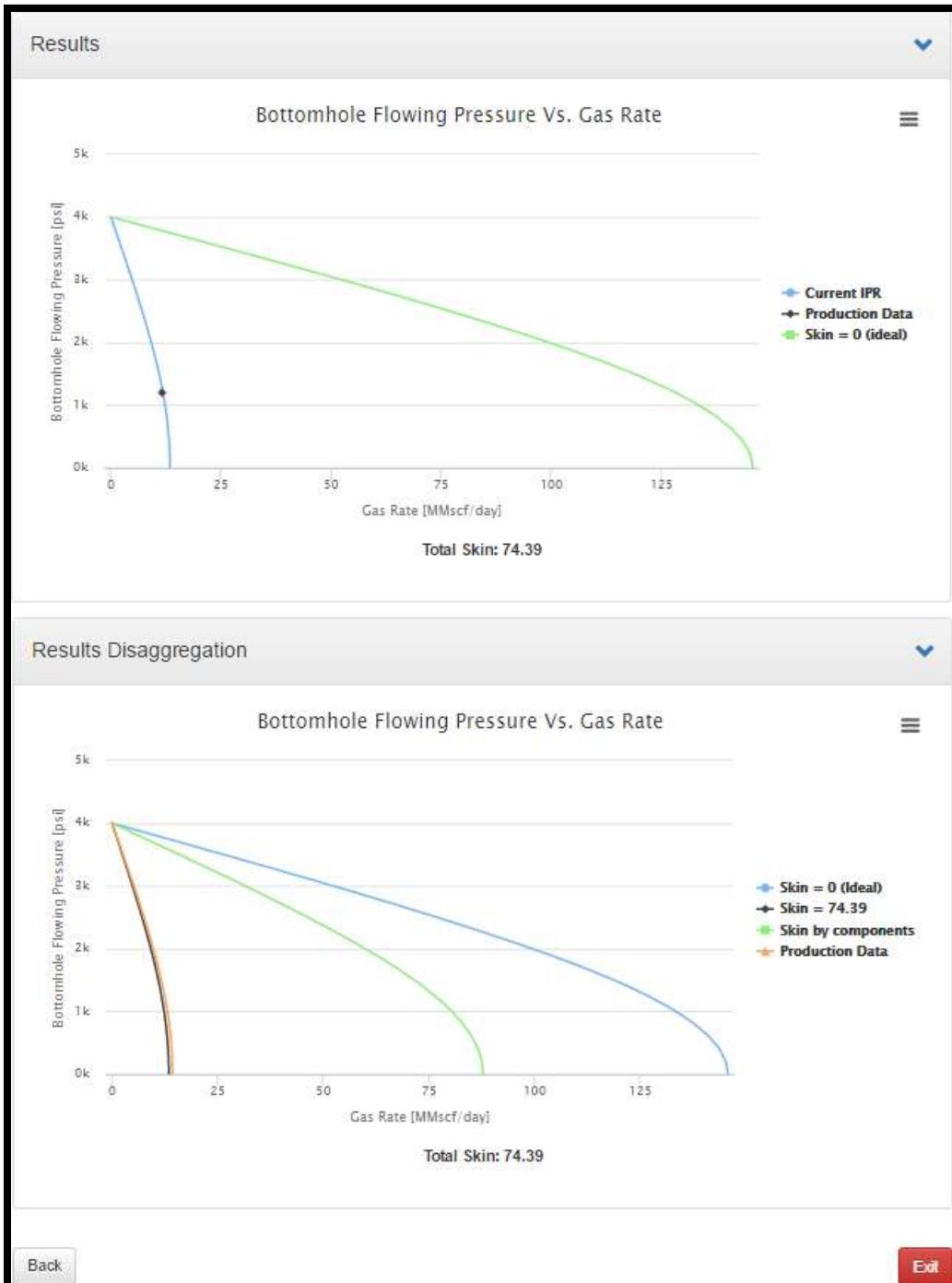


Ilustración 235. Resultados desagregacion

El reconocimiento de la distribución del daño por mecanismos permite establecer no solo el impacto en productividad por cada uno de estos daños, sino que además permite determinar en qué casos tendría mejor desempeño estrategias de remediación como la estimulación química. Esto es trascendental al momento de establecer la viabilidad de una campaña de estimulación, dado que permite establecer pronósticos más certeros al momento de analizar la viabilidad de estas operaciones. De la misma forma, se puede obtener información de casos propensos a estudiar con mayor detalle, tal como casos en los que se observe que un componente específico muestra valores altos o que su aporte porcentual sea casi del 100%. Este estudio específico y detallado permitiría en primer lugar identificarse a que corresponde estos valores de daño, así mismo como evitar pérdidas en tiempos de análisis de otros mecanismos de daño que no son relevantes para el caso de análisis.

#### 4.4.9.9 Error

En el caso de que los datos no se ingresen correctamente se despliega un error similar al que se observa en la Ilustración 236.

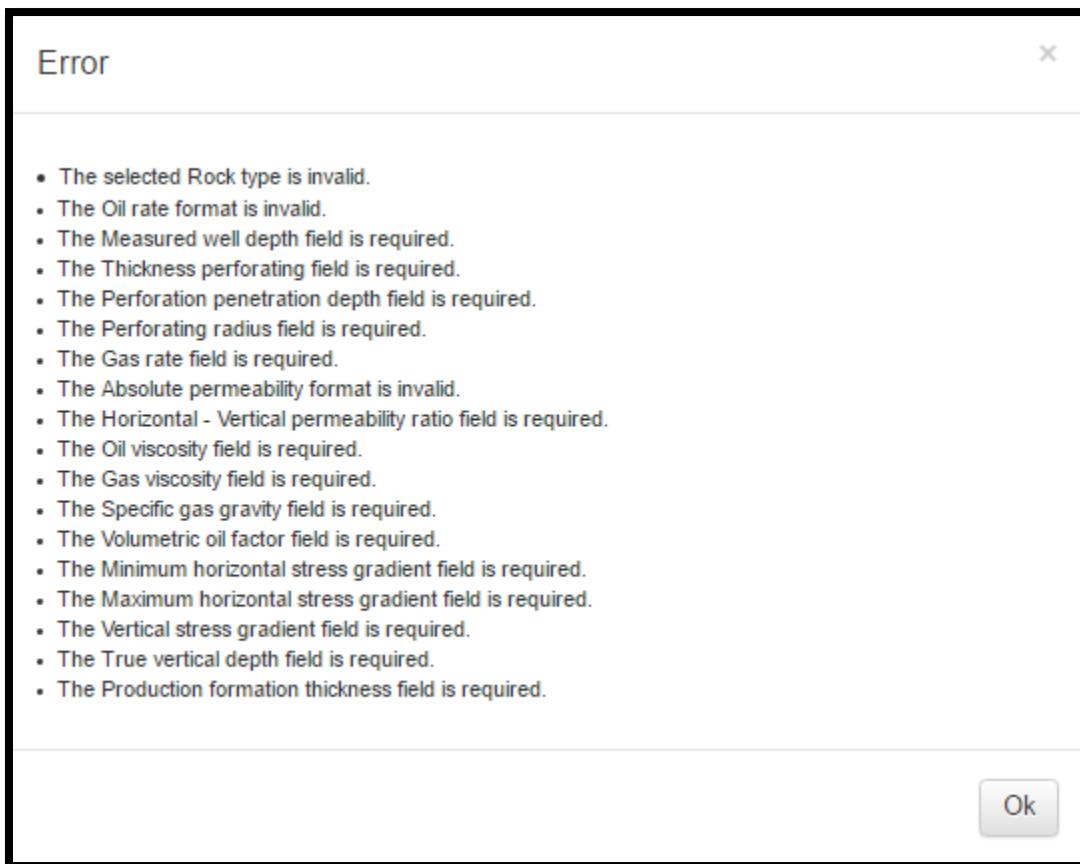


Ilustración 236. Error desagregacion

## 5 GEORREFERENCIACIÓN.

Este módulo permite al usuario tener una visualización en mapa de los campos y pozos con variables de análisis que se han ingresado como escenarios al aplicativo.

### 5.1 Interfaz.

Para obtener la información de las diferentes variables contenidas dentro del módulo de georreferenciación, el usuario puede dar clic en el botón que aparecerá en la parte superior izquierda de la pantalla con el nombre de **Georeference**.

Este módulo está dividido en dos secciones: Datos de variables de daño (*Damage Variables Data*) y Datos generales (*General Data*).

Al ingresar a *Damage Variables Data* el usuario debe elegir el escenario que quiere visualizar, esto con ayuda de los menús desplegables así: la cuenca (*Basin*), el campo (*Field*); para cada cuenca pueden existir diferentes campos. Luego se debe escoger el mecanismo de daño (*Damage Mechanisms*) y los subparámetros: la variable de daño (*Damage Variable*) y la configuración del daño (*Damage Configuration*).

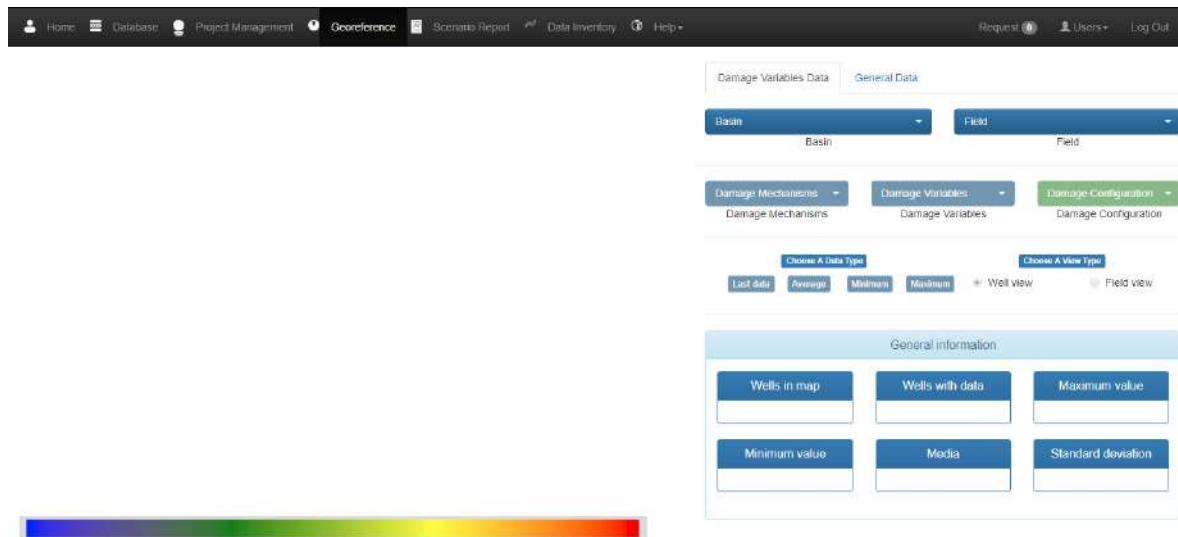


Ilustración 237. Pantalla inicial de georreferenciación

Al ingresar la información es importante tener en cuenta los mensajes que aparecerán en la pantalla con color rojo, en la parte superior izquierda, como el siguiente mensaje en la Ilustración 238, que indica la falta de selección de una variable de daño *damage variable* o configuración de daño *damage configuration*.

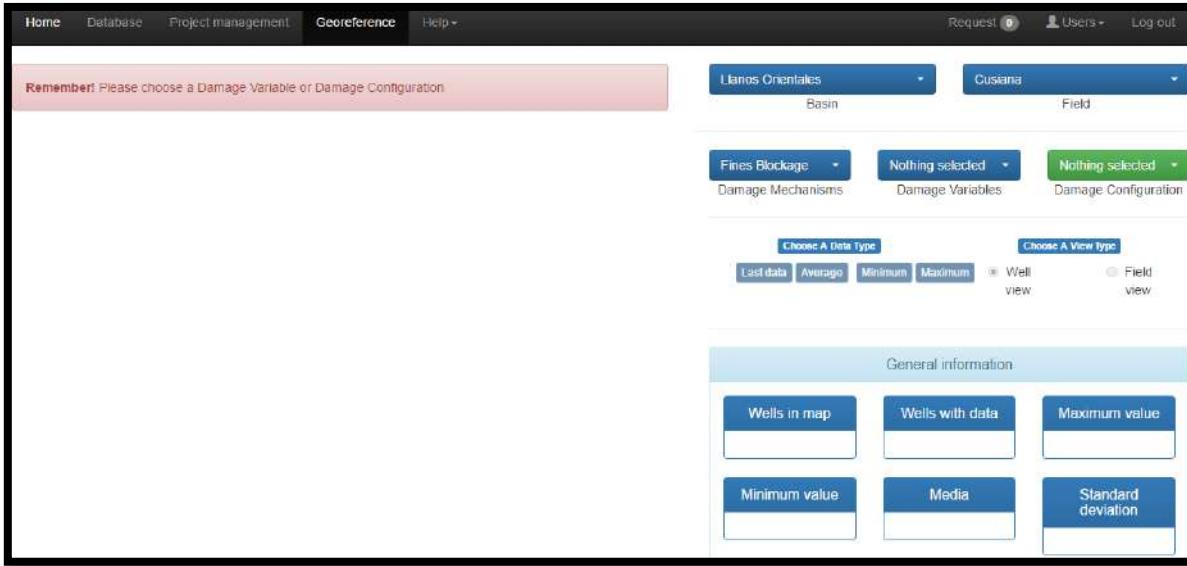


Ilustración 238. Mensaje de error, sin elección de variables o configuraciones de daño

Los resultados de la configuración seleccionada se pueden observar por mapa o por satélite, para la información consignada en este manual se selecciona la vista de mapa, sin embargo, en la Ilustración 239 nos presenta una vista satelital.

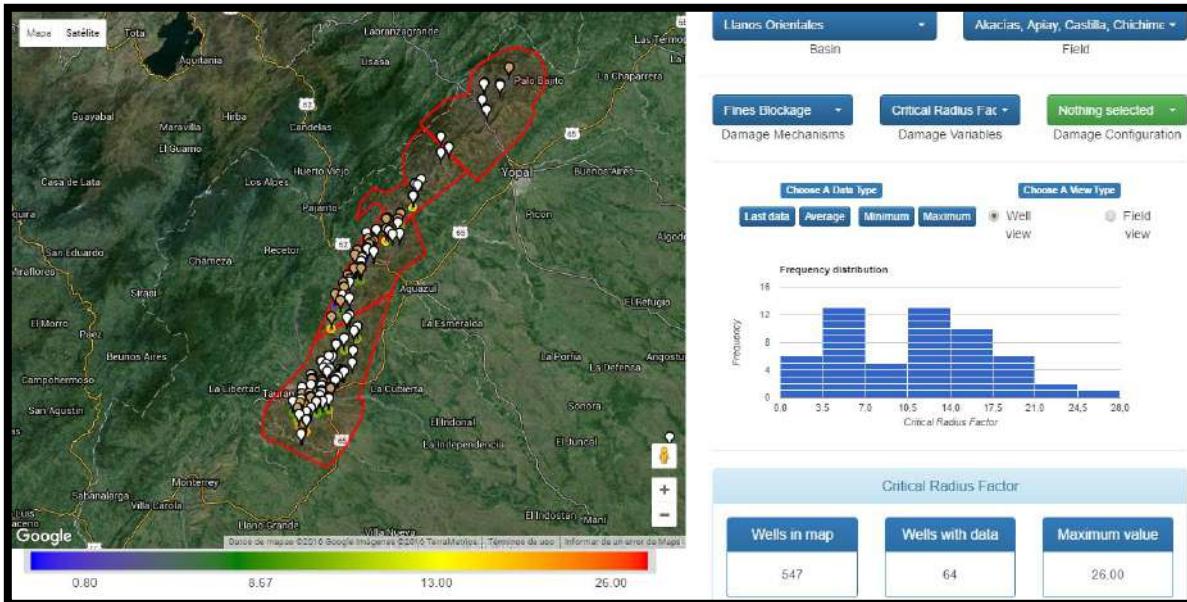


Ilustración 239. Datos y variables de los campos. Vista satelital

También se encuentran disponibles las opciones de escoger el tipo de dato: *Last Data*, *Average*, *Minumum*, *Maximum*, y elegir entre dos tipos de vistas: *Well View* que permite observar en el mapa al lado derecho de la pantalla, todos los campos presentes en el campo seleccionado señalando además los que poseen datos y *Field View* que solo permite visualizar el campo en el que se encuentran los resultados.

Además, se graficará una distribución de frecuencia de la variable de daño seleccionada, según la base de datos que se tiene en el aplicativo, así como se muestra en la Ilustración 240.

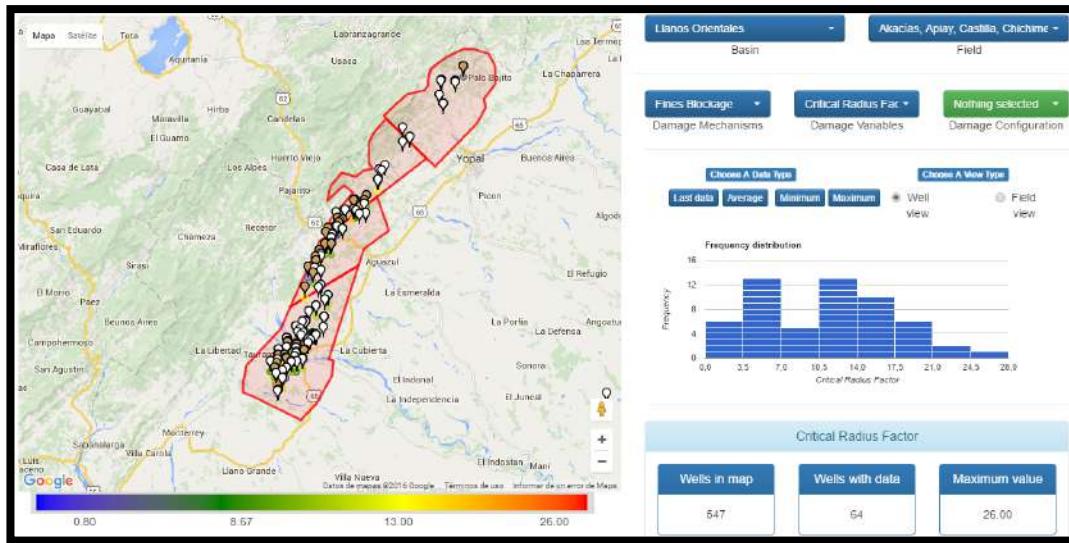


Ilustración 240. Datos y variables de los campos, Vista mapa

Por último, en la parte inferior derecha de la pantalla se puede observar un resumen de las variables que acompañan la georreferenciación: los pozos que se muestran en el mapa (*Wells in map*), los pozos con datos (*Wells with data*), el valor máximo encontrado (*Maximum value*) y el mínimo (*Minimum value*), la media de los datos (*Media*) y la desviación estándar (*Standard deviation*), como se observa en la Ilustración 241.

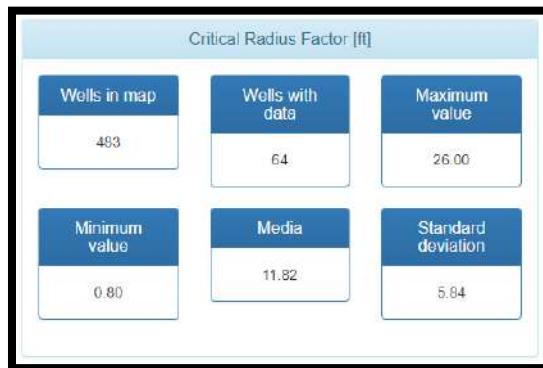


Ilustración 241. variables que acompañan la georreferenciación

## 5.2 Información de las variables.

A continuación, se describe como se resume la información introducida en la sección anterior. Los polígonos de color rojo son las áreas donde se encuentran los campos.

Para poder definir el nombre del campo y sus más importantes características, se da clic dentro del polígono de color rojo en el que se encuentra contenida, con la precaución de no dar clic sobre un pozo, los cuales están indicados como marcadores en el interior del polígono. Para conocer la información de los pozos se realiza de manera similar dentro de los marcadores.

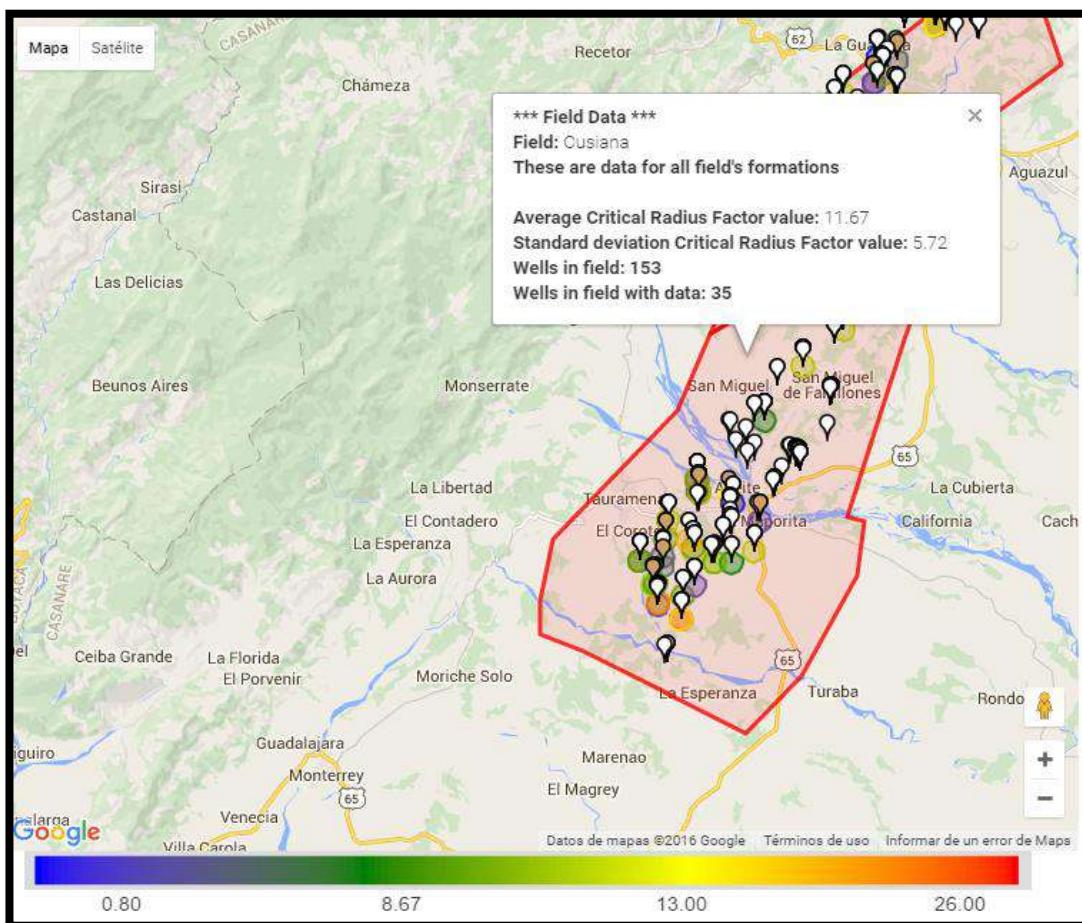


Ilustración 242. Nombre de la formación, asociada al campo que pertenece

Importante notar que existen dos colores para la representación de pozos: blanco y café. Los pozos con color blanco no presentan información alguna acerca de la variable escogida mientras que los pozos de color café sí la presentan.

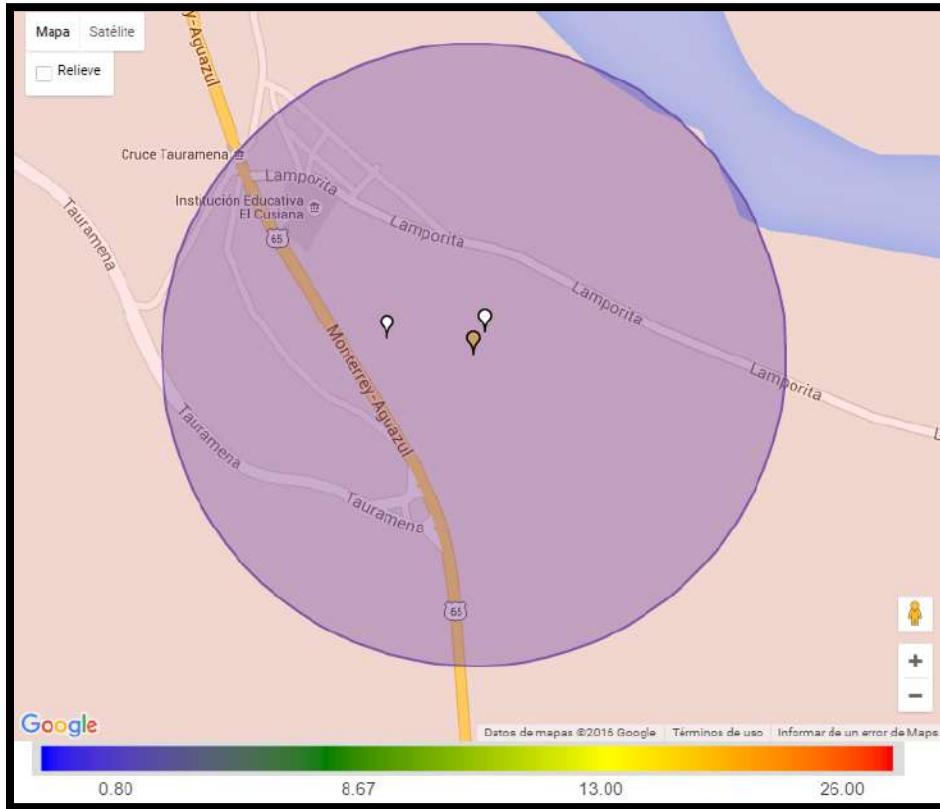


Ilustración 243. Colores de los pozos según sus características

Los círculos que encierran a los pozos se encuentran asociados a la escala de valores ubicada en la parte inferior del mapa, por ejemplo, el caso anterior el pozo tiene una tendencia de 0.80 a 26.0 con respecto a la variable de daño seleccionada con colores que van desde azul a rojo.

### 5.2.1 Vista por campos.

En el aplicativo también se puede filtrar la información por campo se pueden conocer el valor promedio de la variable, el valor máximo y mínimo, los pozos con datos y los pozos totales existentes dentro del campo seleccionado. Para obtener esta información se debe hacer clic en el círculo y seleccionar vista por campo (*Field View*).

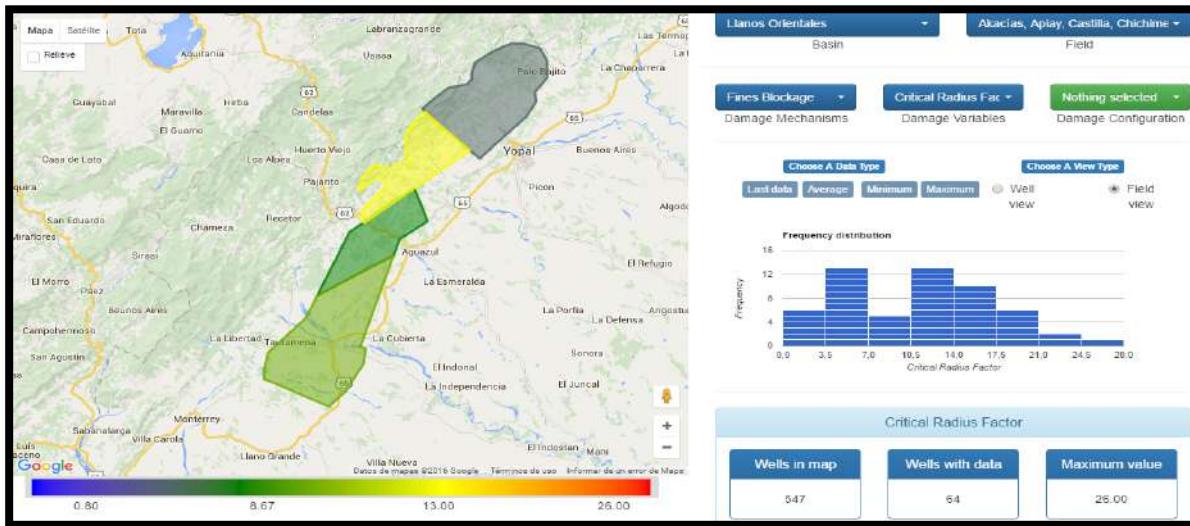


Ilustración 244. Vista por campos

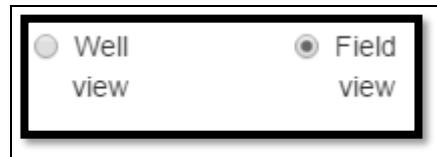


Ilustración 245. Botones de vista por pozo y por campo

### 5.2.2 Distribución de frecuencia

En la interfaz se muestra un gráfico de distribución de frecuencias con la información de los pozos asociados, con el que se puede estimar qué porcentaje de los pozos están dentro de los valores de la distribución y por ultimo una desviación estándar.

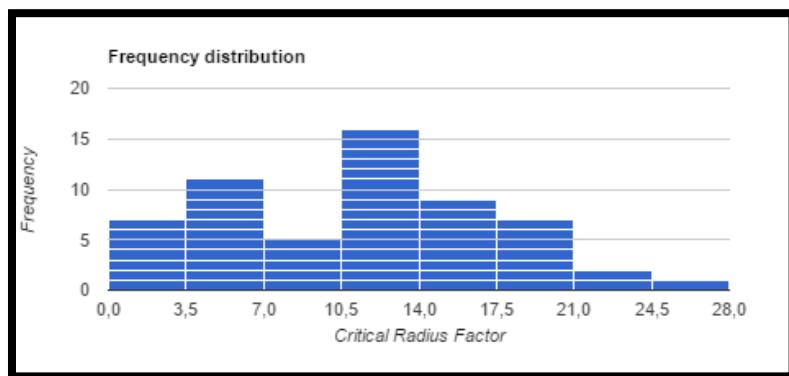


Ilustración 246 .Distribución de frecuencia de pozos vs factor de radio crítico.

También se puede obtener la misma distribución contra otras variables como lo son el *skin* y riesgo de daño (*Damage Risk*) los cuales son asociados a la productividad de los pozos, esto lo hacemos seleccionando en el botón de color verde (*Damage configuration*) ubicado al lado derecho, como se observa en la Ilustración 247.

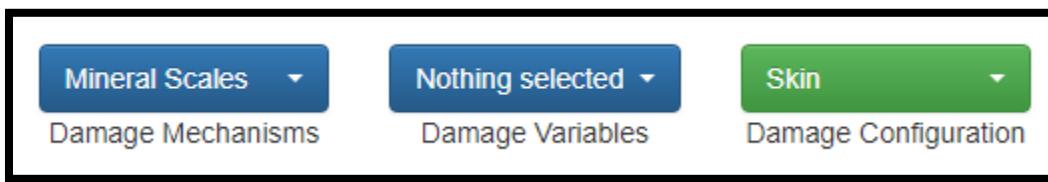


Ilustración 247. Opciones de daño

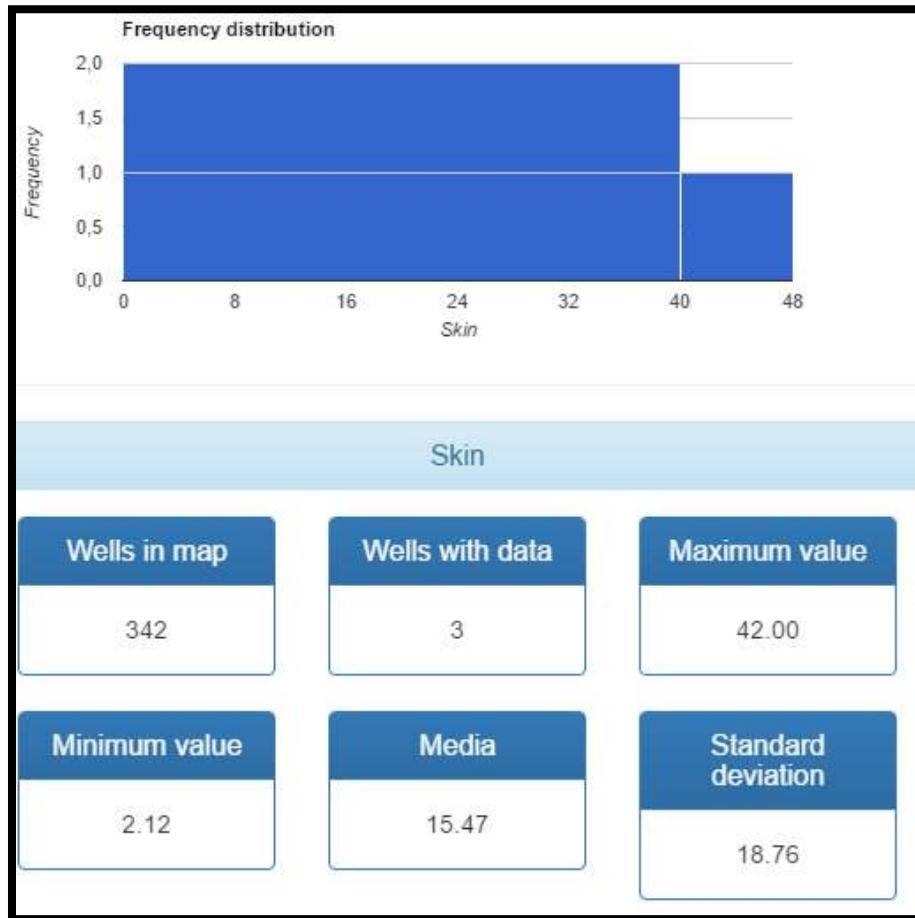


Ilustración 248. Distribución de frecuencia contra el Skin de formación

## 6 INFORME DE ESCENARIOS (*Scenario Report*)

La sección de *Scenario Report* se encuentra en la parte superior de la pantalla. Esta opción permite tener una serie de informes para los distintos escenarios que se tienen en un proyecto, en el que se esté trabajando.

La interfaz de inicio de este módulo la podemos observar en la Ilustración 249 donde se observa una descripción corta del módulo.

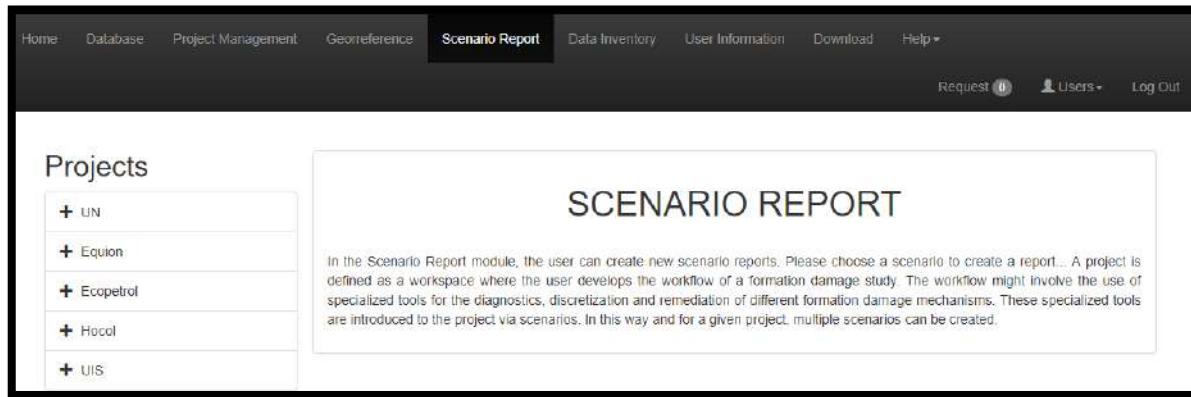


Ilustración 249 .Interfaz de inicio de Scenario Report

Para hacer uso de esta sección se debe seleccionar primero un proyecto creado anteriormente al cual se le desea revisar el reporte, para esto se debe dirigir a la sección *Projects* que se encuentra al lado izquierdo y dar clic en el símbolo más (+) del proyecto, como se muestra en la Ilustración 250 y posteriormente al escenario que se quiera revisar.

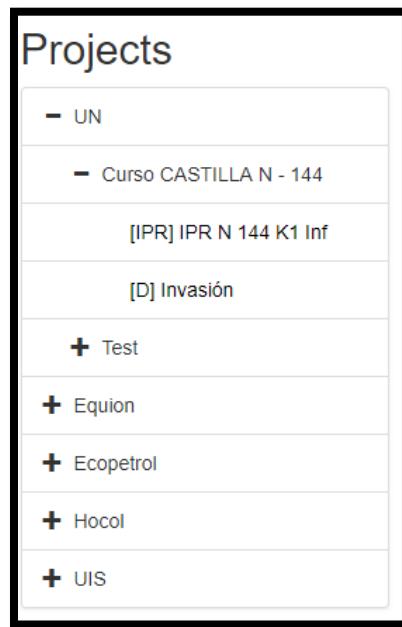


Ilustración 250. Elección de Proyecto

A continuación, en la Ilustración 251 se muestra un ejemplo de los reportes que se pueden mostrar, estos reportes dependen del tipo de Escenario escogido (Multiparamétrico, IPR, Perforación y completamiento) y de otros factores que se hayan suministrado en la creación del escenario.

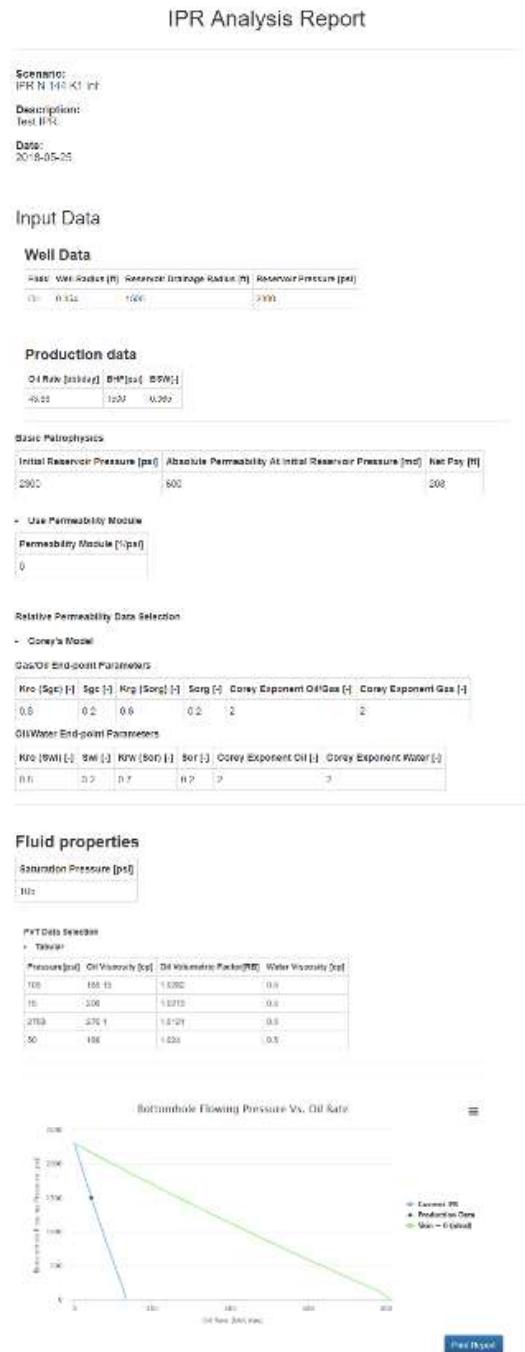


Ilustración 251. IPR Analysis Report

En la parte inferior del reporte saldrá la opción de imprimir el informe de cada escenario, también aparece la opción de guardar los diagramas y las gráficas que están en los distintos escenarios, dándole clic en el botón , en el cual podrá elegir el tipo de formato que se desee guardar las gráficas y diagramas.

## 7 INVENTARIO DE DATOS (*Data Inventory*)

La sección *Data Inventory* permite al usuario consultar la base de datos almacenada hasta el momento en el aplicativo IFDM.

El usuario puede ingresar en el menú *Data Inventory* que se encuentra en la parte superior de la pantalla.

La interfaz de inicio de esta sección la podemos observar en la Ilustración 252. *Interfaz de Inventario de datos* Ilustración 252 cuenta con una descripción corta del módulo en su parte superior y tres secciones: inventario de escenarios (*Scenarios Data inventory*), inventario de datos generales (*General Data Inventory*) e inventario según el tipo de análisis (*Data Inventory By Analysis Type*).

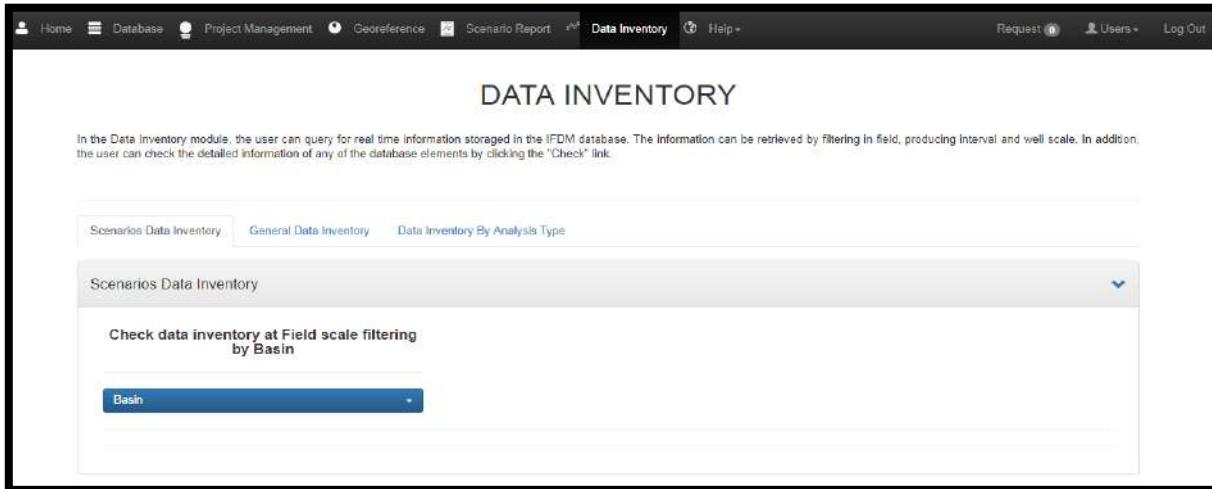


Ilustración 252. *Interfaz de Inventario de datos*

### 7.1 Inventario de Datos de Escenarios (*Scenarios Data Inventory*)

En esta sección se debe seleccionar la cuenca que se desea revisar, dando clic la flecha del botón de color azul *Basin*, así se desplegará la lista de cuencas disponibles, como se observa en la Ilustración 253.

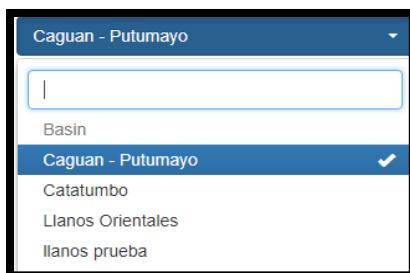


Ilustración 253. Cuencas disponibles en el inventario

Al escoger una cuenca se despliega el porcentaje de datos de campo que necesita el aplicativo y que ya están agregados y disponibles en la base de datos; esto según el tipo de análisis, tal como se muestra en la Ilustración 254.

| Percentage Of Field Data Needed By Analysis Type |                 |      |                |                         |                                     |
|--|-----------------|------|----------------|-------------------------|-------------------------------------|
| Field  | Multiparametric | IPR  | Disaggregation | Drilling And Completion | Detailed Data                       |
| Apas   | NA              | 100% | NA             | NA                      | <a href="#">Check Detailed Data</a> |
| Loro   | NA              | 0%   | NA             | NA                      | <a href="#">Check Detailed Data</a> |
| Churayaco  | NA              | 0%   | NA             | NA                      | <a href="#">Check Detailed Data</a> |

Ilustración 254. Porcentaje de datos de campo necesarios por tipo de análisis

Al lado derecho de cada campo existe la opción de revisar los datos detalladamente (*Check Detailed Data*), donde al dar clic se abre una nueva pestaña con la información que se tiene de ese campo, así como se muestra en la Ilustración 255, de modo contrario, si no se tienen los datos, aparecerá un mensaje en rojo que indica la falta de información, ver Ilustración 256. En esta pestaña también está la opción, de color azul, de elegir la cuenca y el campo al que deseamos ver información de los escenarios.

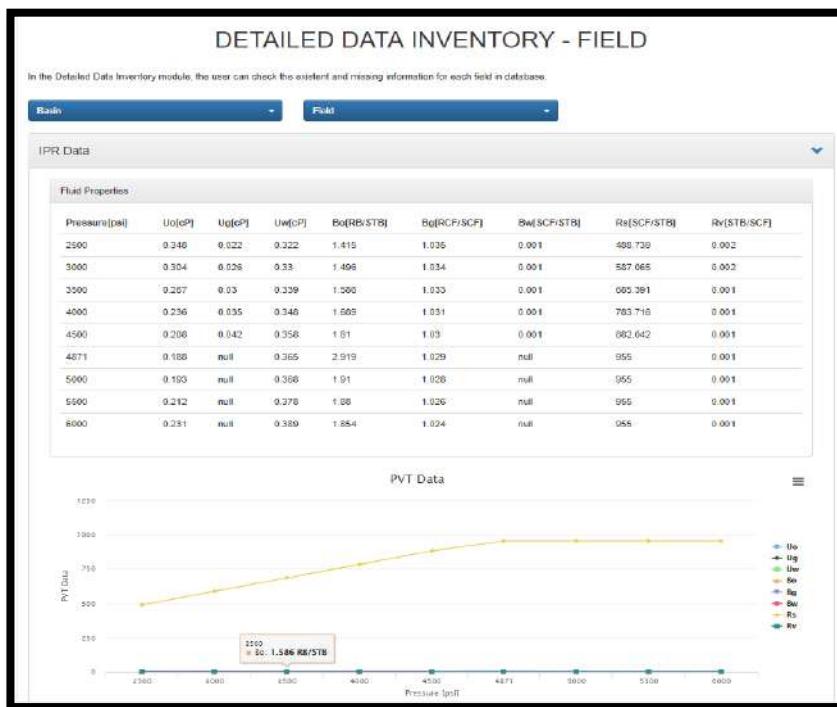
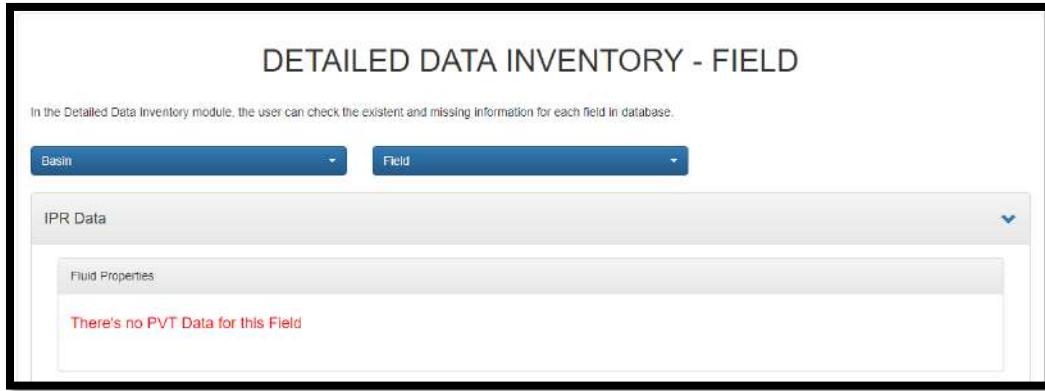


Ilustración 255. Detalles del inventario de datos



*Ilustración 256. Mensaje de error por falta de información en los escenarios*

Una vez seleccionada la cuenca, en la parte inferior derecha de la Ilustración 254 se puede observar que existe la opción de escoger el campo al que se le desea ver la información disponible, así se despliega cuatro porcentajes: Porcentaje de datos de formación según el tipo de análisis, porcentaje de datos de formación necesarios por tipo de análisis (se puede ver en detalle), porcentaje de datos de pozo que se tiene según tipo de análisis y porcentaje de datos de pozo necesarios por tipo de análisis (se puede ver en detalle), tal como se muestra en la Ilustración 257.



*Ilustración 257. Porcentajes disponibles según formación seleccionada*

Después de escoger el campo en la parte inferior aparece la opción de escoger el intervalo productor al que se le desea conocer la información, al seleccionarlo aparece el porcentaje de datos que existen del intervalo productor según el tipo de análisis y el porcentaje de datos de intervalo productor necesarios disponibles por tipo de análisis (se puede ver en detalle), como se observa en la Ilustración 258.

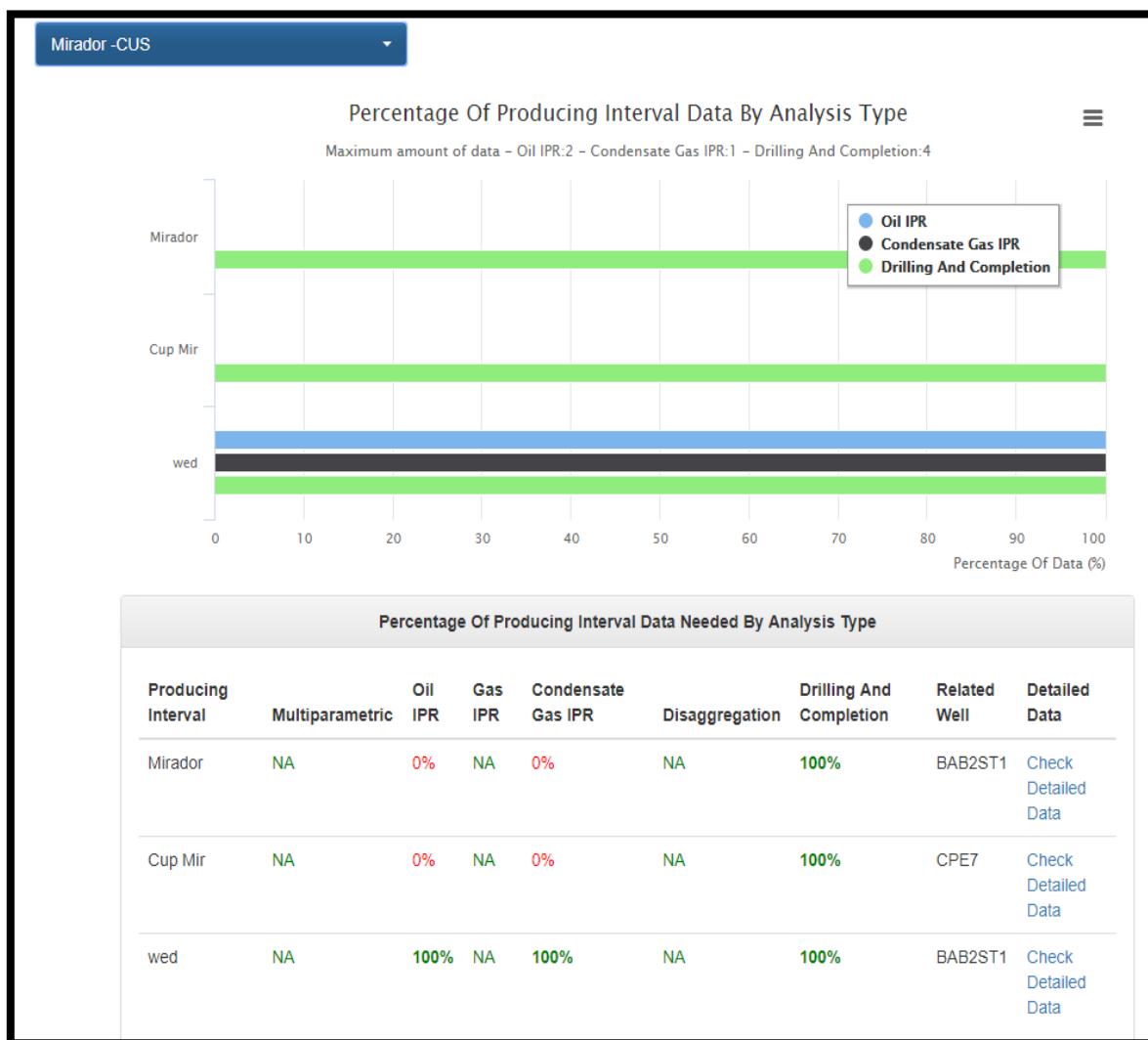


Ilustración 258. Porcentajes disponibles según intervalo productor seleccionado

## 7.2 Inventario de Datos Generales (*General Data Inventory*)

A diferencia del primer inventario, en esta subsección el usuario puede revisar la presencia o ausencia de datos específicos en cada escenario, como información PVT, coordenada, radio, radio de drenaje, caudales, fluidos, etc.

Primero el usuario selecciona a la cuenca que desea revisar los datos generales, dando clic en la flecha del botón de color azul *Basin*, así se desplegará la lista de cuencas disponibles, como se observa en la Ilustración 253, después al escoger una cuenca se despliega información sobre la existencia o no de datos PVT y Coordenadas de cada campo disponible, denotando como **OK** cuando se tiene información suficiente o **Missing Information** cuando falte información. Tal como se muestra en la Ilustración 259.

The screenshot shows a web-based application titled "General Data Inventory". At the top, there is a header with the title and a dropdown menu. Below the header, a section titled "Check data inventory at Field scale filtering by Basin" is displayed. A dropdown menu under this section shows "Caguán - Putumayo". The main content area is titled "Field Data" and contains a table with three rows. The table has columns for "Field", "PVT Data", "Coordinates", and "Check Detailed Data". The data in the table is as follows:

| Field     | PVT Data            | Coordinates         |                                     |
|-----------|---------------------|---------------------|-------------------------------------|
| Acae      | OK                  | OK                  | <a href="#">Check Detailed Data</a> |
| Loro      | Missing Information | OK                  | <a href="#">Check Detailed Data</a> |
| Churuyaco | Missing Information | Missing Information | <a href="#">Check Detailed Data</a> |

Ilustración 259. Interfaz de General Data Inventory al escoger una cuenca

Al lado derecho existe la opción de ver la información detallada de los datos (*Check Detailed Data*), que al darle clic se abre una nueva pestaña que muestra los datos PVT y Coordenadas si se tienen, como se muestra en la Ilustración 260 de modo contrario aparecerá un mensaje en rojo que indica la falta de información, ver Ilustración 261.

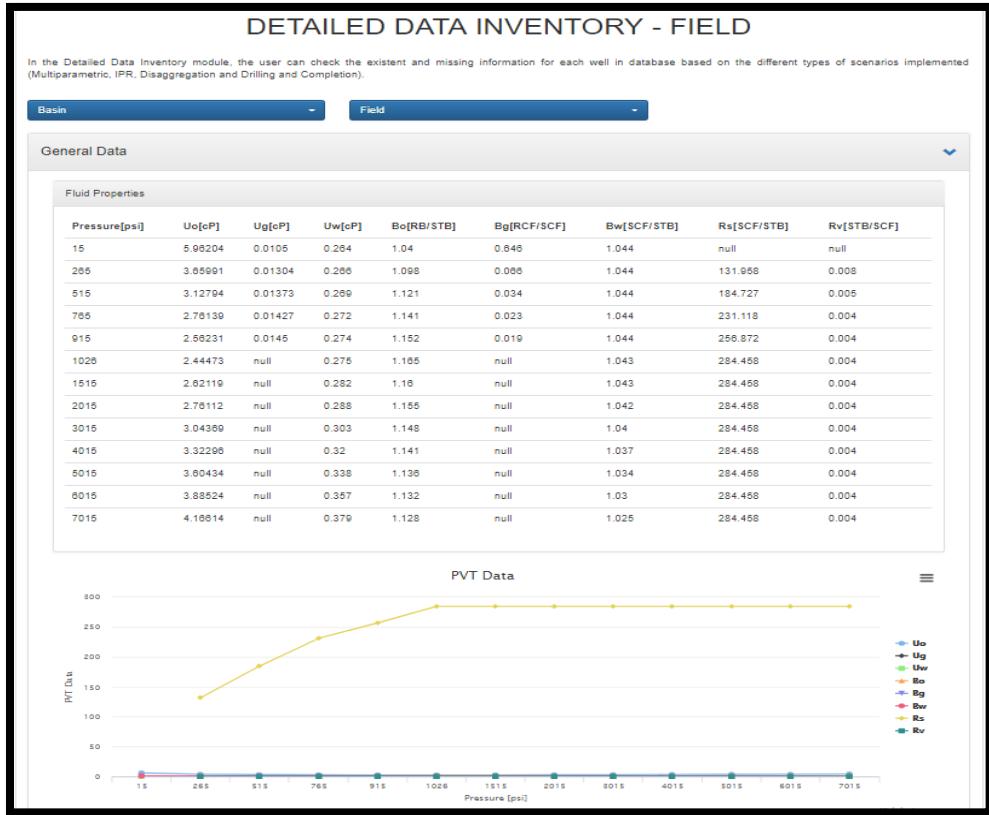


Ilustración 260. Inventario de Datos detallados del campo

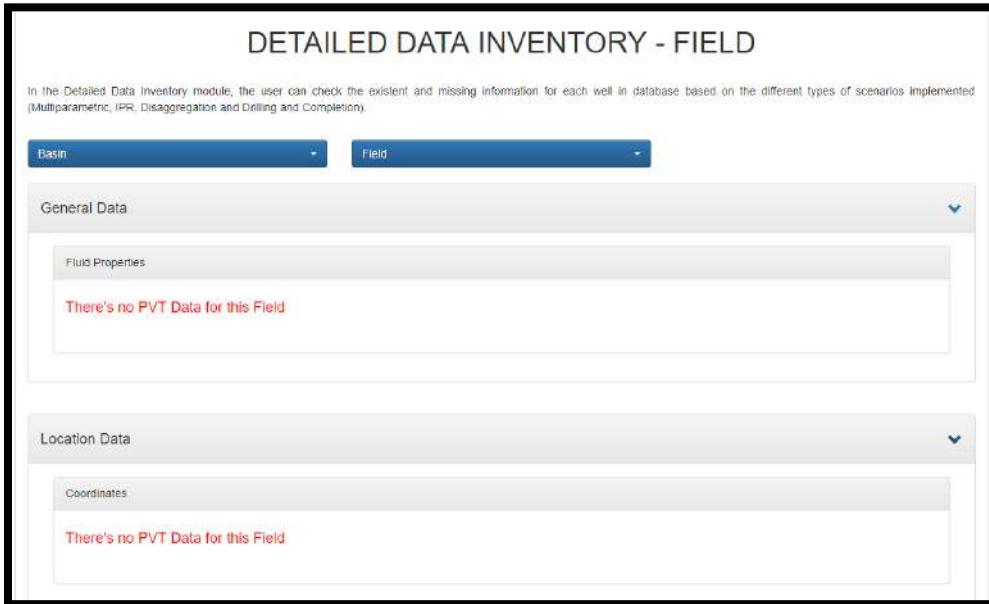


Ilustración 261. Mensaje que indica la falta de información en los campos

Después de escoger la cuenca se puede escoger el campo al cual se le desea ver la información disponible, así se obtendrá lo siguiente: un gráfico de porcentaje información sobre la existencia o no de datos de formación, datos del pozo y datos de caracterización del fluido denotando como **OK** cuando se tiene información suficiente o **Missing Information** cuando falte información y de igual forma se puede ver los datos detalladamente, se tiene un gráfico de porcentaje de datos de formación, un ejemplo se muestra en la Ilustración 262.

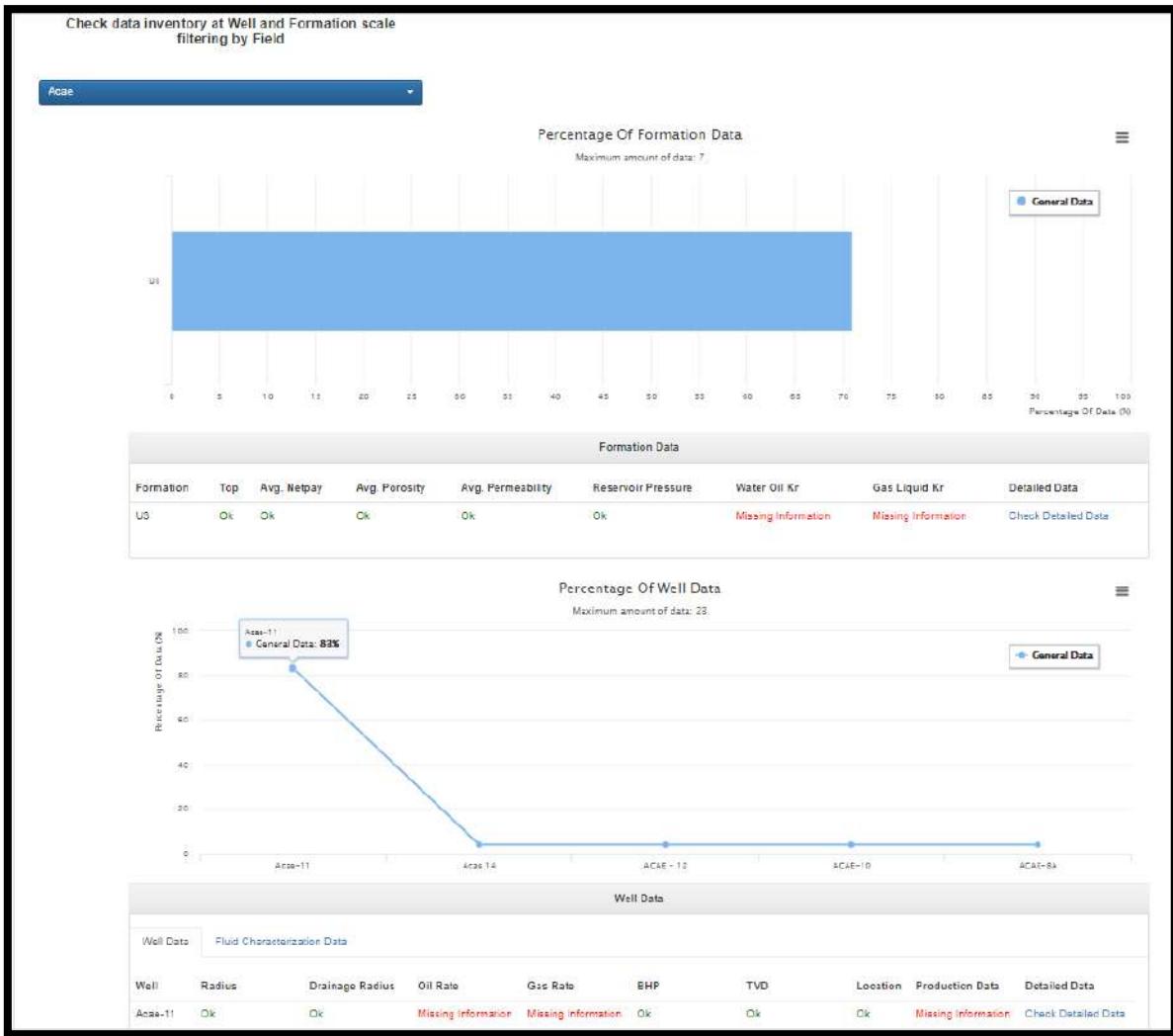


Ilustración 262. Inventario de datos del campo seleccionado.

Después de escoger el campo en la parte inferior aparece la opción de escoger el intervalo productor al que se desea conocer la información, al seleccionarlo aparece el porcentaje de datos que existen del intervalo productor y los datos que hay disponibles del intervalo productor, denotando como **OK** cuando se tiene información suficiente o **Missing Information** cuando falte información y de igual forma se puede ver los datos detalladamente, así como se observa en Ilustración 263. Si no existen datos del intervalo productor, aparecerá un mensaje en rojo informando la falta de datos, como se muestra en la Ilustración 264.



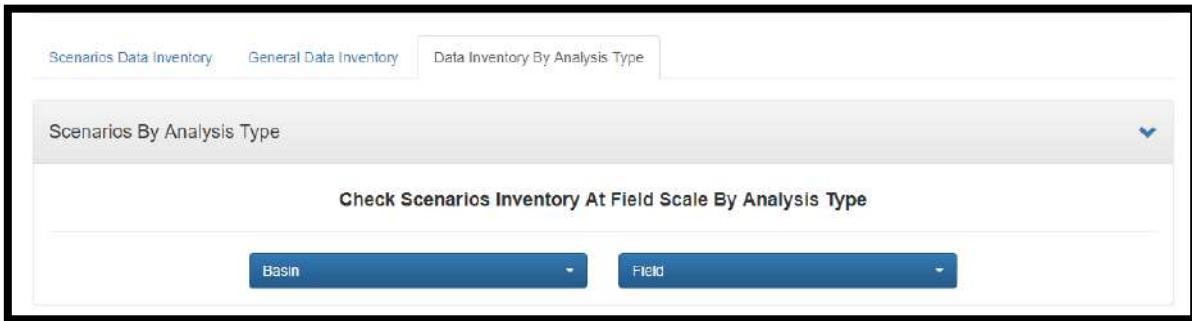
Ilustración 263. Información disponible según intervalo productor seleccionado



Ilustración 264. Mensaje de Error por falta de datos en el intervalo productor seleccionado

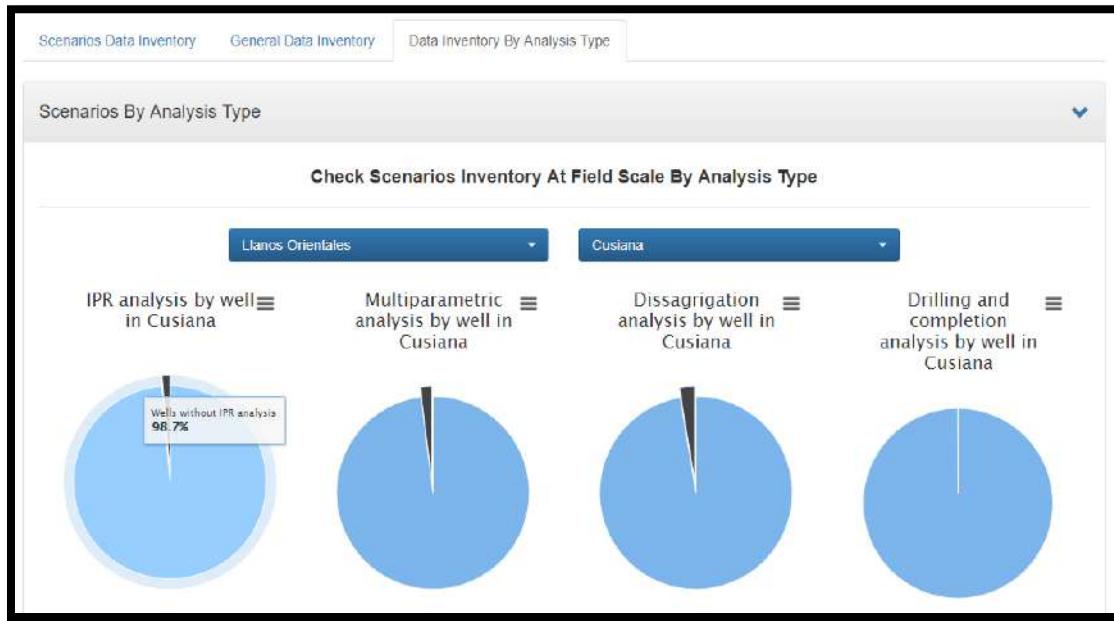
### 7.3 Inventario de Datos según el tipo de análisis (Data Inventory By Analysis Type)

En esta subsección primero se debe seleccionar la cuenca y el campo al que se le desea conocer la información.



*Ilustración 265. Interfaz de Data Inventory By Analysis Type*

Una vez seleccionado cuenca y campo se mostrarán gráficos estadísticos, tipo torta, que indica el porcentaje de datos que se tienen y también el porcentaje de datos que no se poseen de cada tipo de análisis (IPR, Multiparamétrico, Desagregación y perforación y completamiento), como se observa en la Ilustración 266 y a continuación una lista de los pozos del campo seleccionado con información sobre cuántos datos están completos y cuantos datos no lo están para la realización del análisis, así como se muestra en la Ilustración 267



*Ilustración 266. Estadísticos tipo torta con porcentajes de datos que se tienen de cada tipo de análisis*

| <b>Detailed Data By Well</b> |                                  |                                  |                                  |   |
|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|
| <b>Well</b>                  | <b>IPR Analysis</b>              | <b>Multiparametric Analysis</b>  | <b>Disaggregation Analysis</b>   | <b>Drilling And Completion Analysis</b> |
| BAB2ST1                      | <b>1 Complete / 4 Incomplete</b> | <b>2 Complete / 3 Incomplete</b> | <b>4 Complete / 1 Incomplete</b> | <b>0 Complete / 0 Incomplete</b>        |
| BAB2W                        | <b>0 Complete / 0 Incomplete</b> | <b>0 Complete / 0 Incomplete</b> | <b>1 Complete / 2 Incomplete</b> | <b>0 Complete / 0 Incomplete</b>        |
| BAB6                         | <b>0 Complete / 0 Incomplete</b> | <b>0 Complete / 1 Incomplete</b> | <b>0 Complete / 0 Incomplete</b> | <b>0 Complete / 0 Incomplete</b>        |
| BABA3Z                       | <b>0 Complete / 0 Incomplete</b>        |

Ilustración 267. Datos detallados de la información disponible y completa de pozos, según cada tipo de análisis

## 8 INFORMACION DEL USUARIO [IB21]

En esta interfaz se tiene la información del usuario;

Nombre (*Name*)

Cargo (*Position*). Posición del usuario en la empresa

Compañía (*Company*). Empresa que representa el Usuario

Perfil (*Profile*). Tipo de usuario en el aplicativo (define funciones permitidas en el aplicativo)

The screenshot shows a user profile page titled "User Information". At the top, there is a placeholder image of a person. Below the image, the title "User Information" is centered. Underneath the title, there are four data fields: "Name: idbustoscu", "Position: None", "Company: UN", and "Profile: System administrator". The background of the page is white, and the overall layout is clean and organized.

Ilustración 268. Interfaz de Información del Usuario

## 9 AYUDA (*Help*)

Para obtener mayor información acerca de las variables utilizadas dentro del aplicativo se selecciona, en la parte superior de la pantalla, la pestaña *Help*.

El menú de ayuda está compuesto de tres secciones:

- Manual de Usuario (*UserManual*)
- Ayuda General (*General Help*)
- Descargas (*Download*)

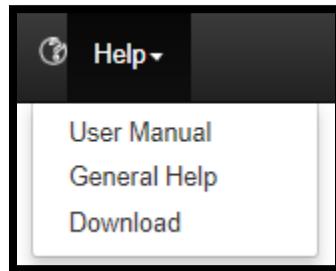


Ilustración 269. menú de ayuda

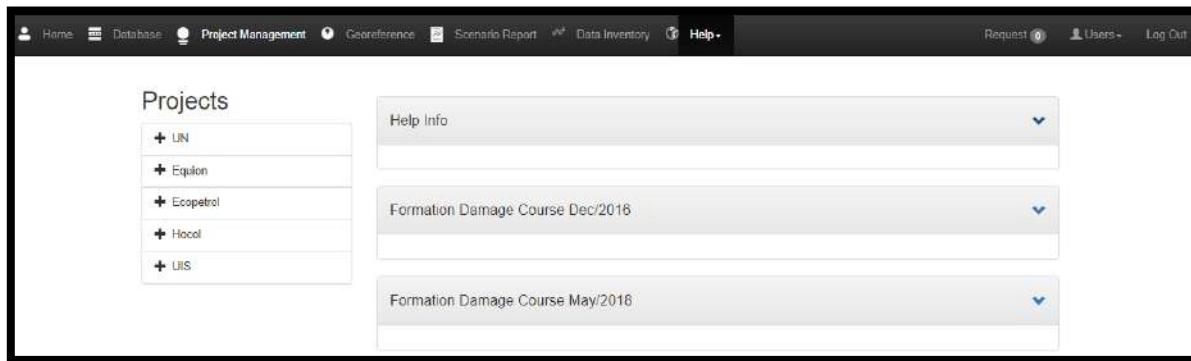
Al ingresar en la primera sección automáticamente se abrirá una nueva pestaña con este manual de usuario.

La sección General Help abre una nueva ventana con el documento PDF del **Manual de Mejores Prácticas para el Diagnóstico de Daño de Formación**, este documento es un libro con información básica sobre el daño de formación e información técnica de cada tipo de análisis que el aplicativo analiza (ver , se recomienda leer este documento, y el manual aplicativo para poder ingresar datos correctos y completos que permitan una correcta evaluación del daño.



Ilustración 270. Ayuda, Guía práctica para el diagnóstico y remediación del daño de formación

La última sección del menú Help corresponde a descargas (*Dowload*) y se subdivide en tres secciones, como se observa en la Ilustración 271.



*Ilustración 271. Sección de descargas*

Al ingresar en la primera sección de descarga el usuario encontrará una ruta alterna para ingresar y descargar en formato PDF este manual de usuario y el documento PDF de guía práctica para el diagnóstico y remediación de daño de formación.



*Ilustración 272. Sección de descarga Help Info*

La segunda subsección contiene documentos en pdf con información del curso de daño de formación dictado en el año 2016 donde se tomaron temas como análisis probabilístico, tipos de daño, flujos de diagnóstico, herramientas, metodologías, simulador molecular, entre otras, además se puede descargar una lista de los participantes del curso, así como se observa en la Ilustración 273.

Formation Damage Course Dec/2016

- Agenda
- Introducción
- Análisis Probabilístico
- Asistente Estimulación
- Daño Geomecánico
- Daño por Asfaltenos
- Daño por Componentes
- Daño por Finos
- Daño por Fluidos de Perforación
- Daño por Parafinas
- Escamas Minerales
- Flujo de Diagnóstico Ecopetrol
- Herramienta Modelamiento de DF
- Nanotecnología
- Simulación Molecular
- Lista Asistencia Ecopetrol Bogotá
- Lista Asistencia Equion Bogotá
- Lista Asistencia On-line

*Ilustración 273. Sección de descarga del curso de daño de formación del año 2016*

La última subsección contiene documentos en PDF descargables del curso de daño de formación, específico de IFDM, donde se encuentran diferentes tipos de daño, entre otros temas, además se encuentra una encuesta que se puede realizar para conocer la facilidad del manejo del aplicativo IFDM.

Formation Damage Course May/2018

- Curso Daño de Formación\_IFDM - IFDM
- Curso Daño de Formación\_IFDM - Plan de trabajo
- Curso Daño de Formación\_IFDM - Daño de Formación
- Curso Daño de Formación\_IFDM - Daño Inducido
- Curso Daño de Formación\_IFDM - Estrategia
- Curso Daño de Formacion\_IFDM - Finos
- Curso Daño de Formación\_IFDM - Introducción A.Restrepo
- Curso Daño de Formación\_IFDM - Modelo Multiparamétrico
- Curso Daño de Formación\_IFDM - RS\_14\_Foundation Damage\_Operation, Diagnosis and Treatment Strategy
- Curso Daño de Formación\_IFDM - Daño por escamas minerales
- Encuesta Curso IFDM

*Ilustración 274. Sección de descarga de información del curso de daño de formación de IFDM*

## 10 LISTA DE SOLICITUDES (*Request*)

En la parte superior de la pantalla de inicio se muestra un botón de lista de solicitudes, las que indican que se espera un cambio en algún escenario creado anteriormente por parte de algún ingeniero o administrador. La siguiente ilustración muestra la pantalla inicial donde aparecerán las solicitudes, las cuales son procesadas por los administradores del aplicativo y quienes podrán realizar los cambios respectivos a los escenarios.

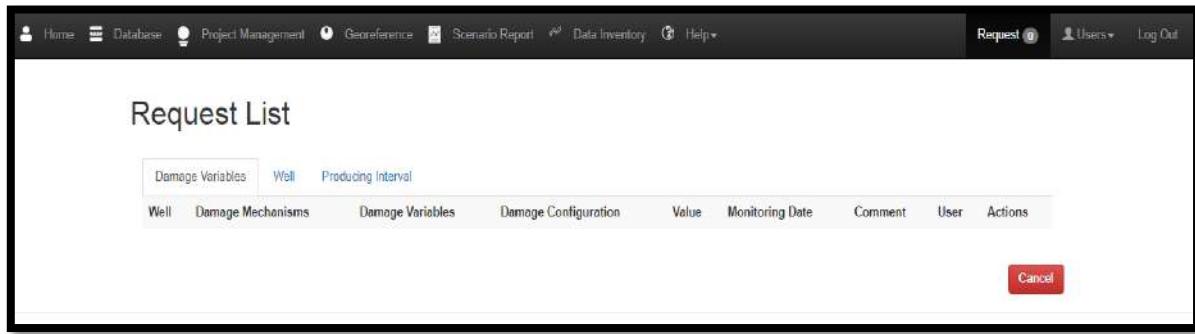


Ilustración 275. Lista de Solicitudes

Una vez que se ingresa a la lista de solicitudes, en la parte superior del administrador del aplicativo podrá ver los ítems que se solicitan modificar, los que están clasificados en tres: variables de daño (*damage variables*), pozo (*well*) e intervalo de producción (*producing interval*) como se puede apreciar en la Ilustración 276.

En el menú *Damage Variables* se pide ingresar el nombre del pozo (*Well*), Mecanismo de daño (*Damage mechanisms*), Variables de daño (*Damage variables*), Configuración de Daño (*Damage Configuration*), Valor (*Value*), día del monitoreo (*Monitoring date*), Comentarios adicionales (*Comment*) y Acciones (*Actions*). Ver Ilustración 275.

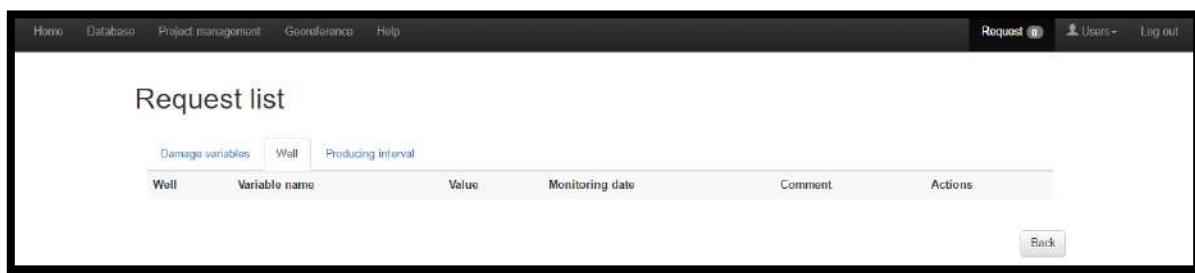


Ilustración 276. Lista de solicitudes, información relacionada con el pozo.

En el menú *Well* se requiere completar la mayor información relacionada con los pozos, como lo son nombre del pozo (*well*), nombre de la variable asociada (*Variable name*), valor de la variable (*Value*), fecha de monitoreo o revisión (*monitoring date*), comentarios (*comment*) y finalmente acciones (*actions*), como se puede apreciar en la Ilustración 276.

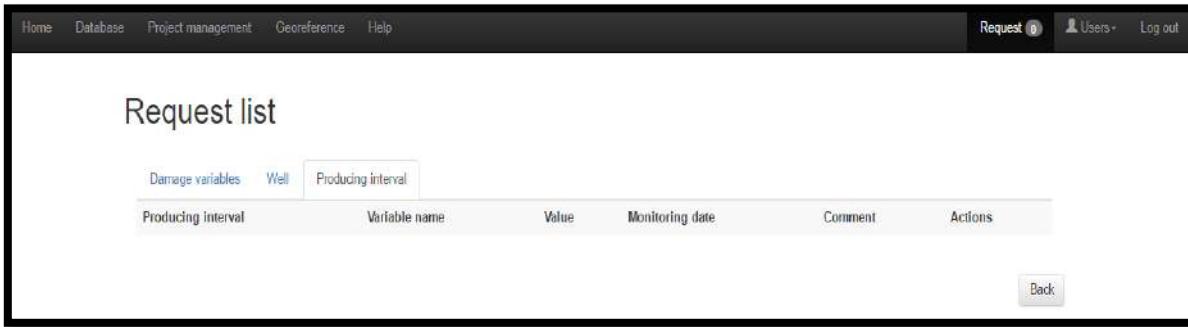


Ilustración 277. Información relacionada con el intervalo de producción, Producing interval

Al seleccionar el botón de intervalo de producción *producing interval*, se encuentra la siguiente información que debe ser completada por el ingeniero a cargo de la solicitud: intervalo de producción (*producing interval*), nombre de la variable (*variable name*), valor (*value*), fecha de monitoreo o revisión (*monitoring date*), comentario (*comment*) por último se encuentra acciones (*actions*), en la Ilustración 277 se encuentra los campos que deben ser diligenciados para poder realizar las modificaciones por parte del ingeniero y administrador.

Para salir de las solicitudes dar clic en el botón de color rojo Cancelar (*Cancel*) el cual lo redirigirá a la pantalla de inicio *home*.



Ilustración 278. Botón que redirigirá a la pantalla de inicio, *Cancel*

## 11 SALIDA DEL APLICATIVO

Para salir del aplicativo el usuario debe dirigirse al botón *Log out* que se encuentra en la parte superior derecha de la pantalla con el cual se termina la sesión, como se observa en la Ilustración 279; regresando a lo descrito en la sección 2.1 Acceso al sistema, ver Ilustración 280.



Ilustración 279. Opción Log Out para salir del aplicativo

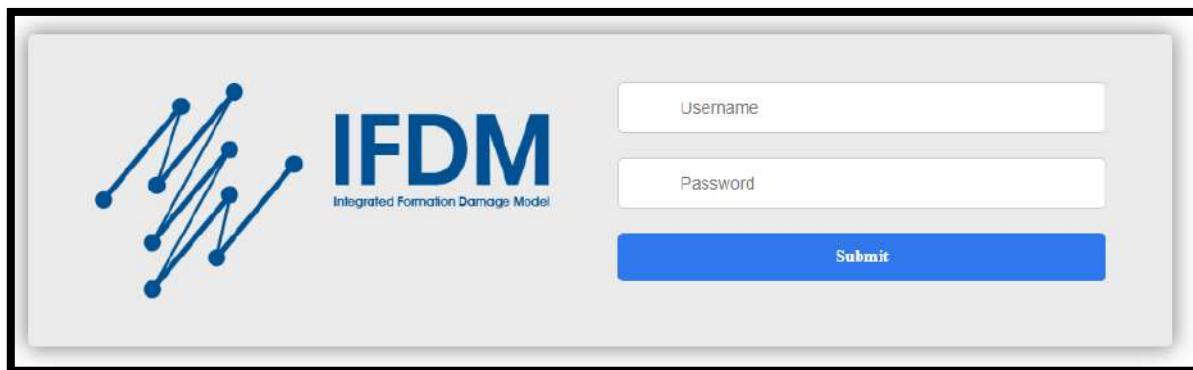


Ilustración 280. Acceso al sistema, al finalizar sección.

## 12 REFERENCIAS

- [1] Rodrigues.
- [2] T. Fan y J. Wang, «Evaluating Crude Oils by SARA Analysis,» SPE/DOE Improved Oil Recovery Symposium, 2002.
- [3] T. Ahmed, «Reservoir Engineering Handbook,» Gulf Profesional Publishing , 2010.
- [4] C. H. Whitson, «Phase Behavior of Petroleum Reservoir Fluids,» Departaments of Petroleum and Chemical Enginering Tesis, Noruega, 1983.
- [5] C. Rodrigues, «A Dictionary for the Petroleum Industry,» 2011.
- [6] C. Rodrigues, «A Dictionary for the Petroleum Industry,» 2011.
- [7] T. H. Ahmed, «Reservoir Engineering Handbook,» vol. cuarta edición, 2010.
- [8] T. Fan y J. Wang, «Evaluating Crude Oils by SARA Analysis,» de *SPE/DOE Improved Oil Recovery Symposium*, Tulsa, Oklahoma, 2002.
- [9] T. Ahmed, Reservoir Engineering Handbook, Fourth Edition ed., USA: Gulf Profesional Publishing, 2010.
- [10] C. Xu y Q. Shi, Structure and Modeling of Complex Petroleum Mixtures, vol. 168, Switzerland: Springer, Cham, 2016.
- [11] C. Whitson, PHASE BEHAVIOR AND FLOW OF PETROLEUM RESERVOIR FLUIDS, Noruega, 1983.