



**HERRAMIENTA INFORMÁTICA APLICADA A LA DESCRIPCIÓN DE LAS  
OPERACIONES Y ESTADO DE LOS SISTEMAS DE EXTRACCIÓN DE  
HIDROCARBUROS, LÍNEAS DE FLUJO E INYECCIÓN DE AGUA DEL CAMPO  
TELLO DE LA SUPERINTENDENCIA DE OPERACIONES HUILA-TOLIMA,  
ECOPETROL S.A.**

**INÉS POVEDA ESCOBAR  
ALEX JHOAN GONZÁLEZ MORA**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA DE PETRÓLEOS  
NEIVA – HUILA  
2009**



**HERRAMIENTA INFORMÁTICA APLICADA A LA DESCRIPCIÓN DE LAS  
OPERACIONES Y ESTADO DE LOS SISTEMAS DE EXTRACCIÓN DE  
HIDROCARBUROS, LÍNEAS DE FLUJO E INYECCIÓN DE AGUA DEL CAMPO  
TELLO DE LA SUPERINTENDENCIA DE OPERACIONES HUILA-TOLIMA,  
ECOPETROL S.A.**

**INÉS POVEDA ESCOBAR  
ALEX JHOAN GONZÁLEZ MORA**

**Proyecto de grado para optar al título de  
Ingeniero de Petróleos**

**Director:  
JOSÉ MIGUEL GALINDO SÁNCHEZ  
Ingeniero de Petróleos**

**Codirector  
Haydee Morales  
Ingeniera de Petróleos**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA DE PETRÓLEOS  
NEIVA – HUILA  
2009**



Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Director del Proyecto

Neiva, 20 de abril de 2009

## DEDICATORIA

*Doy gracias a Dios, a mi madre Leonor Escobar, a mis hermanos Jesús, Freitner, Maria y Edinson porque sin su apoyo, comprensión, confianza y amor no hubiera sido posible culminar esta etapa de mi vida, a Gamalier Pardo por brindarme su colaboración cuando más lo necesite y a mi compañero de tesis por su dedicación y comprensión.*

**INES POVEDA ESCOBAR**

*Dedico este trabajo a mis padres, Jaidy Mora y Alejandro González ya que sin su continuo amor, apoyo, ejemplo y paciencia culminar esta etapa de mi vida hubiese sido difícil.*

*A los profesores Ervin Aranda Aranda, Hernando Ramírez Plazas y Haydee Morales quienes con sus enseñanzas y consejos forman no solo profesionales, sino personas.*

**ALEX J. GONZÁLEZ MORA**

## AGRADECIMIENTOS

Los autores ofrecen sus agradecimientos a:

La *UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA*, junto con sus docentes, en especial los del programa de Ingeniería de Petróleos, por compartir sus conocimientos y experiencias dándonos la posibilidad de ser personas integrales.

*ECOPETROL – GERENCIA REGIONAL SUR*, Superintendencia de Operaciones Huila – Tolima, Coordinación de Producción Tello, por su apoyo logístico.

*JOSÉ MIGUEL GALINDO SÁNCHEZ*, Jefe Departamento de Producción *ECOPETROL* Putumayo, por la oportunidad de realizar este proyecto y su apoyo incondicional.

*WILSON MARTINEZ*. Ingeniero de Petróleos. Superintendencia de Operaciones Huila – Tolima, por su constante asesoría.

*ERVIN ARANDA ARANDA*. Ingeniero de Petróleos. Profesor Titular del Programa de Ingeniería de Petróleos. Evaluador del Proyecto.

*LUIS HUMBERTO ORDÚZ*. Ingeniero de Petróleos. Profesor Titular del Programa de Ingeniería de Petróleos. Evaluador del Proyecto.

*OPERADORES, SUPERVISORES, RECORREDORES, INSTRUMENTISTAS* y demás personal del Campo Tello, Superintendencia de Operaciones Huila – Tolima, por su colaboración en el proceso de elaboración del proyecto.

*Ingenieros y personal de QUIMONSA Ltda*, por su apoyo logístico.

A todas aquellas personas que de una u otra manera aportaron su grano de arena en la realización de este proyecto.

## TABLA DE CONTENIDO

|   | Pág. |
|---|------|
| 1. GENERALIDADES DEL CAMPO.....                   | 1    |
| 1.1 GEOLOGIA.....                                 | 2    |
| 1.2 PROPIEDADES DEL YACIMIENTO Y LOS FLUIDOS..... | 3    |
| 1.3 POZOS .....                                   | 5    |
| 2. DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA.....             | 6    |
| 2.1 GENERALIDADES .....                           | 7    |
| 2.1.1 Objetivo .....                              | 8    |
| 2.1.2 Alcances.....                               | 9    |
| 2.1.3 Historia de campo.....                      | 9    |
| 2.1.4 Apuntes .....                               | 9    |
| 2.1.5 Geología .....                              | 11   |
| 2.1.6 Glosario .....                              | 11   |
| 2.1.7 Usuarios .....                              | 12   |
| 2.2. BOMBEO ELECTROSUMERGIBLE.....                | 13   |
| 2.2.1 Definición.....                             | 13   |
| 2.2.1.1 Definición.....                           | 13   |
| 2.2.1.2 Descripción del proceso .....             | 14   |
| 2.2.1.3 Descripción de equipos .....              | 14   |
| 2.2.2 Ubicación de pozos .....                    | 15   |
| 2.2.3 Pozos con bombeo electrosumergible.....     | 16   |
| 2.2.3.1 Historia.....                             | 17   |
| 2.2.3.2 Ubicación del pozo .....                  | 18   |
| 2.2.3.3 Historial de producción .....             | 19   |
| 2.2.3.4 Características equipo actual.....        | 20   |

|  |    |
|--|----|
| 2.2.3.5 Estado mecánico .....                        | 23 |
| 2.2.3.6 Formaciones .....                            | 24 |
| 2.2.4 Operaciones .....                              | 25 |
| 2.2.4.1 Equipos y herramientas .....                 | 25 |
| 2.2.4.2 Operaciones .....                            | 25 |
| 2.2.4.3 Maniobra de cañuelas en cortacircuitos ..... | 26 |
| 2.2.5 Monitoreo de pozos .....                       | 26 |
| 2.2.6 Normas de seguridad .....                      | 26 |
| 2.3 BOMBEO MECÁNICO.....                             | 27 |
| 2.3.1 Definición.....                                | 27 |
| 2.3.1.1 Definición.....                              | 27 |
| 2.3.1.2 Descripción de equipos .....                 | 28 |
| 2.3.1.2.1 Bomba de subsuelo .....                    | 28 |
| 2.3.1.2.2 Sarta de varillas .....                    | 29 |
| 2.3.1.2.3 Equipo de superficie .....                 | 29 |
| 2.3.2 Ubicación de pozos .....                       | 29 |
| 2.3.3 Cabezal .....                                  | 30 |
| 2.3.4 Pozos con bombeo mecánico.....                 | 30 |
| 2.3.4.1 Historia.....                                | 31 |
| 2.3.4.2 Fallas equipo de subsuelo BM.....            | 31 |
| 2.3.4.3 Ubicación del pozo .....                     | 32 |
| 2.3.4.4 Historial de producción .....                | 33 |
| 2.3.4.5 Características equipo actual.....           | 33 |
| 2.3.4.5.1 Equipo de fondo.....                       | 34 |
| 2.3.4.5.2 Equipo de superficie .....                 | 36 |
| 2.3.4.6 Estado mecánico .....                        | 36 |
| 2.3.4.7 Formaciones .....                            | 36 |
| 2.3.5 Operaciones .....                              | 37 |

|   |    |
|---|----|
| 2.3.5.1 Equipos y herramientas .....            | 37 |
| 2.3.5.2 Operaciones .....                       | 38 |
| 2.3.5.3 Lubricación de los cilindros.....       | 39 |
| 2.3.5.4 Prendida de motor .....                 | 39 |
| 2.3.5.5 Toma muestras y presiones.....          | 39 |
| 2.3.6 Monitoreo de pozos .....                  | 40 |
| 2.3.7 Normas de seguridad .....                 | 40 |
| 2.4 INYECCIÓN DE AGUA.....                      | 41 |
| 2.4.1 Definición.....                           | 42 |
| 2.4.2 Tratamiento de agua.....                  | 42 |
| 2.4.3 Bombas de inyección de agua.....          | 43 |
| 2.4.4 Cabezales de inyección .....              | 43 |
| 2.4.5 Ubicación pozos inyectoros .....          | 44 |
| 2.4.6 Pozos inyectoros .....                    | 44 |
| 2.4.7 Procedimientos .....                      | 46 |
| 2.4.8 Normas de seguridad .....                 | 46 |
| 2.5 LÍNEAS DE FLUJO.....                        | 47 |
| 2.5.1 Definición.....                           | 48 |
| 2.5.2 Líneas de recolección de producción ..... | 48 |
| 2.5.3 Líneas de inyección .....                 | 49 |
| 2.5.4 Mapas de líneas de flujo.....             | 49 |
| 2.6 POZOS ABANDONADOS .....                     | 50 |
| 3. CONCLUSIONES.....                            | 51 |
| 4. RECOMENDACIONES .....                        | 53 |
| 5. BIBLIOGRAFÍA .....                           | 54 |

## LISTA DE FIGURAS

|  | Pág. |
|--|------|
| Figura 1. Mapa Ubicación Campo Tello .....                                     | 1    |
| Figura 2. Yacimiento .....   | 2    |
| Figura 3. Comparación Columna Estratigráfica de Neiva con la del Campo Tello.. | 3    |
| Figura 4. Herramienta cargando información .....                               | 6    |
| Figura 5. Control de Acceso .....  | 6    |
| Figura 6. Pantalla Principal .....   | 7    |
| Figura 7. Menú Generalidades .....   | 8    |
| Figura 8. Objetivo .....   | 8    |
| Figura 9. Alcances.....  | 9    |
| Figura 10. Historia de Campo .....   | 10   |
| Figura 11. Apuntes .....   | 10   |
| Figura 12. Geología.....   | 11   |
| Figura 13. Glosario.....   | 12   |
| Figura 14. Ventana para Usuarios autorizados .....                             | 12   |
| Figura 15. Menú Bombeo Electrosumergible .....                                 | 13   |
| Figura 16. Descripción de Equipos. Bomba Centrífuga.....                       | 14   |
| Figura 17. Descripción de Equipos. Motor Eléctrico Sumergible.....             | 15   |
| Figura 18. Mapa Ubicación de pozos .....                                       | 16   |
| Figura 19. Submenú Pozos Lámina A.....   | 16   |
| Figura 20. Ventana Historia. Pozo TLL-08 .....                                 | 17   |
| Figura 21. Información Equipo de Subsuelo. Pozo TLL-08 .....                   | 18   |
| Figura 22. Ubicación del pozo TLL-54ST2 .....                                  | 19   |
| Figura 23. Historial de Producción pozo TLL-15ST .....                         | 20   |
| Figura 24. Equipo de fondo pozo TLL-35A.....                                   | 21   |

|   |    |
|---|----|
| Figura 25. Bombas pozo TLL-35A.....                             | 22 |
| Figura 26. Equipo de Superficie pozo TLL-54ST .....             | 23 |
| Figura 27. Estado mecánico pozo TLL-43.....                     | 24 |
| Figura 28. Formaciones pozo TLL-10 .....                        | 24 |
| Figura 29. Quipos y herramientas Bombeo Electrosurgible .....   | 25 |
| Figura 30. Vista de la pantalla de monitoreo de pozos.....      | 26 |
| Figura 31. Normas de seguridad. Riesgos Eléctricos .....        | 27 |
| Figura 32. Menú Bombeo Mecánico.....                            | 28 |
| Figura 33. Bomba de subsuelo .....                              | 29 |
| Figura 34. Descripción de equipos. Unidad Rotaflex .....        | 29 |
| Figura 35. Cabezal.....   | 30 |
| Figura 36. Pozos con Bombeo Mecánico.....                       | 31 |
| Figura 37. Historia pozo TLL-30D .....                          | 32 |
| Figura 38. Fallas Equipo de Subsuelo pozo TLL-18A.....          | 32 |
| Figura 39. Ubicación pozo TLL-55ST.....                         | 33 |
| Figura 40. Historial de producción TLL-33 .....                 | 34 |
| Figura 41. Equipo de fondo pozo TLL-25 .....                    | 35 |
| Figura 42. Bomba pozo TLL-25.....                               | 35 |
| Figura 43. Equipo de superficie pozo TLL-52.....                | 36 |
| Figura 44. Menú Operaciones, submenú Equipo y Herramientas..... | 37 |
| Figura 45. Tanque acumulador de aire .....                      | 38 |
| Figura 46. Operaciones.....                                     | 38 |
| Figura 47. Lubricación de los cilindros .....                   | 39 |
| Figura 48. Toma muestras y presiones.....                       | 39 |
| Figura 49. Monitoreo de pozos. Pozo parado .....                | 40 |
| Figura 50. Monitoreo .....                                      | 41 |
| Figura 51. Menú Inyección de agua .....                         | 41 |
| Figura 52. Tratamiento de agua .....                            | 42 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 53. Sistema de bombas de inyección.....                              | 43 |
| Figura 54. Cabezales de inyección .....                                     | 44 |
| Figura 55. Historial de producción pozo TLL-38. Convertido a inyector ..... | 45 |
| Figura 56. Historia pozo TLL-49ST. Perforado como inyector .....            | 45 |
| Figura 57. Procedimientos .....   | 46 |
| Figura 58. Normas de seguridad.....   | 47 |
| Figura 59. Menú Líneas de Flujo.....  | 47 |
| Figura 60. Definición .....   | 48 |
| Figura 61. Líneas de recolección de la producción .....                     | 49 |
| Figura 62. Mapa Completo de Campo Tello.....                                | 50 |
| Figura 63. Historia pozo TLL-17 .....                                       | 50 |



UNIVERSIDAD  
SURCOLOMBIANA

## LISTA DE TABLAS

|  | Pág. |
|--|------|
| Tabla 1. Características del yacimiento y propiedades de los fluidos ..... | 4    |



UNIVERSIDAD  
SURCOLOMBIANA

## LISTA DE ANEXOS

**ANEXO 1.** CD Herramienta Descripción Pozos Campo Tello



En este documento se presenta la información contenida en el trabajo de grado presentado en medio físico, que explica el funcionamiento de la herramienta a la cual se accede dando doble click en el logo “Pozos Tello” que está en el escritorio, previa instalación. Para visualizar adecuadamente la herramienta es necesario instalar Microsoft Visual Studio 6.0 y Adobe Reader 8 que se encuentra en formato .zip dentro de la carpeta “Installers” adjunta en el CD.

## RESUMEN

La información contenida en la Herramienta de Descripción de Operaciones y Estado de los Equipos existentes en los pozos del Campo Tello fue reunida y programada en Visual Studio 6.0, de manera que su acceso, uso y manipulación es sencillo para toda aquella persona interesada en familiarizarse con la historia, operaciones y estado actual de los pozos de Campo Tello.

La Herramienta está conformada por seis opciones en la barra de administrador para poder acceder a los principales aspectos relacionados con el campo y los pozos que existen en él. En el primer link, *GENERALIDADES*, se encuentran los objetivos, los alcances e información referente al campo, así como un glosario que, en un lenguaje sencillo, pretende definir palabras técnicas relacionadas con las operaciones en los pozos.

Los cinco links restantes, *BOMBEO ELECTROSUMERGIBLE*, *BOMBEO MECÁNICO*, *INYECCIÓN DE AGUA*, *LÍNEAS DE FLUJO* y *POZOS ABANDONADOS*, exponen definiciones, información de equipos y procedimientos, así como normas de seguridad, concernientes a cada uno de los temas.

## ABSTRACT

The information contained in the Operation Descriptions Tool and Condition of the existent Teams in the wells of the Tello Field was gathered and programmed in Visual Studio 6.0, so that its access, use and manipulation is simple for that real person interested in familiarizing with the history, operations and current state of Campo Tello's wells.

The Tool is conformed by six options in administrator's bar to be able to consent to the main aspects related with the field and the wells that exist in its. In the first link, *GENERALIDADES* are the objectives, the reaches and information with respect to the field, as well as a glossary that, in a simple language, it seeks to define technical words related with the operations in the wells.

The five remaining links, *BOMBEO ELECTROSUMERGIBLE*, *BOMBEO MECÁNICO*, *INYECCIÓN DE AGUA*, *LÍNEAS DE FLUJO* y *POZOS ABANDONADOS*, expose definitions, information of teams and procedures, as well as norms of security, concerning to each one of the topics.

## INTRODUCCIÓN

La calidad es uno de los factores importantes que una empresa debe alcanzar para lograr un reconocimiento a su actividad, más aun en un mundo donde los estándares internacionales cada vez son más altos para lograr la optimización en los procesos.

Los manuales de operaciones contribuyen en la búsqueda del reconocimiento de la calidad de los bienes y servicios de una empresa, aseguran la realización adecuada de los trabajos y tareas propias de la organización permitiendo una mayor eficiencia en las actividades que se realicen.

En el mundo de la Industria Petrolera, y más específicamente en el área de la producción de hidrocarburos, se llevan a cabo diferentes labores que implican riesgos de seguridad, tanto para el personal como para el medio ambiente y los equipos e instalaciones, y riesgos económicos, lo cual hace que el conocimiento de los elementos y del funcionamiento conjunto de estos sea necesario y crucial para minimizar dichos riesgos y asegurar la eficiencia, calidad y economía de los procesos.

Un conocimiento claro de los equipos, accesorios y piezas que tienen, y que tuvieron, los sistemas involucrados en la extracción de los fluidos del pozo y la inyección de agua, posibilitan el análisis de fallas presentes y futuras, la toma de decisiones más acertadas, así como mejorar la accesibilidad a la información del campo.

Por todo lo anterior se proporciona una herramienta que sirva como guía, no solo al personal sino a todo aquel interesado, de todos los procesos y equipos que intervinieron e intervienen en la extracción de hidrocarburos por medios

artificiales, inyección de agua y tareas en las líneas de flujo (producción e inyección) que se llevan a cabo en el Campo Tello.

La herramienta que se desarrollo es sencilla en su utilización, amigable, agradable visualmente, de fácil acceso y dinámica; la información que variará con el tiempo puede ser modificada por personal autorizado. El interesado puede consultar de manera directa procesos, información del campo, historial de pozos, información sobre partes, instrumentos y accesorios de los equipos, normas de seguridad, entre otro tipo de información de interés.

## 1. GENERALIDADES DEL CAMPO

Campo Tello está ubicado en el Valle Bajo del Río La Ceiba, en las inmediaciones Nororientales de la ciudad de Neiva, capital del Departamento del Huila y tiene una extensión de aproximadamente 113 Km<sup>2</sup> (27 922.8 Acres), abarcando terrenos del Municipio de Neiva, corregimiento de Fortalecillas, vereda El Venado, sector El Venadito, sector Llanitos, vereda La Jagua, vereda Ceibas Afuera, vereda La Mojarra, vereda La Mata y vereda El Centro.

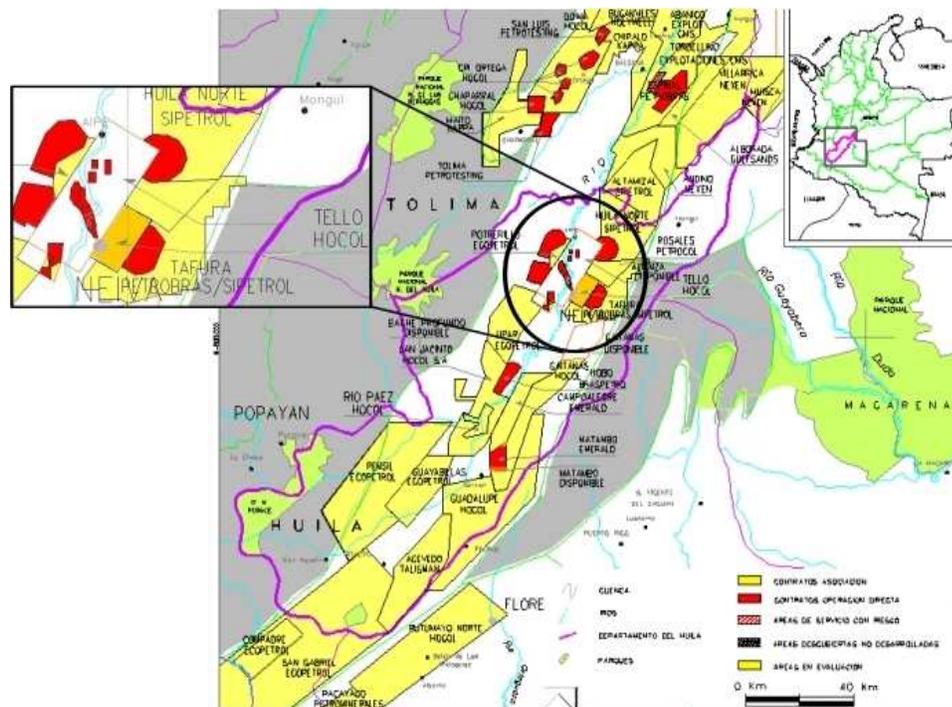
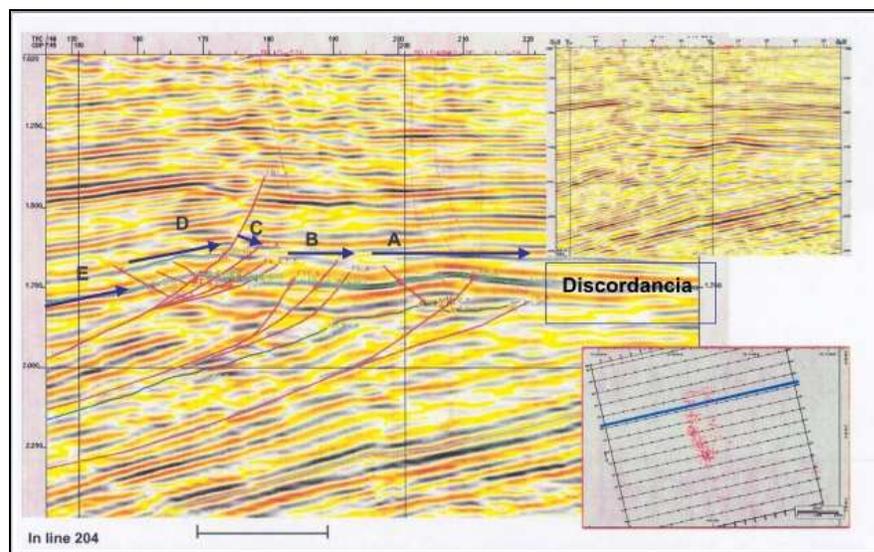


Figura 1. Mapa Ubicación Campo Tello

## 1.1 GEOLOGÍA

Geológicamente Campo Tello se encuentra en la cuenca del Valle Superior del Magdalena, que corresponde a una depresión estructural asimétrica alargada en dirección NE localizada entre las Cordilleras Central y Oriental del sistema andino colombiano, donde predomina una serie de anticlinales yuxtapuestos por cabalgamientos de bajo ángulo que involucra las formaciones Villeta y Monserrate de edad cretácea.



**Figura 2.** Yacimiento

La formación Villeta de edad cretácea superior, constituida por arcillas ricas en materia orgánica, es considerada la roca fuente principal de generación de hidrocarburos, mientras que la formación Monserrate constituida por cuarzoarenitas con pequeñas intercalaciones de arcillolitas y cherts es considerada el reservorio principal del campo. Las yuxtaposiciones de las arcillolitas contra las

areniscas generadas por el desplazamiento de las fallas, junto con las discordancias, entre otras proporcionan el sello de la cuenca.

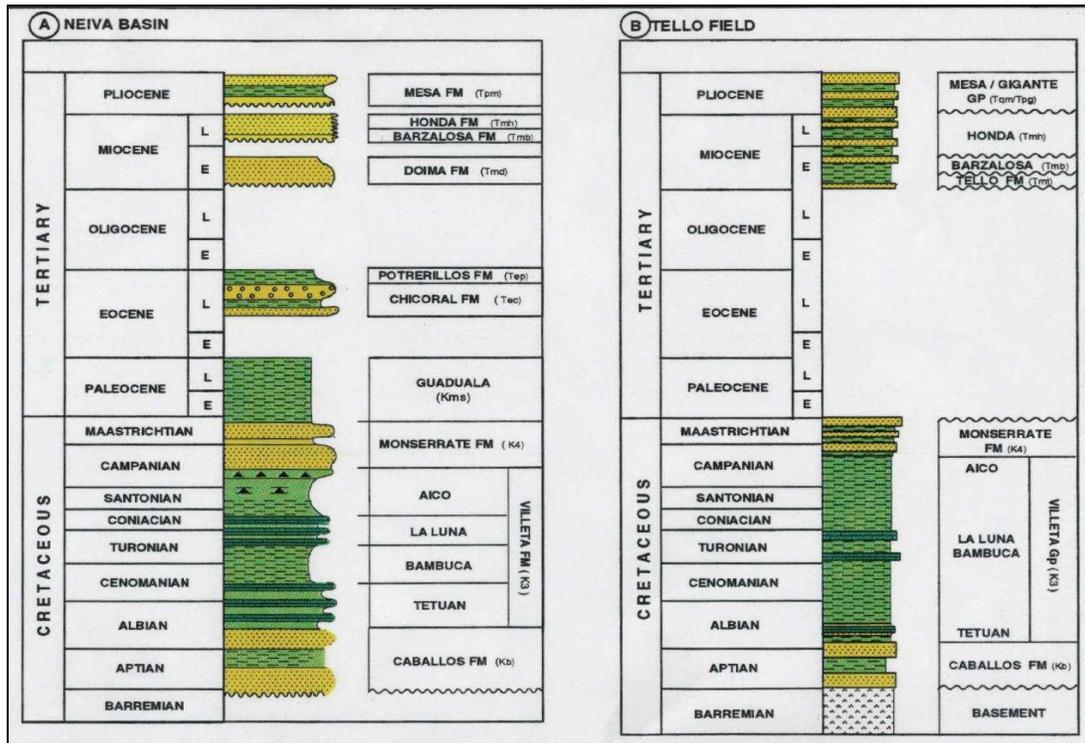


Figura 3. Comparación Columna Estratigráfica de Neiva con la del Campo Tello

A nivel de la formación Monserrate, con base en la información de sísmica en 3D, se interpretaron cinco láminas estructurales (A, B, C, D y E) separadas entre sí por fallas de cabalgamiento con un anticlinal asociado a cada una de ellas y delimitadas al oriente por la discordancia del Eoceno.

## 1.2 PROPIEDADES DEL YACIMIENTO Y LOS FLUIDOS

Las principales características del yacimiento y propiedades de los fluidos se pueden observar en la siguiente tabla:

**Tabla 1.** Características del yacimiento y propiedades de los fluidos

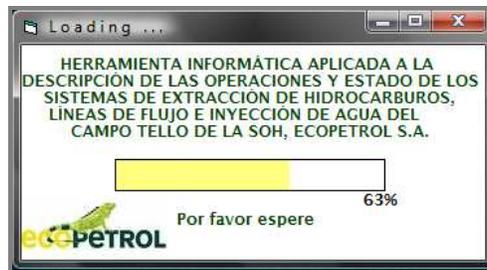
| <b>CARACTERÍSTICAS</b>           |   |
|----------------------------------|---|
| Formación                        | Monserate   |
| Tipo de trampa                   | Estructural   |
| Estructura                       | Anticlinal fallado alargado en dirección<br>NW-SE                                 |
| Profundidad                      | 8000 – 9000 ft (TVD)  |
| Litología                        | Areniscas   |
| Espesor total                    | Miembro C: 120 Ft<br>Miembro B3: 100 Ft<br>Miembro B2: 85 Ft<br>Miembro B1: 70 Ft |
| Espesor neto promedio            | Miembro C: 80 Ft<br>Miembro B3: 65 Ft<br>Miembro B2: 60 Ft<br>Miembro B1: 36 Ft   |
| Porosidad                        | 16 – 22 %   |
| Permeabilidad                    | 80 – 360 md   |
| Contacto O - W                   | 6900 ft TVDSS en lámina A, B y C  |
|                                  | 6800 ft TVDSS en lámina D y E   |
| Gravedad API                     | 20.3  |
| Viscosidad del aceite            | 10.6 cp   |
| Presión de burbuja               | 846 psi (PVT – Tello 46)  |
| Presión inicial                  | 3484 psi @ 6300 ft  |
| Presión actual (2006)            | 1000 psi @ –6.300 ft  |
| Solubilidad inicial, Rsi         | 142 PCS/BS  |
| Factor volumétrico, Bo           | 1.077 BY/BS   |
| Factor de recobro actual         | 20,8 %  |
| Factor de recobro final esperado | 25 %  |
| Volumen de petróleo original     | 442.2 MMB   |
| Reservas (2008)                  | 18.20 MMB   |
| Producción media Crudo (2008)    | 7800 BOPD   |
| Producción media Gas (2008)      | 830 MPCD  |

### 1.3 POZOS

- De los 67 pozos perforados en el Campo:
  - 9 han salido secos
  - 12 se han abandonado
  - 2 son productores de agua
  - 9 son inyectores de agua
  - 35 están actualmente produciendo
- De los 35 pozos productores:
  - 11 producen por Bombeo Mecánico (7 unidades balanceadas por aire y 4 Rotaflex)
  - 24 producen por medio de Bombeo Electrosumergible
- El crudo proveniente de los pozos está caracterizado como petróleo negro subsaturado, con un GOR entre 120 a 150 PCS/BI, viscosidad de 14.2 a 10 cp a la presión de burbuja (842 psi) y un factor volumétrico de 1.1 BY/STB.
- La producción promedio del campo para el 2008 es de 7800 BOPD

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA

Para acceder a la herramienta se debe hacer doble click en el icono “Pozos Tello”, una vez realizado esto se visualiza como la herramienta carga la información y posterior a esto aparece un control de acceso llamado INICIO DE SESIÓN en donde se debe insertar: un código, el cual es exclusivo y corresponde a cada usuario, y un password, para reconocer si el usuario es consultor o puede modificar información.



**Figura 4.** Herramienta cargando información



**Figura 5.** Control de Acceso

Luego de acceder se visualiza la pantalla principal de la Herramienta. Esta se compone de seis menús principales (*GENERALIDADES*, *BOMBEO*

ELECTROSUMERGIBLE, BOMBEO MECÁNICO, INYECCIÓN DE AGUA, LÍNEAS DE FLUJO y POZOS ABANDONADOS), que permiten visualizar el contenido a través de sub-menús que se despliegan en cada uno de estos.

Para visualizar la pantalla principal nuevamente, luego de haber ingresado en cualquiera de los menús, se deben cerrar todas las ventanas abiertas previamente.

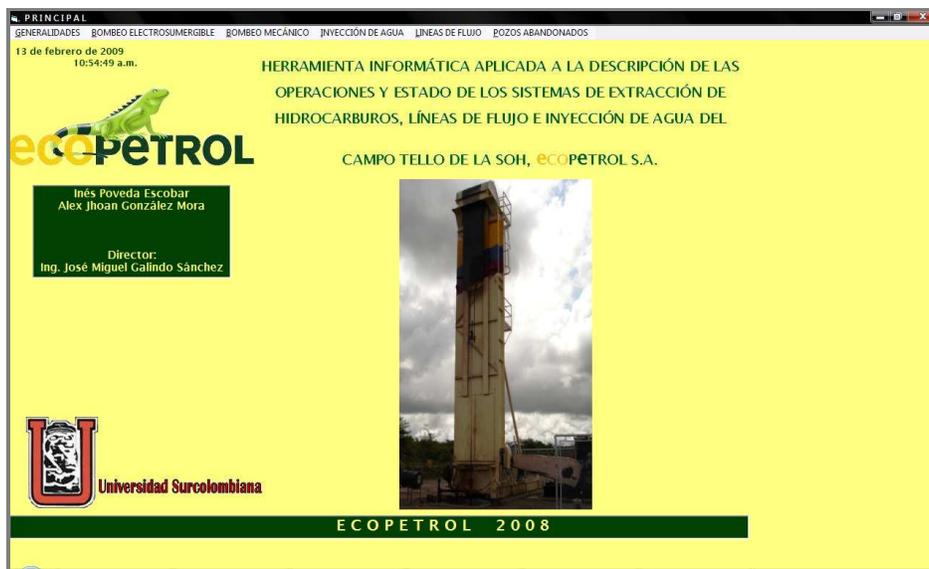


Figura 6. Pantalla Principal

## 2.1 GENERALIDADES

Compuesto por 7 ventanas (*Objetivo, Alcances, Historia del Campo, Apuntes, Geología, Glosario y Usuarios*) los cuales se despliegan al hacer click sobre la palabra GENERALIDADES.

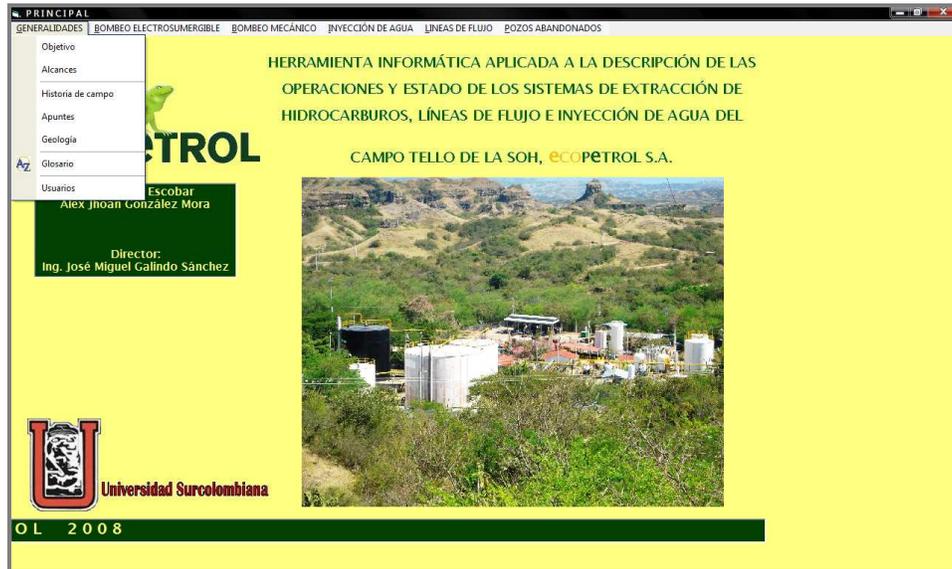


Figura 7. Menú Generalidades

### 2.1.1. Objetivo

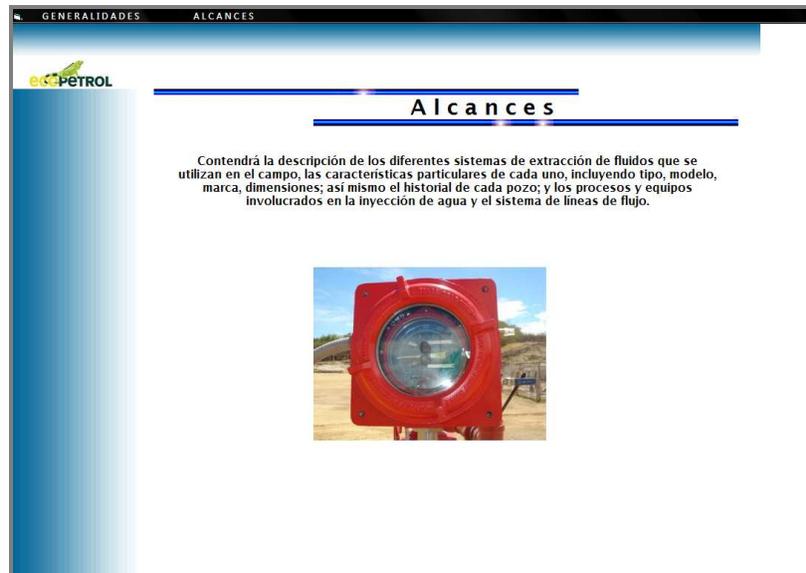
Explica la razón por la cual se elabora la herramienta.



Figura 8. Objetivo

### 2.1.2. Alcances

Contiene la estructura principal de la herramienta y la síntesis de lo que se puede consultar con esta.



**Figura 9.** Alcances

### 2.1.3. Historia de Campo

En esta sección se encuentra la ubicación del campo y una reseña histórica dispuesta de manera cronológica. El desplazamiento por esta sección se hace por medio del botón SEGUIR.

### 2.1.4. Apuntes

Esta ventana muestra algunos datos y estadísticas sobre el campo.

GENERALIDADES HISTORIA DEL CAMPO CONTINUACIÓN

**Historia del campo**



Equipo Perforador Pozo TLL-18

Las actividades tendientes a la explotación y producción petrolera iniciaron bajo la Concesión Campo Tello 1161 en Diciembre 31 de 1971, fecha en que el Ministerio de Minas y Energía firman el contrato que así lo define, otorgando a Tennessee Colombia S.A un área total de 61 746.45 Acres.

El día 19 de Junio de 1978 el área contratada inicialmente es reducida a 27 922.8 Acres. A partir de 1979 el área de concesión es asumida por HOCOL S.A.

En 1992 las facilidades de producción fueron destruidas por un ataque guerrillero. En el año de 1995 se construyeron las nuevas instalaciones para la recolección y tratamiento del crudo. En Octubre de 1997 se inició el proyecto de recobro mejorado con inyección de agua, así como el desarrollo de la zona norte del campo y la perforación infill, lo que incrementó notablemente la producción y las reservas, alcanzando en Abril de 2001 una producción máxima de 15 552 BFPD.

SEGUIR

Figura 10. Historia de Campo

GENERALIDADES APUNTES

**Apuntes**

- De los 67 pozos perforados en el Campo:
  - 9 han salido secos
  - 12 se han abandonado
  - 2 son productores de agua
  - 9 son inyectoros de agua
  - 35 están actualmente produciendo
- El crudo proveniente de los pozos está caracterizado como petróleo negro subsaturado, con un GOR entre 120 a 150 PCS/Bbl, viscosidad de 14.2 a 10 cp a la presión de burbuja (842 psi) y un factor volumétrico de 1.1 BY/STB.
- La producción promedio del campo para el 2008 es de 7800 BOPD
- La gravedad API del crudo producido es, en promedio, 20.3°
- El contenido de sal promedio es de 14 lb/1000 Bbls
- La producción de gas promedio es 830 MPCD, de los cuales se queman 27 MPCD
- El consumo de gas en el campo es de 1336 MPCD, de estos 803 son producidos en el campo y 533 son trasladados desde el campo Rio Celbas
- El consumo de energía promedio es de 7073 MW; 4508 MW son autogenerados y 2565 MW provienen del SIN

Figura 11. Apuntes

### 2.1.5. Geología

Aquí se puede consultar la geología general del campo, se exponen las diferentes láminas que componen la formación Monserrate (importante para entender la posterior agrupación de los pozos) y se compara la columna estratigráfica del campo con la de Neiva. Para avanzar por esta ventana se utiliza la barra de desplazamiento ubicada debajo de la figura minimizada.

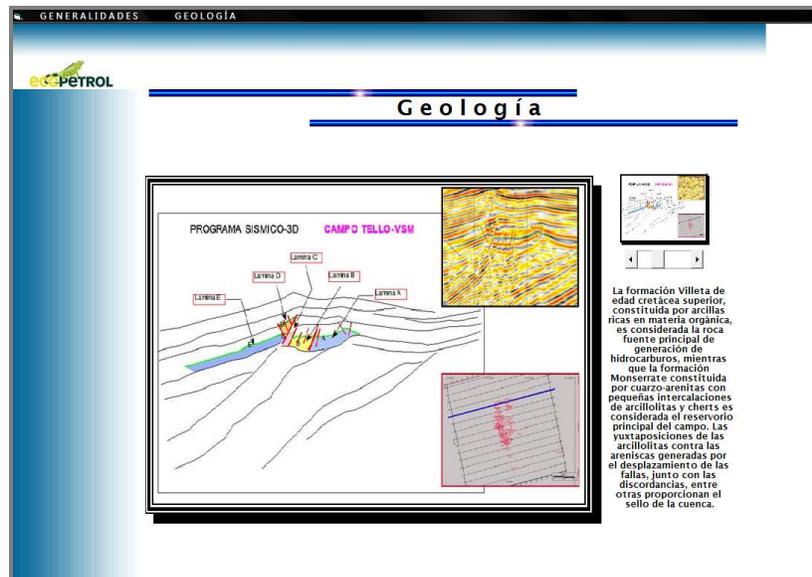


Figura 12. Apuntes

### 2.1.6. Glosario

En él se encuentran definiciones sencillas y concretas de términos encontrados en la herramienta. Para desplazarse solo se debe hacer click sobre la letra con que comienza la palabra.

Algunos términos no son incluidos dentro del Glosario ya que se encuentran explicados en las Definiciones de cada menú principal.

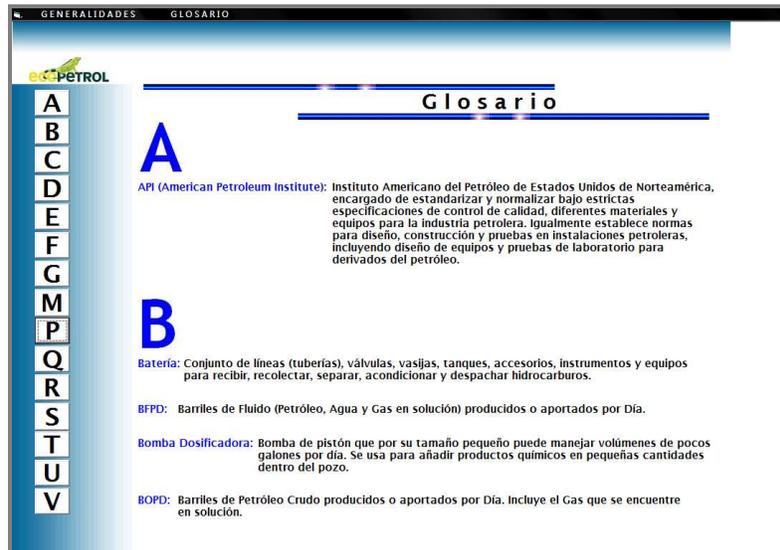


Figura 13. Glosario

### 2.1.7. Usuarios

Esta aplicación solo se encuentra habilitada para usuarios con autorización de modificar información. En ella el usuario autorizado puede visualizar, agregar, modificar o eliminar a otros usuarios.

Desde aquí también se pueden cambiar códigos y passwords, así como autorizar para efectuar entrada de datos y/o modificación de los mismos.

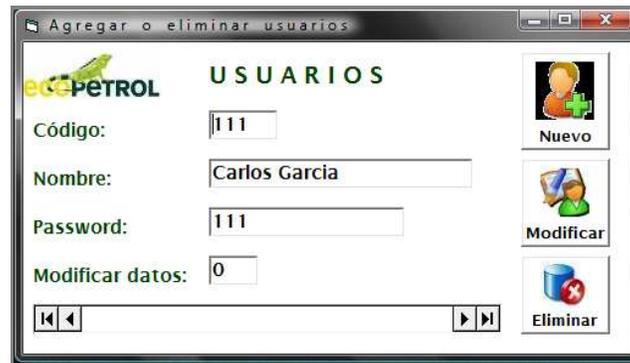


Figura 14. Ventana para Usuarios autorizados

## 2.2. BOMBEO ELECTROSUMERGIBLE

Este menú se compone de varios submenús y secciones en los cuales se encuentra información que describe historia, equipos, operaciones y demás temas relacionados con la extracción de fluidos de formación por medio de este sistema de levantamiento artificial.



Figura 15. Menú Bombeo Electrosumergible

### 2.2.1. Definición

Este submenú está conformado por 3 secciones: Definición, Descripción del proceso y Descripción de equipos.

**2.2.1.1. Definición:** precisa sobre el sistema BES y expone sus principales ventajas y desventajas.

**2.2.1.2. Descripción del proceso:** especifica el tránsito de los fluidos, provenientes del yacimiento, a través de los equipos de subsuelo hacia la superficie.

**2.2.1.3. Descripción de Equipos:** explica de manera didáctica todos los componentes de subsuelo del sistema electrosumergible. En la parte izquierda de esta ventana se pueden observar cada uno de los elementos que conforman el equipo de subsuelo, al hacer click en cualquiera de ellos se va a una nueva ventana con la descripción del elemento.

Las partes de las que se consta cada dispositivo pueden ser vistas al hacer click sobre estas; existen líneas que indican que elementos son visibles y para la bomba centrífuga es posible observar un video donde se está armando una bomba.

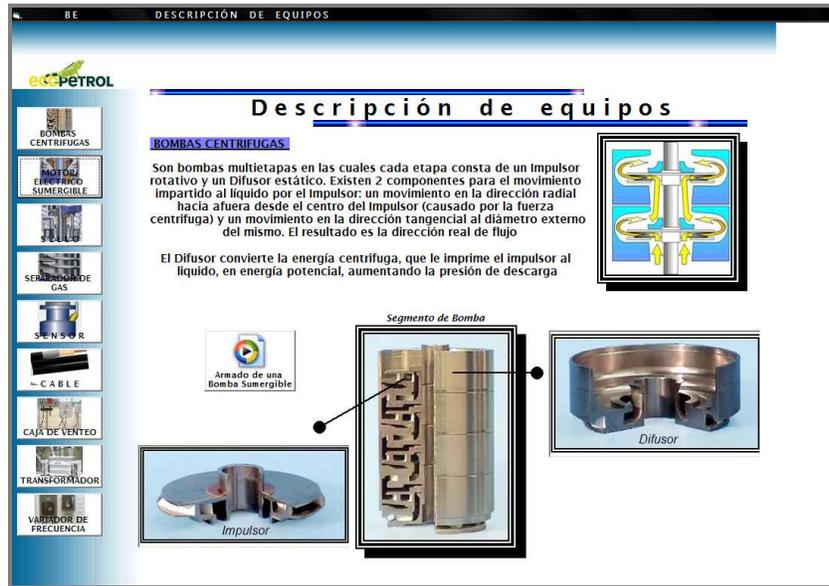


Figura 16. Descripción de Equipos. Bomba Centrífuga

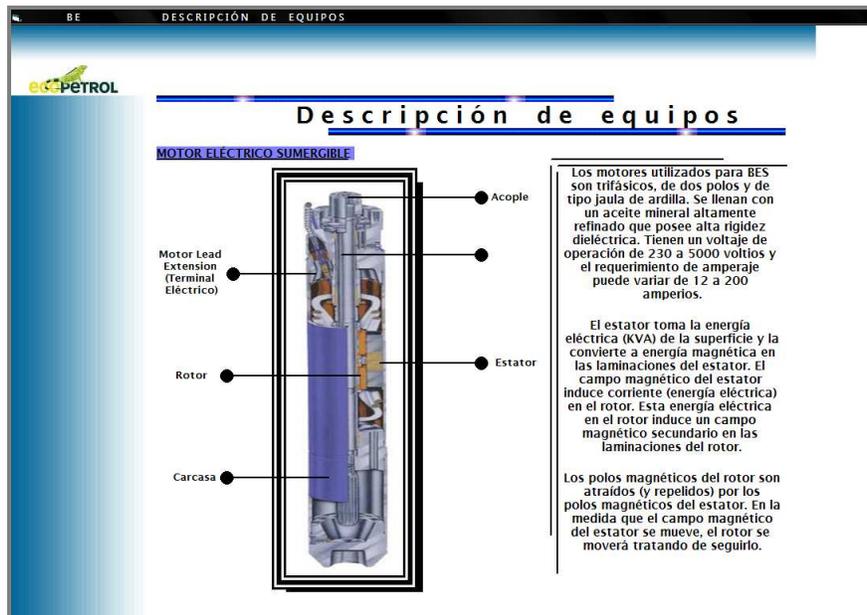


Figura 17. Descripción de Equipos. Motor Eléctrico Sumergible

## 2.2.2. Ubicación de pozos

Al hacer click sobre esta opción se despliega una ventana con el mapa del campo. En él se pueden observar las diferentes locaciones y los pozos que se encuentran en ellas. Además en este mapa se encuentran las vías de acceso a dichas locaciones.

En la parte superior derecha del mapa se encuentra un cuadro que contiene los nombres de los pozos del campo, al dar click sobre este cuadro se despliega el listado de estos nombres con diferentes colores: verde para pozos inyectoros, negro para los productores, abandonados en violeta y productores de agua en azul.



Figura 18. Mapa Ubicación de pozos

## 2.2.3. Pozos con Bombeo Electrosumergible

Esta sección se visualiza dividida en 4 submenús: Pozos Lamina A, Pozos Lamina B, Pozos Lamina C y Pozos Lamina D. En cada uno de los submenús se

encuentran los pozos cuya producción proviene de estas láminas a nivel de la formación Monserrate.



**Figura 19.** Submenú Pozos Lámina A

La disposición de la información para cada uno de los pozos con BES es igual, basta con deslizar el cursor sobre la lámina que se requiera y hacer click sobre el pozo que se desee consultar o modificar, según sea el caso.

Al abrir la ventana del pozo requerido, se encuentra al lado izquierdo 6 links (*Historia, Ubicación del pozo, Historial de producción, Características equipo actual, Estado mecánico y Formaciones*). Por default la ventana muestra una tabla con los principales eventos y sus correspondientes fechas, correspondiente al link Historia.

**2.2.3.1. Historia:** como ya se mencionó, contiene los principales eventos del pozo. Se puede consultar de dos maneras:

- 1.) Por medio del botón seguir se va de un evento a otro de manera cronológica.

2.) En la tabla inicial se puede hacer click en el cuadro negro, a la izquierda del evento, y así ir directamente al evento de interés.

| EVENTO                                | FECHA           |
|---------------------------------------|-----------------|
| Inicio Perforación                    | Ene. 9 de 1977  |
| Fin Perforación                       | Feb. 13 de 1977 |
| DST                                   | Feb. 13 de 1977 |
| Completamiento                        | Feb. 13 de 1977 |
| Bombeo Mecánico                       | Ene. 04 de 1979 |
| Cambio de Sistema a Bombeo Hidráulico | Nov. 03 de 1981 |
| Cambio de Sistema a BM                | Dic. 22 de 1981 |
| Cambio de Sistema a Bombeo Hidráulico | Feb. 11 de 1982 |
| Cambio de Sistema a BM                | Oct. 14 de 1986 |
| Cambio Unidad BM                      | Abr. 30 de 1990 |
| Cambio de Sistema a Bombeo Hidráulico | Jul. 30 de 1992 |
| Cambio de Sistema a BM                | Ago. 30 de 1992 |
| Cambio de Sistema a Bombeo Hidráulico | Nov. 23 de 1992 |
| Cambio de Sistema a BM                | Mar. 19 de 1993 |
| Cambio de Sistema a BES               | Dic. 02 de 1993 |
| Cambio de Sistema a BM                | Abr. 23 de 1994 |
| Cambio de Sistema a BES               | Sep. 17 de 1994 |
| Cambio de Sistema a BM                | Oct. 05 de 1994 |
| Cambio Unidad BM                      | Abr. 03 de 1995 |
| Bombeo Electrosumergible              | Sep. 12 de 1998 |

Figura 20. Ventana Historia. Pozo TLL-08

La descripción de cada evento es concreta y al final se observa una tabla con información sobre el equipo de subsuelo, fecha en donde ya es definitivo que el pozo seguirá con este tipo de sistema de levantamiento.

■ Abr. 03 de 1995 *Cambio Unidad BM*  
 Bomba: 25-225-THC-38 5 @ 7709 ft Operando a 4.5 SPM  
 Unidad: R-Flex-900-360-288 Recorrido de 288 in

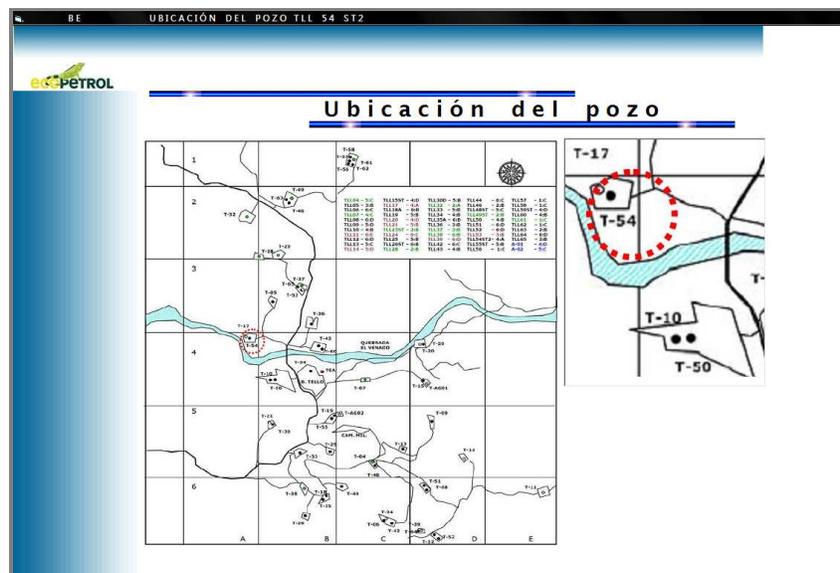
■ Sep. 12 de 1998 *Bombeo Electrosumergible*  
 Cambio de Sistema de **Bombeo Mecánico** por Sistema de Bombeo Electrosumergible.

| ELEMENTO             | SERIAL    | MODELO      | TIPO    | SERIE | PN         | Etapas | HP/Volt/Amp |
|----------------------|-----------|-------------|---------|-------|------------|--------|-------------|
| Bomba                | 01C-77150 | CPMTARM 1:2 | CC-4100 | 513   | 14068035   | 71     |             |
| Bomba                | 01C-77149 | CPMTARM 1:2 | CC-4100 | 513   | 14068035   | 71     |             |
| Separador de gas     | 42C-13394 | CRSTBARBAL  |         | 513   | 424000818  |        |             |
| Sello                | 31C-64639 | CSC3HLFPS   |         | 513   | 314005323  |        |             |
| Sello                | 31C-64637 | CSB3CLT     |         | 513   | SE200935A  |        |             |
| Motor                | 21K-56437 | KMHC        |         | 544   | 215008509A |        | 320/2370/98 |
| Sensor               | 21A-06458 | PHD         |         |       | 48870      |        |             |
| Motor Lead Extension | 61K-04712 |             |         | 562   | 42863      |        |             |
| Cable                | 61C-49801 | FLAT        |         |       | 76675      |        |             |

El equipo de bombeo electrosumergible se ha rediseñado desde su instalación en la fecha anteriormente mencionada 8 veces

Figura 21. Información Equipo de Subsuelo.  
Pozo TLL-08

**2.2.3.2. Ubicación del pozo:** al hacer click en este link se abre una ventana con el mapa del campo, se resalta el sitio donde se encuentra el pozo y al dar click sobre el pozo aparece un zoom de la locación para poder identificar mejor los pozos vecinos y locaciones cercanas.



**Figura 22.** Ubicación del pozo TLL-54ST2

**2.2.3.3. Historial de Producción:** al acceder a esta opción se despliega una ventana que contiene:

- Una tabla dividida en 5 columnas que contienen el promedio de la producción de fluidos, petróleo, agua y el BSW del año correspondiente.

- Una base de datos, HISTORIAL ACTUAL, en la cual un usuario autorizado pueden ingresar las producciones de fluidos y BSW mensuales, las cuales pueden ser consultadas posteriormente.

Un usuario autorizado puede actualizar el historial de producción así:

1. Pinchar el botón Agregar, inmediatamente se habilitan los espacios de AÑO, MES, BFPD, BOPD, BSW y BWPD.
2. Ingresar uno a uno los datos, pasando de casilla en casilla con el cursor.
3. Al terminar de ingresar datos hacer click en ACTUALIZAR.

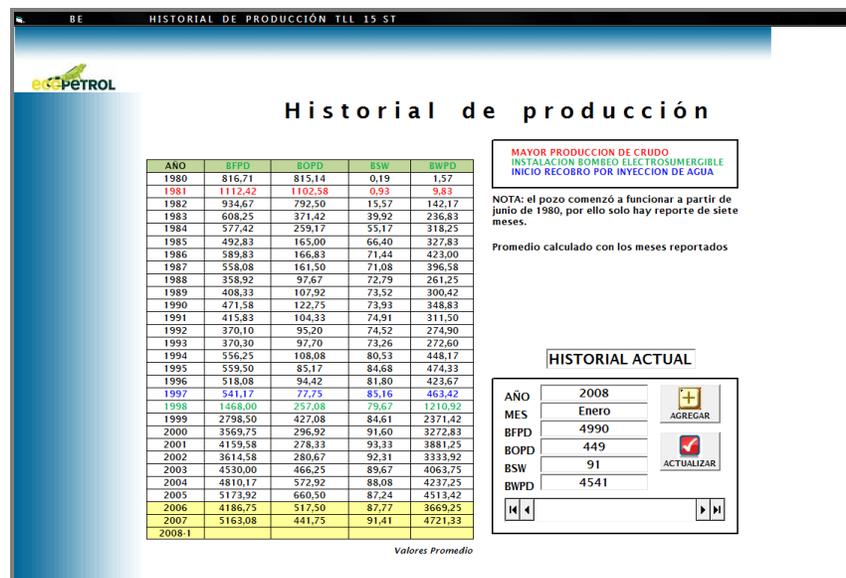
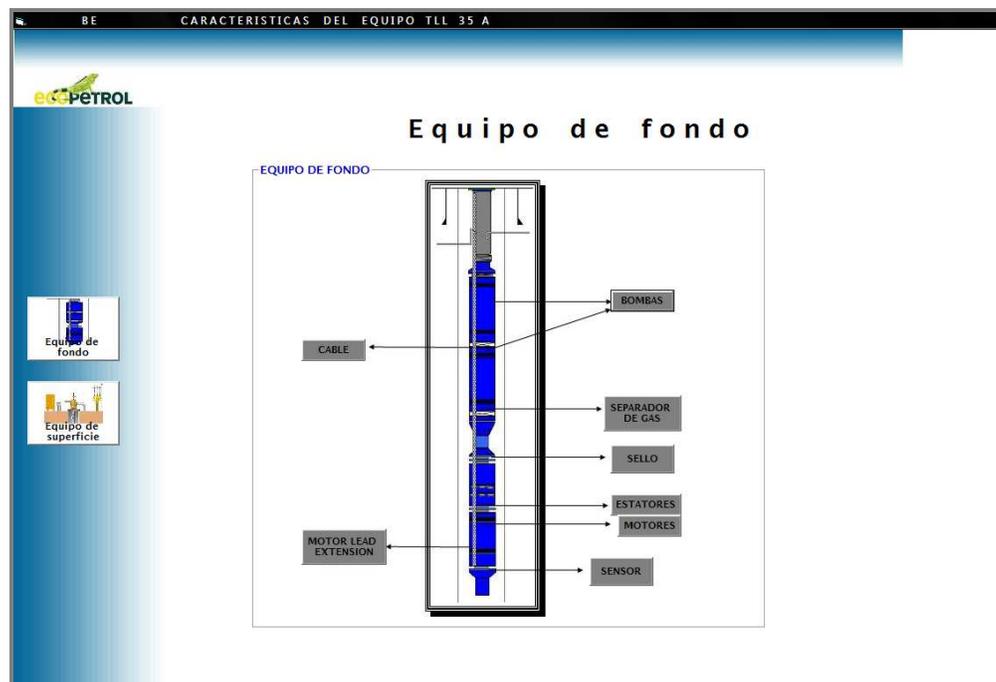


Figura 23. Historial de Producción pozo TLL-15ST

Para moverse por los diferentes datos ingresados se utiliza la barra de desplazamiento ubicada en la parte inferior de HISTORIAL ACTUAL.

**2.2.3.4. Características equipo actual:** en esta sección se abre una ventana que accede directamente al equipo de fondo. En la parte derecha se encuentran 2 links: Equipo de fondo y Equipo de superficie.



**Figura 24.** Equipo de fondo pozo TLL-35A

En la ventana inicial se observa el esquema del conjunto de equipos de subsuelo para BES. Al dar click en el nombre de cualquiera de ellos se abre una nueva venta que contiene información técnica del componente.

Así por ejemplo, al acceder a Bombas se puede observar información del número de estas que tiene el equipo de subsuelo, el diámetro, la longitud, el número de etapas y la profundidad a la que están cada uno de estos componentes, entre otra información propia de cada equipo.

BE CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO TLL 35 A

**Equipo de fondo**

FECHA DE INSTALACION: Febrero 14 de 2007

| Centurion Pump Line | BOMBA 1        | BOMBA 2        |
|---------------------|----------------|----------------|
| SERIAL              | 01F-0009731    | 01F-0009732    |
| MODELO              | 400PMXSSD H6 M | 400PMXSSD H6 M |
| TIPO                | P12            | P12            |
| ETAPAS              | 135            | 135            |
| SERIE               | 400            | 400            |
| DIAMETRO            | 4              | 4              |
| LONGITUD (ft)       | 14.75          | 14.55          |
| PROFUNDIDAD         | 8188.17        | 8173.62        |

AGREGAR ACTUALIZAR AGREGAR ACTUALIZAR

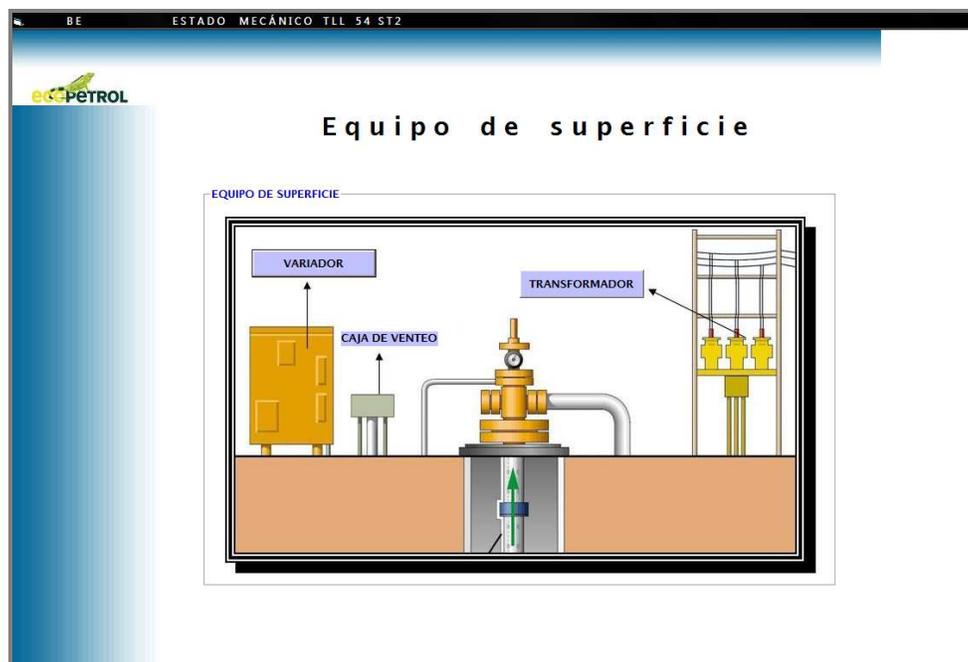
**Figura 25.** Bombas pozo TLL-35A

La información incluida en cada uno de los componentes puede ser actualizada o modificada por un usuario autorizado. La secuencia de pasos son los mismos que los vistos en Historial de producción (AGREGAR – Ingresar datos – ACTUALIZAR).

De manera similar, al entrar a Equipo de superficie, se encuentra información sobre el variador y el transformador con los que cuenta el sistema. Esta información puede ser igualmente actualizada.

Dentro de la ventana de información del variador se encuentra un botón llamado Tiempo de arranque, al dar click en este se abre una nueva ventana que muestra, y permite modificar, la carga y el tiempo de arranque del sistema.

Es posible acceder a los catálogos de los equipos seleccionando los recuadros en azul que se encuentran resaltados en las cajas de información técnica de los estos.



**Figura 26.** Equipo de Superficie pozos TLL-54ST2

**2.2.3.5. Estado mecánico:** es la quinta opción que se encuentra al acceder a cualquier pozo. Es un link que permite abrir el último estado mecánico reportado y

creado en el programa Profile. Este se muestra en formato .pdf, razón por la cual es necesario tener instalado el programa Adobe Reader 6 o posterior.

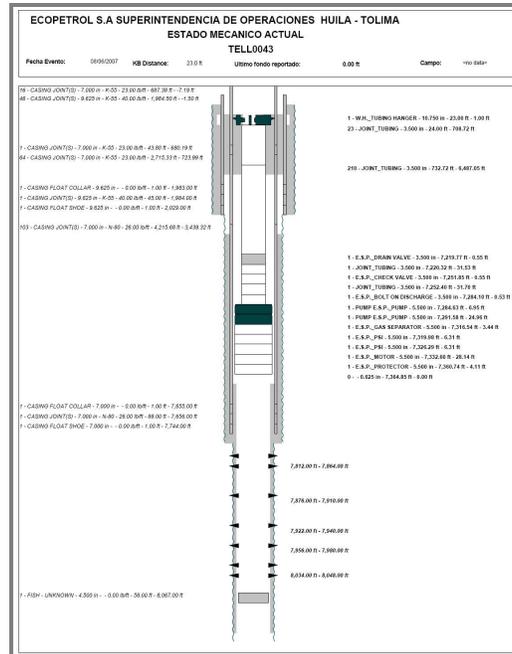


Figura 27. Estado mecánico pozo TLL-43

2.2.3.6. **Formaciones:** contiene información sobre la estructura y profundidades a las cuales se encuentran las diferentes formaciones que atraviesa el pozo.

BE FORMACIONES TLL 10

ecopetrol

### Formaciones

**ESTRUCTURA:** Anticlinal Fallado

**FORMACIONES:**

| FORMACIÓN  | TOPE (ft) | BASE (ft) | ESPESOR (ft) |
|------------|-----------|-----------|--------------|
| Mesa       | 0         | 642       | 642          |
| Honda      | 642       | 7264      | 6622         |
| Barzalosa  | 7264      | 7357      | 93           |
| Guaduala   | 7357      | 7455      | 98           |
| Monserrate | 7455      | 7790      | 335          |
| Villeta    | 7790      | 7938      | 148          |
| Thrust     | 7938      |           |              |
| Monserrate | 7938      | 8802      | 864          |
| TVD        | 8802      |           |              |

Figura 28. Formaciones pozo TLL-10

## 2.2.4. Operaciones

Al deslizar el cursor sobre esta opción se despliegan 3 submenús: *Equipos y herramientas*, *Operaciones* y *Maniobra de cañuelas en cortacircuitos*. Lo relacionado en esta sección es común para todos los pozos con BES.

**2.2.4.1. Equipos y herramientas:** proporciona información general sobre los equipos usados para realizar rutinas y tareas de inspección propias de los pozos con Bombeo Electrosumergible.

Al dar click sobre el dispositivo requerido, se abre una ventana que muestra una imagen de este con una breve descripción técnica.

**2.2.4.2. Operaciones:** consta de cinco ventanas, por las cuales se avanza con el botón SEGUIR, las cuales puntualizan sobre chequeos, registros, seteos, confirmaciones, inspecciones, toma de datos, entre muchas otras tareas que garantizan un funcionamiento normal del sistema BES.



**Figura 29.** Equipos y herramientas Bombeo Electrosumergible

**2.2.4.3. Maniobra de cañuelas en cortacircuitos:** aquí se detalla el paso a paso para realizar esta tarea, la cual es necesaria para conservar la integridad de los equipos de superficie.

### 2.2.5. Monitoreo de pozos

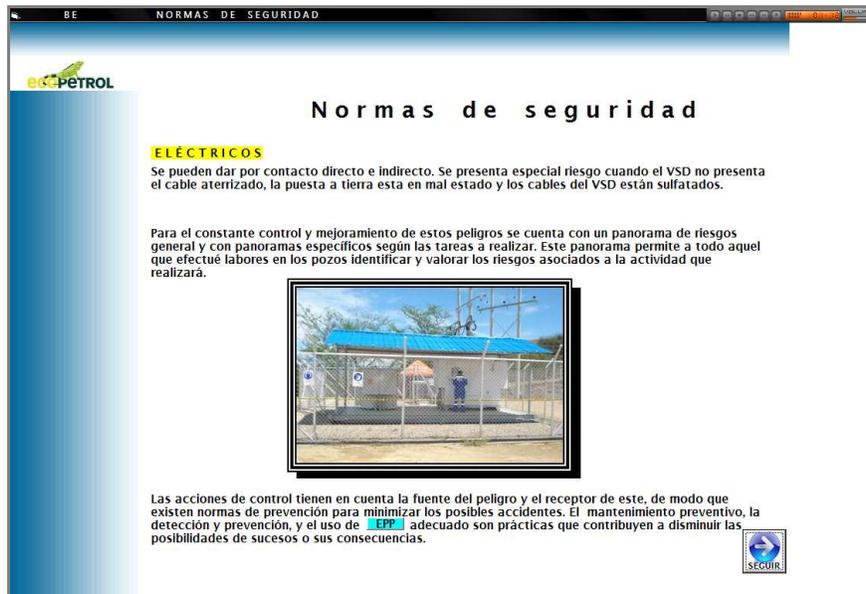
Explica cómo se lleva a cabo esta operación desde la sala del operador. También detalla en qué consiste el sistema SCADA y muestra los principales pantallazos que se pueden observar en el ordenador de monitoreo.



**Figura 30.** Vista de la pantalla de monitoreo de pozos.

### 2.2.6. Normas de Seguridad

A medida que se avanza por esta sección se repasan riesgos relacionados con las actividades y localizaciones de los pozos con BES, haciendo especial énfasis en los de naturaleza eléctrica, así como su posible prevención.



**Figura 31.** Normas de Seguridad. Riesgos Eléctricos.

## 2.3. BOMBEO MECÁNICO

Al igual que en BOMBEO ELECTROSUMERGIBLE, se compone de varias secciones y submenús en las que entre otras cosas encontramos definiciones del sistema de extracción, historia de los pozos, producciones, equipos actuales en los pozos, operaciones comunes, etc.

### 2.3.1. Definición

Conformado por 2 submenús: *Definición* y *Descripción de equipos*.

**2.3.1.1. Definición:** mediante un lenguaje simple explica los principales conceptos sobre el Bombeo Mecánico. Se avanza por esta sección por medio del botón SEGUIR.



Figura 32. Menú Bombeo Mecánico.

**2.3.1.2. Descripción de equipos:** accediendo a esta ventana se entra por defecto a Bomba de subsuelo. En la parte izquierda se observan 3 links: Bomba de subsuelo (en el cual ya se ha entrado), Sarta de varillas y Equipo de superficie.

**2.3.1.2.1. Bomba de subsuelo:** muestra los 2 tipos básicos que existen con sus partes. En la parte inferior 3 links que corresponden a Barril, Pistón y Válvulas, llevan a ventanas con información básica de estos componentes.



Figura 33. Bomba de subsuelo

**2.3.1.2.2. Sarta de varillas:** sintetiza información sobre las varillas que intervienen en BM.

**2.3.1.2.3. Equipo de superficie:** exhibe imágenes de las 2 clases de unidades que existen en el campo. Señalando sus principales partes.

Para una mayor profundización técnica de estos equipos se puede ir a los catálogos, por medio de los links que se encuentran en las *Características de equipo actual*, en cada uno de los pozos con BM.



**Figura 34.** Descripción de equipos. Unidad Rotaflex.

## 2.3.2. Ubicación de pozos

De la misma manera que en los pozos con BES, al acceder a esta ventana se encuentra un mapa general del campo. Al hacer click sobre el recuadro amarillo se pueden visualizar, en la parte derecha, la lista de los pozos del campo.

### 2.3.3. Cabezal

Al desplegar esta sección se encuentra información general sobre el cabezal de pozo; al pinchar en SEGUIR se puede visualizar el cabezal de un pozo con BM, junto con más información.



**Figura 35. Cabezal.**

### 2.3.4. Pozos con Bombeo Mecánico

Al igual que Pozos con Bombeo Electrosumergible, esta sección se encuentra dividida en 4 submenús: Pozos Lamina A, Pozos Lamina B, Pozos Lamina C y Pozos Lamina D. Los pozos que tienen unidades Rotaflex han sido reseñados con la abreviatura Rfx adjunta al nombre.



**Figura 36.** Pozos con Bombeo Mecánico.

La distribución de la información para cada uno de los pozos con BM es igual, salvo el pozo TLL-65 que, por ser un pozo perforado al momento de ser realizado el proyecto, carece de estado mecánico en Profile y de historial de fallas.

Abriendo la ventana del pozo a consultar, se encuentra al lado izquierdo 7 links (*Historia, Fallas Equipo de Subsuelo BM, Ubicación del pozo, Historial de producción, Características equipo actual, Estado mecánico y Formaciones*). Por defecto la sección muestra una tabla con los principales eventos y sus correspondientes fechas, correspondiente al link Historia.

**2.3.4.1. Historia:** contiene los principales eventos de la historia del pozo. Su forma de consulta es igual a la mencionada en los pozos con Bombeo Electrosumergible.

**2.3.4.2. Fallas Equipo de Subsuelo BM:** al dar click sobre este link se abre una ventana que muestra un cuadro dividido en Fecha, Evento y Causa. Contiene información de los sucesos más significativos.

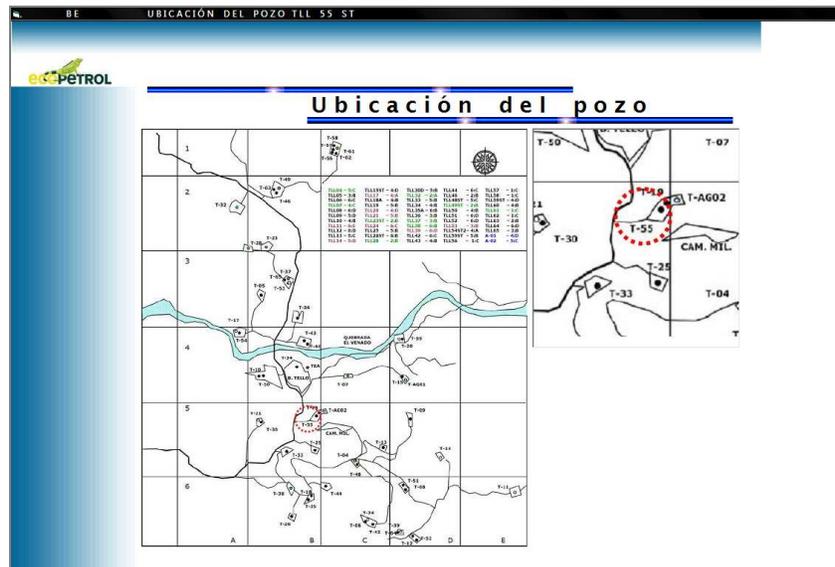
| EVENTO                | FECHA           |
|-----------------------|-----------------|
| Inicio Perforación    | Jun. 27 de 1981 |
| Fin Perforación       | Ago.06 de 1981  |
| Inicio Completamiento | Ago. 11 de 1981 |
| Fin Completamiento    | Ago.23 de 1981  |
| DST                   | Ago.23 de 1981  |
| Bombeo Mecánico       | Ago.23 de 1981  |
| Cambio Unidad BM      | Ago. 16 de 1982 |
| Cambio Unidad BM      | Feb. 12 de 1984 |
| Cambio Unidad BM      | Ago. 14 de 1985 |
| Recañoneo             | Sep. 28 de 1987 |
| Cambio Unidad BM      | Sep. 28 de 1987 |
| Recañoneo             | Dic. 30 de 1992 |
| Recañoneo             | Ene. 05 de 1993 |
| Cambio Unidad BM      | May. 04 de 1994 |
| Cambio Unidad BM      | Ene. 09 de 2006 |
| Cambio Unidad BM      | Sep. de 2007    |

Figura 37. Historia pozo TLL-30D.

| FECHA           | EVENTO   | CAUSA  |
|-----------------|--|--|
| Nov. 17 de 1998 | Falla de varillas                                | 43 varillas de 6/8 quebradas   |
| Feb. 15 de 1999 | Falla de Bomba                                   | Copas dañadas y válvula fija con fugas   |
| Mar. 02 de 1999 | Falla de varillas de 7/8 de in<br>Falla de Bomba | Varillas partidas a 3537 ft<br>Bomba con marcas de golpe   |
| May. 24 de 1999 | Falla Tubing                                     | Tubería rota a 5363 y 5704 ft  |
| Jul. 15 de 1999 | Falla de varilla de 7/8 de in<br>Falla de Bomba  | Varilla rota a 2656 ft<br>Bomba pegada por arena gruesa  |
| Dic. 22 de 1999 | Falla de Bomba                                   | Guide rod dañado   |
| Ago. 06 de 2000 | Falla de Bomba                                   | Barril y pistón con canales profundos por metal procedente de la lengüeta partida de la side kicker valve. |
| Dic. 16 de 2000 | Falla varilla de 6/8 in a 6240 ft                | Centralizador partido  |

Figura 38. Fallas Equipo de Subsuelo pozo TLL-18A.

**2.3.4.3. Ubicación del pozo:** se accede pinchando en el link con este nombre. Muestra el mapa del campo y es posible resaltar la ubicación del pozo, la cual aparecerá en la parte derecha de la ventana.



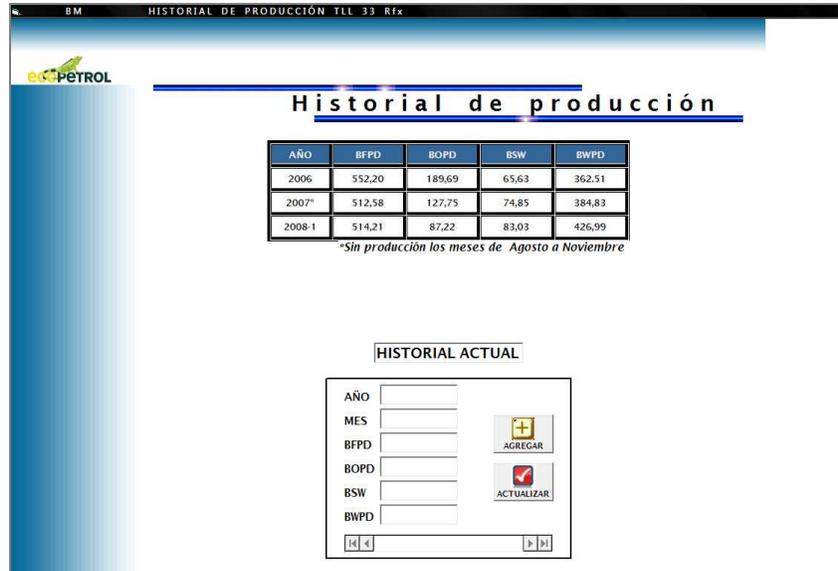
**Figura 39.** Ubicación pozo TLL-55ST

**2.3.4.4. Historial de producción:** muestra por medio de una tabla los datos de BFPD, BOPD, BSW y BWPD promedios de los años 2006, 2007 y primer semestre de 2008. Esto como consecuencia de la inexistencia de información para años anteriores.

Se pueden agregar datos actualizados de producción promedio en el mes por medio de la secuencia: AGREGAR-Introducir datos-ACTUALIZAR. Lo anterior solo realizable por un usuario autorizado.

**2.3.4.5. Características equipo actual:** desplegando esta ventana se visualiza por default el link Equipo de fondo, en donde se encontrará un esquema de este señalándose sus partes principales.

En la parte izquierda se encuentran los botones de *Equipo de fondo* y *Equipo de superficie*.



**Figura 40.** Historial de producción TLL-33

**2.3.4.5.1. Equipo de fondo:** Al dar click en cualquiera de las partes se abre una nueva ventana que muestra la conformación e información técnica de los diferentes componentes del equipo instalado. La información contenida en estas secciones es actualizable.

- **Varillas:** se visualiza una base de datos con información de diámetro, grado, peso, cantidades, longitudes unitarias, longitudes de la sarta y profundidad de los componentes de la sarta de varillas y sus accesorios.
- **Bomba:** muestra la bomba que posee el pozo. El usuario que no esté familiarizado con la denominación de las bombas en Bombeo Mecánico, puede acceder a la Designación API clickeando en el link con este nombre. Aparte de se puede ver un esquema del tipo de bomba pinchando dentro del círculo azul que encierra el tipo de bomba.

Algunos pozos necesitan o poseen filtro, esta información está dispuesta de la misma manera que la de las varillas y la bomba.

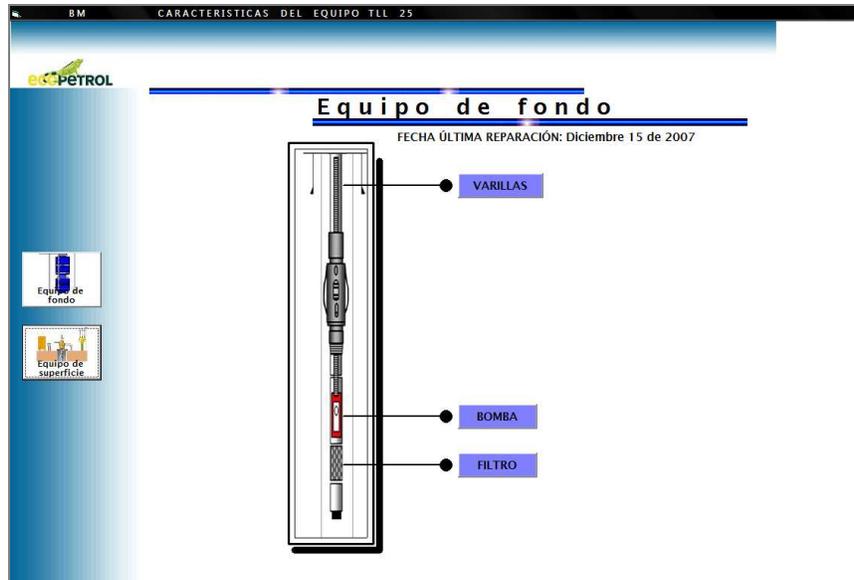


Figura 41. Equipo de fondo pozo TLL-25.

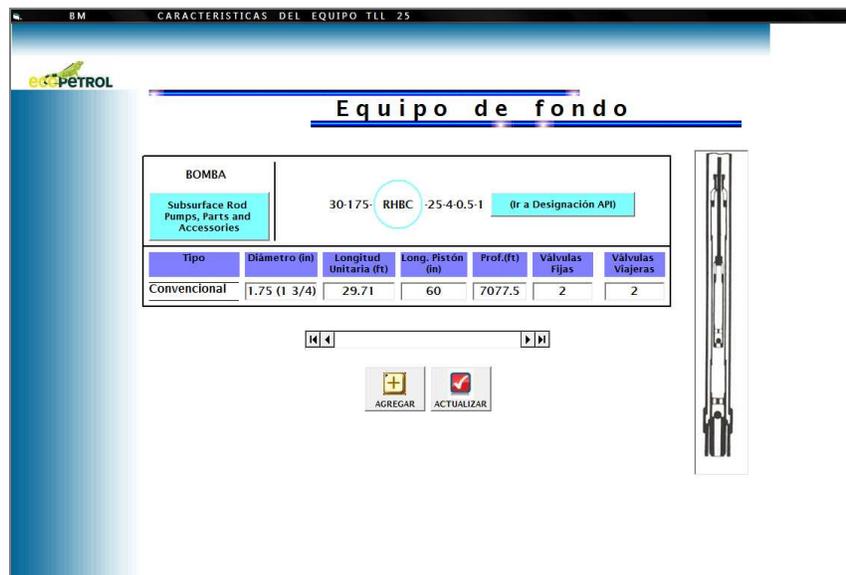


Figura 42. Bomba pozo TLL-25.

**2.3.4.5.1. Equipo de superficie:** al hacer click en el vínculo se abre una ventana donde se puede observar el tipo de unidad actual, motor que usa, ir al catálogo de la caja reductora, así como información técnica de la unidad que puede ser actualizada.

Si la unidad es una Rotaflex, se podrá observar el tipo y el motor que usa.



BM CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO TLL 52

**Equipo de superficie**

UNIDAD: LUFKIN A-912-427-192 Lufkin-Air Balanced Unit

MOTOR: ARROW 2165

CAJA REDUCTORA:

Lufkin-Gear Reducer Lubrication Data

| Tamaño | Torque Máximo (in. lbs) | Relación de Reducción | Sheave Pitch Diameter (in) | Sheave Bore Diameter (in) | Capacidad de Aceite Lubricante (gln) |
|--------|-------------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| 912D   | 912 000                 | 28.05 : 1             | 33, 40, 48, 5              | 4, 19                     | 107                                  |

AGREGAR ACTUALIZAR

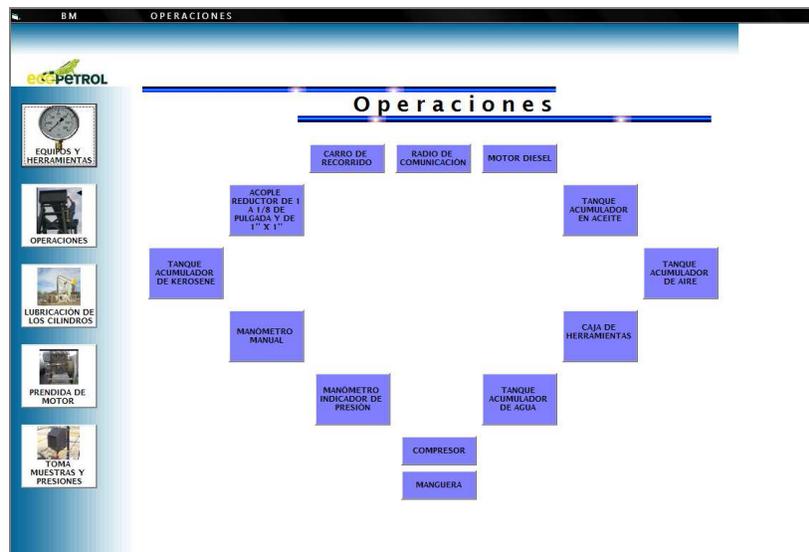
**Figura 43.** Equipo de superficie pozo TLL-52.

**2.3.4.6. Estado mecánico:** al pinchar en este botón se abre un archivo .pdf del último estado mecánico del pozo realizado en Profile.

**2.3.4.7. Formaciones:** muestra una tabla con información sobre la estructura, topes, bases y profundidades a las cuales se encuentran las diferentes formaciones que atraviesa el pozo.

### 2.3.5. Operaciones

Entrando a este menú se abre una ventana en donde se pueden observar el submenú *EQUIPOS Y HERRAMIENTAS*. En la parte izquierda se encuentran 4 submenús mas (*OPERACIONES, LUBRICACIÓN DE LOS CILINDROS, PRENDIDA DE MOTOR, TOMA MUESTRAS Y PRESIONES*) en los cuales se encuentra un paso a paso de dichas tareas.



**Figura 44.** Menú Operaciones, submenú Equipo y Herramientas.

**2.3.5.1. Equipos y Herramientas:** contiene 13 links que despliegan la descripción y el uso del componente escogido.



Figura 45. Tanque acumulador de aire.

**2.3.5.2. Operaciones:** despliega varias ventanas en donde se indican las tareas que se deben llevar a cabo para el monitoreo de variables, verificar funcionamiento del sistema, integridad de unidades, entre muchas otras, propias del recorrido y demás operarios.

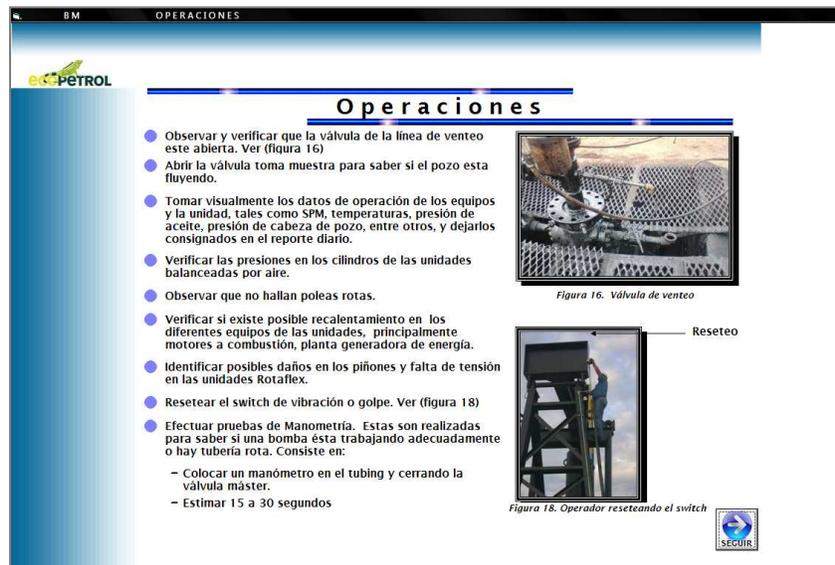


Figura 46. Operaciones.

**2.3.5.3. Lubricación de los cilindros:** al pinchar este submenú se muestra un paso a paso de esta actividad realizada a las unidades balanceadas por aire.



**Operaciones**

- Inspeccionar la unidad en operación.
- Accionar la palanca del embrague hacia atrás para dejar libre la unidad.
- Accionar la palanca del freno de la unidad hacia atrás para dejarla segura.
- Abrir válvula de alivio en el cilindro para despresurizar el sistema de lubricación.



- En el cilindro aflojar y retirar el tapón de 1 in del tanque auxiliar de lubricación.
- Tomar del vehículo el aceite requerido y depositarlo en el tanque auxiliar.
- Instalar y ajustar el tapón de 1 in.
- Cerrar la válvula de alivio y abrir la válvula para presurizar el sistema
- Soltar el freno de la unidad para dejarla libre y accionar la palanca del embrague para ponerlo en marcha nuevamente.

**Figura 47.** Lubricación de los cilindros

**2.3.5.4. Prendida de motor:** al dar click aquí se abre una ventana con las indicaciones para llevar a cabo este procedimiento propio de los pozos con unidades con motores a gas.

**2.3.5.5. Toma muestras y presiones:** da las pautas para efectuar esta tarea.



**Operaciones**

Esta tarea es general para todos los pozos y se realiza siguiendo los siguientes pasos:

- Lavar el recipiente de recolección de muestras con kerosene.
- Dirigirse a la cabeza del pozo y verificar las presiones de operación. Si es con manómetro se procede así:
  - Instalación del manómetro en la válvula del anular
  - Apertura de la válvula
  - Ver registro de presión
  - Cierre de la válvula
  - Retiro del manómetro



- Romper la espuma, creada por la toma parcial, por medio de un movimiento suave.
- Terminar de llenar y retirar el recipiente.
- Entregar las muestras al auxiliar de operaciones

**Figura 48.** Toma muestras y presiones

### 2.3.6. Monitoreo de Pozos

Esta sección contiene información similar a la contenida en Monitoreo de pozos con BES, la diferencia radica en el tipo de variables que se monitorean.

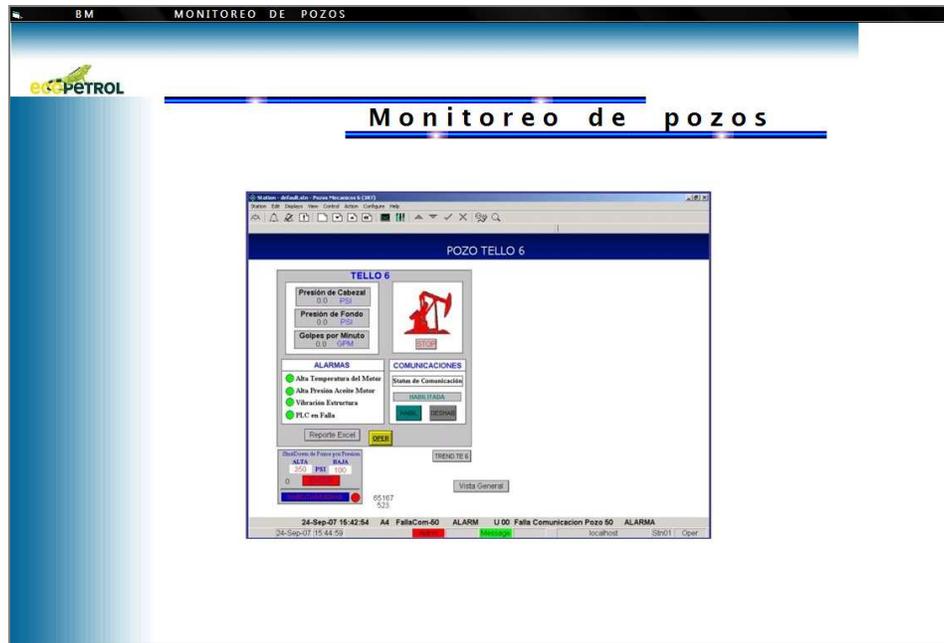


Figura 49. Monitoreo de pozos. Pozo parado

### 2.3.7. Normas de seguridad

Abriendo y desplazándose por este ítem, se encuentran riesgos, equipo de protección personal (EPP) y una guía de normas de seguridad propias de las actividades relacionadas con los pozos con BM.

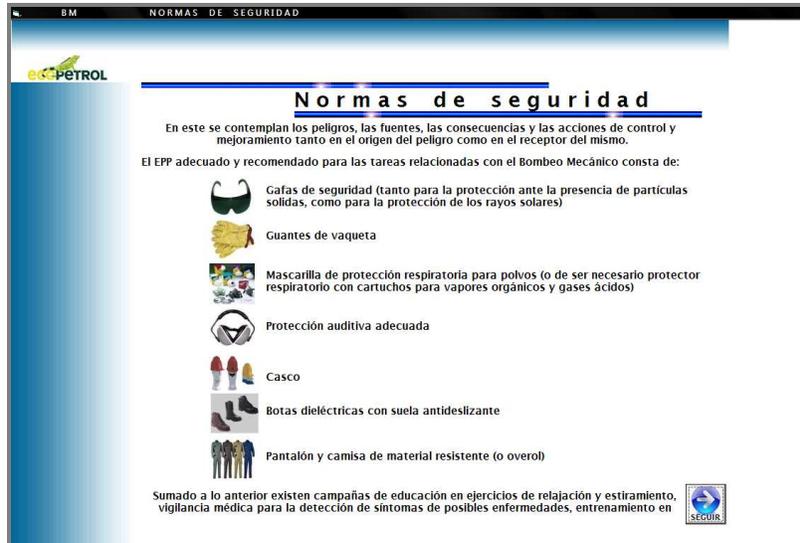


Figura 50. Monitoreo

## 2.4. INYECCIÓN DE AGUA

Este menú principal se compone de 8 submenús (*Definición, Tratamiento de agua, Sistema de bombas de inyección de agua, Cabezales de inyección, Ubicación pozos inyectores, Pozos inyectores, Procedimiento y Normas de seguridad*) en los cuales se encuentra información sobre las labores, equipos y especificaciones relacionadas con la inyección de agua al yacimiento.



Figura 51. Menú Inyección de agua.

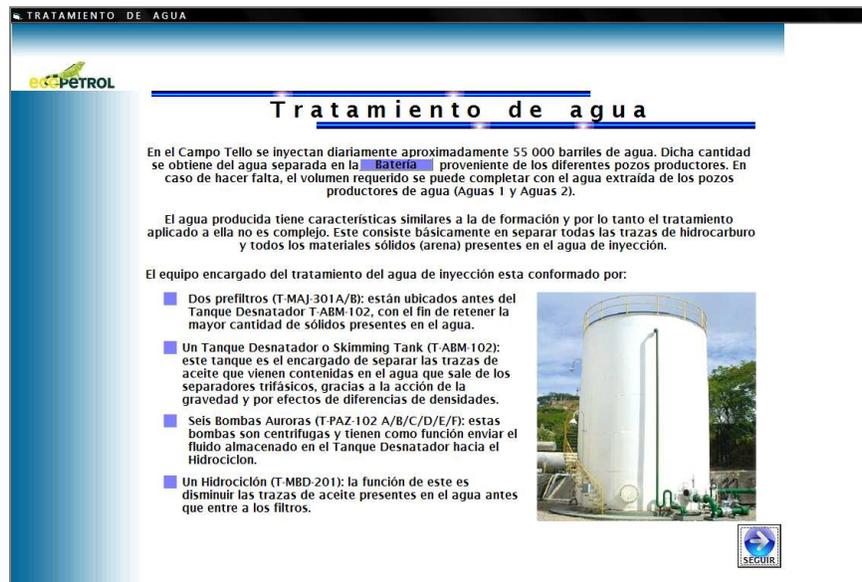
### 2.4.1. Definición

En este submenú se expone, mediante un lenguaje sencillo, qué es la Recuperación Mejorada, en qué consiste la inyección de agua y las tareas propias de esta última.

El desplazamiento por las diferentes ventanas se efectúa con el botón SEGUIR, ubicado en la parte inferior derecha de la ventana.

### 2.4.2. Tratamiento de agua

Aquí se encuentra información sobre volumen de inyección y su procedencia, equipos encargado del tratamiento del agua a inyectar (tanques, bombas, equipos) y especificaciones físico-químicas del agua



TRATAMIENTO DE AGUA

**Tratamiento de agua**

En el Campo Tello se inyectan diariamente aproximadamente 55 000 barriles de agua. Dicha cantidad se obtiene del agua separada en la **Planta de Tratamiento de Agua** proveniente de los diferentes pozos productores. En caso de hacer falta, el volumen requerido se puede completar con el agua extraída de los pozos productores de agua (Aguas 1 y Aguas 2).

El agua producida tiene características similares a la de formación y por lo tanto el tratamiento aplicado a ella no es complejo. Este consiste básicamente en separar todas las trazas de hidrocarburo y todos los materiales sólidos (arena) presentes en el agua de inyección.

El equipo encargado del tratamiento del agua de inyección esta conformado por:

- Dos prefiltros (T-MAJ-301A/B): están ubicados antes del Tanque Desnatador T-ABM-102, con el fin de retener la mayor cantidad de sólidos presentes en el agua.
- Un Tanque Desnatador o Skimming Tank (T-ABM-102): este tanque es el encargado de separar las trazas de aceite que vienen contenidas en el agua que sale de los separadores trifásicos, gracias a la acción de la gravedad y por efectos de diferencias de densidades.
- Seis Bombas Auroras (T-PAZ-102 A/B/C/D/E/F): estas bombas son centrífugas y tienen como función enviar el fluido almacenado en el Tanque Desnatador hacia el Hidrociclón.
- Un Hidrociclón (T-MBD-201): la función de este es disminuir las trazas de aceite presentes en el agua antes que entre a los filtros.





Figura 52. Tratamiento de agua.

### 2.4.3. Bombas de inyección de agua

Específica sobre número de bombas, capacidades de estas, sectores del campo y pozos hacia donde envían el agua previamente tratada y conexiones de estas. Así mismo se da información sobre los pozos productores de agua.



Figura 53. Sistema de bombas de inyección.

### 2.4.4. Cabezales de inyección

Abriendo este submenú se encuentra la definición y la descripción de un cabezal de inyección de agua. Asimismo se dan los diámetros de líneas usados para los ramales y conexiones al cabezal.

Al hacer click en los botones VER, los cuales indican por medio de una línea partes o accesorios del cabezal, se abre una nueva ventana en donde se presenta una imagen del accesorio. El Strainer presenta la posibilidad de ver un catalogo pinchando en el botón Strainer.



**Figura 54.** Cabezales de inyección.

#### 2.4.5. Ubicación pozos inyectores

Entrando a esta sección se despliega la ventana con el mapa de los pozos del campo. Al picar en el recuadro amarillo se despliega la lista de pozos donde se identifica los inyectores por estar escritos en color verde.

#### 2.4.6. Pozos inyectores

Deslizado el cursor sobre esta opción se despliegan las láminas a las cuales estos pozos inyectan agua (Lámina A, B y D). Dentro de cada lámina se encuentran los pozos los cuales presentan información tal como Historia, Ubicación y Formaciones. Pozos que eran productores y fueron convertidos a inyectores muestran su Historial de producción.

La disposición y visualización de la información es similar a la de los pozos con Bombeo Electrosumergible y Bombeo Mecánico.

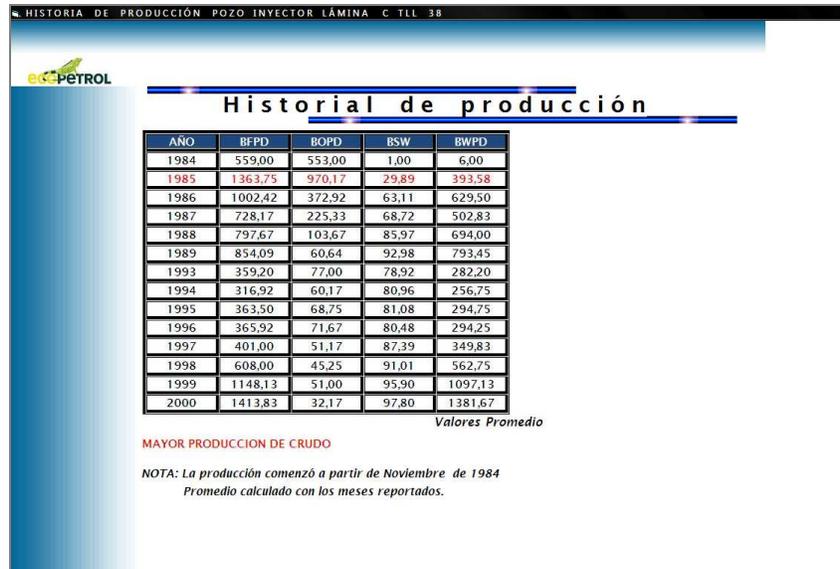


Figura 55. Historial de producción pozo TLL-38.  
Convertido a inyector.

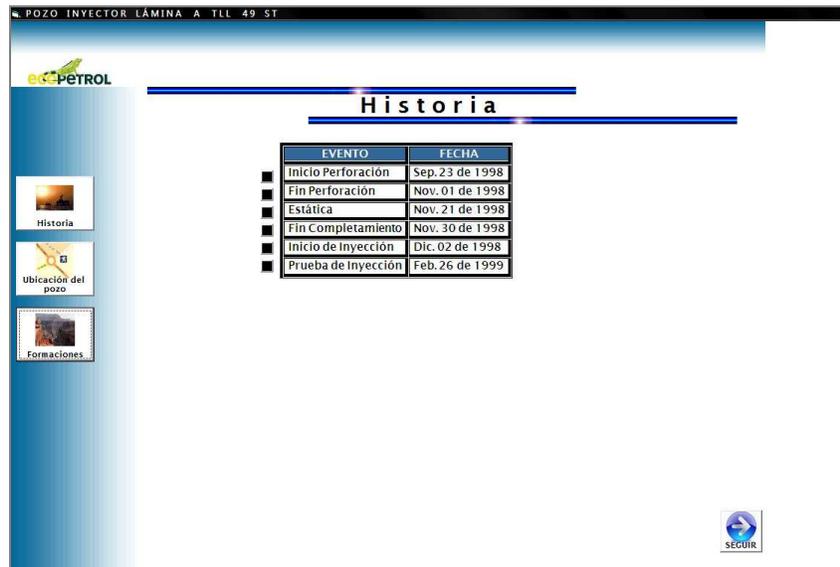


Figura 56. Historia pozo TLL-49ST. Perforado como inyector.

Al hacer clic sobre la ubicación del pozo en el mapa aparece la ampliación de los nombres de los pozos. Los pozos inyectoros se reconocen por estar en color verde.

### 2.4.7. Procedimientos

Al entrar en este submenú, aparece una ventana donde se dan a conocer las tareas que se deben realizar comúnmente en relación con los pozos inyectoros.

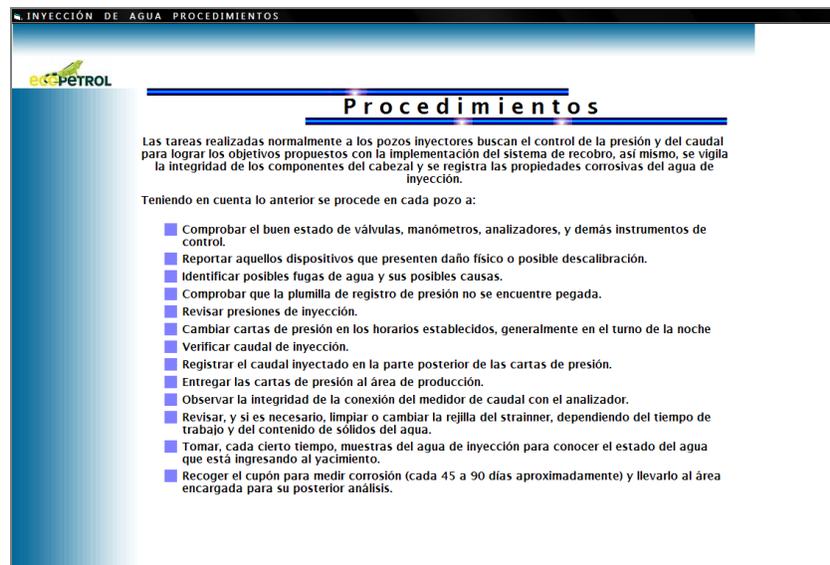


Figura 57. Procedimientos.

### 2.4.8. Normas de seguridad

Estas ventanas enuncian los tipos de riesgos propios de las operaciones de inyección de agua. Además se da una guía del tipo de EPPs utilizados para los procedimientos de inyección de agua.



Figura 58. Normas de seguridad

## 2.5. LÍNEAS DE FLUJO

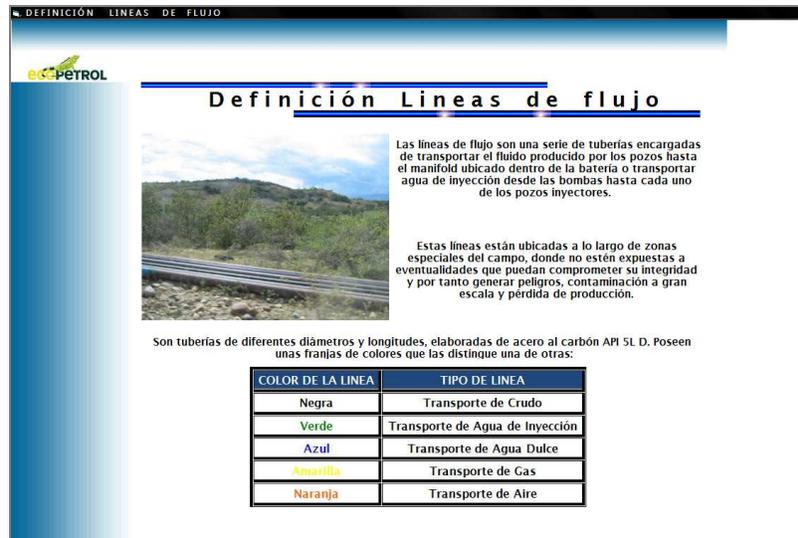
Este menú, compuesto por *Definición*, *Líneas de recolección de producción*, *Líneas de inyección* y *Mapa Líneas de Flujo*, agrupa información esencial sobre las tuberías que atraviesan el campo transportando fluidos desde los pozos productores y hacia los pozos inyectores.



Figura 59. Menú Líneas de Flujo

### 2.5.1. Definición

Abriendo este submenú se encuentra información sobre qué son las líneas de flujo, las características de las zonas donde están tendidas y los tipos de línea que se pueden encontrar.



**Definición Líneas de flujo**

Las líneas de flujo son una serie de tuberías encargadas de transportar el fluido producido por los pozos hasta el manifold ubicado dentro de la batería o transportar agua de inyección desde las bombas hasta cada uno de los pozos inyectoros.

Estas líneas están ubicadas a lo largo de zonas especiales del campo, donde no estén expuestas a eventualidades que puedan comprometer su integridad y por tanto generar peligros, contaminación a gran escala y pérdida de producción.

Son tuberías de diferentes diámetros y longitudes, elaboradas de acero al carbón API 5L D. Poseen unas franjas de colores que las distingan una de otras:

| COLOR DE LA LINEA | TIPO DE LINEA                   |
|-------------------|---------------------------------|
| Negra             | Transporte de Crudo             |
| Verde             | Transporte de Agua de Inyección |
| Azul              | Transporte de Agua Dulce        |
| Amarilla          | Transporte de Gas               |
| Naranja           | Transporte de Aire              |

**Figura 60.** Definición.

### 2.5.2. Líneas de recolección de producción

Dando click en esta sección se abre una ventana dividida en 3 partes:

- Una definición de este tipo de líneas.
- Una tabla con información de diámetro nominal, diámetro externo, longitud, año de instalación y material de las líneas de 32 pozos productores del campo.
- Una caja de actualización de datos (centro-derecha), donde un usuario autorizado puede introducir datos de nuevas líneas. La secuencia de introducción de datos es la misma manejada en cajas de actualización previas.

LÍNEAS DE RECOLECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN

**líneas de recolección de la prod**

| POZO     | DIAMETRO NOMINAL (in) | DIAMETRO EXTERNO (in) | LONGITUD (m) | AÑO INSTALACION | MATERIAL |
|----------|-----------------------|-----------------------|--------------|-----------------|----------|
| TLL 05   | 3                     | 3,5                   | 1350         | 1972            | Acero    |
| TLL 06   | 3                     | 3,5                   | 1350         | 1975            | Acero    |
| TLL 08   | 3                     | 3,5                   | 1760         | 1977            | Acero    |
| TLL 09   | 3                     | 3,5                   | 1700         | 1977            | Acero    |
| TLL 10   | 3                     | 3,5                   | 610          | 1977            | Acero    |
| TLL 12   | 3                     | 3,5                   | 2000         | 1979            | Acero    |
| TLL 13   | 3                     | 3,5                   | 2100         | 1979            | Acero    |
| TLL 15ST | 3                     | 3,5                   | 870          | 1980            | Acero    |
| TLL 18A  | 3                     | 3,5                   | 1400         | 1986            | Acero    |
| TLL 19   | 3                     | 3,5                   | 610          | 1981            | Acero    |
| TLL 25   | 3                     | 3,5                   | 1050         | 1981            | Acero    |
| TLL 26ST | 3                     | 3,5                   | 1420         | 1985            | Acero    |
| TLL 30D  | 3                     | 3,5                   | 959          | 1981            | Acero    |
| TLL 33   | 3                     | 3,5                   | 1200         | 1981            | Acero    |
| TLL 34   | 3                     | 3,5                   | 347          | 1983            | Acero    |
| TLL 35A  | 3                     | 3,5                   | 1400         | 1988            | Acero    |
| TLL 36   | 3                     | 3,5                   | 630          | 1983            | Acero    |
| TLL 42   | 3                     | 3,5                   | 2020         | 1990            | Acero    |
| TLL 43   | 3                     | 3,5                   | 750          | 1990            | Acero    |
| TLL 44   | 3                     | 3,5                   | 1500         | 1990            | Acero    |
| TLL 46   | 4                     | 4,5                   | 2560         | 1997            | Acero    |
| TLL 48ST | 3                     | 3,5                   | 850          | 1998            | Acero    |
| TLL 50   | 3                     | 3,5                   | 875          | 1999            | Acero    |
| TLL 51   | 3                     | 3,5                   | 1760         | 1999            | Acero    |
| TLL 52   | 3                     | 3,5                   | 2000         | 1999            | Acero    |
| TLL      | 3                     | 3,5                   | 850          | 2000            | Acero    |
| TLL 55ST | 3                     | 3,5                   | 650          | 2000            | Acero    |
| TLL 56   | 6                     | 6,625                 | 3326         | 2000            | Acero    |
| TLL 57   | 3                     | 3,5                   | 4380         | 2001            | Acero    |
| TLL 58   | 4                     | 4,5                   | 2320         | 2000            | Acero    |
| TLL 59ST | 3                     | 3,5                   | 950          | 2004            | Acero    |
| TLL 60   | 3                     | 3,5                   | 660          | 2002            | Acero    |

Son tuberías que transportan los fluidos producidos, se extienden desde el cabezal del pozo hasta el manifold de la Batería. Sus diámetros varían de 3 a 6 in, dependiendo de los requerimientos de caudal y de presión.

POZO

DIAMETRO NOMINAL (in)

DIAMETRO EXTERNO (in)

LONGITUD

AÑO

MATERIAL

AGREGAR ACTUALIZAR

Figura 61. Líneas de recolección de la producción.

### 2.5.3. Líneas de inyección

Estas están dispuestas de manera similar a las líneas de recolección de la producción. Los datos pueden ser de igual manera actualizados.

### 2.5.4. Mapas Líneas de Flujo

Deslizando el cursor sobre este submenú se despliegan 2 opciones: *Campo Completo* y *Centro del Campo*. Cualquiera que sea la opción a la que se le da click, se abre un mapa que está en un archivo .pdf el cual muestra todo el plano del campo o del centro, según se halla elegido.

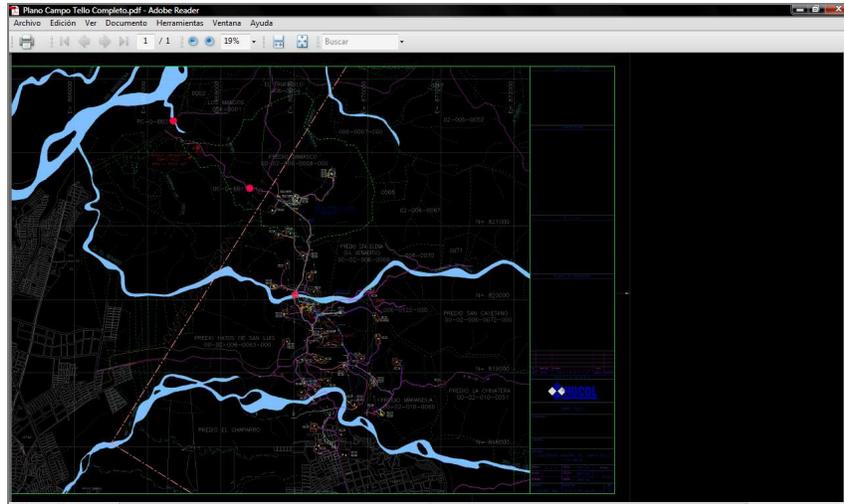


Figura 62. Mapa Completo de Campo Tello.

## 2.6. POZOS ABANDONADOS

El menú muestra directamente el nombre de los pozos que han sido abandonados. Al dar click en cualquiera de ellos se abre una ventana que muestra la tabla correspondiente a la historia del pozo y en la margen izquierda se encuentran 3 botones correspondientes a Historia, Historial de producción y Formaciones. La consulta de información es igual a la de los pozos productores e inyectoros.

HISTORIA POZO ABANDONADO TLL 17

| EVENTO                | FECHA           |
|-----------------------|-----------------|
| ■ Inicio Perforación  | Jul. 19 de 1980 |
| ■ Fin Perforación     | Sep. 20 de 1980 |
| ■ DST                 | Oct. 28 de 1980 |
| ■ Fin Completamiento  | Oct. 28 de 1980 |
| ■ Bombeo Mecánico     | Nov. 28 de 1980 |
| ■ Prueba de Inyección | Dic. 01 de 1981 |
| ■ Cambio Unidad BM    | Nov. 23 de 1983 |
| ■ Cambio Unidad BM    | Mar. 23 de 1985 |
| ■ Prueba de Inyección | Abr. 27 de 1986 |
| ■ Recañoneo           | May. 16 de 1986 |
| ■ Cambio de BM a BH   | Nov. 30 de 1986 |
| ■ Cambio de BH a BM   | Jul. 22 de 1987 |
| ■ Cambio Unidad BM    | Jun. 28 de 1989 |
| ■ Prueba de Inyección | Mar. 11 de 1991 |
| ■ Abandono del Pozo   | Feb. 28 de 2001 |

Figura 63. Historia pozo TLL-17.

### 3. CONCLUSIONES

- La herramienta informática permite al personal que labora en campo Tello encontrar de manera fácil, rápida y ordenada, la información de los pozos productores, el sistema de inyección de agua y las líneas de flujo. Dicha información es útil para el mantenimiento, desarrollo y diagnóstico de los pozos, tanto productores como inyectoros.
- Al ser fácil de actualizar, se tendrá siempre a la mano estados mecánicos existentes lo cual, combinado con los catálogos, proveen una poderosa herramienta a la hora de diseñar o rediseñar el sistema de extracción de los pozos.
- Las generalidades, definiciones y descripciones que contiene la herramienta, usadas a manera de instrumento de inducción, proporcionan al personal nuevo una visión del campo, lo cual genera una familiarización con este y por tanto, una adaptación más rápida a las diferentes labores realizadas en este.
- El desarrollo de proyectos en conjunto Universidad – Empresa, le conceden a los estudiantes la oportunidad de complementar la teoría adquirida en la universidad con la práctica, logrando con esto la formación integral de los futuros ingenieros de petróleo.



UNIVERSIDAD  
SURCOLOMBIANA

- Este tipo de trabajos proporcionan a los estudiantes de ingeniería de petróleos un apoyo académico, complementando en parte la información impartida por los docentes en la universidad.

#### 4. RECOMENDACIONES

Personal de Campo Tello, con la respectiva autorización, será el encargado de la continua actualización de las diferentes bases de datos de la herramienta informática. También de las posibles actualizaciones cuando se presenten cambios significativos en los sistemas de extracción de hidrocarburos e inyección de agua, esto con el fin de dar un continuo uso de este instrumento.

La herramienta debe ser analizada en su desempeño para ser sujeta a posibles modificaciones futuras, todo con el fin de optimizar su servicio y mejorar la calidad de la información que brinda.

## BIBLIOGRAFÍA

- CAMPO TELLO. Archivos de campo.
- <http://ingenieria-de-petroleo.blogspot.com/>
- AXELSON Inc. Manual Básico de Bombeo Mecánico
- WEATHERFORD. Comparativo Sistemas de Levantamiento.
- ÁNGELA JULIETH SERRANO IÑIGUEZ, DIANA MARCELA DÍAZ ARAUJO. Manual de Operaciones Batería Tello de la Superintendencia de Operaciones Huila - Tolima, ECOPEPETROL S.A.