

**ELABORACIÓN DE MULTIMEDIA DE CAPACITACIÓN PARA  
EVALUACIÓN, APROBACIÓN, EJECUCIÓN DE ENSAYOS NO  
DESTRUCTIVOS Y ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO POR  
EL PERSONAL IDÓNEO EN EQUIPOS CRÍTICOS DEL  
TALADRO PRIDE 23**

**FABIAN ANDRES PINZÓN ARENAS  
JAVIER JESÚS DELGADO CAMACHO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO – MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA  
2.006**

**ELABORACIÓN DE MULTIMEDIA DE CAPACITACIÓN PARA  
EVALUACIÓN, APROBACIÓN, EJECUCIÓN DE ENSAYOS NO  
DESTRUCTIVOS Y ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO POR  
EL PERSONAL IDÓNEO EN EQUIPOS CRÍTICOS DEL  
TALADRO PRIDE 23**

**FABIAN ANDRES PINZÓN ARENAS  
JAVIER JESÚS DELGADO CAMACHO**

**Monografía de Grado para optar al título de  
Ingeniero Mecánico**

**Director  
CARLOS RAMÓN GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ  
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO – MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2.006**

## CONTENIDO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INTRODUCCION</b>                         | <b>2</b>  |
| <b>1. EL PETRÓLEO</b>                       | <b>4</b>  |
| 1.1 COMPOSICIÓN                             | 4         |
| 1.2 PRODUCCIÓN                              | 4         |
| 1.3 EL PETRÓLEO EN COLOMBIA                 | 5         |
| <b>2. EMPRESA PRIDE</b>                     | <b>6</b>  |
| 2.1 PRIDE INTERNATIONAL.                    | 6         |
| 2.1.1 Misión.                               | 7         |
| 2.1.2 Política de Calidad.                  | 7         |
| 2.2 PRIDE COLOMBIA SERVICES                 | 7         |
| 2.2.1 Misión.                               | 8         |
| 2.2.2 Equipos.                              | 8         |
| 2.2.3 Descripción del Proceso Productivo.   | 8         |
| 2.2.4 Organización del Trabajo.             | 8         |
| 2.2.5 Organigrama.                          | 10        |
| <b>3. TALADRO PRIDE 23</b>                  | <b>13</b> |
| 3.1 PROCESO DE PERFORACIÓN DE UN POZO       | 14        |
| 3.2 COMPONENTES DE UN EQUIPO DE PERFORACIÓN | 18        |
| 3.2.1 Subestructura                         | 20        |
| 3.2.2 Torre o Mástil                        | 20        |
| 3.2.3 Malacate                              | 20        |
| 3.2.4 Bloque Viajero                        | 21        |
| 3.2.5 Bloque Corona                         | 21        |
| 3.2.6 Cable de Perforación                  | 21        |
| 3.2.7 Top Drive                             | 22        |
| 3.2.8 Sarta de Perforación                  | 22        |
| 3.2.9 Bomba de Lodo                         | 22        |
| 3.2.10 Tanques de Lodo                      | 23        |
| 3.2.11 Zaranda (shale shaker)               | 23        |
| 3.2.12 Motor Diesel Cat 3512                | 23        |

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| 3.2.13    | Generador de Electricidad   | 24 |
| 3.2.14    | SCR (Rectificador Controlado por Silicio)                         | 24 |
| 3.2.15    | Preventoras (BOP's)   | 24 |
| 3.2.16    | Choke Manifold.   | 25 |
| <br>      |   |    |
| 4.        | ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS                                 | 26 |
| <br>      |   |    |
| 4.1       | MÉTODO DE LOS FACTORES PONDERADOS BASADO EN EL CONCEPTO DE RIESGO | 27 |
| <br>      |   |    |
| 4.2       | INFORMACIÓN REQUERIDA PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD              | 28 |
| <br>      |   |    |
| 4.3       | CRITERIOS DE EVALUACIÓN   | 32 |
| <br>      |   |    |
| 5.        | ANÁLISIS DE EMPLEO  | 36 |
| <br>      |   |    |
| 5.1       | GENERALIDADES   | 36 |
| <br>      |   |    |
| 5.2       | PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR UN ANÁLISIS DE EMPLEO                 | 37 |
| 5.2.1     | Determinar los Puestos de Trabajo a Analizar                      | 38 |
| 5.2.2     | Selección del Personal para realizar el Análisis                  | 39 |
| 5.2.3     | Capacitación de los Analistas.                                    | 40 |
| 5.2.4     | Métodos para obtener datos de los Trabajos                        | 42 |
| 5.2.5     | Selección del personal que proporcionará los datos                | 44 |
| 5.2.6     | Determinación del tipo de información por obtener                 | 44 |
| <br>      |   |    |
| 6.        | SEGURIDAD INDUSTRIAL  | 47 |
| <br>      |   |    |
| 6.1       | SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL                                    | 47 |
| <br>      |   |    |
| 6.2       | ENTORNO DE TRABAJO  | 50 |
| 6.2.1     | Condiciones de Trabajo, Seguridad, Salud y Ambiente.              | 50 |
| <br>      |   |    |
| 6.3       | PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD PRIDE                                 | 59 |
| <br>      |   |    |
| 6.4       | MANUAL DE SEGURIDAD   | 60 |
| <br>      |   |    |
| 7.        | MANTENIMIENTO DE CALIDAD  | 61 |
| <br>      |   |    |
| 7.1       | El Proceso de Mantenimiento                                       | 61 |
| 7.1.1     | Relación Del Mantenimiento Con Otros Procesos                     | 62 |
| 7.1.1.1   | Compras   | 64 |
| 7.1.1.1.1 | Gestión de las compras y la evaluación de proveedores             | 67 |
| 7.1.1.2   | Sistemas de Información   | 85 |
| 7.1.1.3   | Salud ,Seguridad Y Medio Ambiente                                 | 92 |
| 7.1.1.4   | Gestión De Calidad  | 93 |
| 7.1.1.5   | Recursos Humanos  | 95 |

|   |            |
|---|------------|
| <b>7.2 APLICACIÓN DE LA NORMA ISO 9001:2000 EN EL MANTENIMIENTO</b> | <b>95</b>  |
| <b>8. DESARROLLO DE LA MULTIMEDIA DE CAPACITACIÓN</b>               | <b>106</b> |
| <b>8.1 TIPOS DE MATERIALES EDUCATIVOS COMPUTARIZADOS</b>            | <b>106</b> |
| 8.1.1 Sistemas Tutoriales   | 107        |
| 8.1.3 Simuladores y Juegos Educativos                               | 108        |
| 8.1.4 Sistemas Expertos con fines educativos                        | 108        |
| 8.1.5 Sistemas Tutoriales Inteligentes                              | 109        |
| <b>8.2 DESARROLLO DE LA MULTIMEDIA</b>                              | <b>109</b> |
| <b>9. ELABORACIÓN DE LA MULTIMEDIA</b>                              | <b>117</b> |
| <b>9.1 ENTORNO PARA EL DISEÑO DE LA HERRAMIENTA</b>                 | <b>117</b> |
| 9.1.1 Población Objetivo  | 117        |
| 9.1.2 Área de Contenido   | 117        |
| 9.1.3 Necesidad Educativa que Apoya                                 | 117        |
| <b>9.2 DISEÑO EDUCATIVO DE LA HERRAMIENTA</b>                       | <b>118</b> |
| 9.2.1 Objetivos al desarrollar la herramienta                       | 118        |
| 9.2.2 Análisis  | 118        |
| 9.2.3 Diseño  | 120        |
| 9.2.4 Desarrollo  | 122        |
| <b>10. DESCRIPCIÓN DE LA MULTIMEDIA</b>                             | <b>125</b> |
| <b>10.1 REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DEL SISTEMA</b>                      | <b>125</b> |
| <b>10.2 DESCRIPCIÓN DE PANTALLAS</b>                                | <b>125</b> |
| 10.2.1 Pantalla de Inicio   | 125        |
| 10.2.2 Pantalla Menú  | 126        |
| 10.2.3 Pantalla Secundaria  | 127        |
| 10.2.4 Pantalla principal y ventanas de navegación                  | 128        |
| 10.2.4.1 Primera ventana de navegación                              | 129        |
| 10.2.4.2 Segunda ventana de navegación                              | 130        |
| 10.2.4.3 Tercera ventana de navegación                              | 130        |
| 10.2.4.4 Ventana de contenido                                       | 131        |
| <b>11. CONCLUSIONES</b>   | <b>134</b> |
| <b>BIBLIOGRAFIA</b>   | <b>137</b> |

## LISTA DE FIGURAS

|  | pág. |
|--|------|
| Figura 1. Operaciones alrededor del mundo de Pride Internacional           | 5    |
| Figura 2. Operaciones de Pride en Colombia                                 | 8    |
| Figura 3. Organigrama Pride Colombia                                       | 11   |
| Figura 4. Sarta de Perforación   | 14   |
| Figura 5. Top Drive (equipo Principal del Sistema de Rotación en P.23)     | 15   |
| Figura 6. Sistema de Levante   | 15   |
| Figura 7. Sistema de Circulación.  | 16   |
| Figura 8. Partes Principales de un equipo de Perforación.                  | 17   |
| Figura 9. Modelo Básico de Criticidad                                      | 26   |
| Figura 10. Matriz general de Criticidad                                    | 30   |
| Figura 11. Resultados de Análisis de Criticidad en Matriz general          | 34   |
| Figura 12. Procedimiento para realizar un análisis de empleo               | 37   |
| Figura 13. Estructura de un Programa de Seguridad e Higiene Industrial     | 48   |
| Figura 14. Programa de Supervisión y control de Sulfuro de Hidrógeno       | 55   |
| Figura 15. Caracterización de un proceso de mantenimiento                  | 62   |
| Figura16. Mapa de Procesos. Relación del mantenimiento con otros procesos. | 63   |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 17. Gestión de compra basado en la norma ISO 9000               | 66  |
| Figura 18. Información que requiere acción del mantenimiento           | 85  |
| Figura 19. Pirámide de Información en la organización de mantenimiento | 86  |
| Figura 20. Ventana MAXIMO. Módulo de equipo                            | 89  |
| Figura21. Ventana MAXIMO. Planes de Trabajo. Job Plan                  | 90  |
| Figura 22. Ventana MAXIMO. Actividades de Mantenimiento                | 91  |
| Figura 23. Matriz de Selección   | 113 |
| Figura 24. Estructura general de Capacitación                          | 118 |
| Figura 25. Información de entrada                                      | 119 |
| Figura 26. Información de Salida                                       | 119 |
| Figura 27. Diagrama de Flujo General multimedia                        | 120 |
| Figura 28. Diagramas de menus  | 122 |
| Figura 29. Pantalla Inicio   | 126 |
| Figura 30. Pantalla Menú   | 127 |
| Figura 31. Pantalla Secundaria   | 128 |
| Figura 32. Pantalla principal y ventanas de navegación                 | 129 |
| Figura 33. Primera ventana de navegación                               | 129 |
| Figura 34. Segunda ventana de navegación                               | 130 |
| Figura 35. Tercera ventana de navegación                               | 131 |
| Figura 36. Ventana de contenido.                                       | 132 |
| Figura 37. Ventana emergente para explicaciones puntuales              | 133 |

## LISTA DE TABLAS

|  | pag. |
|--|------|
| Tabla 1. Características de los Equipos de Pride en Colombia.  | 9    |
| Tabla 2. Descripción del proceso productivo.                   | 10   |
| Tabla 3. Sistemas de un Equipo de Perforación.                 | 18   |
| Tabla 4. Formato de evaluación para el análisis de criticidad  | 29   |
| Tabla 5. Criterios de evaluación de criticidades               | 31   |
| Tabla 6. Registro de evaluación para el análisis de criticidad | 33   |
| Tabla 7. Lista jerarquizada de equipos                         | 34   |
| Tabla 8. Ventajas y desventajas de la entrevista               | 41   |
| Tabla 9. Ventajas y desventajas del cuestionario.              | 42   |
| Tabla 10. Ventajas y desventajas del método combinado          | 42   |
| Tabla 11. Formato de selección de proveedores                  | 73   |
| Tabla 12. Formato de evaluación de selección de proveedores    | 75   |
| Tabla 13. Formato de recepción de propuestas                   | 76   |
| Tabla 14. Formato de verificación                              | 80   |
| Tabla 15. Formato de Evaluación de proveedores                 | 83   |
| Tabla 16. Modo de mantenimiento y Actividades asociadas        | 100  |
| Tabla 17. Criterios de diagnóstico estratégico                 | 112  |
| Tabla 18. Calificación del software                            | 113  |

## RESUMEN

**TITULO:**

ELABORACION DE MULTIMEDIA DE CAPACITACIÓN PARA EVALUACIÓN, APROBACIÓN, EJECUCIÓN DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS Y ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO POR EL PERSONAL IDÓNEO EN EQUIPOS CRÍTICOS DEL TALADRO PRIDE 23.\*

**AUTORES:**

**Fabián Andrés Pinzón Arenas**  
**Javier Jesús Delgado Camacho\*\***

**PALABRAS CLAVES:**

**Taladros de perforación, Programa de Integridad Mecánica, Análisis de Criticidad, Gestión de Mantenimiento ISO 9000.**

**DESCRIPCIÓN:**

El propósito fundamental de este estudio es proporcionar a Pride Colombia Services, una herramienta informática para capacitar el personal de diferentes niveles en elementos particulares del programa de Integridad Mecánica. El análisis de criticidad, análisis de empleo, Sistema de Gestión de Calidad enfatizada al Mantenimiento según norma ISO 9001:2000 son parte esencial de dichos elementos y son desarrollados en este proyecto.

Este material multimedia pretende aprovechar la informática para capacitar, cuando se requiere alta motivación, información inmediata, ritmo propio y secuencia controlable por el usuario, aspectos que el diseño de este Sistema Tutorial cumple a satisfacción.

En síntesis, Este proyecto será un complemento excelente para la formación de trabajadores de diferentes niveles de equipos de perforación, creando una atmósfera de participación activa en una nueva y mejor cultura de calidad

---

\* Trabajo de Grado.

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de ingeniería Mecánica.  
Director: Ing. Carlos Ramón Gonzáles

## SUMMARY

**TITLE:**

ELABORATION OF TRAINING MULTIMEDIA FOR EVALUATION, APPROVAL, AND EXECUTION OF NON DESTRUCTIVE TEST AND MAINTENANCE ACTIVITIES BY SUITABLE PERSONNEL IN CRITICAL EQUIPMENT FROM DRILL RIG PRIDE 23. \*

**AUTHORS:**

Fabián Andrés Pinzón Arenas  
Javier Jesus Delgado Camacho \* \*

**PASSWORDS:**

Drill Rigs, Mechanical Integrity Program, Critical Equipment, Employment Analysis, Industrial Security, Maintenance Management, ISO 9001.

**DESCRIPTION:**

The main purpose of this work is to provide to Pride Colombia Services, a computer tool to train personnel from different levels inside the company in some specific elements from Mechanical Integrity Program. Such as Critical Equipment, Employment Analysis, Industrial Security and Maintenance Management based on ISO 9001:2000. All this elements are developed on this project.

This multimedia use computer science to train people from the company when high motivation, immediate information, own rhythm and controllable sequence are required by the user. This Tutorial system fulfils all the users' needs.

In synthesis, this project will be an excellent complement to train workers in a drill rig, creating an active participation atmosphere in a new and better culture of quality.

---

\* Work of Grade.

\* \* Physical-mechanical Engineering School, Mechanical engineering.  
Director: Engineer. Carlos Ramón Gonzáles

## INTRODUCCIÓN

Pride Colombia Services es una empresa de servicios, dedicada a la perforación y reacondicionamiento de pozos de petróleo, cuyo objetivo principal es el de alcanzar la excelencia operacional; para ello considera de suma importancia agrupar el mejor personal disponible en la industria; personal altamente calificado, con una basta experiencia en el campo de la perforación. Por tal razón para Pride Colombia es muy importante ofrecer a sus empleados un programa estructurado de capacitación, con el objeto de asistirlos y orientarlos a responder acertadamente a los retos y dificultades que se presentan durante la ejecución de las diferentes actividades propias de la operación de un taladro de perforación en los diferentes pozos petroleros.

Dentro de las estrategias de capacitación que posee Pride en la actualidad, encontramos: Cursos teórico prácticos que van desde los cursos de funcionamiento y operación propuestos por los fabricantes de los diferentes equipos, hasta cursos especializados en manejo y control de tuberías, perforación básica y especializada, seguridad, Liderazgo, ejecución de MAXIMO (SCAM de mantenimiento) y programas de mantenimiento. Además podemos encontrar reuniones diarias donde se debaten aspectos sobre la correcta operación de los equipos y las medidas de seguridad necesarias para realizar un trabajo de perforación eficiente y seguro.

Este proyecto busca ofrecer una herramienta informática de fácil acceso para capacitar personal que labora en mantenimiento en el taladro de perforación de petróleo Pride 23, en elementos puntuales del programa de mantenimiento, facilitando de ésta manera el proceso de difusión de información necesaria para alcanzar el éxito del programa.

Estas Memorias se dividen en dos secciones bien marcadas; la primera consiste en la presentación de un breve resumen del contenido de la herramienta, en donde se presentan los diferentes temas desarrollados en la multimedia, tales como el funcionamiento básico de los equipos de perforación, análisis de criticidad de equipos, análisis de empleo de los diferentes cargos de mantenimiento, seguridad industrial, y actividades de mantenimiento dentro de las cuales se encuentran las pruebas y ensayos no destructivos. Y la segunda es la presentación de la multimedia donde se muestran los aspectos más relevantes en el diseño y desarrollo de la herramienta.

Este proyecto cumple con los objetivos propuestos (definidos previamente en el plan de proyecto) de capacitar en elementos particulares del programa de Mantenimiento, haciendo uso de una herramienta informática útil cuando se requiere alta motivación en el estudio de temas específicos, información inmediata, ritmo propio y secuencia controlable por el usuario.

## 1. EL PETRÓLEO

El petróleo es el energético más importante en la historia de la humanidad, Un recurso natural no renovable que aporta el mayor porcentaje de la energía que se consume en el mundo.

En las sociedades industriales modernas se utiliza principalmente como combustible después de haber sido tratado, para obtener un alto grado de movilidad, ya sea por tierra, mar o aire. Además el petróleo tiene un sin número de aplicaciones, tales como en la fabricación de medicamentos, fertilizantes, materiales de construcción, plásticos, pinturas, textiles etc.

### 1.1 COMPOSICIÓN

Etimológicamente, la palabra petróleo viene del Latín Petroleum, (petra-piedra y oleum-aceite) que significa aceite de piedra, y es un compuesto complejo de hidrocarburos, es decir, una combinación de carbono e hidrógeno, exclusivamente.

Al analizar petróleo de procedencias diversas, se puede decir que su composición general es básicamente de un 84-87 % de carbono, 10-14 % de Hidrógeno, y en ocasiones puede contener impurezas como Oxígeno, Azufre y Nitrógeno.

### 1.2 PRODUCCIÓN

La producción de hidrocarburos es el proceso mediante el cual se extrae y se transforma de manera ordenada y planificada el crudo que la naturaleza ha acumulado en yacimientos subterráneos.

El punto de partida del proceso es la localización del yacimiento, esta se realiza en la **fase de exploración**. Después de localizado el posible yacimiento se procede a alcanzar el crudo perforando el subsuelo. (**Fase de**

**perforación**). Una vez alcanzado el depósito de petróleo se inicia la **fase de extracción**, donde el crudo es llevado hasta la superficie, para ser transportado (**Fase de Transporte**) y almacenado en las refinerías donde se separa por destilación fraccionada (**Fase de Refinación**) los distintos componentes del petróleo: combustibles, aceites, asfaltos, etc., para facilitar su comercialización.

Todo el proceso que envuelve al preciado líquido negro, desde el estudio de los yacimientos hasta el refinamiento, requiere de alta tecnología y de la aplicación de casi todos los campos de la ciencia y la ingeniería, además es extremadamente costoso. Por tal razón en la industria petrolera encontramos empresas que se especializan en alguna actividad en particular.

### **1.3 EL PETRÓLEO EN COLOMBIA**

Es evidente que el petróleo en Colombia constituye hoy en día el motor de la economía y un agente influyente de la vida nacional; de la economía por ser la fuente principal de renta para las regiones a títulos de regalías por su explotación o por contribuciones fiscales en las diferentes fases de su proceso; agente influyente porque es el causante de la creación de una cultura, idiosincrasia y desarrollo particular en las regiones de explotación que afecta el panorama político, jurídico, demográfico, ambiental y hasta de orden público.

Sin embargo la industria petrolera nacional con su mayor y mejor representante, ECOPETROL, sufrió a lo largo del siglo XX una serie de dificultades entre las que se destacan: El difícil trabajo para encontrar el preciado elemento, el manejo de concesiones y los numerosos ataques a los oleoductos desde 1985. Pese a esto Colombia tiene puestas sus esperanzas en el 80 % de su territorio nacional aún no explorado para encontrar yacimientos que contengan una reserva suficiente que permita que nuestro país mantenga su continuo desarrollo social y económico.

## 2. EMPRESA PRIDE

### 2.1 PRIDE INTERNATIONAL.

PRIDE INTERNATIONAL es una de las más grandes compañías del mundo, que presta servicios de perforación y reacondicionamiento de pozos petroleros. Se caracteriza por su gran liderazgo en los mayores y más activos mercados en tierra (onshore) y en mar (offshore) del mundo.

Pride, presta servicios en más de 30 países alrededor del mundo, ubicados en el Golfo de México, Sur América, África Occidental, el Mar del Norte, Medio Oriente y el Sudeste de Asia. Cuenta con una flota global de 290 taladros de diferentes tipos.

**Figura 1. Operaciones alrededor del mundo de Pride Internacional**



Cortesía [www.Prideinternational.com](http://www.Prideinternational.com)

### **2.1.1 Misión.**

Nuestra meta es ser la mejor compañía de servicios petroleros, brindando un servicio de calidad a nuestros clientes, optimizando el retorno de capital.

### **2.1.2 Política de Calidad.**

En Pride International nuestros clientes están primero. Ellos son la razón de nuestra existencia. Nosotros nos comprometemos a brindar un servicio de calidad, valorando a nuestros clientes, satisfaciendo sus requerimientos de seguridad, costos y tiempo. Además operamos de una manera segura, con conciencia ambiental, y socialmente responsable manteniendo los más altos principios éticos. Proveemos un ambiente de trabajo, donde se incentiva a nuestros empleados a la total participación y desarrollo de todas sus habilidades, creatividad e ingenio. Y buscaremos el mejoramiento continuo en todas las facetas de nuestro negocio.

## **2.2 PRIDE COLOMBIA SERVICES**

PRIDE COLOMBIA SERVICES es una multinacional que presta servicios de perforación y reacondicionamiento de pozos petroleros a lo largo y ancho de todo el territorio nacional. Actualmente tiene su oficina principal en Bogotá (Carrera 17 No. 93 A 02, Piso 4, Fax (1) 6225667, PBX (1) 6226788) y el taller de Mantenimiento en Sopó (Cundinamarca). Nació en 1998 de la adquisición y fusión de las compañías INGESER DE COLOMBIA S.A. (fundada en 1972) y MARLNIN DRILLING COLOMBIA Co Inc. (Creada en 1983).

### **2.2.1 Misión.**

PRIDE COLOMBIA SERVICES cuya misión es proporcionar un servicio de calidad a cada uno de sus clientes dirigiendo de una forma responsable, legítima y social sus funciones en el contexto de seguridad medio-ambiental manteniendo las normas éticas más sobresalientes, así mismo proporcionar un ambiente de trabajo que anime a la participación de todos sus empleados a través de la plena utilización de sus habilidades, creatividad e innovación; y enfocar todos los esfuerzos para mejorar continuamente en todas las facetas del negocio.

### **2.2.2 Equipos.**

Actualmente cuenta con 17 equipos en el territorio nacional distribuidos como se muestran en la figura 2 y de características que se relaciona en la tabla 1.

### **2.2.3 Descripción del Proceso Productivo.**

Se relaciona el proceso de producción con sus etapas y se define exactamente cual es el producto que genera un taladro de perforación en la tabla 2.

### **2.2.4 Organización del Trabajo.**

PRIDE COLOMBIA tiene un promedio de ochocientos empleados, organizados en Rol Diario y Rol Mensual. El número de trabajadores asignados a los equipos de perforación y reacondicionamiento depende de los requerimientos especificados por cada cliente en los contratos. El personal de un equipo varía entre 40 y 50 personas para equipo de perforación y entre 20 y 25 para equipos de reacondicionamiento, quienes laboran 24 horas al día, distribuidos en turnos de 8 o 12 horas dependiendo

del área donde se encuentran ubicados los pozos, los servicios pueden durar días, meses o inclusive años

Figura 2. Operaciones de Pride en Colombia



Cortesía [www.Civila.com](http://www.Civila.com)

**Tabla 1. Características de los Equipos de Pride en Colombia.**

| <b>Taladro</b> | <b>Tipo</b>       | <b>Potencia (HP)</b> | <b>Profundidad Trabajo (Pies)</b> | <b>Fabricante</b>    | <b>Torre</b>                          |
|----------------|-------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|---------------------------------------|
| Rig 3          | Land Workover Rig | 350                  | 12000                             | Ideco H-35 KD        | Ideco Telescoping 96-215,00           |
| Rig 6          | Land Workover Rig | 350                  | 12000                             | Ideco H-35 KD        | Ideco Telescoping 96-215,000          |
| Rig 7          | Land Drilling Rig | 600                  | 7000                              | Ideco H-44           | Ideco Telescop 108-268,000            |
| Rig 8          | Land Drilling Rig | 1000                 | 14000                             | National 80-UE       | Lee C. Moore Cantilever 13-570,000    |
| Rig 11         | Land Workover Rig | 300                  | 10000                             | Franks 300           | Franks Telescoping 96-215,000         |
| Rig 13         | Land Workover Rig | 300                  | 10000                             | Franks 300           | Franks Telescoping 96-215,000         |
| Rig 14         | Land Drilling Rig | 1000                 | 12000                             | Gardner-Denver 800 M | DSI Cantilever 136-650,000            |
| Rig 15         | Land Drilling Rig | 1200                 | 15000                             | Skytop Brewster N-95 | Lee C. Moore Cantilever 142-1,000,000 |
| Rig 18         | Land Drilling Rig | 550                  | 6500                              | Cooper LTO 550       | Cooper Telescoping 110-250,000        |
| Rig 19         | Land Workover Rig | 350                  | 12000                             | Cooper LTO 350       | Cooper Telescoping 97-200,000         |
| Rig 20         | Land Workover Rig | 350                  | 12000                             | Ideco H-35           | Ideco Telescoping 96-212,000          |
| Rig 21         | Land Workover Rig | 550                  | 14000                             | Cooper LTO 550       | Pemco Telescoping 112-250,000         |
| Rig 22         | Land Drilling Rig | 750                  | 10000                             | Cooper LTO 750       | Cooper Telescoping 118-360,000        |
| Rig 23         | Land Drilling Rig | 1500                 | 15000                             | Skytop Brewster 1500 | Skytop 136-710,000                    |
| Rig 24         | Land Drilling Rig | 1700                 | 17000                             | Ideco E-1700         | Dreco M 142-1,200,00                  |
| Rig 25         | Land Drilling Rig | 1200                 | 13500                             | Cabot 1200           | IRI Telescoping 127-715,000           |
| Rig 28         | Land Workover Rig | 550                  | 14000                             | Cooper LTO 550       | Cooper Telescoping 104-250,000        |

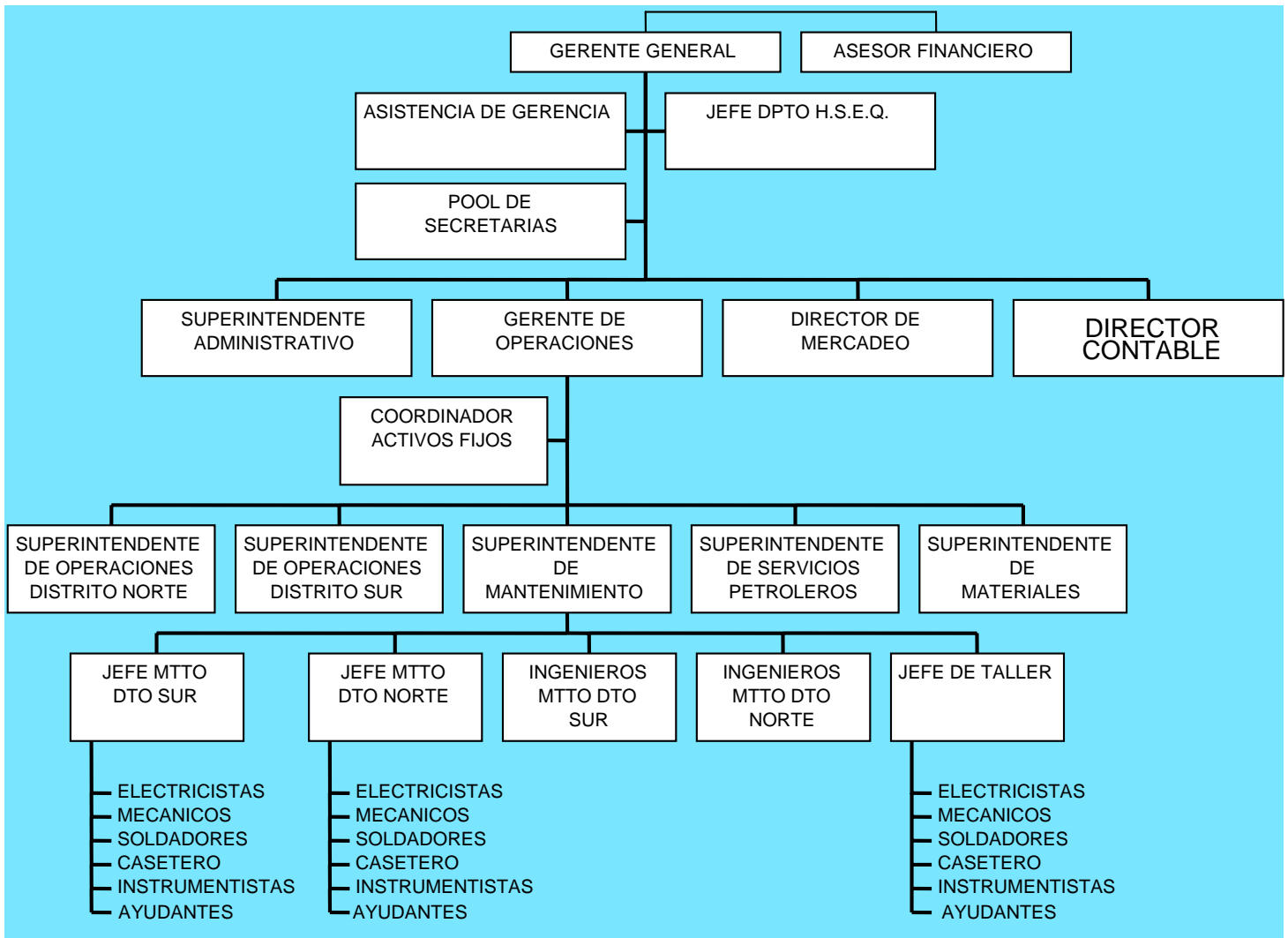
### **2.2.5 Organigrama.**

El organigrama actual de PRIDE Colombia es el que se muestra en la figura 3. Allí, se realiza una descripción detallada del Departamento de Mantenimiento, que es el área donde se realiza nuestro estudio.

**Tabla 2. Descripción del proceso productivo.**

| PROCESO  | EQUIPOS/HERRAMIENTA                               | PRODUCTO  |
|--|---|---|
| <p>Realizar la perforación para la explotación de yacimientos de petróleo y gas.</p> <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cargue, movilización y descargue de los componentes del taladro.</li> <li>• Instalación, montaje y prueba de los componentes del taladro.</li> <li>• Operación y Mantenimiento del taladro para la perforación.</li> </ul> | <p>Taladro de perforación en tierra (Onshore)</p> | <p>El producto es el pozo en sí, es una abertura vertical, inclinada u horizontal en el subsuelo, que alcanza profundidades que van en promedio de 3 a 6 Km de extensión con el objetivo de llegar a sitios conocidos como formaciones posiblemente productoras que pueden tener hidrocarburos.</p> |

**Figura 3. Organigrama Pride Colombia**



### 3. TALADRO PRIDE 23

La función principal de los taladros de perforación es realizar en el subsuelo un hueco vertical, inclinado u horizontal, para alcanzar profundidades que van en promedio de 3 a 6 Km. de extensión con el objetivo de llegar a sitios conocidos como *formaciones posiblemente productoras* que pueden tener hidrocarburos (crudo, gas, condensados o una mezcla de estos). El hueco se conoce como *pozo petrolero*.

Se puede considerar a una instalación de perforación como una fábrica o planta manufacturera, la cual está diseñada para fabricar solamente un producto – *el pozo petrolero*. Difiere de otras instalaciones manufactureras en que el equipo de perforación es móvil; es decir, debe ser trasladado continuamente. Sin embargo, este requisito de portabilidad no impone demasiadas limitaciones sobre la capacidad de una instalación para perforar. De hecho, muchas de las instalaciones grandes utilizadas hoy en día han sido diseñadas para perforar pozos hasta profundidades que se aproximan a 35.000 pies (10.000 m).

La unidad acostumbrada para medir la producción o perforación de un pozo es el pie (0.3048 m). Esta es una unidad conveniente para medir el producto de una operación de perforación y para pagar a la contratista que hizo el pozo. En la industria de perforación, es un hecho real que el costo de cada pie o metro que se perfora varía directamente con la profundidad en la cual se está perforando. Mientras más profundo sea el pozo, más costoso es el pie perforado adicional.

La mayoría de instalaciones pertenece a un individuo o grupo de individuos conocidos como contratista de perforación. Sin embargo, la mayoría de los pozos pertenecen a una compañía que se dedica a la búsqueda, producción o refinación de petróleo. A éstas compañías se les conoce como compañías operadoras. El operador contrata al contratista de perforación para que éste

le perfora el pozo. En el lugar donde se está llevando a cabo la perforación, se encuentra el representante de la compañía operadora, también conocido como el *company man*. Desde el punto de vista del cliente, la unidad más conveniente de perforación es el pozo como tal, no la profundidad en pies o en metros. Se puede considerar a un pozo como el número de pies o metros requeridos para lograr el objetivo para el cual se formuló el contrato. Un pozo sin terminar, no importa su profundidad, no tiene valor hasta que se termina de perforar el último pie. Por lo general se firman los contratos con una tarifa de trabajo diaria, mas ciertos gastos adicionales (un valor promedio de tarifa diaria es US 15.000, en comparación al valor promedio de un equipo de perforación US 10.000.000). El contratista de perforación y la compañía operadora están interesados en detalles tales como cuanto tiempo se va a requerir para completar el pozo, la severidad del equipo, propiedad y personal durante las operaciones, y la habilidad del personal y el equipo para producir un trabajo aceptable.

El contratista debe proporcionar un equipo de suficiente capacidad y fuerza para perforar hasta la profundidad acordada, ya sea de 2.000 o 35.000 pies.

### **3.1 PROCESO DE PERFORACIÓN DE UN POZO**

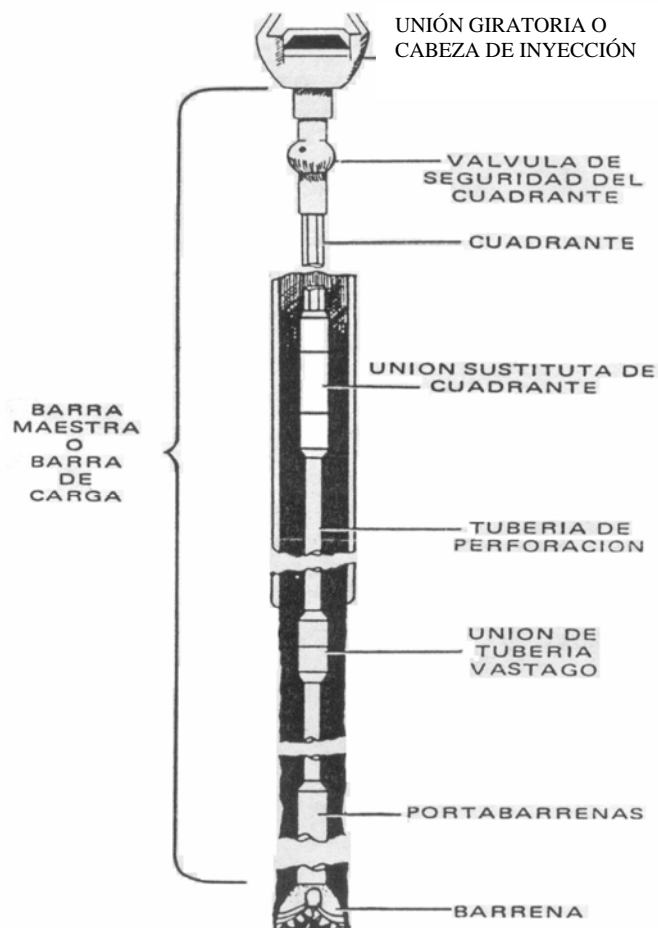
El método de perforación más difundido es el de rotación, consiste en una serie de tubos roscados acoplados entre sí los cuales se van uniendo a medida que la profundidad va aumentando, en la parte inferior de esta columna de tubos se acopla una broca quien realiza en si el pozo, este conjunto se denomina SARTA DE PERFORACIÓN y cuelga de una TORRE (Figura 4). La SARTA se hace girar mediante el SISTEMA DE ROTACIÓN (Figura 5) que está situado en la superficie. La broca de perforación instalada en el extremo inferior de la columna suele estar formada por tres ruedas tronco cónicas con dientes de acero endurecido de geometría diferente según la geología de la capa atravesada.

Además de la rotación el otro movimiento indispensable para la perforación es el desplazamiento vertical que es dado por el SISTEMA DE LEVANTE (Figura 6), La broca puede avanzar a una velocidad que puede oscilar entre los 6 metros por día y los 60 metros por hora, según la dureza de la roca atravesada.

Con lo anteriormente dicho se describe la perforación en sí, pero para que en la práctica funcione se requiere:

- Enviar los recortes de la perforación lejos de la broca, de lo contrario el pozo se obstruiría
- Enfriar la Broca.
- Evitar que las paredes del pozo se derrumben.

**Figura 4. Sarta de Perforación.**



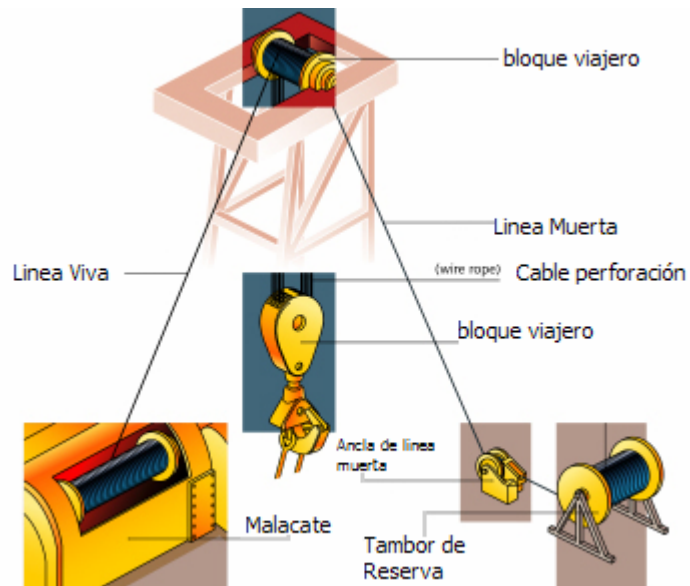
Cortesía Herramientas Para el Gerenciamiento en el Mantenimiento

Figura 5. Top Drive (equipo Principal del Sistema de Rotación en P.23)



Fotografía Top Drive en Pride 23 (Yopal)

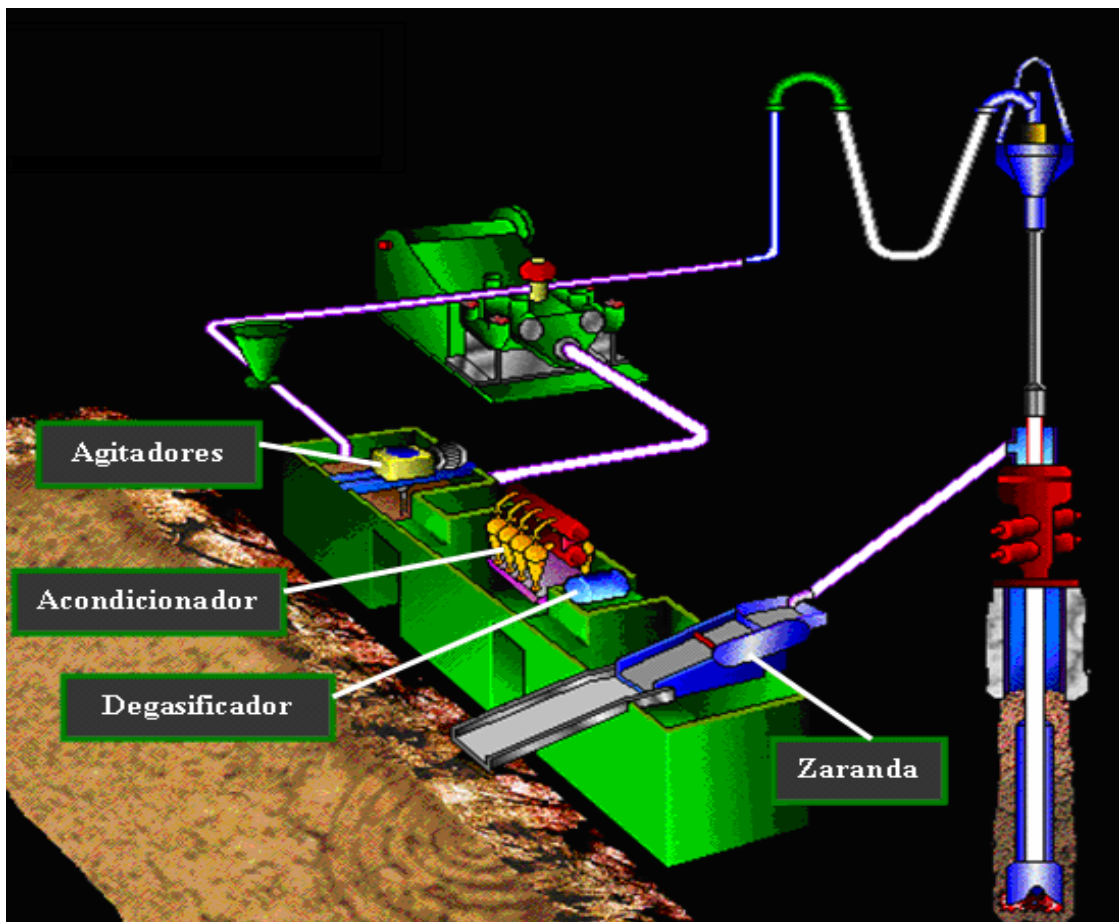
Figura 6. Sistema de Levante.



Cortesía Petroleum Communication Fundation

Esto se logra Circulando un fluido llamado LODO DE PERFORACIÓN que es enviada por una bomba hasta el hueco a través de la tubería de perforación y regresa a la superficie, arrastrando consigo los fragmentos de roca, llamados recortes, que se han desprendido de la formación por acción de la barrena. El lodo sube por el espacio anular, el espacio entra la tubería de perforación y las paredes del hueco (Figura 7). El diámetro típico de una tubería de perforación es de cerca de 10 cm. En el fondo de un pozo profundo, el hoyo puede tener 20 cm de diámetro, en este recorrido ascendente es donde el lodo según su composición se adhiere a las paredes del pozo dándole resistencia evitando los derrumbes.

**Figura 7. Sistema de Circulación.**

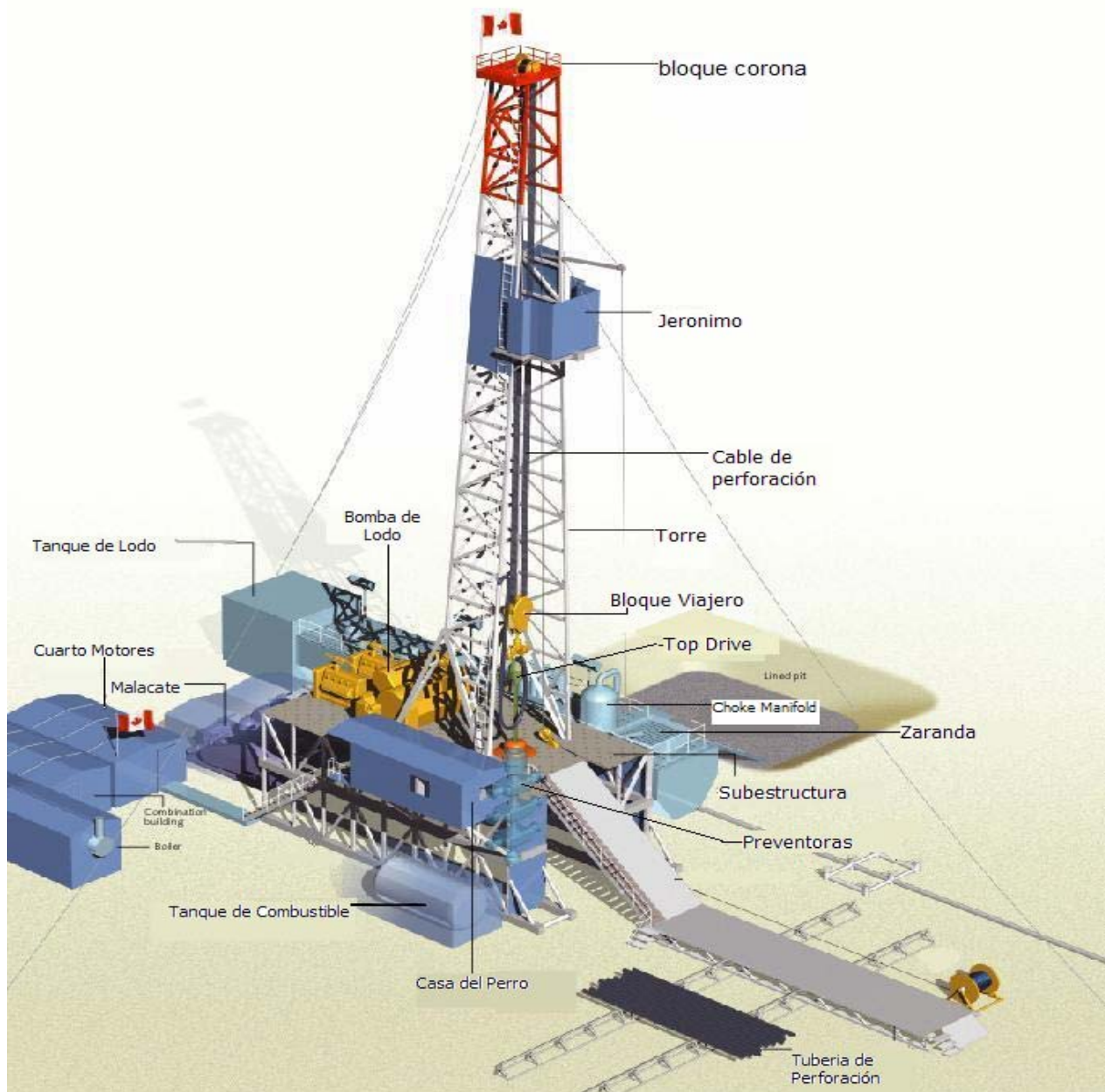


Cortesía Technomedia Internacional.

### 3.2 COMPONENTES DE UN EQUIPO DE PERFORACIÓN

En la figura 8 se muestran las partes principales de un equipo de perforación terrestre. A continuación en la tabla 3 se describirán los sistemas que integran un equipo de perforación terrestre de pozos petroleros.

**Figura 8. Partes Principales de un equipo de Perforación.**



Cortesía Petroleum Communication Fundation

**Tabla 3. Sistemas de un Equipo de Perforación.**

| <b>SISTEMA</b>                  | <b>EQUIPOS</b>            | <b>FUNCIÓN</b>   |
|---------------------------------|---------------------------|--|
| Sistema Estructural             | Subestructura             | Estructura de acero que soporta metros de tubería de perforación (100Ton.) y provee espacio para operaciones y otros sistemas.   |
|                                 | Torre (Mástil)            |  |
| Sistema de Levante              | El Malacate               | Sistema encargado de levantar y bajar la <b>sarta de perforación</b> a diferentes velocidades  |
|                                 | Winches Neumaticos        |  |
|                                 | Bloque viajero            |  |
|                                 | Bloque Corona             |  |
|                                 | Cable Perforación         |  |
| Sistema de Rotación             | Top Drive                 | Es el que hace el pozo en sí, Contiene los equipos necesarios para que la sarta de perforación gire y la broca corte y perfore.  |
|                                 | Mesa Rotaria              |  |
|                                 | Sarta de Perforación      |  |
| Sistema de Circulación          | Tanques de Lodo           | Hace circular el <b>Lodo</b> que busca limpiar el fondo del pozo, enfriar la broca, sacar del pozo los cortes de perforación, soportar las paredes del pozo para que no se derrumbe y evitar que fluidos de las formaciones entren en el pozo. |
|                                 | Bombas de Lodo            |  |
|                                 | Zarandas                  |  |
|                                 | MUD Conditioner           |  |
|                                 | Agitadores                |  |
|                                 | Degasificador             |  |
| Sistema de Potencia             | Motor Diesel CAT 3512     | Los que generan y transmiten la potencia que se requerirá para los otros sistemas  |
|                                 | Potencia Hidráulico       |  |
| Sistema de Control de Pozo      | BOP's                     | Sistema usado cuando ocurren <b>reventones</b> , es para protección y seguridad.   |
|                                 | Acumulador                |  |
|                                 | Choke Manifold            |  |
| Sistemas Neumáticos             | Tanques a alta Presión    | Sistema que manipula el aire como fluido de trabajo y de control para otros sistemas.  |
|                                 | Compresores               |  |
| Sistema de Instrumentación      | Indicador de Peso         | Sistemas de dispositivos que mantienen un registro gráfico cronológico del trabajo que se esta llevando a cabo en la instalación principalmente del peso y la profundidad de la perforación.   |
|                                 | Registrador Nivel Lodo    |  |
|                                 | Indicadores torsión       |  |
|                                 | Registrador Densidad Lodo |  |
| Sistema de Protección           | Apagado de Emergencia     | Sistema de acción inmediata ante inminente riesgos   |
|                                 | Twin Stop                 |  |
|                                 | Válvulas de Seguridad     |  |
| Sistema Auxiliar                | Equipo Soldadura          | equipos menores que son necesarios para llevar a cabo la perforación de un pozo  |
|                                 | Tanque de ACPM            |  |
| Herramientas de Superficie      | Cuñas                     | Son las herramientas que se encuentran en la mesa rotaria, estas permiten que la cuadrilla de trabajo conecte las tuberías, suban y bajen los bloques de aparejo.  |
|                                 | Elevadores                |  |
|                                 | Llave de Potencia         |  |
|                                 | Llave Neumática           |  |
| Sistema Eléctrico               | SCR                       | Sistema que genera, conduce y transforma la energía eléctrica para el funcionamiento y control de los demás equipos.   |
|                                 | Generadores               |  |
|                                 | Motores DC                |  |
|                                 | Motores AC                |  |
| Sistema de Transporte y Montaje | Cargador                  | Los equipos necesarios y suficientes para transportar y montar los diferentes componentes que necesitan movilizar al lugar de la perforación.  |

### 3.2.1 Subestructura

Estructura que al desplegarse alcanza una altura de trabajo de poco mas de seis (6) metros proporcionando debajo de ella espacio suficiente para instalar las preventoras y por encima el espacio de trabajo necesario para la cuadrilla.

Descripción técnica de Subestructura en Pride 23:

|                              |                    |
|------------------------------|--------------------|
| <b>Marca:</b>                | Skytop Breweater.  |
| <b>Altura sin Desplegar:</b> | 12 pies            |
| <b>Altura de Trabajo:</b>    | 22 pies            |
| <b>Característica:</b>       | Dos (2) secciones. |

### 3.2.2 Torre o Mástil

Estructura de acero que soporta metros de tubería de perforación (100Ton).

Descripción técnica de la torre en Pride 23:

|                           |                   |
|---------------------------|-------------------|
| <b>Marca:</b>             | Skytop Breweater. |
| <b>Altura Desplegada:</b> | 120 pies.         |
| <b>Característica:</b>    | Telescópica       |

### 3.2.3 Malacate

Equipo de tracción directamente responsable del desplazamiento vertical a diferentes velocidades de la sarta de perforación, por medio del enrollamiento o no del cable de perforación en su respectivo tambor.

Descripción técnica del malacate en Pride 23:

|                           |  |
|---------------------------|--|
| <b>Marca:</b>             | Skytop Breweaster.   |
| <b>Potencia:</b>          | 5000HP.  |
| <b>Consumo de Aceite:</b> | 55 galones.  |
| <b>Presión de Aceite:</b> | 20-35 psi  |
| <b>Motores:</b>           | dos Eléctricos DC, 1000HP c/u, 750VCD, Marca General Electric. |
| <b>Transmisión:</b>       | Cadena con máxima tensión en la línea de 75000 Lb.             |
| <b>Embragues:</b>         | de Alta, de Baja y el Master.                                  |

**Características:** Freno principal de zapata mandado por palancaje de frenos ubicado en la mesa, filtro de aceite de succión lavable, freno auxiliar y sistema de protección Twin Stop, Consola de mando neumática con alarmas de funcionamiento y operación.

### **3.2.4 Bloque Viajero**

Aparejo de poleas y de enganche que se desplaza verticalmente dentro de la torre.

Descripción técnica del bloque viajero de Pride 23.

|                            |          |
|----------------------------|----------|
| <b>Número de poleas:</b>   | 5        |
| <b>Diámetro de poleas:</b> | 42"      |
| <b>Peso:</b>               | 8216Lb.  |
| <b>Capacidad de carga:</b> | 350 Ton. |

### **3.2.5 Bloque Corona**

Conjunto de poleas ubicado en la parte superior de la torre cumpliendo la función de transmisión.

Descripción técnica del bloque corona de Pride 23.

|                            |         |
|----------------------------|---------|
| <b>Numero de poleas:</b>   | 6       |
| <b>Diámetro de Polea:</b>  | 50"     |
| <b>1 Polea Loca.</b>       | 52"     |
| <b>Capacidad de Carga:</b> | 350 Ton |

### **3.2.6 Cable de Perforación**

Elemento de unión que relaciona el bloque viajero con el malacate.

Descripción técnica del cable usado en perforación.

**Alambre de acero al carbono trefilado en frío grados 4 o 5**

**Referencia 6 \* 19 IWRC**

**Cable de acero de 1 3/8 "a 1 1/2**

### 3.2.7 Top Drive

Equipo enganchado al bloque viajero y que a su vez sostiene la sarta de perforación transmitiéndole el movimiento de rotación con el torque y la velocidad que su motor y el operador le permite.

Descripción técnica del Top Drive de Pride 23.

|  |  |
|--|--|
| <b>Marca:</b>                          | Canrig.  |
| <b>Rango de velocidades:</b>           | Baja=180 rpm, Media=220rpm, Alta=250rpm.   |
| <b>Presión de aceite:</b>              | 20-100 psi.  |
| <b>Presión del sistema hidráulico:</b> | 2300psi  |
| <b>Presión hidráulica de retorno:</b>  | mayores de 30 psi.   |
| <b>Motor:</b>                          | General Electric con 1000HP (trabajo continuo) y de 1250HP (trabajo intermitente), torque de 25600 lb.*ft (trabajo continuo) y de 31300 lb.*ft (trabajo intermitente). |
| <b>Freno:</b>                          | Capacidad=30000 Lb.*Ft.  |
| <b>Peso:</b>                           | 27000 Lb.  |
| <b>Características:</b>                | carcasa, ganchos, brazos de levante y uso de freno hidráulico.   |

### 3.2.8 Sarta de Perforación

Conjunto de tubería compuesta por la tubería de perforación (Drill Pipe), una tubería especial de paredes gruesas(Drill Collars) que da mayor peso y la broca que es la encargada de cortar el subsuelo al recibir el movimiento de rotación.

El material con que esta hecha la tubería es laminada en caliente taladrada sin costura grado D con resistencia al esfuerzo de 3876 Kg/cm<sup>2</sup> en tramos de 9 m.

### 3.2.9 Bomba de Lodo

Equipo que transforma la energía mecánica en energía hidráulica para que el lodo pueda ser inyectado al pozo cuando el taladro este perforando.

Descripción técnica de las bombas de lodo de Pride 23.

|                         |  |
|-------------------------|--|
| <b>Marca:</b>           | Gardner Denver.  |
| <b>Características:</b> | Bomba de pistón triples de acción simple, liner de 5 ½" – 7" |
| <b>Carrera:</b>         | 10"  |
| <b>Potencia:</b>        | 1350HP por motor eléctrico.                                  |

### 3.2.10 Tanques de Lodo

Contiene la suficiente cantidad de lodo preparado para la perforación y el lodo recuperado de la misma.

Descripción técnica de los tanques de lodo de Pride 23.

|                     |  |
|---------------------|--|
| <b>Marca:</b>       | Skytop Breawster.  |
| <b>Secciones:</b>   | Con pisos y con pisos-pasamanos.                                       |
| <b>Capacidades:</b> | 4 Tanques de 332 Bls.<br>2 Tanques de 420 Bls.<br>1 Tanque de 529 Bls. |

### 3.2.11 Zaranda (shale shaker)

Equipo cuya función es separar restos sólidos relativamente grandes (mayor a 20 micras) del lodo recuperado, usando las vibraciones mecánicas.

Descripción técnica de las zarandas en Pride 23.

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>Marca:</b>              | BRANDT.   |
| <b>Motor:</b>              | dos (2) motores de inducción trifásico con 2.3 HP c/u, a 1800 rpm, 60 Hz, 230/460 V, 7.0/3.5 A. |
| <b>Nivel de Ruido:</b>     | 75 dB a 3m y 80 dB a 1m.  |
| <b>Peso:</b>               | 5460 Lb.  |
| <b>Dimensiones:</b>        | 122" * 79" * 65"  |
| <b>Nivel de Vibración:</b> | 2-6g's sin carga dependiendo del set del motor.   |

### 3.2.12 Motor Diesel Cat 3512

Motores de combustión interna que generan y entregan potencia para la posterior generación de energía eléctrica.

Descripción técnica de los motores en Pride 23.

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>Marca:</b>                  | Caterpillar.   |
| <b>RPM:</b>                    | 900-1800   |
| <b>Relación de Compresión:</b> | 13:1   |
| <b>Velocidad en vacío:</b>     | 550 rpm  |
| <b>Número de Cilindros:</b>    | 12 V 50°   |
| <b>Carrera.</b>                | 190 mm   |
| <b>Diámetro de pistón:</b>     | 170 mm   |
| <b>Cilindraje:</b>             | 51.8L  |
| <b>Características:</b>        | Unidad inyectora, cuatro tiempos y turbo cargado, aftercooler. |

### 3.2.13 Generador de Electricidad

Equipos que transforman la energía mecánica proveniente de los motores diesel en corriente alterna, para alimentar los diferentes equipos que requieran esta clase de energía.

Descripción técnica de los generadores de electricidad en Pride 23.

|                          |                             |
|--------------------------|-----------------------------|
| <b>Marca:</b>            | Kato Engineering.           |
| <b>Voltaje Generado:</b> | 1500 KVA a 600 Vac a 60 Hz. |
| <b>Fase:</b>             | Trifásica.                  |

### 3.2.14 SCR (Rectificador Controlado por Silicio)

Dispositivo electrónico que pasa de un estado conductor a uno no conductor y se usa en circuitos para aplicar corriente continua controlada a una carga.

Descripción técnica de los SCR en Pride 23.

|                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>Marca:</b>           | Integrated power System Corp.   |
| <b>Módulo:</b>          | Control VC  |
| <b>Características:</b> | Rectificador controlado por silicio enfriado por arreglo de aletas de aluminio y flujo forzado de aire. |

### 3.2.15 Preventoras (BOP's)

Equipos que en caso de reventón son empleados para matar (cerrar) el pozo.

Descripción técnica de las preventoras en Pride 23.

|               |  |
|---------------|--|
| <b>Marca:</b> | M&M  |
| <b>Tipo:</b>  | Esférica (Anular BOP), Doble (Ram BOP Double), Sencilla (Ram BOP single) |

**Características:** Inside BOP, 01485S10 6 ¼" OD 4 ½"IF.

### **3.2.16 Choke Manifold.**

Equipos donde se determina la presión con que se reventó el pozo, además se baja la presión de retorno del lodo por el paso secuencial de diferentes válvulas de compuerta y choques fijos, ajustables manualmente y remotamente.

Descripción técnica del choke manifold de Pride 23.

|                                |               |
|--------------------------------|---------------|
| <b>Marca:</b>                  | SWACO.        |
| <b>Presión de Drille Pipe:</b> | 0-10000psi    |
| <b>Posición del Choke:</b>     | 20 divisiones |

#### **4. ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS**

El objetivo fundamental del análisis de criticidad es la identificación de los componentes que se consideran indispensables para el adecuado funcionamiento de un sistema. La clasificación de un componente como crítico exige asignar tareas de mantenimiento de alta jerarquía que permita minimizar sus posibles causas de falla.

El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilite la toma de decisiones acertadas y efectivas, orientando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y necesario mejorar la confiabilidad operacional, entendiéndose confiabilidad operacional como la capacidad de una instalación o sistema (integrados por procesos, tecnología y gente), para cumplir su función o el propósito que de ella se espera, dentro de sus límites de diseño y bajo un contexto operacional específico.

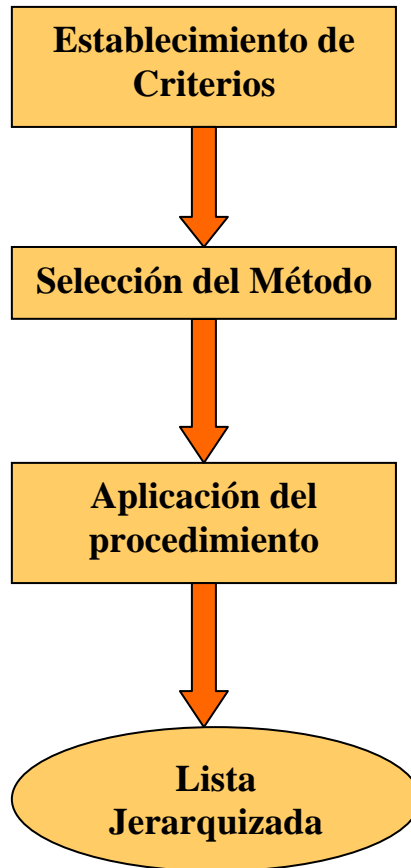
Los criterios para realizar un análisis de criticidad de equipos están asociados con:

1. La frecuencia de falla del equipo (tasa de falla).
2. El impacto operacional de equipo en la producción.
3. Los costos operacionales y de mantenimiento.
4. El tiempo de reparación.
5. El impacto sobre la seguridad industrial.
6. El impacto sobre el ambiente.
7. La complejidad Tecnológica.

Existen varios métodos para realizar el análisis de criticidad de equipos, un modelo básico de análisis de criticidad, es equivalente al mostrado en la figura 9. El establecimiento de criterios se basa en los criterios fundamentales nombrados en el párrafo anterior. Para la selección del método de evaluación se toman criterios de ingeniería, factores de ponderación y cuantificación.

Para la aplicación de un procedimiento definido se trata del cumplimiento de la guía de aplicación que se haya diseñado. Por último, la lista jerarquizada es el producto que se obtiene del análisis.

**Figura 9. Modelo Básico de Criticidad**



El modelo a emplear en PRIDE 23 es el de Factores Ponderados Basados en el Concepto de Riesgo, diseñado por un grupo de Consultoría Inglesa –The Woodhouse Partnership--, este método relaciona los criterios para realizar el análisis mediante una ecuación matemática que genera puntuación para cada elemento evaluado.

#### **4.1 MÉTODO DE LOS FACTORES PONDERADOS BASADO EN EL CONCEPTO DE RIESGO**

En este método la criticidad se puede expresar como:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia} \quad (1)$$

Donde:

- La frecuencia es un valor asociado al número de eventos o fallas que presenta el sistema o proceso evaluado en un tiempo determinado (Fallas / Año).
- $CONSECUENCIA = [ (IMPACTO OPERACIONAL * FLEXIBILIDAD OPERACIONAL) + COSTO MANTENIMIENTO + IMPACTO SAH ]$   
(2)

El análisis de criticidad muestra su máxima aplicabilidad cuando se han identificado al menos una de las siguientes necesidades:

- Fijar prioridades en sistemas complejos
- Administrar recursos escasos
- Determinar impacto en el negocio
- Aplicar metodologías de confiabilidad operacional

El modelo de análisis de criticidad aplica en cualquier conjunto de procesos, plantas, sistemas, equipos y/o componentes que requieran ser jerarquizados en función de su impacto en el proceso o negocio donde formen parte.

#### **4.2 INFORMACIÓN REQUERIDA PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD**

La condición ideal sería disponer de datos estadísticos de los sistemas a evaluar que sean bien precisos, lo cual permitiría cálculos "exactos y absolutos". Para ello existen herramientas de registro de información, tales como las Bitácoras de mantenimiento, las tarjetas de costos, las órdenes de trabajo, gestión de repuestos, las hojas de vida de los equipos, los paquetes informáticos de mantenimiento, etc. Sin embargo desde el punto de vista práctico, dado que pocas veces se dispone de una data histórica de excelente calidad, el análisis de criticidad permite trabajar en rangos, es decir, establecer cual sería la condición más favorable, así como la condición menos favorable de cada uno de los criterios a evaluar. La información requerida para el análisis siempre estará referida con la frecuencia de fallas y sus consecuencias.

Para obtener la información requerida, el paso inicial es formar un equipo natural de trabajo integrado por un facilitador (experto en análisis de criticidad, y quien será el encargado de conducir la actividad), y personal de la organización involucrado en el estudio como son operarios, personal de mantenimiento y especialidades, quienes serán los puntos focales para identificar, seleccionar y conducir al personal conocedor de la realidad operativa de los sistemas objeto del análisis. Este personal debe conocer el sistema, y formar parte de las áreas de: operaciones, mecánica, electricidad, instrumentación, estructura, programadores, especialistas en proceso, diseñadores, etc.; adicionalmente deben formar parte de todos los estratos de la organización, es decir, personal administrativo, supervisores, capataces y obreros, dado que cada uno de ellos tiene un nivel particular de conocimiento así como diferentes roles sobre los equipos.

Mientras mayor sea el número de personas consultadas para el análisis, se tendrán mayores puntos de vista evitando resultados parcializados, además el personal que participa nivela conocimientos y acepta con mayor facilidad los resultados, dado que su opinión fue tomada en cuenta.

#### ▪ **Manejo de la Información**

El proceso comienza con una discusión entre los representantes principales del equipo natural de trabajo, para preparar una lista de todos los sistemas que formarán parte del análisis. El método es sencillo y está basado en el conocimiento de los participantes y en las políticas de la empresa previamente establecidas por la organización, el cual será plasmado en una encuesta preferiblemente personal (puede adoptarse el trabajo de grupo, pero con mucho cuidado para evitar que "líderes naturales" parcialicen los resultados con su opinión personal).

El facilitador del análisis debe garantizar que todo el personal involucrado entienda la finalidad del trabajo que se realiza, así como el uso que se le dará a los resultados que se obtengan. Esto permitirá que los involucrados le den mayor nivel de importancia y las respuestas sean orientadas de forma más responsable, evitando así el menor número de desviaciones.

La información obtenida por la encuesta, más la información suministrada por los registros de información de la empresa, determinan los factores ponderados que serán consignados en el formato de evaluación para el análisis de criticidad.

La tabla 4 muestra el formato de evaluación, utilizado por PRIDE Colombia para establecer la criticidad de sus sistemas.

**Tabla 4. Formato de Evaluación para el análisis de criticidad**

| PRIDE COLOMBIA         |                              | SUPERINTENDENCIA DE MANTENIMIENTO                 |                     |                          | <b>PROPOSITO DE ESTE TRABAJO:</b><br>La información contenida en este formato será para la jerarquización de los diferentes equipos de PRIDE 23 con el proposito de que a los equipos CRITICOS se le aplique todos los procedimientos d |             |              |                  |
|------------------------|------------------------------|---|---------------------|--------------------------|---|-------------|--------------|------------------|
|                        |                              | PROGRAMA DE INTEGRIDAD MECÁNICA                   |                     |                          |   |             |              |                  |
|                        |                              | FORMATO DE EVALUACIÓN PARA ANÁLISIS DE CRITICIDAD |                     |                          |   |             |              |                  |
| TALADRO                |                              | PRIDE 23  |                     |                          |   |             |              |                  |
| FUENTES DE INFORMACIÓN |                              |   |                     |                          |   |             |              |                  |
| FECHA                  |                              |   |                     |                          |   |             |              |                  |
| Nº                     | SISTEMA                      | FRECUENCIA FALLAS                                 | IMPACTO OPERACIONAL | FLEXIBILIDAD OPERACIONAL | COSTO DE MTTO   | IMPACTO SAH | CONSECUENCIA | CRITICIDAD TOTAL |
| 1                      | SISTEMA ESTRUCTURAL          |   |                     |                          |   |             |              |                  |
| 2                      | SISTEMA DE LEVANTE           |   |                     |                          |   |             |              |                  |
| 3                      | SISTEMA DE ROTACIÓN          |   |                     |                          |   |             |              |                  |
| 4                      | SISTEMA DE CIRCULACIÓN       |   |                     |                          |   |             |              |                  |
| 5                      | SISTEMA DE POTENCIA          |   |                     |                          |   |             |              |                  |
| 6                      | SISTEMA DE CONTROL DE POZO   |   |                     |                          |   |             |              |                  |
| 7                      | SISTEMA NEUMÁTICOS           |   |                     |                          |   |             |              |                  |
| 8                      | SISTEMAS DE PROTECCIÓN       |   |                     |                          |   |             |              |                  |
| 9                      | SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN   |   |                     |                          |   |             |              |                  |
| 10                     | SISTEMA ELÉCTRICO            |   |                     |                          |   |             |              |                  |
| 11                     | SISTEMA TRANSPORTE Y MONTAJE |   |                     |                          |   |             |              |                  |
| 12                     | SISTEMA AUXILIAR             |   |                     |                          |   |             |              |                  |
| 13                     | HERRAMIENTAS DE SUPERFICIE   |   |                     |                          |   |             |              |                  |

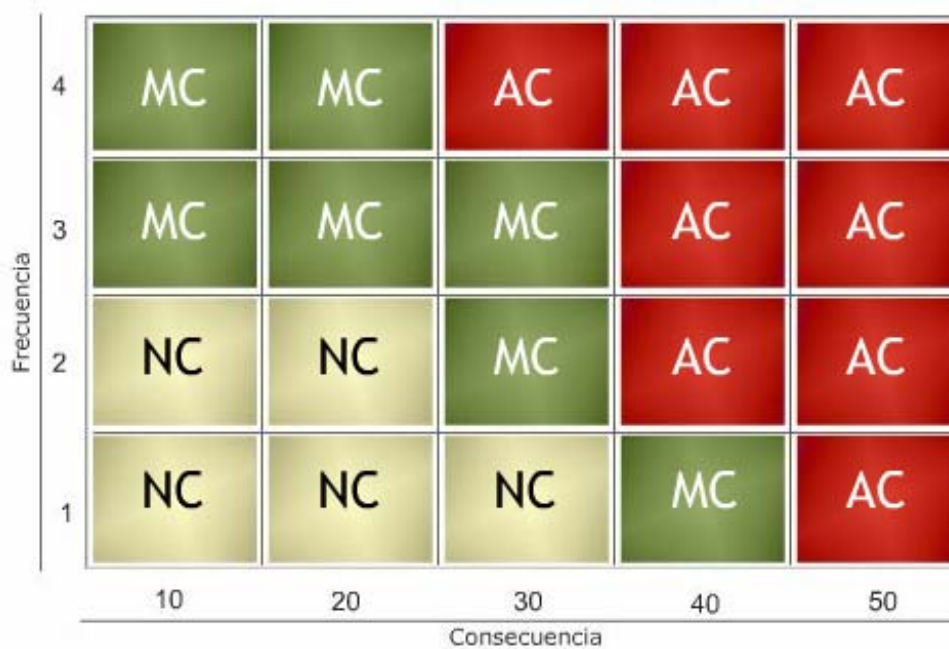
Como se puede observar en la tabla 4, el formato indica la empresa (Pride Colombia) y organización responsable de ejecutar la actividad (Superintendencia de Mantenimiento). De igual forma se indica el taladro donde se efectúa el trabajo, las fuentes de información (Bitácora de mantenimiento, tarjeta de costos, ordenes de trabajo, personal entrevistado, etc.) y la fecha de ejecución.

También se incluye una breve descripción del propósito del trabajo en cuanto al uso que se le dará a los resultados. El número de sistemas a ser listados dependerá del alcance que el equipo natural de trabajo fijó al inicio, por lo cual la cantidad será variable dependiendo de cada caso. El orden en el que se listan no tiene ninguna relación con su nivel de criticidad, dado que es esa la información que arrojarán los resultados. Las columnas de: frecuencia de falla,

impacto operacional, flexibilidad operacional, costo de mantenimiento, impacto en seguridad e impacto ambiental, son los criterios a tener en cuenta en el análisis. La última columna corresponde con la criticidad total, donde basados en la fórmula 1 que relaciona la frecuencia de falla por su consecuencia, estimará un valor para cada sistema.

Para obtener el nivel de criticidad de cada sistema se toman los valores totales individuales de cada uno de los factores principales: frecuencia y consecuencias y se ubican en la matriz de criticidad - valor de frecuencia en el eje Y, valor de consecuencias en el eje X. La matriz de criticidad mostrada a continuación permite jerarquizar los sistemas en tres áreas. Ver Figura 10: Alta criticidad (AC), mediana criticidad (MC) y equipos No críticos (NC). Esta información es la que permite orientar la toma de decisiones, direccionando los esfuerzos en la zona de alta criticidad, donde se ubica la mejor oportunidad de agregar valor y aumentar la rentabilidad del negocio.

**Figura 10. Matriz general de Criticidad**



### 4.3 CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La tabla 5 muestra un estándar utilizado en PRIDE Colombia, para dar la puntuación a cada uno de los criterios empleados en el análisis de criticidad.

**Tabla 5. Criterios de Evaluación de criticidades**

| FRECUENCIA DE FALLAS   |    | FLEXIBILIDAD OPERACIONAL  |   |
|--|----|---|---|
| 1 Falla máx. por día   | 4  | no existe opción de producción y no hay función de repuesto.  | 4 |
| 1 Falla máx. por semana  | 3  |   |   |
| 1 Falla máx. por trimestre   | 2  |   |   |
| menos de 1 Fallas / año  | 1  | Hay opción de repuesto compartido / almacén   | 2 |
| IMPACTO OPERACIONAL  |    | Función de Repuesto Disponible  | 1 |
| Pérdida de todo el despacho  | 10 | IMPACTO SAH   |   |
| Parada del Sistema o Subsistema y repercute en otro Sistema        | 7  | Afecta la seguridad humana como externa e interna y requiere notificación a entes externos de la organización | 8 |
| Impacto en Niveles de Inventario o Calidad                         | 4  | Afecta el Ambiente / Instalaciones  | 7 |
| No genera ningún efecto significativo sobre operación y producción | 1  | Afecta Instalaciones causando daños severos   | 5 |
| COSTOS DE MANTENIMIENTO  |    | Provoca daños Menores (SA)  | 3 |
| Mayor o igual a U\$ 11.200   | 2  | No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones, ambiente.  | 1 |
| Inferior a U\$ 11.200  | 1  |   |   |

La definición de cada criterio es:

**Frecuencia de falla:** Son las veces que falla cualquier componente del sistema en un periodo de tiempo determinado, se entiende por falla la inhabilidad de cualquier elemento físico para desarrollar correctamente las funciones para las cuales fue diseñado.

La información que se requiere para obtener los valores de ponderación se encuentra registrada en las bitácoras de mantenimiento.

**Impacto operacional:** Es el porcentaje de producción que se afecta cuando ocurre la falla.

**Costo de Mantenimiento:** Costo de materiales, repuestos y mano de obra. La información que se requiere para obtener los valores de ponderación se encuentra registrada en las tarjetas de costos de los diferentes equipos.

**Flexibilidad Operacional:** En caso de falla que opción de producción se puede llevar a cabo, además del grado de disponibilidad de repuesto para atender la emergencia de la falla causante de la pérdida de función.

**Impacto en seguridad:** Posibilidad de ocurrencia de eventos no deseados con daños a personas, instalaciones y otros equipos.

**Impacto ambiental:** Posibilidad de ocurrencia de eventos no deseados con daños al ambiente.

La fórmula 1, descrita anteriormente, permite sobre la base de los valores utilizados y plasmados en el formato de evaluación, definir una puntuación para cada sistema, que permitirá obtener la lista jerarquizada, para ubicarla en una matriz de criticidad, como la mostrada en la figura 10.

## **PROCEDIMIENTO UTILIZADO PARA REALIZAR EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS EN EL TALADRO PRIDE 23**

1. Formar el Equipo Natural de Trabajo: El grupo de personas involucradas en este estudio está conformado por el Jefe de Equipo (Tool Pusher), Ingeniero de HSE (salud, seguridad, ambiente), un Mecánico, un Electricista, un Instrumentista y un Almacenista que laboran en dos de los tres turnos de PRIDE 23.
2. Determinar los Sistemas a analizar: Se enfoca el análisis a los sistemas, equipos o elementos que se quieran analizar enmarcados dentro de una política previamente establecida. En nuestro caso los sistemas objeto de este análisis son determinados por la necesidad de la total disponibilidad

y confiabilidad de los sistemas involucrados en el desempeño de la **sarta de perforación**. Ver Tabla 3.

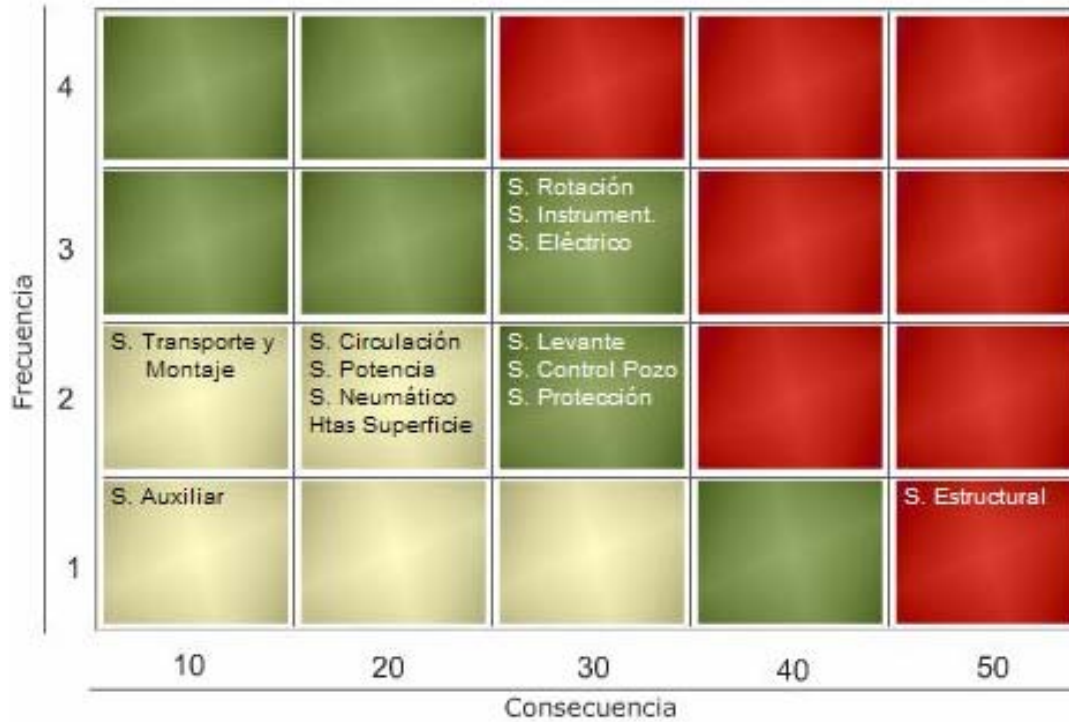
3. Determinar los Factores Ponderados de Evaluación: Se especifican y valoran los factores que se tendrán en cuenta para el Análisis de Criticidad.
4. Evaluar cada Sistema: Buscar un valor que corresponda a la realidad actual de cada uno de los sistemas a analizar, Se tienen en cuenta las observaciones que hagan los integrantes del Equipo Natural de Trabajo, Ver Tabla 6.

**Tabla 6. Registro de Evaluación para el Análisis de Criticidad**

| PRIDE COLOMBIA         |                              | SUPERINTENDENCIA DE MANTENIMIENTO<br>PROGRAMA DE INTEGRIDAD MECÁNICA<br>FORMATO DE EVALUACIÓN PARA ANÁLISIS DE CRITICIDAD |                     | PROPOSITO DE ESTE TRABAJO:<br>La información contenida en este formato será para la jerarquización de los diferentes equipos de PRIDE 23 con el proposito de que a los equipos CRITICOS se le aplique todos los procedimientos de Integridad Mecánica. |               |             |              |                  |
|------------------------|------------------------------|---|---------------------|--|---------------|-------------|--------------|------------------|
| TALADRO                |                              | PRIDE 23  |                     |  |               |             |              |                  |
| FUENTES DE INFORMACIÓN |                              | Equipo Natural de Trabajo, Bitácora de mantenimiento, Tarjeta de Costos, Tarjeta de inventario.                           |                     |  |               |             |              |                  |
| FECHA                  |                              | Enero de 2005   |                     |  |               |             |              |                  |
| Nº                     | SISTEMA                      | FRECUENCIA FALLAS   | IMPACTO OPERACIONAL | FLEXIBILIDAD OPERACIONAL   | COSTO DE MTTO | IMPACTO SAH | CONSECUENCIA | CRITICIDAD TOTAL |
| 1                      | SISTEMA ESTRUCTURAL          | 1   | 10                  | 4  | 2             | 8           | 50           | 50               |
| 2                      | SISTEMA DE LEVANTE           | 2   | 10                  | 2  | 1             | 8           | 29           | 58               |
| 3                      | SISTEMA DE ROTACIÓN          | 3   | 10                  | 2  | 2             | 8           | 30           | 90               |
| 4                      | SISTEMA DE CIRCULACIÓN       | 2   | 10                  | 1  | 1             | 8           | 19           | 38               |
| 5                      | SISTEMA DE POTENCIA          | 2   | 10                  | 1  | 2             | 1           | 13           | 26               |
| 6                      | SISTEMA DE CONTROL DE POZO   | 2   | 10                  | 2  | 2             | 8           | 30           | 60               |
| 7                      | SISTEMA NEUMÁTICOS           | 2   | 10                  | 1  | 1             | 8           | 19           | 38               |
| 8                      | SISTEMAS DE PROTECCIÓN       | 2   | 10                  | 2  | 1             | 8           | 29           | 58               |
| 9                      | SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN   | 3   | 10                  | 2  | 1             | 8           | 29           | 87               |
| 10                     | SISTEMA ELÉCTRICO            | 3   | 10                  | 2  | 2             | 3           | 25           | 75               |
| 11                     | SISTEMA TRANSPORTE Y MONTAJE | 2   | 1                   | 1  | 1             | 8           | 10           | 20               |
| 12                     | SISTEMA AUXILIAR             | 1   | 1                   | 1  | 1             | 1           | 3            | 3                |
| 13                     | HERRAMIENTAS DE SUPERFICIE   | 2   | 10                  | 1  | 1             | 8           | 19           | 38               |

5. Ubicar resultados en la Matriz de Criticidad. Ver figura 11.

**Figura 11. Resultados de Análisis de Criticidad en Matriz General de criticidad**



6. Ordenar de Mayor a Menor grado de Criticidad los sistemas analizados.

**Tabla 7. Lista Jerarquizada de Equipos**

| Sistema                         | Criticidad Total |
|---------------------------------|------------------|
| SISTEMA ESTRUCTURAL             | 50               |
| SISTEMA DE ROTACIÓN             | 90               |
| SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN      | 87               |
| SISTEMA ELÉCTRICO               | 75               |
| SISTEMA DE CONTROL DE POZO      | 60               |
| SISTEMA DE LEVANTE              | 58               |
| SISTEMA DE PROTECCIÓN           | 58               |
| SISTEMA DE CIRCULACIÓN          | 38               |
| SISTEMA NEUMÁTICO               | 38               |
| HERRAMIENTAS DE SUPERFICIE      | 38               |
| SISTEMA DE POTENCIA             | 26               |
| SISTEMA DE TRANSPORTE Y MONTAJE | 20               |
| SISTEMA AUXILIAR                | 3                |

- Sistema Crítico
- Sistema Medianamente Crítico
- Sistema No Crítico

## **5. ANÁLISIS DE EMPLEO**

Para el cumplimiento de los objetivos y el programa propuesto en la operación de perforación es de vital importancia la disponibilidad y confiabilidad de los equipos que se usan para tal fin; Por esta razón no solo basta con tener un programa de mantenimiento adecuado sino se hace necesario el uso de personal idóneo para ejecutarlo.

El análisis de empleo es una herramienta útil y válida para obtener una descripción de los empleos que están relacionados con las actividades de mantenimiento de la maquinaria del taladro. Es por eso que el análisis presenta en detalle las características que el puesto exige de si mismo y de la persona que lo ocupa, con el fin de facilitar el reclutamiento, la transferencia y capacitación de los trabajadores.

### **5.1 GENERALIDADES**

Análisis de trabajo o empleo es el proceso por el cual se determina la información pertinente relativa a un trabajo específico, mediante la observación y el estudio. Es la determinación de las tareas que componen un trabajo y de las habilidades, conocimientos, capacidades y responsabilidades requeridas del trabajador para su adecuado ejercicio y que diferencian al trabajo de todos los demás. Este análisis debe incluir una descripción de las condiciones y del ambiente en que se realizan las diferentes labores.

El análisis de empleo es una actividad que pertenece a la administración de personal y difiere al estudio de tiempos y movimientos que realiza la ingeniería Industrial, pues mientras un ingeniero industrial busca optimizar un trabajo, el departamento de personal busca facilitar el reclutamiento, la promoción, la transferencia y la capacitación del personal encargado de ejecutar un trabajo. Existen varios objetivos al realizar un análisis de empleo, algunos de los más importantes son:

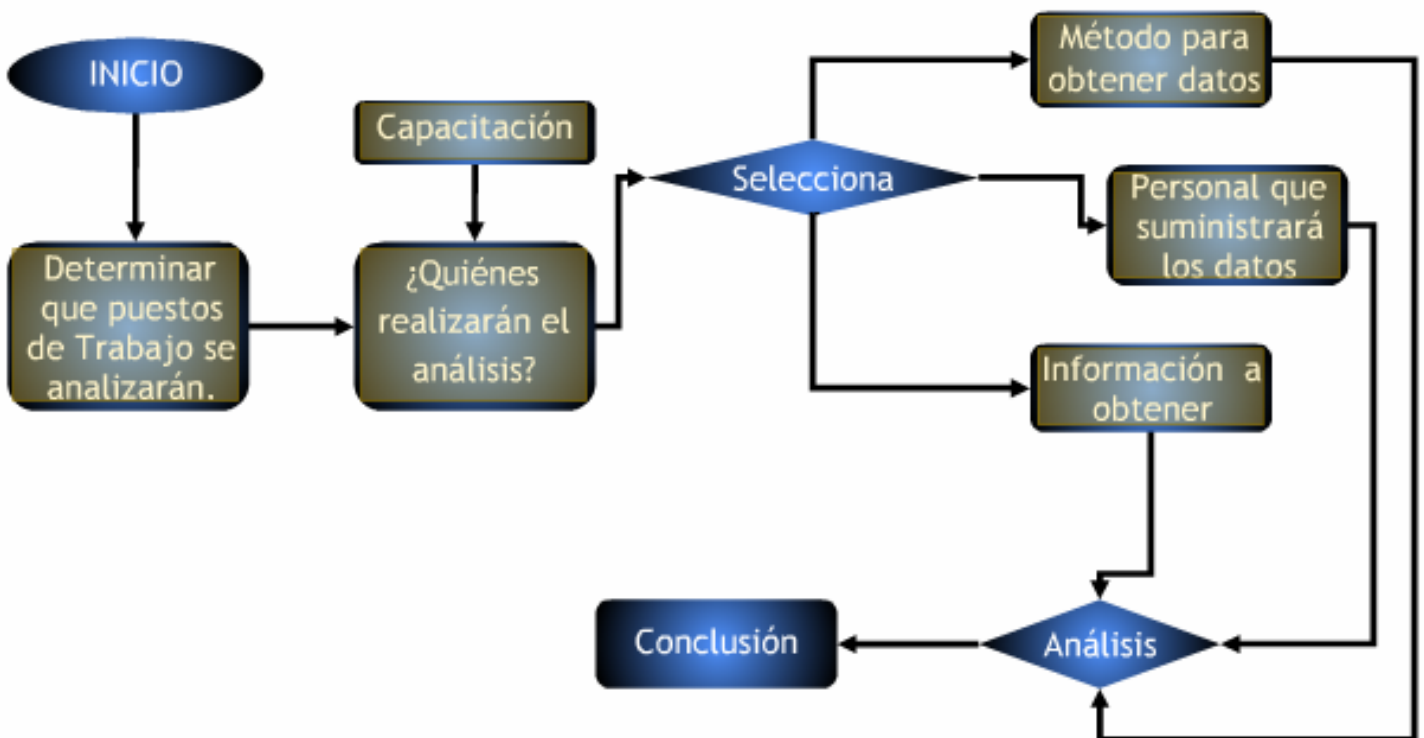
- Proporcionar los datos necesarios para determinar el valor relativo de los puestos (Valuación de puestos).
- Determinar los requisitos con los cuales puede medirse la eficiencia del empleado (Calificación de méritos).
- Determinar los requisitos necesarios para llenar un puesto (Selección y colocación).
- Proporcionar la información detallada sobre lo que el trabajador debe hacer al realizar su trabajo (capacitación).
- Proporcionar los datos necesarios del puesto para aconsejar a los trabajadores (consejo Vocacional).
- Señalar las condiciones de trabajo riesgosas o peligrosas, con el fin de tomar las medidas correctivas necesarias (Seguridad).
- Proporcionar los datos sobre las obligaciones y responsabilidades de cada puesto, en cada una de las áreas de la operación (Estructura de organización y mejores relaciones entre el empleado y la administración).
- Proporcionar la información sobre la operación y los procedimientos que debe cumplir el empleado (Manual de operación y procedimientos).
- Especificar las líneas de autoridad y responsabilidad (Eliminación de funciones sobrepuestas).
- Clasificar los puestos en directivos, administrativos, profesionales y de no supervisión, con objeto de determinar las excepciones a los requisitos legales sobre el salario mínimo y tiempo extra (Adaptarse a los requisitos legales).

## **5.2 PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR UN ANÁLISIS DE EMPLEO**

Para realizar un análisis de empleo es necesario tomar algunas decisiones básicas y preparar los diferentes planes y recursos que se hayan considerado adecuados. Es indispensable identificar que son los datos la materia prima y la esencia de todo análisis; De la forma de obtenerlos, registrarlos e interpretarlos depende la veracidad y la exactitud de los resultados.

El procedimiento para llevar a cabo un análisis de empleo exitoso comienza en determinar que puestos de trabajo han de ser analizados, luego se debe seleccionar el personal que ejecutará este análisis, posteriormente se establece que información, por que técnica y por cuales fuentes se ha de obtener para finalmente realizar el análisis en sí y redactar las conclusiones

**Figura 12. Procedimiento para realizar un Análisis de Empleo**



### 5.2.1 Determinar los Puestos de Trabajo a Analizar

Es necesario delimitar cuales serán los puestos de trabajo a analizar según lo establecido en el programa de la administración del personal, siguiendo los objetivos y propósitos del mismo y la estructura organizativa imperante en la compañía.

Es importante resaltar que aunque es la administración del personal el departamento encargado de coordinar dicho estudio, es necesaria la participación de los diferentes departamentos, pues aunque el análisis de

empleo puede ser realizado en todos los puestos de trabajo de la compañía (administrativos, operacionales, mantenimiento, mercadeo, etc.) es primordial definir cuales puestos influyen directamente en el buen desempeño de la Empresa, y así mismo, es aconsejable determinar cuales son los objetivos específicos a desarrollar; para que se busca desarrollarlos y de que manera beneficiará a la compañía.

En conclusión el análisis de empleo se puede llevar a cabo en ciertos puestos de trabajo a petición de algún jefe de departamento que busque alcanzar ciertos objetivos específicos que favorezcan los resultados de la compañía.

### **5.2.2 Selección del Personal para realizar el Análisis**

La persona o personas encargadas de analizar la información recopilada juegan un papel tan importante como la información misma, por tanto se debe seleccionar bien el personal encargado de esta tarea.

Las características personales y mentales necesarias para un buen desarrollo de su trabajo como analista son:

#### ***Características Personales:***

- Capacidad de mantener buenas relaciones con otros.
- Capacidad para presentarse y hablar fácilmente con otras personas.
- Presentación personal agradable.
- Personalidad afable y amistosa.
- Actitud comprensiva y amistosa.
- Punto de vista objetivo.

#### ***Capacidad Mental:***

- Capacidad de analizar e interpretar datos.
- Capacidad de ejecutar planes y operaciones.
- Capacidad de entender y emplear las palabras efectivamente.
- Capacidad de redactar en forma clara y concisa.
- Capacidad de trabajar por sí mismo.

Otro factor importante en la implementación del personal que participa en el análisis, es el número de analistas requeridos, para esto la empresa debe definir el número de empleos a analizar y establecer el tiempo necesario para realizar el trabajo.

Ahora, teniendo en claro las características personales y mentales, así como de la cantidad necesaria de los analistas existen dos fuentes básicas de las cuales pueden obtenerse el personal necesario para el análisis de trabajo, estos son:

- **Empleados de la compañía:** Cuando los analistas son de la compañía misma, se presentan ventajas importantes tales como la alta participación de los empleados (A los empleados le resulta más fácil y cómodo dar información a un compañero que a un desconocido), el conocimiento de la organización y de los puestos de trabajo es mejor que el de un extraño facilitando el análisis sobre puestos específicos, puede disponerse del número de analistas deseados. La principal desventaja es que normalmente no conocen el análisis de trabajo por lo tanto deberán ser capacitados adecuadamente para realizar este trabajo.
- **Analistas de una firma de consultores:** La principal ventaja es que la firma consultora proporciona analistas capacitados en número suficiente para realizar el análisis de trabajo sin interferir con el trabajo normal de la compañía. La desventaja es que no conocen la organización, las operaciones y sus tradiciones, además no permite una participación amplia por parte de los empleados.

En conclusión la participación de empleados de la compañía como analistas es la forma más usada en la actualidad. Los analistas de una firma consultora son implementados cuando no es posible que los empleados de la empresa se separen de sus funciones habituales por un periodo de tiempo.

### **5.2.3 Capacitación de los Analistas.**

Cuando la compañía ha optado por implementar empleados propios como analistas, es indispensable que los prepare para cumplir con la misión encargada; La persona responsable de planear y dirigir la capacitación será el director del programa de valuación de puesto o el directivo que planea ejecutar

un proyecto que necesite de los resultados de este análisis, para ello se desarrolla éste corto pero valioso contenido.

Básicamente la capacitación parte con el estudio individual de literatura referente al análisis de empleos, seguido de conferencias y exposiciones sobre ¿Qué es?, ¿para que es?, ¿Cuáles son las ventajas de realizarlo?, ¿Cuál es el método de Recopilación de datos?, ¿Cómo será usada la información recopilada?, aclarando todas las dudas que surjan por parte de las personas seleccionadas como analistas.

Una vez que este aspecto general se ha cubierto, el grupo debe ser capacitado en la mecánica del trabajo que va a realizar, es decir, deben ser preparados adecuadamente en la obtención de datos sobre los trabajos, análisis de estos datos y la organización y registro de estos.

- **Obtención de datos:** Deben aprender a manejar el método que se haya seleccionado (entrevista, cuestionario o ambos), para esto deben conocer a fondo todos los aspectos que ellos implican, los formatos y documentos a emplear. Debe quedar claro la información que se requiere y por que es necesaria. En este punto es de suma importancia que los analistas sean advertidos y preparados en el manejo del tiempo, además de dejar especificado el tramite que se hará con esta información (a quien y como debe regresarse la información recopilada).
- **Análisis de Datos:** La capacitación en esta fase debe cumplir el objetivo de enseñar al grupo como manejar la información recopilada, empezando por cerciorarse de que los datos recibidos son completos y precisos, de separar los datos esenciales de los complementarios.
- **Redacción de Borrador de los datos:** Se enseñan cuatro reglas básicas con respecto al estilo de redacción, a saber:
  - a. Debe emplearse un estilo directo y conciso.
  - b. Cada frase debe iniciarse con un verbo en infinitivo.

- c. Debe emplearse el presente de indicativo en toda la redacción.
- d. Todas las palabras innecesarias deben ser omitidas.

Cuando las hojas de datos han sido diligenciadas, debe instruirse a los analistas para que las presenten a los empleados y supervisores para obtener la aprobación de su contenido.

### 5.2.4 Métodos para obtener datos de los Trabajos

Existen básicamente dos técnicas que pueden utilizarse para reunir estos datos e incluso una tercera técnica que sería la combinación de las dos anteriores, la forma en que aquí se exponen los diferentes métodos es solo una manera de desarrollar cada uno de ellos, ya que pueden presentarse variaciones según otros autores:

- **El método de entrevista:** Cuadro de Ventajas y Desventajas del Método de Entrevista, Tabla 8

**Tabla 8. Ventajas y Desventajas de la Entrevista.**

| <b>VENTAJAS</b>   | <b>DESVENTAJAS</b>  |
|---|---|
| Se obtiene información precisa y completa del trabajo.  | Requiere mucho tiempo cuando es necesario analizar un gran número de trabajos   |
| Se evita que los empleados describan su propio trabajo por escrito (que en ocasiones es difícil)  | El rendimiento del trabajo del entrevistado disminuye durante la entrevista   |
| Se evita que los empleados tengan que llenar cuestionarios fuera de las horas normales de trabajo   | Normalmente no permite una participación tan amplia de los empleados, ya que no es posible entrevistar a todos los empleados y supervisores de varios puestos iguales |
| Permite que se evalúe la importancia de los datos eliminando los datos no necesarios.   |   |
| Elimina la tarea laboriosa de traducir y normalizar el lenguaje usado por todos los empleados y supervisores entrevistados                                  |   |
| Permite que el trabajador entrevistado conozca y obtenga información de la importancia del análisis de empleo directamente de alguien capacitado en el tema |   |

- **El Método de cuestionario:** Cuadro de Ventajas y Desventajas del Método de Cuestionario, Tabla 9

**Tabla 9. Ventajas y Desventajas del Cuestionario.**

| <b>VENTAJAS</b>   | <b>DESVENTAJAS</b>   |
|---|--|
| Permite obtener la información sobre los trabajos con mayor rapidez que cualquier otra técnica  | La construcción de cuestionarios es sumamente difícil  |
| Permite la participación de un mayor número de empleados que en el método de entrevista.  | La interpretación consistente y uniforme para llenar el cuestionario es difícil de obtener   |
| Ayuda a quienes llenan el cuestionario a ver sus trabajos de una forma más integral.  | Es difícil obtener una información completa  |
| Induce una consideración más lógica y sistemática sobre el trabajo y sus relaciones en el gran número de personas que pueden participar | Llenar el cuestionario es difícil para algunas personas  |
|   | La interpretación se hace difícil por la variación en la terminología  |
|   | El grado de contacto personal entre quienes proporcionan información y quienes la analizan es casi nulo, por tanto el trabajador no podrá obtener información de primera mano sobre el análisis de empleo. |

- **El Método combinado de entrevista y de cuestionario:** Cuadro de Ventajas y Desventajas del Método Combinado, tabla 10.

**Tabla 10. Ventajas y Desventajas del Método Combinado.**

| <b>VENTAJAS</b>   | <b>DESVENTAJAS</b>  |
|---|---|
| Permite una participación máxima  | Se tiende a confiar demasiado en los cuestionarios quitándole importancia a la entrevista.                                    |
| Al llenar los cuestionarios los trabajadores se preparan para la entrevista; así el analista obtiene respuestas más elaboradas. | Eleva los costos de obtención de datos.   |
| Aquí la entrevista es mucho más rápida que la empleada en el primer método.   | Llenar el cuestionario es difícil para algunas personas   |
| Ayuda a quienes llenan los cuestionarios para ver el puesto y sus condiciones de forma más completa                             | Se requiere interrumpir el trabajo de las personas dos veces, primero para llenar el cuestionario y luego para la entrevista. |

### **5.2.5 Selección del personal que proporcionará los datos**

Es indispensable decidir de quién va a obtenerse la información sobre los trabajos, esta información debe ser suministrada por los empleados o los supervisores o ambos. Se recomienda obtener la información, tanto de empleados como de supervisores ya que cada grupo sirve para comprobar al otro, además de complementar la información obtenida y permitir una mayor participación.

Como es inevitable usar una información más que otra, es válido tomar como referencia los datos de un grupo y una vez realizada la redacción de los datos se solicita al otro grupo la revisión y aprobación, garantizando de esta manera la confiabilidad y equidad en los resultados ha obtener con base en estos datos.

Para obtener mejor cooperación y ayuda por parte de los empleados y supervisores se hace necesario prepararlos para suministrar la información, dicha preparación consiste en explicarles lo que se va a hacer, como, porque y para que se hace, esto con el fin de asegurar que ellos realicen el mayor esfuerzo para obtener datos completos y precisos; cualquiera que sea el método para recopilar datos, es importante que el empleado entienda perfectamente la razón de la actividad, ya que existe una tendencia a mal interpretar éstas como evaluaciones de eficiencia en donde el personal empleado puede no estar dispuesto a describir con precisión sus trabajos o los de sus subordinados.

Los trabajadores que van a ser empleados en la recopilación de datos deben ser elegidos por el supervisor, teniendo en cuenta las características idóneas de cada trabajador. Dichas características son propuestas por el analista responsable de desarrollar el análisis.

### **5.2.6 Determinación del tipo de información por obtener**

La información que sobre los trabajos debe obtenerse durante el análisis puede ser clasificada en los siguientes grupos:

- **Identificación del trabajo:** es la delimitación del trabajo, incluye información sobre el título del puesto así como los títulos alternos por los cuales puede conocerse dicho puesto, la localización, número de empleados que desempeñan el mismo trabajo y la fecha en la cual se obtiene la información.
- **Descripción del Trabajo:** Es la descripción de las tareas, de las responsabilidades, las condiciones de trabajo y de las interrelaciones que el trabajador de un puesto en particular debe cumplir.
- **Especificaciones del Trabajo:** Es la expresión por escrito de las capacidades, características y otros requisitos personales de un puesto individual.

Ahora, Por encargo del Superintendente de Mantenimiento y dentro de un marco administrativo que corresponde a la filosofía de mantenimiento aplicada en el equipo de perforación Pride 23, se acordó desarrollar el análisis de empleo en el taladro Pride 23 que a la fecha se encuentra operando en Yopal (Casanare), en la zona conocida como Cusiana 13, al servicio de la operadora Bistol Petroleum (BP).

En éste proyecto el análisis se ha limitado a los puestos que realicen actividades de mantenimiento en los equipos del taladro, es decir aquellos puestos de trabajo que reciben las órdenes de trabajo para ser ejecutadas y que requieren que el personal se encuentre dentro de la zona delimitada como zona de perforación.

Según el organigrama actual de Pride, estos puestos son:

- Electricista.
- Mecánico.
- Instrumentista.
- Soldador.
- Casetero.
- Ayudante.

El método seleccionado para recopilar los datos del análisis es una combinación de la observación y la entrevista, esta selección se hace bajo los siguientes criterios:

1. El ambiente de trabajo es ruidoso lo que obliga a observar detalladamente con poca oportunidad de preguntas inmediatas.
2. Por cada turno de trabajo hay un empleado en cada cargo lo que facilita la entrevista personal.
3. Existe una caseta de mantenimiento con adecuado confort donde se puede hacer la entrevista.
4. Permite que el trabajador entrevistado conozca y obtenga información de la importancia del análisis de empleo directamente.
5. Elimina la tarea laboriosa de traducir y normalizar el lenguaje usado por todos los empleados y supervisores entrevistados.
6. Los formatos empleados en la observación y la entrevista son sencillos de redactar e implementar.

Siguiendo las recomendaciones de la metodología se realiza la entrevista a cada trabajador del cargo con el Jefe de Equipo de los dos turnos que laboran en Pride 23, dando en total dos trabajadores por cargo y dos supervisores entrevistados.

Con la anterior Metodología se concluye la descripción de los puestos de Mantenimiento del Taladro Pride 23, ver anexo A.

## **6. SEGURIDAD INDUSTRIAL**

### **6.1 SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL**

La Seguridad e Higiene Industrial son el conjunto de conocimientos científicos y tecnológicos destinados a localizar, evaluar, controlar y prevenir las causas de los riesgos laborales a los que están expuestos los trabajadores en el ejercicio de sus actividades diarias. Su objetivo primordial es la de salvaguardar la vida y preservar la salud y la integridad física de los trabajadores por medio del desarrollo de normas y programas, orientados a proporcionar las condiciones de trabajo adecuadas y capacitarlos para evitar dentro de lo posible, las enfermedades profesionales y los accidentes laborales.

Un programa de seguridad e higiene Industrial es un conjunto de normas y actividades, que busca con la intervención de varias disciplinas, y con la participación activa de todos los niveles de la empresa, mejorar todas las condiciones de trabajo y salud de la población trabajadora, mediante acciones coordinadas de promoción de la salud, prevención de accidentes y control de riesgos para garantizar tanto el bienestar de la comunidad laboral como la productividad de la empresa.

En el momento de elaborar un programa de Seguridad e Higiene Industrial es importante tener en cuenta:

- Al empleado dentro del área de trabajo, las condiciones de salud e higiene, y el bienestar en el desarrollo de sus actividades diarias.
- Los objetivos y las metas que desea lograr con la elaboración de este programa así como la cobertura del programa que se requiere.
- Los mecanismos de capacitación, ya que las actividades educativas serán una de las bases primordiales del programa para lograr el correcto

aprendizaje de los diferentes mecanismos y procedimientos diseñados para evitar las enfermedades profesionales y los accidentes laborales.

- Los diagnósticos y las intervenciones realizadas sobre las condiciones de seguridad e higiene para prestar mayor atención a aquellas que se clasifican como críticas y que representan mayor riesgo para la población trabajadora.

Implementar y llevar a cabo programas de Seguridad e Higiene para lograr que los trabajadores laboren seguramente y con tranquilidad, es parte integral de la responsabilidad de todos, ya que tomando conciencia podemos obtener diferentes beneficios:

La reducción de los riesgos laborales automáticamente:

- Disminuiría los costos de operación y aumentaría las ganancias.
- Controlaría las causas de pérdidas de tiempo relacionadas con las interrupciones de trabajo efectivo.
- Disminuiría la accidentalidad laboral, al mismo tiempo que aumentaría la productividad de la población trabajadora.
- Reduciría el costo de las lesiones e incapacidades, los incendios (ya que estos se podrían prevenir) y los daños a la propiedad, creando un mejor ambiente de trabajo.

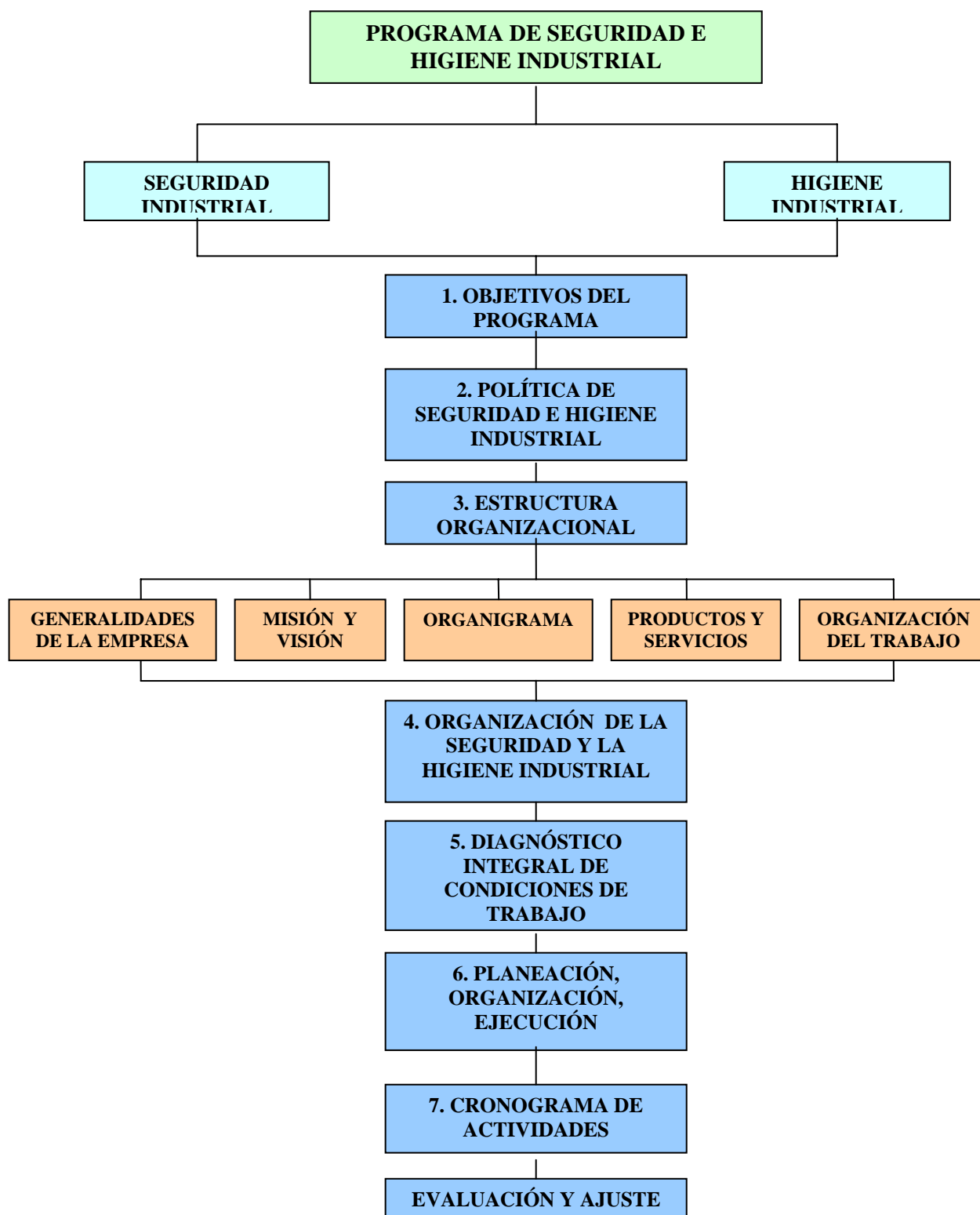
## **ESTRUCTURA BÁSICA DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL**

Las partes que debe tener un programa de Seguridad e Higiene Industrial se presentan a continuación<sup>1</sup> en la figura 13.

---

<sup>1</sup> Para elaborar un programa de Salud Ocupacional se deben tener en cuenta los mismos elementos mencionados, además de realizar el análisis en el área de medicina profesional.

**Figura 13. Estructura de un Programa de Seguridad e Higiene Industrial**



## **6.2 ENTORNO DE TRABAJO**

El trabajo es la base y fundamento de la vida social e individual. Es la actividad por medio de la cual el hombre se relaciona con la naturaleza para satisfacer sus necesidades y desarrollarse a sí mismo.

Dentro del medio laboral, el trabajador interactúa con diferentes condiciones de trabajo que pueden afectarlo positiva o negativamente. Por eso se dice que el trabajo puede convertirse en un instrumento tanto de salud como de enfermedad para el individuo, la empresa y la sociedad.

Se establece, entonces, una relación directa entre la salud y el trabajo, entendida como el vínculo del individuo con la labor que desempeña y la influencia que sobre la salud acarrea dicha labor. Este conjunto de variables que definen la realización de la tarea y el entorno en que esta se realiza se denomina **CONDICIONES DE TRABAJO**, constituidas por factores del medio ambiente, de la tarea y de la organización.

Los efectos desfavorables de las condiciones de trabajo son los accidentes de trabajo, enfermedades profesionales, ausentismo, rotación de personal y mal clima organizacional, que se traducen en una disminución de la productividad de la empresa y en un deterioro de la calidad de vida de los trabajadores.

### **6.2.1 Condiciones de Trabajo, Seguridad, Salud y Ambiente.**

El trabajo en torres de perforación requiere normalmente un equipo mínimo de 6 personas (cuadrilla) (el perforador y su segundo, tres ayudantes o auxiliares de perforación (perforadores asistentes) y un cabrestanero) bajo las órdenes de un jefe de obra o capataz (manipulador de la herramienta) que es responsable del correcto avance del trabajo de perforación.

El primer y segundo perforador tienen la responsabilidad general de las operaciones de perforación y la supervisión del equipo de perforación durante sus turnos respectivos.

Los perforadores deben conocer la capacidad y las limitaciones de sus equipos, ya que el trabajo sólo puede avanzar al ritmo del miembro más lento del equipo. Los ayudantes de perforación se sitúan en la plataforma para manejar el equipo, leer los instrumentos y realizar trabajos generales de mantenimiento y reparación.

El cabrestantero tiene que trepar casi hasta la cima de la torre de perforación cuando se está introduciendo o extrayendo del pozo la tubería de perforación y ayuda a introducir y extraer los tubos en el árbol de válvulas. Durante la perforación, maneja también la bomba de lodo y también ayuda a la cuadrilla de perforación. El personal encargado de montar, colocar, disparar y recuperar las pistolas de perforación, debe estar correctamente adiestrado, conocer los riesgos de los explosivos y estar calificado para manipular explosivos, cables de cebo y cápsulas detonadoras.

Otros miembros del personal que trabajan en los campos petrolíferos o los frecuentan, son los geólogos, ingenieros, mecánicos, electricistas, instrumentistas, aceiteros, soldadores, conductores, caseteros y operarios. Los pozos se perforan las veinticuatro horas del día, en turnos de 8 o 12 horas, y los trabajadores deben poseer considerable experiencia, destreza y energía para afrontar las duras exigencias físicas y mentales de su trabajo. Prolongar el horario de trabajo de una cuadrilla puede acarrear graves accidentes o lesiones.

La perforación requiere un estrecho trabajo en equipo y una gran coordinación para poder realizar las tareas de forma segura y en el momento oportuno. Debido a estos y otros requisitos, es necesario prestar atención al estado de ánimo y a la salud y seguridad de los trabajadores. Períodos adecuados de descanso y relajación, alimentación nutritiva e higiene y alojamientos apropiados, con aire acondicionado en climas húmedos y calurosos, y calefacción en zonas de clima frío, son aspectos esenciales para mejorar la calidad de vida de los empleados.

Los principales riesgos laborales relacionados con las operaciones de perforación, son las enfermedades por exposición a elementos geográficos y climáticos, el estrés producido por tener que recorrer largas distancias o por terreno difícil, y las lesiones personales.

El aislamiento físico de los lugares de prospección y su lejanía de los campamentos base, y los largos períodos de trabajo necesarios en los taladros de perforación en lugares remotos, pueden acarrear problemas psicológicos. El trabajo de perforación es peligroso en todo momento, tanto en el puesto de trabajo como fuera de él. Algunos trabajadores no pueden soportar el estrés del trabajo a un ritmo exigente, durante largos períodos de tiempo. Entre los síntomas de estrés de los trabajadores están la irritabilidad inusual, dolor de cabeza, otros síntomas de angustia mental, beber o fumar en exceso y el consumo de drogas. Trabajadores en los taladros, han descrito problemas de insomnio, que pueden agravarse por altos niveles de vibración y ruido. La confraternización entre trabajadores y los permisos para visitar a sus familias, pueden reducir el estrés.

La exposición a climas rigurosos, infecciones o enfermedades parasitarias en zonas donde éstas son endémicas, provoca patologías (como enfermedades del tracto respiratorio). Aunque muchas de estas enfermedades requieren todavía estudios epidemiológicos en trabajadores de la perforación, se sabe que trabajadores del petróleo han experimentado periartritis del hombro y del omoplato, epicondilitis humeral, artrosis de la columna cervical y polineuritis de las extremidades superiores. En las operaciones de perforación también existe la posibilidad de padecer enfermedades por exposición al ruido y las vibraciones. La gravedad y frecuencia de estas enfermedades relacionadas con la perforación parece ser proporcional al tiempo de servicio y exposición a las condiciones de trabajo adversas (Duck1983; Ghosh1983; Montillier1983).

Mientras se realizan actividades de perforación y producción pueden sufrirse lesiones por muchas causas, como resbalones y caídas, manipulación de tubos, elevación de tuberías y equipos, uso inadecuado de herramientas y

manipulación incorrecta de explosivos. Se pueden producir quemaduras por vapor, fuego, ácido o lodo que contenga sustancias químicas, como el hidróxido sódico.

La exposición al petróleo crudo y a productos químicos puede provocar dermatitis y lesiones de la piel. Existe la posibilidad de exposición aguda y crónica a una gran variedad de materiales y sustancias químicas insalubres presentes en las actividades de perforación y producción para la obtención de petróleo y gas natural. A continuación se relacionan algunas sustancias químicas y materiales que pueden estar presentes en cantidades potencialmente peligrosas:

- Petróleo crudo, gas natural y ácido sulfhídrico durante la perforación y los reventones.
- Metales pesados, benceno y otros contaminantes presentes en el crudo. Amianto, formaldehído, ácido clorhídrico y otras sustancias químicas y materiales peligrosos.
- Materiales radiactivos naturales y equipos con fuentes radiactivas.

- **Medidas de protección y seguridad.**

En los sistemas de cierre de seguridad de las plataformas petrolíferas y de gas natural, se utilizan diversos dispositivos y monitores para detectar fugas, incendios, roturas y otras situaciones de peligro, activar alarmas y parar operaciones siguiendo una secuencia lógica y planificada.

Cuando la naturaleza del gas o el crudo lo aconsejen, se utilizarán métodos de ensayo no destructivo, por ejemplo ultrasónico, radiográfico, de partículas magnéticas, colorantes líquidos penetrantes o inspecciones visuales, para determinar el grado de corrosión de las tuberías, tubos de calentadores, unidades de tratamiento y recipientes empleados en la producción y procesado de petróleo crudo, condensado y gas natural.

Válvulas de cierre temporal superficiales y subsuperficiales protegen instalaciones terrestres.

La inspección y conservación de grúas, cabrestantes, tambores, cable de acero, winches y material conexo, es un aspecto importante de la seguridad en perforación. La caída de una columna de perforación en el interior de un pozo es un grave incidente que puede acarrear la pérdida del pozo. Pueden producirse lesiones, y a veces muertes, cuando el personal es golpeado por un cable de acero al romperse estando tenso. El funcionamiento seguro del equipo de perforación depende también de la marcha suave y el correcto mantenimiento del cabestrante, que deberá estar correctamente mantenido, con los winches y los sistemas de freno bien ajustados.

A continuación se indican algunas precauciones de seguridad que deben tenerse en cuenta al utilizar una pistola de perforación:

- No golpear o dejar caer nunca una pistola cargada, ni dejar caer tubos u otros materiales sobre una pistola cargada.
- Despejar la línea de fuego y evacuar al personal innecesario de la plataforma y de la planta baja de la torre de perforación cuando se baje la pistola al pozo y se recupere de él.
- Controlar el trabajo que se realice en la cabeza del pozo y en sus inmediaciones mientras la pistola esté en el pozo.
- Restringir el uso de radios y prohibir la soldadura al arco mientras la pistola esté conectada al cable para prevenir su disparo por un impulso eléctrico inadvertido.

La planificación de procedimientos y los simulacros para situaciones de emergencia son importantes para la seguridad de los trabajadores de torres de perforación y producción de petróleo y gas natural. Debe evaluarse cada tipo de emergencia posible (por ejemplo, incendio o explosión, emanaciones de

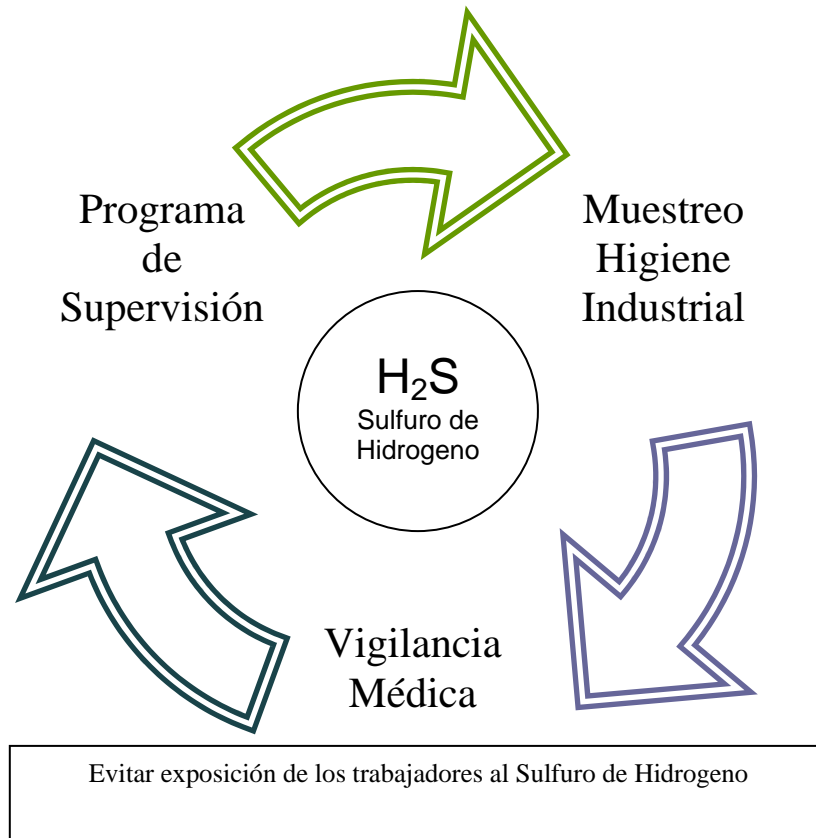
gases tóxicos o inflamables, condiciones meteorológicas inusuales, caída de trabajadores de la torre), y trazar planes de reacción específicos. Es necesario que los trabajadores estén entrenados en las acciones correctas que deben llevar a cabo en las emergencias y conozcan perfectamente el equipo a utilizar. La formación de los trabajadores, es esencial para la seguridad de la operación.

Se deberá pedir a los trabajadores que asistan a reuniones periódicas programadas de seguridad sobre requisitos obligatorios y otras cuestiones. Se han dictado normas legales por organismos gubernamentales, como la Occupational Safety and Health Administration (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional), Noruega y otros países, que regulan la seguridad y la salud de los trabajadores de exploración y producción, tanto en tierra como en el mar. El Repertorio de recomendaciones prácticas de la Organización Internacional del Trabajo. El American Petroleum Institute (Instituto Americano del Petróleo) tiene varias normas y métodos recomendados sobre seguridad y salud en relación con las actividades de exploración y producción.

Deberá ejecutarse un programa de supervisión y muestreo de higiene industrial, junto a un programa de vigilancia médica, para evaluar sistemáticamente el alcance y efecto de las exposiciones peligrosas para los trabajadores. Así mismo deberá establecerse un plan de vigilancia para detección de vapores inflamables y exposiciones tóxicas, por ejemplo a ácido sulfhídrico, durante las operaciones de exploración, perforación y producción. No se deberá permitir prácticamente ninguna exposición a sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ), ver figura 14.

Se deberá enseñar a todos los trabajadores a detectar la presencia de  $H_2S$  y a adoptar medidas preventivas inmediatas para reducir la posibilidad de exposición tóxica y explosiones.

**Figura 14. Programa de Supervisión y Control de Sulfuro de Hidrógeno.**



- **Protección personal**

El personal que realice actividades de exploración y producción deberá tener y utilizar equipo de protección personal apropiado, (Ver especificaciones manual de seguridad Equipamiento de protección personal PPE). Como por ejemplo:

- Protección de la piel contra el calor y el frío (crema con filtro solar y máscaras faciales contra el frío).
- Cuando se requiera, equipo antifuego, ropa ignífuga y delantales o trajes resistentes a los ácidos.

Proveer instalaciones para el aseo de los trabajadores y el lavado de la ropa, y observar unas prácticas de higiene adecuadas, son medidas fundamentales para controlar la dermatitis y otras enfermedades de la piel.

Cuando proceda, se deberá considerar la conveniencia de proveer puestos de lavado ocular de emergencia y duchas de seguridad.

- **Medidas de protección y prevención de incendios.**

La prevención y protección contra incendios, es un elemento importante para la seguridad de los trabajadores y la continuidad de las operaciones. Es esencial una sensibilización respecto a la prevención de incendios, que incluya el conocimiento de las fuentes de ignición, como soldadura, llamas libres, altas temperaturas, energía eléctrica, chispas de electricidad estática, explosivos, oxidantes y materiales incompatibles. Tanto en tierra como en altamar se utilizan sistemas de protección contra el fuego activos y pasivos.

- Los sistemas pasivos comprenden el ignifugado, disposición y espaciado, diseño de equipos, clasificación eléctrica y drenaje.

- Se instalan detectores y sensores que activan alarmas y pueden activar también sistemas de protección automáticos, al detectar calor, llamas, humo, gas o vapores.

- La protección activa contra el fuego incluye sistemas de agua contra incendios, suministro de agua de extinción, bombas, hidrantes, mangueras y sistemas de aspersores fijos; sistemas automáticos de extinción con productos químicos en polvo y extintores manuales; sistemas de halón y de dióxido de carbono para zonas confinadas o cerradas, como salas de control, salas de ordenadores y laboratorios, y sistemas de espuma y agua.

Los empleados que deban combatir incendios, desde pequeños incendios en las fases incipientes hasta grandes incendios en espacios cerrados, deberán estar correctamente entrenados y equipados. Los trabajadores designados como jefes de bomberos y jefes de operaciones en caso de incidente, necesitan dotes de mando y formación especializada adicional en técnicas avanzadas de lucha contra incendios y de control de incendios.

- **Salud**

Dado que los trabajadores de perforación están sometidos a condiciones de trabajo extremas, deberán ser evaluados cuidadosamente después de ser sometidos a un reconocimiento físico exhaustivo. La selección de personal con historial o síntomas evidentes de enfermedades pulmonares, cardiovasculares o neurológicas, epilepsia, diabetes, alteraciones psicológicas y adicción a las drogas o al alcohol, debe sopesarse cuidadosamente.

El reconocimiento médico deberá incluir una evaluación psicológica acorde con los requisitos particulares del trabajo a realizar. Entre los servicios médicos de urgencia de los equipos de perforación deberá incluirse el equipamiento necesario para un pequeño dispensario o clínica, atendido por un médico calificado que se encuentre permanentemente en la zona de trabajo. El tipo de servicio médico prestado se determinará en función de la disponibilidad, distancia y calidad de los servicios disponibles.

También el personal que no trabaja directamente en torres o plataformas de perforación debe ser sometido a reconocimiento médico previo al empleo y periódicamente, sobre todo si va a ser contratado para trabajar en climas inusuales o en condiciones rigurosas. En estos reconocimientos deberán tenerse en cuenta las especiales exigencias físicas y psicológicas del trabajo.

- **Protección del Medio Ambiente**

Las principales fuentes de contaminación del aire, el agua y el suelo en la producción de petróleo y gas natural son los vertidos de petróleo y las emanaciones de gas en tierra o en el mar, ácido sulfhídrico presente en el petróleo y emanaciones de gas a la atmósfera, productos químicos peligrosos presentes en el lodo de perforación que contaminan el agua o la tierra, y productos de la combustión de los incendios de pozos de petróleo.

Los posibles efectos para la salud pública derivados de la inhalación de partículas de humo procedentes de incendios de grandes proporciones en

campos petrolíferos, ha sido causa de gran preocupación desde los incendios de campos de petróleo que se produjeron en Kuwait durante la guerra del Golfo Pérsico en 1991. Entre las medidas de control de la contaminación se incluyen normalmente las siguientes:

- Separadores de API y otras instalaciones de tratamiento de residuos y de aguas residuales.
- Control de vertidos, incluyendo barreras de contención para vertidos en agua.
- Contención de vertidos, diques y drenajes para controlar vertidos de petróleo y desviar el agua contaminada con petróleo hacia instalaciones de tratamiento.

Se crean modelos de dispersión de gas para determinar la zona que probablemente resultaría afectada por una nube de gas o vapor tóxico o inflamable originada por un escape.

Se realizan estudios de capas freáticas para proyectar el alcance máximo que tendría la contaminación del agua en caso de contaminación por petróleo.

Los trabajadores deberán estar entrenados y calificados para aplicar medidas de urgencia en respuesta a vertidos y emanaciones. Normalmente se encarga a contratistas especializados en reparación de contaminaciones el control de los grandes vertidos y el diseño de los proyectos de reparación.

### **6.3 PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD PRIDE**

Todo empleado y contratista de PRIDE COLOMBIA de manera obligatoria debe conocer las políticas Y procedimientos de seguridad de la empresa y cumplirlas en pro del beneficio propio, de las instalaciones, el medio ambiente y los demás compañeros.

Para esto, PRIDE COLOMBIA cuenta con sus respectivos procedimientos de seguridad a los cuales se pueden y deben tener acceso para conocer y comprender las normas, procedimientos y políticas relacionadas con sus respectivas tareas, los empleados estarán sujetos en cualquier momento a examen sobre las políticas específicas que se aplican a sus labores.

A continuación se enumeran dichos procedimientos:

- Inducción de Seguridad.
- Reuniones de Seguridad.
- Permisos de Trabajo.
- Análisis de seguridad en el trabajo (AST / JSA).
- Programa S.T.O.P

#### **6.4 MANUAL DE SEGURIDAD**

En el anexo B se presenta la tabla de contenido del manual que se desarrolló en este proyecto y que se encuentra en la Multimedia con un ambiente gráfico, de fácil navegación y con la opción de imprimir.

## **7. MANTENIMIENTO DE CALIDAD**

En el desarrollo de este capítulo se cubren los dos objetivos que restan por cumplir, por razón de extensión solo se plasmará en estas memorias el contenido que desarrolla y define las metas, el contenido restante se puede consultar plenamente en la multimedia.

### **7.1 El Proceso de Mantenimiento**

Toda organización tiene como propósito identificar y satisfacer las necesidades y expectativas de sus clientes, además de las otras partes interesadas como pueden ser sus empleados, sus proveedores, propietarios y la misma sociedad, lo que le permitirá lograr una ventaja competitiva, pero para funcionar de manera eficiente, tiene que identificar y gestionar numerosas actividades relacionadas entre si.

Una actividad que utiliza recursos, y se gestiona con el fin de permitir la transformación de entradas en salidas, se puede considerar como un proceso. Frecuentemente la salida de un proceso constituye directamente la entrada del siguiente proceso.

La aplicación de un sistema de procesos dentro de la organización, junto con la identificación e interacciones entre estos procesos, así como su gestión se puede denominar como “enfoque basado en procesos.

El enfoque de procesos elimina las barreras entre diferentes áreas funcionales y unifica sus enfoques hacia las metas principales de la organización. También permite la apropiada gestión de las interfaces entre los distintos procesos.

Una ventaja del enfoque basado en procesos es el control continuo que proporciona sobre los vínculos entre los procesos individuales dentro del propio sistema de procesos, así como sobre su combinación e interacción.

Teniendo en cuenta lo descrito anteriormente, podemos ver ahora al conjunto de todas las actividades de mantenimiento, no como un área más de la organización, sino como un proceso del Sistema de Gestión de Calidad, que se relaciona con otros procesos para alcanzar la satisfacción de sus clientes y el mejoramiento continuo de la organización.

*El proceso de mantenimiento es “el conjunto de actividades dirigidas a garantizar, al menor costo posible, la máxima disponibilidad del equipamiento utilizado para realizar el producto o servicio; visto esto a través de la prevención de la ocurrencia de fallos y de la identificación y señalamiento de las causas del funcionamiento deficiente del equipamiento”.<sup>2</sup>*

### **Caracterización del Proceso de Mantenimiento**

La caracterización de un proceso, es la representación gráfica de todos los elementos que lo componen. Esta caracterización, es importante porque orienta a la organización en el desarrollo adecuado del proceso dentro del sistema de gestión de calidad, ya que es en ella donde se identifican los proveedores, los clientes, las entradas y las salidas del proceso, las actividades que realiza, así como los otros procesos que se relacionan con el mismo, todo esto con el propósito de ejecutar bien todas las actividades que hacen parte del proceso y así cumplir con los objetivos de calidad, trazados por la organización en la etapa de planificación del sistema de gestión. Ver figura 15.

#### **7.1.1 Relación Del Mantenimiento Con Otros Procesos**

Los procesos de apoyo u operativos son la base que soporta todas las estrategias que se generan en el direccionamiento y para la realización del servicio de perforación.

La interrelación del proceso de Mantenimiento con los demás procesos es vital para alcanzar la excelencia en las actividades que garanticen la disponibilidad y confiabilidad de una manera eficaz, segura, y económica, ver figura 16.

---

2. Tavares, L .A [2000]. Tercerización del mantenimiento. Revista electrónica del Mantenimiento.

**Figura 15. Caracterización de un Proceso Mantenimiento**

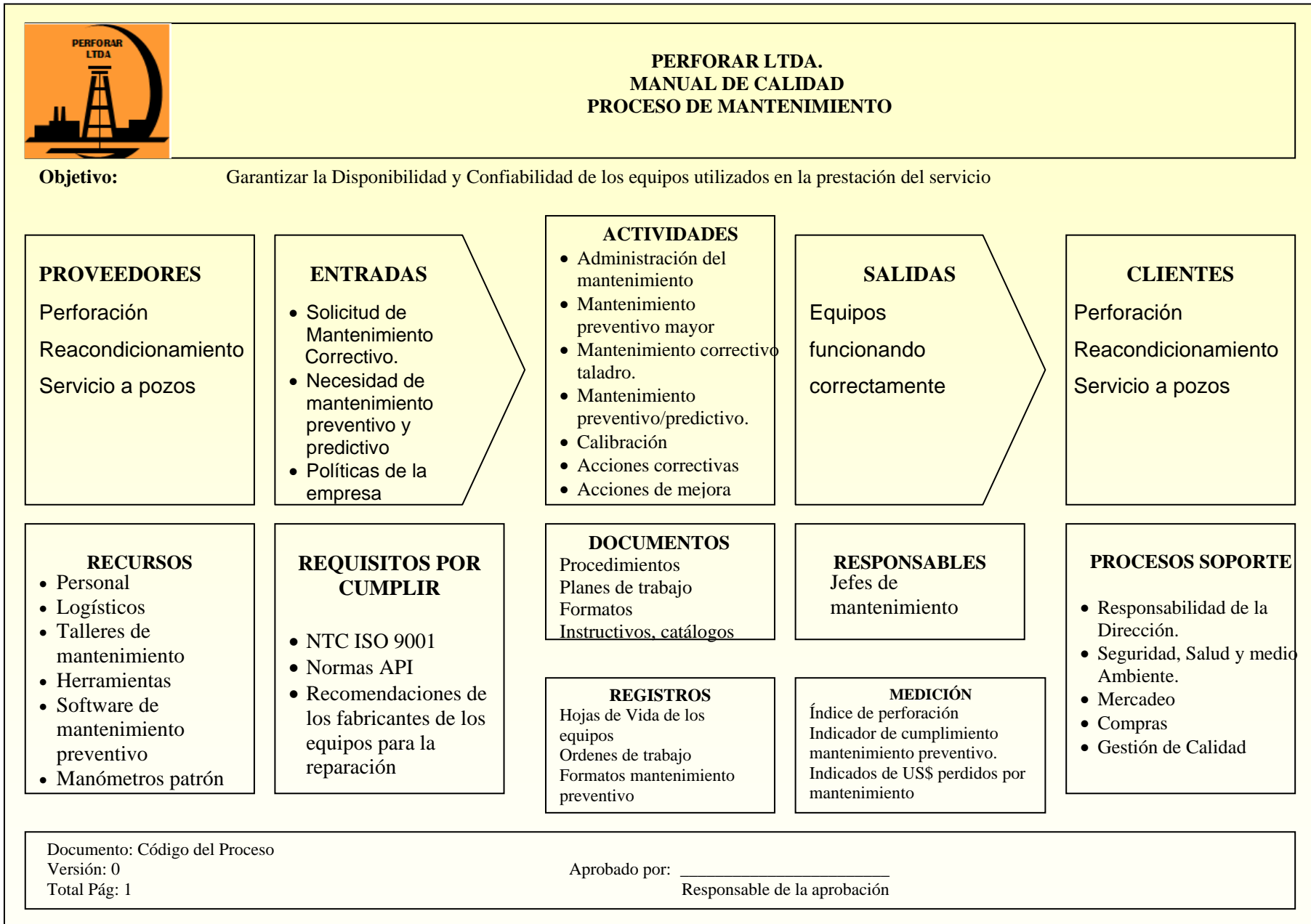
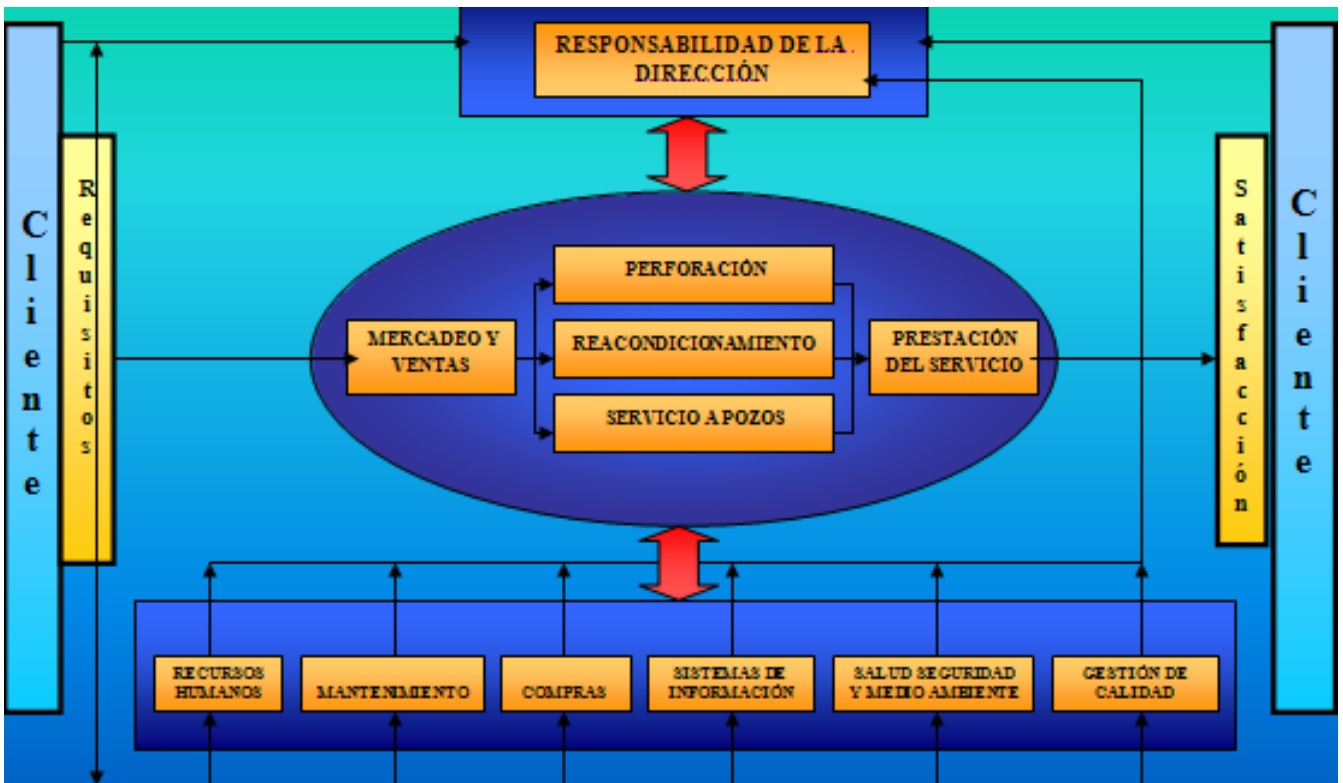


Figura 16. Mapa de Procesos. Relación del Mantenimiento con otros procesos.



### 7.1.1.1 Compras

La calidad de los proveedores o subcontratados se refleja en el servicio prestado al cliente; Por ello es necesario evaluar y documentar convenientemente las relaciones con dichos proveedores, para asegurar que éstos no transmitan sus no-calidades a la empresa, los controles establecidos sobre los proveedores y sus productos / servicios (P/S) deben ser proporcionales a la importancia de sus productos para la calidad de la empresa.

En el mantenimiento es importante la relación con los proveedores pues son ellos los encargados de suministrar los servicios, repuestos, insumos y materiales necesarios para la ejecución de las actividades que garanticen la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.

En Pride Colombia Services se sustenta la necesidad de contratar externamente el servicio de ensayos no destructivos (END) dentro de un programa de mantenimiento previamente establecido que permita cumplir con los objetivos del mantenimiento, una buena relación de costos y no perder el control de las actividades en ningún momento. Esta necesidad de contratar el servicio de una empresa especializada en ejecutar los END surge de la evaluación y análisis de aspectos como:

- **Equipos de alta tecnología**

Para ejecutar END se requieren equipos con un alto desarrollo tecnológico y con un componente de elementos y repuestos que requieren de herramientas, equipos e instrumentos de control muy especializados.

Entran en esta categoría también aquellos que requieren una mano de obra especializada muy costosa para que la instalación productiva la asuma, aumentando los costos del mantenimiento.

- **Disminución de costos**

Al poseer un centro de costos y mediante un análisis detallado de los mismos, se debe evaluar la conveniencia de disminuirlos sin el detrimento de la calidad y confiabilidad del mantenimiento y la disponibilidad de los equipos.

Es indispensable efectuar un análisis de los costos fijos y los variables de tal forma que le permita al empresario compararlos con los de compañías serias establecidas que prestan estos servicios. Sobre todo si estos se constituyen en costos variables para el empresario.

Este análisis de la contratación permite una gran flexibilidad, pues si la producción aumenta y se requieren más recursos, aumentan o por el contrario se disminuyen; esta flexibilidad no se tendría fácilmente si todo el personal fuera de la nómina de la empresa.

- **Disminución de cargas laborales**

Con el fin de ser competitivos disminuyendo el costo del producto, se encuentra a menudo que por la antigüedad del personal y la legislación legal vigente las cargas prestacionales resultan muy onerosas, siendo necesario disminuir estos costos.

El contratista, conocedor de su oficio, mediante análisis de la nómina de la empresa, analizará cómo parte de los recursos humanos existentes podrán pasar a su empresa. Estas son condiciones que se pueden establecer en la negociación. Esta es una fase crítica ya que afecta al personal y sus actividades no serán las mismas y los métodos y procedimientos de trabajo serán diferentes.

- **Mejora de la calidad del servicio**

Al contratar los END y delegar esta función puede aumentar la calidad del servicio, pero no necesariamente optimizarlo. Por lo tanto es necesario establecer acuerdos de niveles de servicio donde se especifiquen los índices y resultados esperados, al igual que con el método de control, de tal forma que el contratista se involucre como parte de la compañía para que exista un beneficio mutuo de esta mejora.

- **Exigencias del Cliente**

Dependiendo del tipo de empresa que contrate los servicios de Pride Colombia Services, se puede llegar a la exigencia de contratar muchas de las actividades del sistema productivo y los END puede ser una de ellas.

- **Dedicación a la actividad propia del negocio**

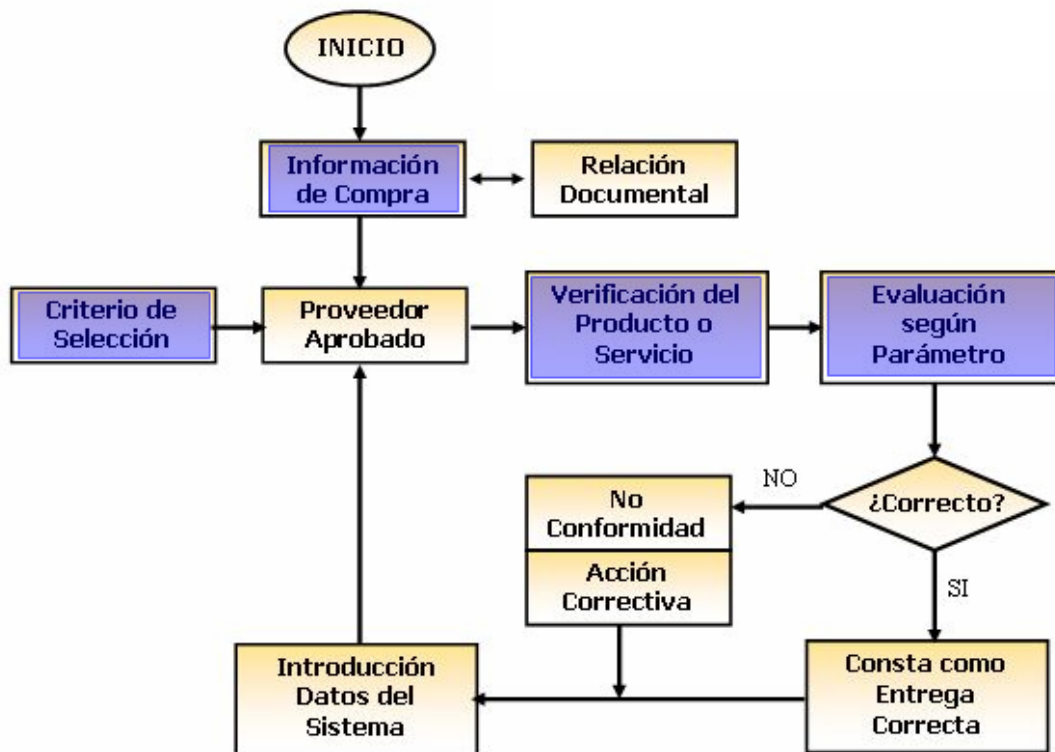
En este mundo de competencia y de restricciones económicas, se deben lograr los mejores estándares de calidad del producto o servicio, al mínimo costo. La actividad productiva de Pride Colombia es la perforación de pozos

petroleros, por tanto puede delegar por medio de contratos aquellas actividades que no son de la propia naturaleza de la empresa y que la pueden desempeñar mejor empresas especializadas, pero sin perder nunca el control de ellas.

#### 7.1.1.1.1 Gestión de las compras y la evaluación de proveedores

La figura 17 muestra los procedimientos que deben intervenir en el proceso de compra y suministro de productos y de la contratación de servicios entre los cuales se incluyen: contrato para actividades del sistema productivo, contrato para actividades de END, entre otras.

**Figura 17. Gestión de Compra basado en la Norma ISO 9000**



## **A. Información de Compra**

Antes de comprar se deben determinar con rigor los requisitos de los productos a comprar. Es muy frecuente que las personas o departamentos que determinan las necesidades de compra no sean los que comunican los requisitos del producto al proveedor, por esta razón es muy importante que se especifique con exactitud lo que se quiere, para esto es importante que se conozca los END a efectuarse en los equipos del taladro Pride 23:

### **Ensayos No Destructivos**

Los ensayos no destructivos cuya sigla en español es **E.N.D.** y en inglés es **N.D.T** (Non Destructive Testing) son inspecciones o ensayos que se realizan a un equipo o una herramienta, después de su fabricación o periódicamente durante su vida útil para determinar su condición, calidad y capacidad de servicio y consisten en ciertas pruebas a las que se somete un objeto para verificar su calidad o el estado de la misma, sin que éste resulte dañado o inutilizado, una vez efectuadas aquellas. Todos los ensayos están basados en principios físicos y de su aplicación se obtienen los resultados necesarios para establecer un diagnóstico del estado de la calidad del objeto inspeccionado. **Dichos resultados (según la tecnología empleada) no se muestran de forma absoluta, sino que lo hacen con un lenguaje indirecto, lo que obliga a interpretarlos a partir de las indicaciones propias de cada método y en relación con los principios físicos en que están basados, naturaleza del material y procesos de fabricación.** Para ello, la formación con la que cuenten los profesionales que los apliquen es decisiva.

En **PRIDE COLOMBIA** se deben realizar ensayos no destructivos iniciales y periódicos a las herramientas, equipos o piezas críticas para la seguridad de su personal y sus operaciones, por tanto, los ensayos no destructivos **END** se implementan en el programa de mantenimiento porque pueden detectar

fallas o defectos en las herramientas o las piezas de los equipo antes de que fallen y puedan causar graves accidentes.

Las inspecciones se clasificaran por categorías, así:

- **Categoría I:**

La observación de equipo durante operación para indicaciones de funcionamiento inadecuado.

Todo equipo debe ser visualmente inspeccionado a diario por cracks, pérdida de ajustes o conexiones, alargamiento de partes y otras señales de desgastes, corrosión o sobrecarga.

- **Categoría II**

Categoría I de inspección más inspección adicional para corrosión, deformaciones, pérdida o faltantes de componentes, deterioro, lubricación adecuada, cracks externos visibles y ajustes.

- **Categoría III**

Categoría II de inspección mas inspección adicional, la cual deberá incluir ensayos no destructivos de áreas críticas y puede involucrar desensamble para acceder a componentes específicos e identificar desgaste que exceda las tolerancias permitidas por el fabricante.

- **Categoría IV**

Categoría III de inspección más una inspección adicional donde el equipo es desensamblado para realizar los ensayos no destructivos necesarios de todos los componentes de carga primarios definidos por el fabricante.

- **Categoría V**

Inspecciones en campo y mantenimiento no periódico.

Antes de cada inspección todos los materiales extraños tales como suciedad, pintura, grasa, aceite, escamas, etc. Deben ser removidos de todas las partes concernientes, por un método apropiado (Removedor de pintura, sand blasting, entre otros)

**Clasificación de los END.**

Se pueden establecer diversas clasificaciones de estos métodos de ensayos no destructivos según:

❖ **Sus Fundamentos:** Se basan esencialmente en la aplicación de uno o varios de los siguientes fenómenos físicos:

- Ondas electromagnéticas
- Ondas elásticas o acústicas Emisión de partículas subatómicas
- Otros fenómenos tales como la capilaridad y estanqueidad.

❖ **Su aplicación:**

- **Defectología:** Detección de Heterogeneidades, discontinuidades, impurezas, evaluación de corrosión y deterioros por agentes ambientales; determinación de tensiones; detección de fugas.
- **Características de los materiales:** Características químicas, estructurales, mecánicas y tecnológicas; propiedades físicas; transferencia de calor y trazado de isoterma.

- **Metrología:** Control de espesores, medida espesores por un solo lado, medida espesores en recubrimientos, medida de desgastes.

**Las técnicas mas utilizadas para realizar los ensayos no destructivos son:**

- Métodos visuales (VT/OT)
- Métodos dimensionales (DT)
- Métodos Radiográficos (RT)
- Métodos por Partículas Magnéticas (WMT/DMT)
- Métodos con Líquidos Penetrantes (PT)
- Métodos con Ultrasonidos (UT)
- Métodos con Corrientes Inducidas (ET)
- Métodos de Pruebas de capacidad (FT)
- Análisis de Vibraciones Mecánicas
- Análisis Termográfico

Ahora, Pride debe especificar a su proveedor las exigencias para cada END y los procedimientos a seguir dentro de la organización para ejecutarlos, La comunicación de los requisitos y la información debe ser entregada al proveedor seleccionado de una manera clara y precisa diseñando un método que asegure una transmisión completa y eficaz de los mismos, dicha información consta de:

- Procedimientos a seguir:
  - **Rutina;** Debe registrarse dentro de la información de compra que se entrega al proveedor las rutinas de los procesos de trabajo con que Pride desarrolla sus actividades, es decir, el proveedor debe tener claro en que momento debe ejecutar los

ensayos, cual y como es el tramite de las ordenes de trabajo que le competen, a quien debe reportarse en el taladro, quien ha de ser su supervisor, etc. Toda la información que el contratado necesita para desarrollar su actividad dentro de la zona de perforación.

- **Seguridad:** Al proveedor se le debe informar y capacitar en las políticas y los procedimientos de seguridad propios de la empresa (Permisos de trabajo, JSA, Reuniones de Seguridad, inducción de seguridad, Programa S.T.O.P.).

- Exigencias para cada END: Ver Anexo C.

## **B. Selección de Proveedores**

Se debe seleccionar a los proveedores en función de su capacidad para proporcionar productos que satisfagan los requisitos de la organización, de ahí que el proceso de “Seleccionar Proveedor y Compras” reciba información del proceso “Evaluación de Proveedores”.

Una vez establecida la información de compra para contratar la empresa que ejecute en Pride Colombia los END, es indispensable saber a quién se ha de delegar esta actividad tan importante.

El Proveedor (contratista) debe ser un “socio” comprometido y participe dentro de la estructura interna de la empresa: debe eliminarse la típica relación cliente-proveedor para que exista una verdadera fusión con una responsabilidad compartida. El contratista debe demostrar la experiencia suficiente, tener la solvencia económica, asumir todas las garantías y poseer

la seriedad y credibilidad suficiente para poder asumir estas responsabilidades.

- **Registro de proponentes**

Pride Colombia debe ser muy cuidadosa en la selección de sus contratistas. Para tal efecto debe tener un registro propio de proponentes y proveedores de servicios de END; este registro puede ser efectuado mediante el formato propuesto, ver tabla 11.

El formato propuesto se puede aplicar para cualquier compra que el Departamento de Mantenimiento necesite y deba hacer, en el caso particular de la compra de los END (contratación) se hacen las aclaraciones pertinentes en la solicitud de información del proponente.

Este registro debe actualizarse anualmente, con el fin de mantener contacto permanente con los diferentes proveedores.

- **Criterio de Selección de Proveedores**

Luego de tener el registro de proponentes, Pride Colombia debe proceder a realizar una preselección calificando la información suministrada por las empresas mismas Ver Tabla 12.

**MALO:** No brinda información adecuada, calificación 1.

**DEFICIENTE:** Falta Información, calificación 2.

**ACEPTABLE:** La información es la mínima requerida, calificación 3.

**BUENO:** La información es suficiente y concreta, calificación 4.

**EXCELENTE:** La información supera las expectativas de la organización, calificación 5.

Para determinar el resultado final el proveedor debe obtener una calificación superior a 3.5 en promedio con un 4 como mínimo en el numeral 6 del formato de la tabla 11.

**Tabla 11. Formato Selección de Proveedores.**

| 1. INFORMACIÓN GENERAL  |                  |                         |                           |               |
|---|------------------|-------------------------|---------------------------|---------------|
| FECHA:  |                  | NÚMERO DE LA ACCIÓN:    |                           |               |
| RAZÓN SOCIAL:   |                  | NIT:                    |                           |               |
| TIPO DE EMPRESA:  |                  | ACTIVIDAD ECONÓMICA:    |                           |               |
| CIUDAD:   |                  | DEPARTAMENTO:           |                           |               |
| DIRECCIÓN DE LA EMPRESA   |                  | CORREO ELÉCTRICO        |                           |               |
| TELEFONOS (extensiones)   |                  | NÚMERO DE FAX           |                           |               |
|   |                  |                         |                           |               |
|   |                  |                         |                           |               |
| 2. INFORMACIÓN COMERCIAL (REFERENCIAS COMERCIALES)  |                  |                         |                           |               |
| <i>NOMBRE</i>   | <i>DIRECCIÓN</i> | <i>TELEFAX</i>          | <i>E-MAIL</i>             | <i>CIUDAD</i> |
|   |                  |                         |                           |               |
|   |                  |                         |                           |               |
|   |                  |                         |                           |               |
|   |                  |                         |                           |               |
| <b>NOTA:</b> Anexar acta de constitución y gerencia y al menos tres cartas de referencia. |                  |                         |                           |               |
| 3. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA   |                  |                         |                           |               |
| REPRESENTANTE LEGAL   |                  |                         |                           |               |
| GERENTE COMERCIAL   |                  |                         |                           |               |
| REPRESENTANTE DE LA GERENCIA PARA EL SGC  |                  |                         |                           |               |
| ASESORES COMERCIALES PARA DAR ASISTENCIA A LOS CLIENTES                                   |                  |                         |                           |               |
|   |                  |                         |                           |               |
| 4. PRODUCTOS/SERVICIOS (P/S) OFRECIDOS Y GARANTIA DE CALIDAD                              |                  |                         |                           |               |
| <i>P/S</i>  | <i>MARCA</i>     | <i>TIPO DE GARANTÍA</i> | <i>TIEMPO DE GARANTÍA</i> |               |
|   |                  |                         |                           |               |
|   |                  |                         |                           |               |
|   |                  |                         |                           |               |
|   |                  |                         |                           |               |
| Es necesario anexar catálogos lista de precios e información adicional                    |                  |                         |                           |               |
| 5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS P/S SUMINISTRADOS                                     |                  |                         |                           |               |
| PRESENTACIÓN DEL P/S  |                  |                         |                           |               |
| IDENTIFICACIÓN DEL P/S  |                  |                         |                           |               |

|  |        |        |
|--|--------|--------|
| ACLARACIÓN DEL SIGNIFICADO DE LA IDENTIFICACIÓN  |        |        |
| RECOMENDACIONES PARA EL ALMACENAMIENTO DEL P/S<br><b>En el caso de END se recibe la información de cómo ha de ser y que información ha de contener los reportes, análisis y resultados de cada ensayo.</b>   |        |        |
| CUAL ES EL TIEMPO DE ENTREGA DE SUS P/S?<br><b>Para los END este punto se refiere a la capacidad de respuesta que tenga la empresa a contratar una vez se seleccione y se le entregue la información de compra.</b>  |        |        |
| REQUIERE HACER ACUERDO DE CALIDAD? SI ( ) NO ( )<br><b>Para los END la respuesta tiene que ser afirmativa</b>  |        |        |
| <b>6. GESTIÓN Y CONTROL DE CALIDAD</b>   |        |        |
| LOS P/S SUMINISTRADOS POSEEN ALGÚN TIPO DE CERTIFICACIÓN SI ( ) NO ( ) INDIQUE CUAL<br><b>Para los END la respuesta tiene que ser afirmativa</b>   |        |        |
| ENTIDAD QUE LOS CERTIFICÓ: (Anexar copia de los certificados obtenidos)<br><b>Pride Colombia Services debe exigir certificación de alguna de las siguientes instituciones: ICONTEC (INTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS), SGS, Bureau Veritas, ASTM (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS), ASME (AMERICAN SOCIETY MECHANICAL ENGINEERING), API (AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE), ASNT( AMERICAN SOCIETY FOR NONDESTRUCTIVE TESTING</b> |        |        |
| COMO SE REALIZA EL CONTROL DE CALIDAD  |        |        |
| REALIZA ENSAYOS FINALES A CADA LOTE ENTREGADO? <b>Para los END se refiere a la correcta y debida calibración de los instrumentos y equipos a usar en la ejecución de los END.</b>  |        |        |
| Estaría en condiciones de suministrar reportes de los ensayos realizados por lotes SI ( ) NO ( )<br><b>Para la contratación de END la respuesta tiene que ser afirmativa y anexar los reportes de calibración de los equipos e instrumentos a emplear en los END.</b>  |        |        |
| POSEE UN SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD CERTIFICADO BAJO LOS REQUERIMIENTOS DE LA NORMA ISO 9001:2000 U OTRA NORMATIVIDAD DE LA CALIDAD EXISTENTE SI ( ) NO ( ) En caso de que la respuesta sea afirmativa anexe una copia del certificado obtenido   |        |        |
| <b>En caso de que el proveedor de END conteste de una manera negativa debe presentar una forma valida de asegurar la calidad del servicio</b>  |        |        |
| <b><i>Si su respuesta es negativa por favor responder las siguientes preguntas:</i></b>  |        |        |
| Están ustedes implementando un sistema de gestión de calidad SI ( ) NO ( )   |        |        |
| De ser positiva su respuesta anterior para cuando aspiran obtener la certificación?  |        |        |
| <b><i>De que forma considera puede cumplir con la consistencia en la calidad del p/s a suministrar?</i></b>  |        |        |
| Siguiendo un plan de calidad ( )   |        |        |
| Suministrando Registros de Control de Calidad del P/S ( )  |        |        |
| Con Certificado de Calidad del P/S ( )   |        |        |
| Certifico que la presente información, incluida todas las páginas que se adjuntan, es correcta en todos sus términos   |        |        |
| NOMBRE:  | CARGO: | FIRMA: |
| FORMATO DILIGENCIADO POR:  | CARGO: | FECHA: |

**Tabla 12. Formato de evaluación Selección de Proveedores**

| CRITERIOS DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES            |           |                 |                |            |                |                  |
|--|-----------|-----------------|----------------|------------|----------------|------------------|
| ASPECTO EVALUADO                                 | MALO<br>1 | DEFICIENTE<br>2 | ACEPTABLE<br>3 | BUENO<br>4 | EXCELENTE<br>5 | PUNTAJE OBTENIDO |
| 1, Información General                           |           |                 |                |            |                |                  |
| 2, Información Comercial                         |           |                 |                |            |                |                  |
| 3, Organización de la Empresa                    |           |                 |                |            |                |                  |
| 4, Servicio y Garantía de Calidad                |           |                 |                |            |                |                  |
| 5, Características generales de los P/S          |           |                 |                |            |                |                  |
| 6, Gestión y Control de la Calidad               |           |                 |                |            |                |                  |
| RECOMENDACIONES SOBRE LA SELECCIÓN DEL PROVEEDOR |           |                 |                |            |                |                  |
| NOMBRE DEL EVALUADOR:                            |           |                 |                |            |                |                  |
| CARGO:   |           |                 |                | FECHA:     |                |                  |
| FIRMA:   |           |                 |                |            |                |                  |

- **Recepción de Propuestas**

Inmediatamente después de realizar la preselección se debe entregar a las empresas la información de compra previamente establecida y esperar las propuestas de cada una de ellas para desarrollar el modelo de negociación utilizada por la empresa para finalmente determinar la empresa a contratar para la ejecución de los END. (tabla 13).

**Tabla 13. Formato de Recepción de Propuestas.**

| <b>1. PROPUESTA</b>   |                       |
|---|-----------------------|
| FECHA:  | TIEMPO DE VALIDACION: |
| <b>END OFRECIDOS - NATURALEZA Y ALCANCE DEL SUMINISTRO</b>  |                       |
|   |                       |
|   |                       |
|   |                       |
| <b>Definición del Personal</b>                              |                       |
|   |                       |
|   |                       |
| <b>2. TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>                               |                       |
| <i>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES</i>                            |                       |
|   |                       |
| <i>PLAZOS DE EJECUCIÓN Y ENTREGA DE RESULTADOS</i>          |                       |
|   |                       |
| <b>NOTA:</b> Anexar Documentos de Especificación.           |                       |
| <b>3. RESULTADOS</b>  |                       |
| REPRESENTANTE   |                       |
| MEDIOS DE REGISTRO  |                       |
| CERTIFICADOS  |                       |
| INFORMACIÓN MINIMA ENTREGADA                                |                       |
| OBSERVACIONES   |                       |
| <b>4. RECOMENDACIONES</b>                                   |                       |
| DEFINICIÓN DE LAS RESPONSABILIDADES DE LAS PARTES           |                       |
|   |                       |
|   |                       |
|   |                       |
|   |                       |
| OBSERVACIONES   |                       |
|   |                       |
|   |                       |
| <b>5. PROCEDIMIENTOS / CUMPLIMIENTO DE NORMAS</b>           |                       |
| DEFINICIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE EJECUCIÓN DE END            |                       |
|   |                       |
| DEFINICIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD |                       |
|   |                       |

|   |               |               |
|---|---------------|---------------|
| DEFINICIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL                                      |               |               |
| <b>NOTA:</b> Explicitar las Normas a seguir para el cumplimiento de estos procedimientos. |               |               |
| <b>6. VALOR DE LA OFERTA</b>  |               |               |
| <b>PRECIO</b>   |               |               |
| <i>Fórmula de Precios Propuestos</i>  |               |               |
| <i>Condiciones y Revisión de precios</i>  |               |               |
| <i>Penalizaciones y Bonificaciones</i>  |               |               |
| <i>Modalidad de Pago</i>  |               |               |
| <i>Garantías y Seguros</i>  |               |               |
| <b>NOMBRE:</b>  | <b>CARGO:</b> | <b>FIRMA:</b> |
| <b>FORMATO DILIGENCIADO POR:</b>  | <b>CARGO:</b> | <b>FECHA:</b> |

### **C. Verificación del Producto o Servicio**

La organización debe asegurarse que los productos comprados cumplen los requisitos solicitados. Para ello, deben llevarse a cabo actividades de inspección que sean apropiadas.

La intensidad de los controles aplicados durante la inspección puede variar desde un simple control administrativo de entrada (verificación de cantidades y tipo del producto), hasta la realización de controles de verificación de especificaciones o la toma de muestras para analizar en un laboratorio.

Toda inspección es válida para ISO 9001:2000 siempre que:

- Se haya determinado la persona con la debida autoridad y responsabilidad para definir qué inspección se debe aplicar a cada producto de proveedor.
- Tenga una intensidad razonable, es decir, la Norma y la lógica indica que el tipo y el alcance del control aplicado al proveedor y al

producto, debe depender del impacto del producto adquirido en la posterior realización del producto o sobre el producto final.

### **Tipos de Inspecciones**

- 1. Inspección Administrativa:** Comprobar que la organización ha realizado la compra que se dispone a recibir, verificar que la documentación que porta la carga es conforme, que han traído lo que se ha pedido y que traen lo que dicen que traen.
- 2. Inspección Técnica:** En esta etapa se comprueban las variables técnicas, funcionales, de aspecto u otras del producto. Estas actividades pueden ser, por ejemplo: Realizar verificaciones dimensionales, tomar muestras para analizar, efectuar una verificación visual de aspecto con la ayuda de un patrón de color o de defectos, etc.

En función del producto a inspeccionar, se puede decidir hacer sólo una inspección administrativa, o una completa (A+T).

Determinados tipos de actividades hacen posible introducir metodologías de inspección técnica basada en muestreos.

### **Profesionalización del Comprador**

Teniendo en cuenta lo anterior y que la verificación de un servicio contratado posee consideraciones especiales (el servicio se considera como un producto intangible), se debe llevar a cabo la verificación de los END en el taladro Pride 23. Para esto se propone la profesionalización del comprador.

Para lograr el cumplimiento de los propósitos de verificación en la función de compras en Pride Colombia Services es necesario estructurar las condiciones de trabajo de los compradores, quienes constituyen el activo

más valioso de la organización de compras. Los ítems sugeridos se enuncian a continuación:

- ***Establecer el perfil del comprador;*** Contar con un grupo de compradores que respondan a un perfil definido y sean sometidos a programas de entrenamiento, formación y actualización permanente. El perfil para estos compradores se ha de basar en los siguientes elementos:
  - i. Conocimiento del negocio.
  - ii. Enfoque hacia el cliente.
  - iii. Formación de trabajo en equipo.
  - iv. Equidad en el trato con proveedores.
  - v. Alto nivel de integridad y ética.
  - vi. Orientación hacia el mejoramiento continuo.
  
- ***Compras Especializadas;*** Debido a lo vital que resulta los END para Pride Colombia, la complejidad tecnológica y la importancia de los resultados arrojados por estos ensayos, se debe considerar la contratación de la empresa que ha de ejecutar los END como compra especializada. Esta calificación implica que el personal asignado para la contratación de los END acompañe todo el proceso de compra asegurando el cumplimiento de las especificaciones (equipos, técnicas, instrumentación, personal, reportes, etc.) pactadas y solicitadas por el proceso de mantenimiento.
  
- ***Asignación de Funciones;*** Determinar y asignar funciones concretas a personal que se encuentre dentro de la zona de perforación durante la ejecución de los END respecto al control de los mismos, por ejemplo: cuando la persona o personas encargadas de ejecutar los END se reporten en el taladro el Ingeniero de

seguridad además de realizar con ellos los procedimientos de seguridad establecidos por la empresa verifique de una manera cuidadosa la certificación del personal que debe corresponder con la exigida por Pride y entregada por el proveedor en las propuestas. En el momento en que el Jefe de Equipo ha de firmar el permiso de trabajo, debe verificar que los equipos ha usar en el ensayo sean los acordados y aprobados previamente por ambas partes y que presenten los certificados de calibración y de conformidad actualizados.

Además, el encargado de recibir los reportes y análisis concluyentes de cada ensayo (El Ingeniero de Mantenimiento es una buena opción) debe verificar que se presenten de la manera previamente estipulada y que contenga los datos que se hayan determinado fundamentales a la hora de haberlos contratado, ver tabla 14.

**Tabla 14. Formato de Verificación.**

| <b>1.VERIFICACIÓN DEL PERSONAL</b>  |            |                |                                 |
|---|------------|----------------|---------------------------------|
| Personal De la Empresa _____, que recibió la capacitación en Procedimientos de Seguridad del Taladro: |            |                |                                 |
| <b>Nombre</b>   |            | <b>Cargo</b>   | <b>Certificación</b>            |
|   |            |                |                                 |
|   |            |                |                                 |
|   |            |                |                                 |
|   |            |                |                                 |
| SECCIÓN DILIGENCIADO POR:   |            | CARGO:         | FIRMA                           |
|   |            |                | FECHA:                          |
|   |            |                |                                 |
| <b>2.VERIFICACIÓN DE EQUIPOS</b>  |            |                |                                 |
| <b>PERMISO DE TRABAJO</b>   |            |                | <b>CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS</b> |
| <b>Número</b>   | <b>END</b> | <b>EQUIPOS</b> |                                 |
|   |            |                |                                 |
|   |            |                |                                 |
|   |            |                |                                 |
|   |            |                |                                 |
| SECCIÓN DILIGENCIADO POR:   |            | CARGO:         | FIRMA                           |
|   |            |                |                                 |

| 3.VERIFICACIÓN DE REPORTE |             |            |            |            |
|---------------------------|-------------|------------|------------|------------|
| Medios de Registro:       |             |            |            |            |
| END                       | INFORMACIÓN |            | RESULTADOS |            |
|                           | Completa    | Incompleta | Completo   | Incompleto |
|                           |             |            |            |            |
|                           |             |            |            |            |
| Observaciones:            |             |            |            |            |
| SECCIÓN DILIGENCIADO POR: |             | CARGO:     |            | FIRMA      |
|                           |             |            |            | FECHA:     |

#### D. Evaluación de Proveedores

Se deben llevar a cabo actividades de evaluación continua (evaluación inicial y re-evaluación) con los proveedores. Ver figura 17. En el esquema se ha significado que la información para evaluar a los proveedores proviene de los procesos de inspección, pero también puede provenir de cualquier otro proceso del que se obtenga información sobre el proveedor y sus productos. Lo que la Norma pide es que se implemente algún sistema de evaluación de los proveedores que permita saber en que medida cumplen los requisitos de la organización.

Normalmente se suele estructurar la evaluación en dos partes (tabla 15).

- Evaluación del plazo de entrega; En el caso de los END se refiere a la diferencia de tiempo entre la ejecución de los ensayos y la entrega de los resultados.
- Evaluación de la calidad del producto; Para los END se refiere a la calidad y pertinencia de los resultados, análisis e interpretaciones obtenidos y plasmados en los reportes de cada END.

### **Juicio Valorativo**

**1 punto**, No cumple: El proveedor presenta algunas condiciones que deberían ser modificadas o mejoradas y no hay disposición por parte del proveedor para modificarlas.

**2 puntos**, Cumple Medianamente: El proveedor presenta algunas condiciones a modificar o mejorar y el proveedor presenta disposición para revisarlas.

**3 puntos**, Cumple Aceptablemente: El proveedor no presentó inconvenientes en el cumplimiento de los requerimientos de los Materiales y servicio.

**4 puntos**, El proveedor cumple de forma óptima.

En conclusión la contratación de la empresa que ha de ejecutar los Ensayos No Destructivos en Pride Colombia Services se debe ceñir a un proceso de compra que relaciona la organización con el proveedor basado en 4 aspectos fundamentales:

1. Información de compra.
2. Selección del Proveedor (selección, aprobación y recepción)
3. Verificación en la Ejecución.
4. Evaluación del Servicio Recibido.

En los END el producto/servicio que más importancia tiene es el reporte que contiene el análisis, la interpretación y las conclusiones de cada ensayo realizado, pues con base en él se toman las decisiones en el proceso de mantenimiento.

**Tabla 15. Formato de evaluación de proveedores**

|  |                          |  |  |                     |   |   |   |
|--|--------------------------|--|--|---------------------|---|---|---|
| <b>PROVEEDOR:</b>  | <b>PERIODO EVALUADO:</b> |  |  |                     |   |   |   |
| <b>Producto / servicio suministrado:</b>   |                          |  |  |                     |   |   |   |
| <b>ASPECTO A VERIFICAR</b>   |                          |  |  | <b>CALIFICACIÓN</b> |   |   |   |
| <b>ENTREGAS</b>  |                          |  |  | 1                   | 2 | 3 | 4 |
| ¿El producto ha sido suministrado a tiempo de acuerdo con la fecha de entrega establecida? <b>Para los END se refiere a la diferencia de tiempo entre ejecución de los ensayos y entrega de resultados.</b>              |                          |  |  |                     |   |   |   |
| ¿Los materiales han sido entregados completos? <b>Los reportes de los END deben contener como mínimo la información especificada en la información de compra con su respectivo análisis e interpretación.</b>            |                          |  |  |                     |   |   |   |
| ¿Los criterios para la prestación del servicio han sido cumplidos a satisfacción?  |                          |  |  |                     |   |   |   |
| El personal que realiza la entrega de los materiales ¿da respuesta eficaz a las inquietudes presentadas en la entrega?   |                          |  |  |                     |   |   |   |
| Los documentos que acompañan el material recibido o que dan respaldo a la prestación del servicio fueron entregados oportunamente? (certificados de calidad, Registros de calibración, orden de servicio, factura, etc.) |                          |  |  |                     |   |   |   |
| <b>CALIDAD</b>   |                          |  |  | 1                   | 2 | 3 | 4 |
| Los productos suministrados cumplieron con las expectativas de calidad y/o acuerdos de calidad establecidos?   |                          |  |  |                     |   |   |   |
| La calidad de los Materiales suministrados es constante entre un pedido y otro?  |                          |  |  |                     |   |   |   |
| Los requerimientos para la prestación del servicio fueron cumplidos completamente?   |                          |  |  |                     |   |   |   |
| El personal que realizó la prestación del servicio fue receptivo a las inquietudes y necesidades de la Compañía?   |                          |  |  |                     |   |   |   |
| Las respuestas del proveedor a las necesidades y expectativas con respecto a los materiales y/o servicios suministrados fue el adecuado y esta dispuesto a mejorarlas?   |                          |  |  |                     |   |   |   |
| Cuando existe la necesidad de comunicarse con el proveedor por alguna razón este da atención adecuada y oportuna?  |                          |  |  |                     |   |   |   |
| <b>PROMEDIO DE CALIFICACIÓN</b>  |                          |  |  |                     |   |   |   |
| <b>TOTAL DE PREGUNTAS EVALUADAS</b>  |                          |  |  |                     |   |   |   |
| <b>OBSERVACIONES</b>   |                          |  |  |                     |   |   |   |

### **7.1.1.2 Sistemas de Información**

Si no se tiene una herramienta para lograrlo, la gestión de Mantenimiento puede ser muy difícil de controlar ya que se maneja un elevado número de variables que dependen de muchos factores, entre ellos la disponibilidad de repuestos, el criterio de priorización, las hojas de vida de Equipos, el manejo de personal, etc. Un sistema de información es una herramienta muy útil que facilita el manejo de estos y otros parámetros, garantizando la disponibilidad de la misma. Por medio de éste, se unifican criterios, se planea, programa, y se toman decisiones.

Para poder minimizar algunos de los problemas cotidianos de mantenimiento, es necesario administrar un sistema de información bien diseñado, esto quiere decir, que sea acorde con las necesidades de la Empresa, ya que no todos los sistemas se pueden aplicar en todas las empresas.

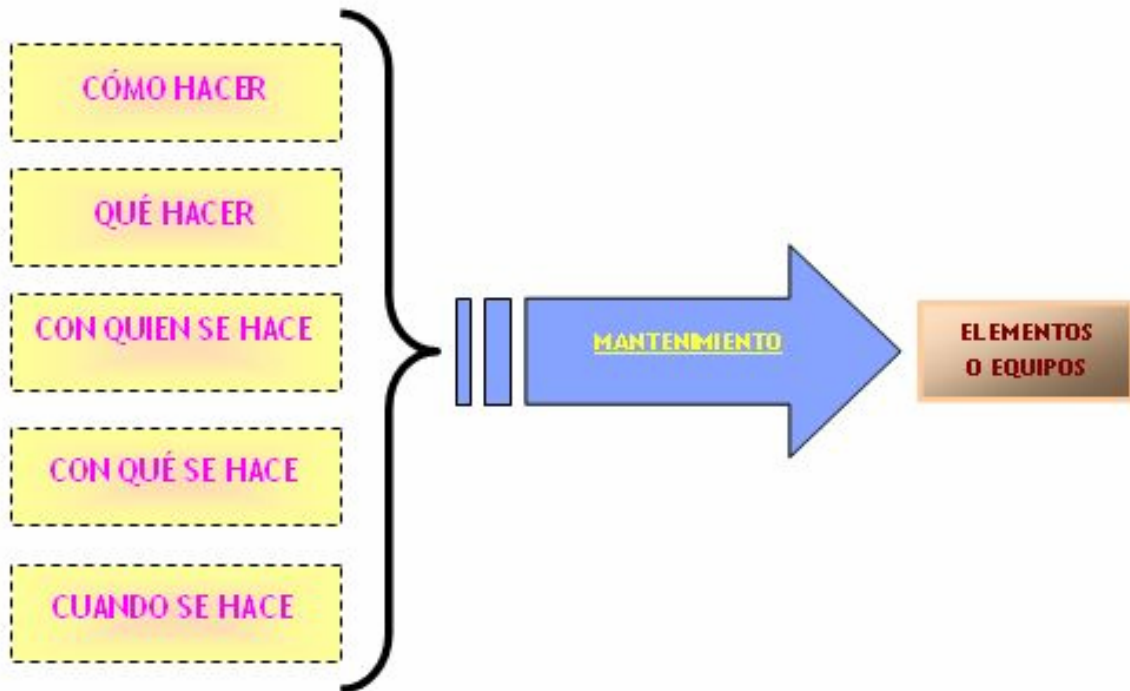
- **Sistemas de información y los modelos de gestión del mantenimiento**

Cualquier acción de mantenimiento requiere para ser llevada a cabo, información sobre ciertos tópicos.

La diferencia real entre muchas formas de ejecutar la misma acción sobre el mismo equipo, radica en el nivel de información que se tenga en cada uno de estos puntos y de la forma como se entrelacen e integren entidades de datos de naturaleza diferente para apoyar la función única de mantener.

Es oportuno revisar cómo el nivel de tecnología utilizado por la organización para diagnóstico, ejecución de reparaciones y programas de mantenimiento preventivo, predictivo, centrado en confiabilidad o productivo total, podría afectar la estructura básica de los tópicos mencionados.

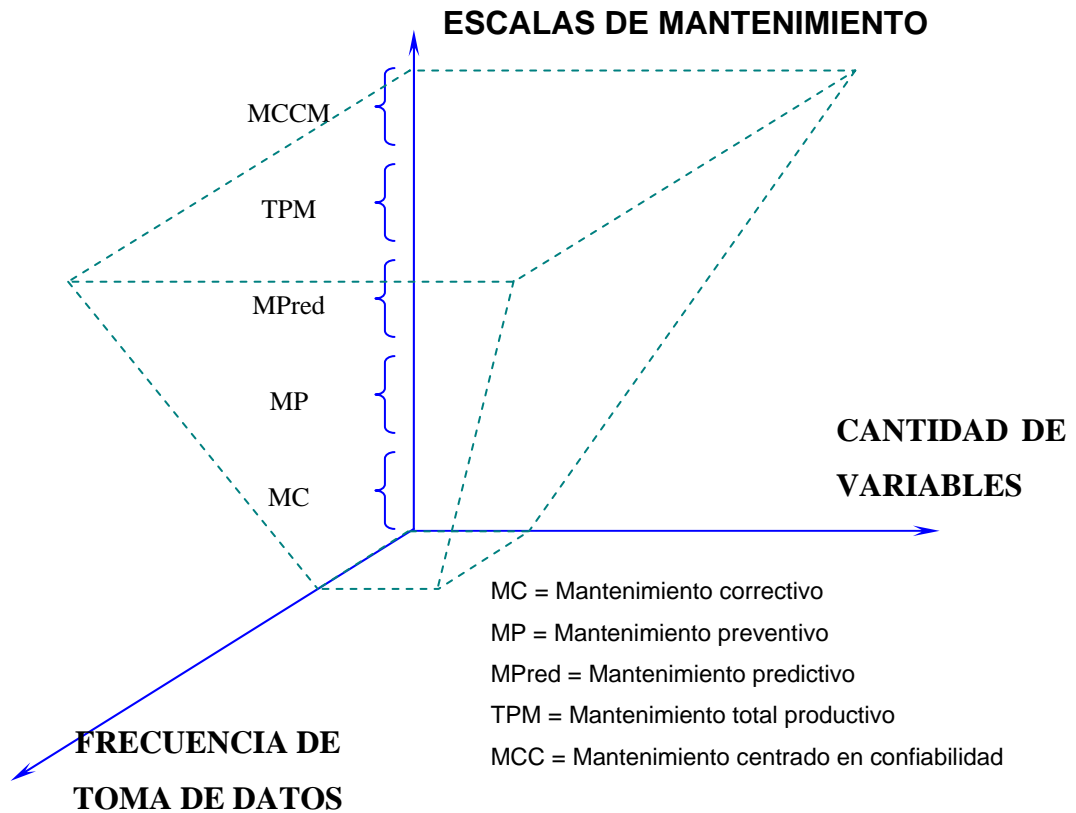
**Figura 18. Información que requiere la acción de mantenimiento.**



Si se observa, todas estas clases y formas de hacer mantenimiento se mueven sobre la misma pirámide de información. Algunas generarán y requerirán grandes áreas de datos, mientras que las formas más elementales se ubicarán en zonas de bajo volumen de información. La tecnología usada para diagnóstico se refleja en la facilidad, rapidez y confiabilidad de las decisiones técnicas.

Hay un factor adicional que contribuye al afinamiento del tipo de información a manejar en el sistema, y es la incidencia que tienen las políticas administrativas de las organizaciones sobre mantenimiento. Es de suma importancia la selección del modelo de mantenimiento (MC, MP, MPred, TPM, MCC), habiendo tenido en cuenta la ubicación del equipo, la frecuencia de uso, y la edad entre otros factores, con el objeto de disminuir los tiempos perdidos y mejorar su confiabilidad.

**Figura 19. Pirámide de información en la organización de mantenimiento.**



- **SCAM (SISTEMA COMPUTARIZADO ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO)**

Una excelente gestión del mantenimiento sólo puede ser posible con un excelente *sistema de información* que lo apoye. Porque, además de asegurar el dato preciso en el instante oportuno, es fuente para el análisis estadístico y obtención de los indicadores de gestión y costos del sistema de mantenimiento imperante; facilita la presentación de informes y contribuye al control continuo de las posibles desviaciones de los objetivos trazados en las políticas gerenciales del mantenimiento.

El objetivo fundamental del sistema de información para el mantenimiento es presentar continuamente la base de datos esencial para la correcta y oportuna planificación del mantenimiento y la evaluación de su gestión.

Como todo sistema de organización e información, es necesario establecer el nivel al cual se piensa manejar la información (a la gerencia seguramente no le interese saber cuales son las ordenes de trabajo para hoy, pero sí cuánto se ha invertido en mantenimiento en lo que va corrido del año y cual es el equipo que más ha participado en ello; para el ingeniero de mantenimiento tal vez lo más importante sea, realizar diagnósticos certeros sobre el estado de un equipo). Es decir debido a la naturaleza de la información se hace necesario un Sistema Computarizado de Administración del Mantenimiento -- SCAM -- .

Siguiendo la regla general que dice “no utilice a ojo cerrado formatos exitosos de otras plantas”, Pride Colombia después de apoyarse del sistema de información MAIN SAVER en 1998 probó durante un tiempo un único SCAM llamado MAXIMO, el cuál era llevado por las compañías francesas de Pride International (FORASOL y FORAMER), y que mostró ser el sistema más fuerte y flexible que tuviera cualquier compañía sucursal de Pride International, dando como resultado que en el año 2000 se iniciara la implementación del programa MAXIMO en Colombia.

En la actualidad en la empresa Pride Colombia Services la planeación del mantenimiento preventivo a los equipos se realiza por medio de un sistema computarizado de administración del mantenimiento llamado MAXIMO.

## Presentación De Maximo

MAXIMO es un sistema de dirección de mantenimiento integrado que sostiene todo el proceso de mantenimiento:

- Los equipos.
- El inventario.
- Mantenimiento propiamente dicho.
- Compras.

La principal característica de este sistema esta basado en la interactividad de sus aplicaciones, pues, el modulo de inventario se actualiza automáticamente cuando se realiza un mantenimiento o se reciben repuestos.

- **Módulo de Equipo:** Permite que el usuario agregue equipos con sus características (datos técnicos, fabricante, etc.), registre la ubicación del equipo con la opción de cambio, historial del activo entre otras, Figura 20.
- **JOB PLANS:** Se tienen prescritas las rutinas y los tiempos de inspección a cada equipo incluidos en el sistema, todos están dados desde la casa matriz Houston, donde las frecuencias de mantenimiento están generalizadas para equipos de diferente marca, construcción y modelo, ver anexo D. Toda actividad de mantenimiento aprobada debe tener un procedimiento y registrarse en este Software para que él aplique todas sus funciones en este., figura 21.

Figura 20. Ventana MAXIMO, módulo de Equipo

The screenshot shows the MAXIMO Equipment module window. The window title is "Equipment". It has a menu bar with "File", "Edit", "View", "Actions", "Insert", "Navigate", "Setup", and "Help". Below the menu bar is a toolbar with various icons for file operations and navigation. The main area is divided into several sections: "Equipment" (with fields for Equipment, Belongs To, Location, Item, Vendor, Manufacturer), "Details" (with fields for Meter reading?, Asset, Serial, Criticability, Classification, Type), "Downtime" (with fields for Up?, Date, Total Downtime), "Costs" (with fields for Total, YTD, Budgeted, Inventory), "Purchase Information" (with fields for Installation Date, Warranty Date, Purchase Price, Replacement Cost), and "Modified" (with fields for Modified By, Date). A "Priority" dropdown is located at the bottom right. The status bar at the bottom left shows "QUERY" and the bottom right has an "ABC" icon.

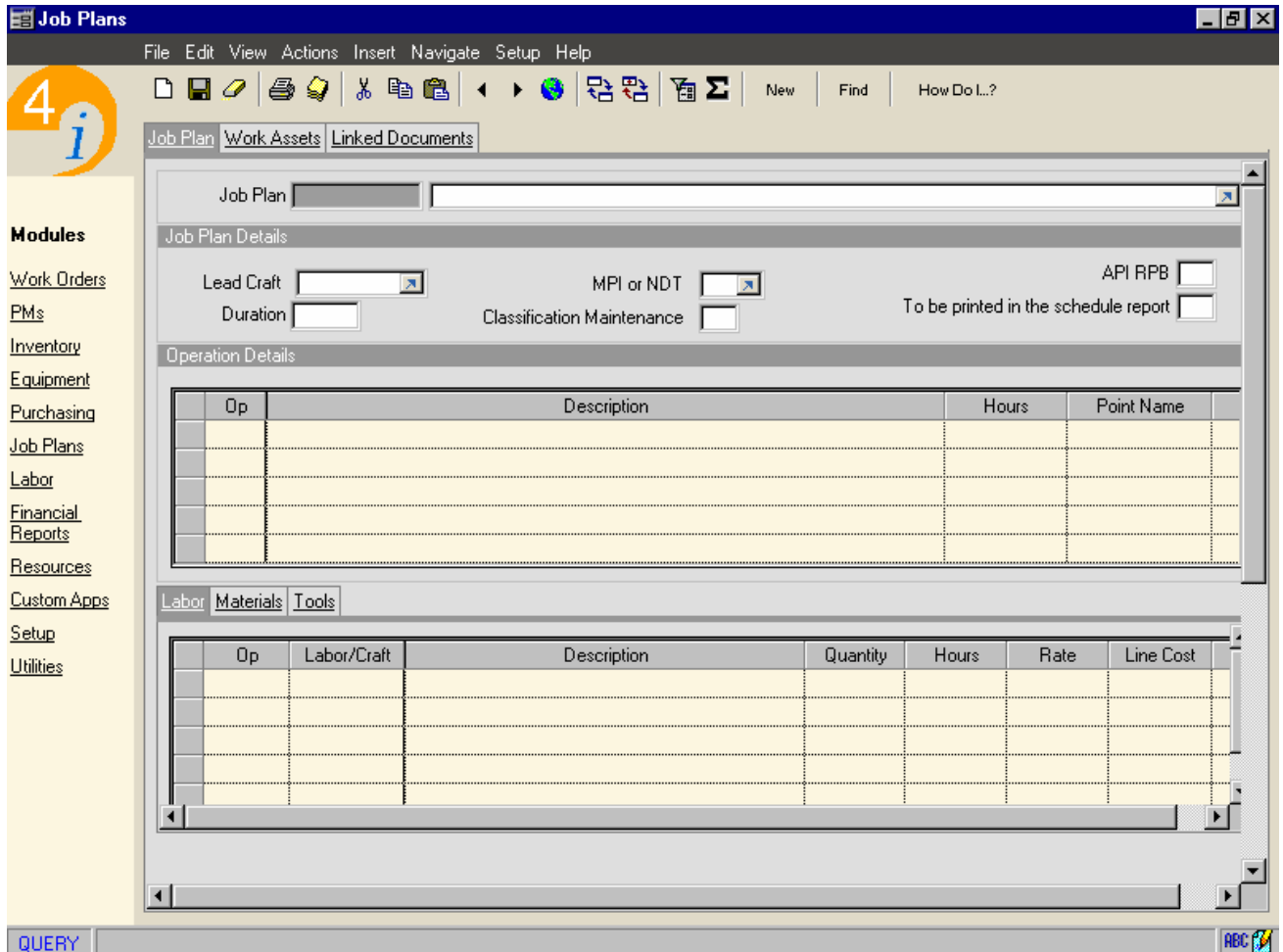
- **ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO:** En este módulo el usuario puede encontrar todas las actividades de mantenimiento correspondiente a cada equipo, generar órdenes de trabajo, crear o actualizar nuevas actividades de mantenimiento, figura 22.

Una actividad de mantenimiento se presenta con tres informaciones esenciales:

- a) Código del equipo.
- b) El numero del Job Plan.

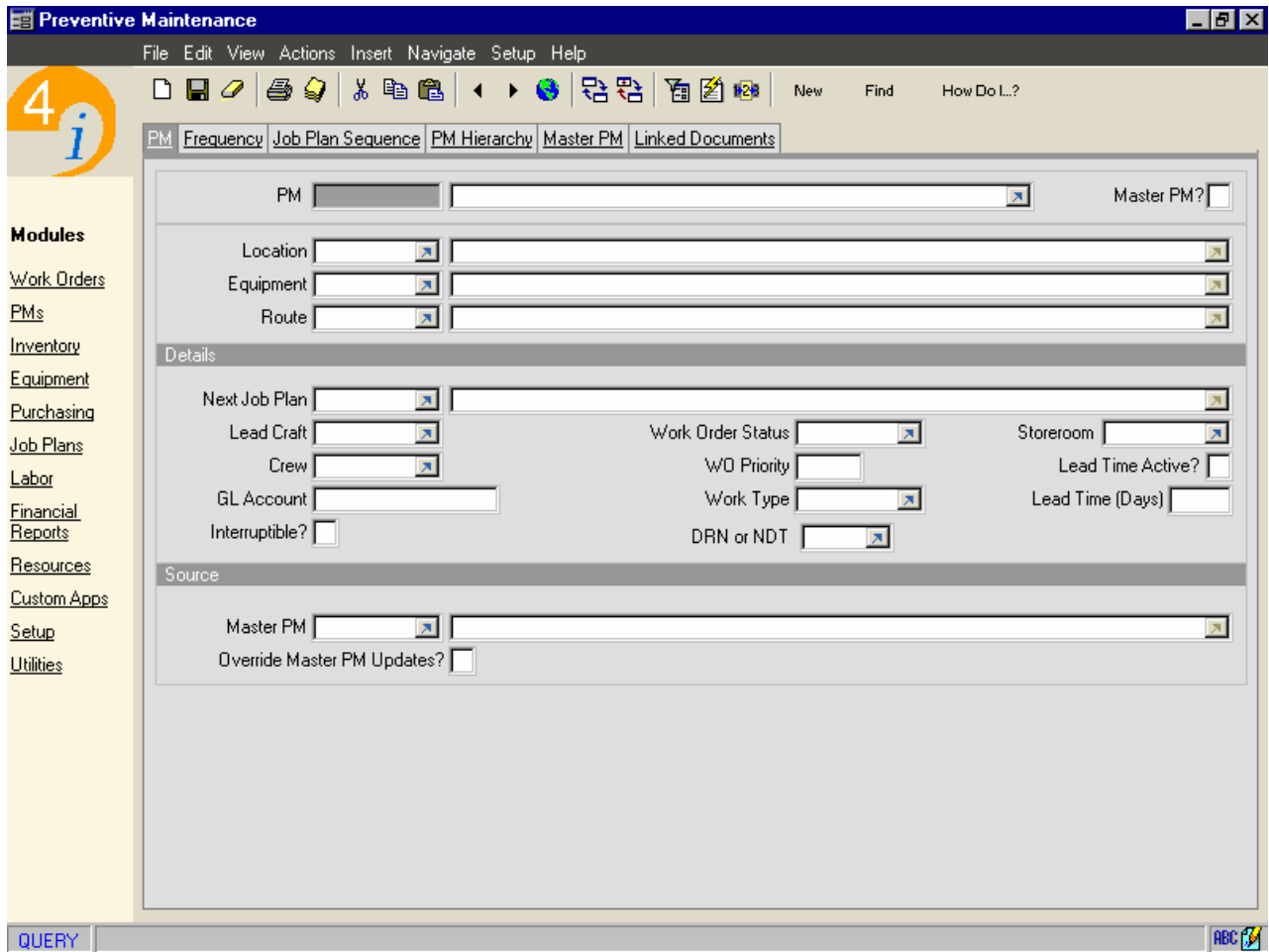
c) La frecuencia de la intervención (en horas y/o en días).

Figura 21. Ventana MAXIMO. Planes de Trabajo JOB PLAN.



- **ORDENES DE TRABAJO:** En este módulo se generan las ordenes para que las diferentes actividades sean ejecutadas.

**Figura 22. Ventana MAXIMO. Actividades de Mantenimiento.**



### **7.1.1.3 Salud Seguridad Y Medio Ambiente**

Este proceso establece un conjunto de acciones técnico-organizativas, que aseguran la reducción del riesgo de impacto ambiental y de seguridad industrial estableciendo las normas necesarias en la protección personal y ambiental y los mecanismos para su control y mejoramiento continuo.

El mantenimiento se relaciona con el proceso de Salud, Seguridad y Medio Ambiente debido a que la función de mantenimiento es la que asegura la fiabilidad de los equipos y a su vez reduce el riesgo de accidentes

catastróficos como incendios, explosiones, emisiones de sustancias tóxicas, exceso de niveles de ruido, etc.

Las acciones dirigidas a prevenir los riesgos de impacto de seguridad ambiental e industrial desde el punto de vista del mantenimiento, deben estar dirigidas al personal, a los equipos, al proceso y sus interrelaciones.

#### **7.1.1.4 Gestión De Calidad**

El proceso de gestión garantiza el control de los costos, los tiempos y recursos para la ejecución, la entrega y el cumplimiento de las directrices de todos los demás procesos y son realizados por la dirección o por otras entidades.

Una vez reconocida explícitamente la importancia del mantenimiento como una función básica dentro de la compañía, quedan plenamente justificados los esfuerzos dedicados a una mejora en la gestión del mismo, mediante la definición y desarrollo correcto de técnicas específicas que conlleven a una mejora de la misma.

La gestión de mantenimiento en las empresas se debe controlar y evaluar, sencillamente porque se necesita saber cuán eficiente es la aplicación de la política de mantenimiento que se ha planificado para su entorno productivo. Esta información permite actuar de forma rápida y precisa sobre los factores débiles en el mantenimiento de la empresa.

Los informes de gestión del mantenimiento deben contener información concisa y específica, donde se muestren índices de fácil análisis dependiendo del nivel de gestión donde se trabaje, con el fin de poder tomar decisiones y establecer metas, por ejemplo:

- *Tiempo medio entre fallas –TMF.*

Es la relación entre el producto del número de items (NOIT) por sus tiempos de operación (HOPR) y el número de total fallas detectadas (NTMC) en esos items, en el periodo observado. Su expresión matemática es:

$$T M F = \frac{NOIT * HROP}{\sum NTMC}$$

Este índice debe ser usado para items que son reparados después de la ocurrencia de la falla.

- *Tiempo medio para la reparación - TMPR*

Es la relación entre el tiempo total de intervención correctiva en un conjunto de items con falla (HTMC) y el número total de fallas detectadas en esos items (NTMC), en el periodo observado. Su expresión matemática es:

$$T M P R = \frac{\sum HTMC}{\sum NTMC}$$

Este índice debe ser usado, para items en los cuales el tiempo de reparación es significativo con relación al tiempo de operación.

- *Tiempo medio para la falla - TMPF*

Es la relación entre el tiempo total de operación de un conjunto de items no reparables (HROP) y el número total de fallas detectadas en esos items, en el periodo observado. Su expresión matemática es:

$$T M P F = \frac{\sum HROP}{\sum NTMC}$$

Este índice debe ser usado para items que son sustituidos después de la ocurrencia de una falla.

### **7.1.1.5 Recursos Humanos**

El proceso de recursos humanos es el encargado de suministrar a cada proceso de la organización el personal apto, idóneo y suficiente para el adecuado funcionamiento de la empresa, así como de mantenerlo actualizado para su eficaz desempeño.

Para el proceso de mantenimiento es de vital importancia la función del personal capaz y competente para organizar, planear, dirigir, controlar y ejecutar cada actividad que garantice la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.

## **7.2 APLICACIÓN DE LA NORMA ISO 9001:2000 EN EL MANTENIMIENTO**

La importancia de la gestión del mantenimiento, surge de forma natural debido a la relevancia que tienen las actividades de mantenimiento dentro del sector industrial, ya que estas representan un porcentaje muy alto dentro de los costos fijos de su actividad, además de disponer de una gran cantidad de los recursos humanos de la empresa. Por otro lado, la importancia del mantenimiento queda reflejada no solamente en los resultados a corto plazo de la organización, sino que además juegan un papel muy importante, en la prolongación de la vida útil de las instalaciones.

Una vez reconocida explícitamente la importancia del mantenimiento como una función básica dentro de la compañía, quedan plenamente justificados los esfuerzos dedicados a una mejora en la gestión del mismo, mediante la definición y desarrollo correcto de técnicas específicas que lleven a una mejora del sistema de gestión.

El numeral de la norma ISO 9001 versión 2000 que se relaciona con el mantenimiento es el numeral **6.3 INFRAESTRUCTURA**, en donde se exponen los requisitos que debe cumplir toda organización en la

administración de la infraestructura necesaria para producir el servicio o producto.

En la norma se considera infraestructura a todos los medios físicos (hardware) y lógicos (software) que necesita una organización para desarrollar sus actividades, ya sean utilizados tanto en procesos productivos como en procesos auxiliares.

El término “hardware” no debe asociarse únicamente a la informática, sino que comprende máquinas, equipos, herramientas, medios de transporte, edificios, mobiliario, equipos de comunicación y por supuesto, también equipos informáticos.

El término “software” hace referencia a los programas informáticos de toda índole que la organización utilice.

La organización es libre de determinar cual es la infraestructura necesaria para su funcionamiento, y depende de las características particulares de cada empresa en el desarrollo de su producto o servicio. Es por eso que es probable que dos organizaciones que desarrollen actividades similares, no dispongan de los mismos medios de infraestructura. La razón se debe a las diferencias marcadas en los sistemas de gestión de Calidad, ya que no debemos olvidar que cada organización debe tener un modelo de gestión que se ajuste perfectamente a su organización. Es decir cada sistema de gestión de Calidad es único en el mundo.

Dado que ISO 9001:2000 ha sido concebida para ser aplicada por cualquier tipo de organización, sin importar su actividad o tamaño, sus requisitos para la gestión de la infraestructura no pueden ser más precisos, y se resumen en 3 palabras.

**DETERMINAR** qué infraestructura requiere el sistema de gestión diseñado.

**PROPORCIONAR** la infraestructura que se ha determinado necesaria.

**MANTENER** la infraestructura en perfectas condiciones para su uso cuando se precise.

Estos requisitos de la norma son la base para poder desarrollar la gestión de la infraestructura de una manera adecuada. A continuación se expondrán las prácticas más utilizadas dentro de cada una, especialmente dentro del mantenimiento para realizar la secuencia.

### **DETERMINAR**

En esta etapa de la secuencia, se producen gran cantidad de problemas de calidad, y no precisamente por determinar mal el equipamiento necesario, sino por no determinar todo lo necesario. Todos nosotros podemos pensar en ejemplos en los cuales no hemos dispuesto de los recursos necesarios porque nadie se ha ocupado de ello. Esto sucede principalmente cuando se realizan nuevas actividades o se implementan cambios. Estos problemas de calidad no los causa la falta de medios económicos, sino un problema de gestión de la infraestructura en su determinación y planificación.

Para determinar los recursos de infraestructura es preciso que alguien en la organización se ocupe de ello, por pequeña que sea la organización.

### **PROPORCIONAR**

El paso lógico a la determinación de los recursos necesarios es proporcionarlos. Una organización ISO 9001 debe asegurar que exista una relación entre los requisitos que establece para el producto y los medios de infraestructura que proporciona para realizarlo.

## **MANTENER**

Este es el apartado del numeral que más importancia tiene y el que más atención recibe por parte de las organizaciones, debido a todas las justificaciones presentadas anteriormente. En la actualidad existen muchas metodologías sobre la gestión de mantenimiento de la infraestructura, existe software especializado, formación específica, y departamentos exclusivamente dedicados a dicha función en las organizaciones. A continuación se realiza una presentación sobre los aspectos claves en el mantenimiento de la infraestructura, desde el punto de vista de un modelo de gestión de calidad.

### **A. El inventario**

Si queremos establecer un método para mantener la infraestructura lo primero que debemos hacer es realizar un inventario de la infraestructura que debemos mantener. Durante la construcción de este inventario podemos aprovechar para asignar un código único a cada elemento de infraestructura. Esto es útil e incluso imprescindible cuando tenemos varios elementos idénticos. También podemos crear familias, subfamilias o grupos de elementos si lo consideramos útil.

El inventario puede contener información sobre el código del elemento, su descripción, su familia (si las hemos creado), la fecha de compra, el precio de compra, su ubicación, y algo muy importante: el código o identificación del documento que especifica el mantenimiento que debe recibir dicho elemento.

### **B. Evaluación y análisis de los equipos**

Se hace un estudio del estado actual del equipo, y su funcionalidad dentro de la cadena productiva. Para esto se pueden realizar análisis de criticidad y confiabilidad.

### **C. Definir el modelo de mantenimiento**

Parte imprescindible del mantenimiento de la infraestructura es definir qué mantenimiento requiere cada elemento. Esta definición se debe poner por escrito conformando una especificación del Sistema de Calidad, obviamente también “por escrito”. Esto quiere decir que debe existir un formato “lógico”. Por ejemplo un software específico de mantenimiento.

Respecto a la definición del mantenimiento es necesario precisar que existen varios niveles o tipos de mantenimiento concebidos. Todos ellos con un objetivo básico que consiste en incrementar la disponibilidad y confiabilidad de los activos de una organización, a costos razonables, que permitan que los activos funcionen de forma eficiente y confiable dentro de un contexto operacional determinado.

La selección del mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas. (Se define como falla cuando un activo / equipo deja de brindar el servicio que debía dar o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión).

En conclusión el mantenimiento sigue a la vanguardia de las nuevas tendencias. Estas incluyen una mayor importancia en los aspectos de seguridad industrial y del medio ambiente, un conocimiento progresivo de la conexión existente entre el mantenimiento y la calidad del producto, además de una creciente necesidad de aumentar y mantener un alto nivel de disponibilidad de la maquinaria, con el objeto de aumentar productividades y al mismo tiempo lograr reducciones en los costos de operación.

## **D. Planificar el mantenimiento**

El objeto de planificar el mantenimiento es asegurar que todos los elementos reciben el mantenimiento requerido.

Es muy importante planear qué actividades se necesitan para garantizar la correcta ejecución del mantenimiento correspondiente, para esto es primordial preguntar ¿Cómo se establecen las actividades de Mantenimiento?

Existen tres fuentes que determinan estas acciones:

- 1. El fabricante del equipo:** Los manuales que entrega el fabricante del equipo contienen secciones que detallan los procedimientos rutinarios, las inspecciones, los cuidados, cuadro de fallas, entre otras. Con cuadros de advertencia, precaución o nota que buscan evitar lesiones, daños del equipo y brindar confianza en la operación.
- 2. La experiencia:** En Pride Colombia Services se cuenta con rutinas, tiempos de inspección y planes de trabajo (Job Plan) para cada equipo dados por la casa matriz Houston que alimentan el sistema computarizado de administración del mantenimiento llamado MAXIMO, esta información nace de la experiencia que Pride Internacional ha recopilado en cientos de horas de operaciones a nivel mundial.
- 3. La filosofía misma del modo del mantenimiento a implantar:** Para un equipo en particular cada actividad de mantenimiento debe corresponder de una forma directa al modo de mantenimiento que por un análisis previo se concluyó implementar. (tabla 16).

**Tabla 16. Modo de Mantenimiento y actividades.**

| MODO DE MANTENIMIENTO    | ACTIVIDADES   |
|--------------------------|---|
| MANTENIMIENTO CORRECTIVO | Las Actividades de reparación se basan en la descripción de las técnicas empleadas normalmente para cada tipo de avería y que pueden emplearse en varios equipos. Como ejemplos se pueden citar los procedimientos de soldadura de diferentes materiales, el procedimiento de alineación de máquinas, procedimiento de ajuste de tornillos y espárragos, reemplazo de componentes defectuosos, etc. |
| MANTENIMIENTO PREVENTIVO | Inspección Visual   |
|                          | Medición de Temperaturas  |
|                          | Control de Lubricación  |
|                          | Medición de Vibraciones   |
|                          | Control de Fisuras  |
|                          | Control de la Corrosión   |
|                          | Análisis de Corrientes de Fuga  |
| MANTENIMIENTO PREDICTIVO | Análisis de Vibraciones.  |
|                          | Termografía   |
|                          | Análisis de Aceites   |
| MANTENIMIENTO PROACTIVO  | Análisis de Aceites   |
|                          | Análisis de Modos de fallas (Conjunto de acciones y actividades)  |

### **E. Evaluación de las actividades**

Cuando se tienen planteadas las actividades, es necesario evaluarlas para identificar cuales cumplen los objetivos del mantenimiento.

Cada fuente anteriormente vistas pueden coincidir o diferir en plantear las actividades necesarias a ejecutar para mantener el equipo en cuestión, pero la empresa debe evaluar respecto a ciertos parámetros cuales son las actividades que se deben aprobar para posteriormente redactar los procedimientos.

Estos parámetros de aprobación deben propender por el equilibrio justo entre la satisfacción del cliente y el costo, los parámetros aquí propuestos son:

- **Análisis de criticidad:** Al hacer la jerarquización de los diferentes equipos de Pride 23, se puede clasificar los equipos como críticos, medianamente críticos y no críticos. Esto permite enfocar los mejores esfuerzos técnicos, económicos y de mantenimiento a los equipos que se han concluido como críticos.

**Por Ejemplo:** En el MAXIMO se registran actividades de mantenimiento preventivo para un equipo en particular, pero al hacer el análisis de criticidad se concluye que este equipo no genera un gran impacto en el buen desarrollo de las operaciones (No Crítico), entonces se puede deducir que es más económico realizarle mantenimiento correctivo.

- **Estado real del equipo:** Las recomendaciones del fabricante se ajustan a ciertas condiciones ideales (cargas homogéneas y dentro de rango, ambientes adecuados, disponibilidad inmediata de repuestos, Herramientas especiales requeridas, etc.), por eso, a la hora de aprobar actividades de mantenimiento se debe conocer el estado real del equipo, para reconocer que procedimientos de manual aplican satisfactoriamente o en caso contrario que ajustes se pueden hacer para que apliquen.

**Por Ejemplo:** Se ha concluido para un equipo medianamente crítico implantar un modo de mantenimiento preventivo, además de considerar las actividades propias de este modo, se analiza los procedimientos recomendados por el fabricante. El estado real del equipo es: 80.000 horas de operación, trabaja en un ambiente húmedo, corrosivo y de vibración, presenta adaptaciones y reparaciones anteriores; entonces, en caso de

poder aplicar los procedimientos recomendados por el fabricante, estos deben ser ajustados a la realidad del equipo (considerar ajustes, usar materiales de mayor resistencia a la corrosión, reevaluar las frecuencias de inspección, etc.)

- **Análisis de Fallas:** El costo global de la intervención del mantenimiento y de inspección (entendiéndose como costo global, la suma de los costos propios de mantenimiento y los costos inducidos, como capital inmovilizado, reducción de la facturación, etc.) es uno de los factores determinantes en la aprobación de actividades de mantenimiento. Cuando la dirección de la empresa está comprometida con la excelencia se busca que cada actividad cumpla con el objetivo de no conformarse con devolver los equipos a su estado óptimo después de presentada una falla (cuando un activo / equipo deja de brindar el servicio que debía dar o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión), sino evitar su repetición o al menos disminuir la frecuencia de esa falla posibilitando la detección precoz de la misma.

Cuando existen problemas (efectos) es necesario saber de donde provienen (causas), para así poder atacarlos rápidamente y evitar repeticiones, es decir atacar la causa raíz.

El objetivo del personal director de mantenimiento es analizar los problemas, clasificarlos, y dar una solución lo más pronto posible a éstos, eliminando por completo la causa o causas que los produzcan. Por tanto, se hace necesario que el grupo de mantenimiento conozca la herramienta de análisis de fallas propio de la organización.

## **F. Elaboración y difusión de los procedimientos e instrucciones**

Todo procedimiento debe estar registrado en un documento que describe clara e inconfundiblemente los pasos consecutivos para iniciar, desarrollar y concluir una actividad u operación relacionada con el proceso productivo o de suministro de servicios, los elementos técnicos a emplear, las condiciones requeridas, los alcances y limitaciones fijadas; el número y características del personal que interviene, etc. Debe incluir datos precisos sobre las personas que se responsabilizan de los resultados a obtener y su posible delegación. Las instrucciones aunque semejantes en la forma a los procedimientos, se diferencian de éstos en su fondo; mientras que los procedimientos indican responsabilidades, las instrucciones son interpersonales y se limitan a indicar o clarificar la forma de operar, utilizar o realizar algo.

Los estamentos que deben colaborar a la Dirección en la construcción de los procedimientos generales, específicos y las instrucciones son los mandos intermedios, equipos interdepartamental y personal de base. Para la construcción de los procedimientos se debe:

- Saber, para cada actividad contemplada, qué se quiere o qué se espera obtener de ella.
- Conocer cómo se realiza y con que medios.
- Definir cómo se verifica lo obtenido.

Ahora, en cuanto a contenido, un procedimiento deberá proporcionar información clara, concisa y completa, expresada en forma sencilla aunque no pobre ni monótona sobre que cosa hacer, como hacerla, cuando hacerla, cuanto hacer, donde hacerla y quien se responsabilizará de lo hecho.

Teniendo esto en mente, el procedimiento se construye según el siguiente esquema lógico:

1. Una razón de ser del documento (Fundamentación de existencia).
2. Orígenes y antecedentes.
3. Límites.
4. Léxico, vocabulario y significados.
5. El procedimiento propiamente dicho.
6. Departamento, sección, persona responsable.

Cuando proceda, será conveniente dotarle de un apéndice que puede contener gráficos, cuadros, formularios, etc

Una vez aprobado el documento se distribuye formalmente a los departamentos implicados, manteniendo un registro de dicha distribución para asegurar que siempre se mantiene la última revisión vigente.

### **G. Registrar el mantenimiento**

Este es un requisito derivado de la necesidad de presentar evidencia de la realización de las actividades de mantenimiento. El registro del mantenimiento se suele realizar en formatos papel, utilizando el software de mantenimiento (si disponemos de él), o sobre los planes de mantenimiento (si los hemos establecido). Los registros deben proporcionar información sobre la fecha de realización y la persona que lo ha realizado.

### **H. Indicadores de Gestión**

Última etapa de las actividades de la gestión del mantenimiento de la infraestructura que permite evaluar y controlar de una forma sencilla la eficiencia de la aplicación de la política de mantenimiento que se ha planificado para su entorno productivo.

## **8. DESARROLLO DE LA MULTIMEDIA DE CAPACITACIÓN**

La informática puede contribuir a la construcción de nuevos conocimientos, el problema no radica en el uso que ofrecen los computadores sino en el enfoque educacional que se les dé.

Según Tomas Dwyer, puede entenderse que coexisten dos formas sistemáticas para la creación y uso de ambientes de aprendizaje: Los enfoques algorítmicos y los heurísticos.<sup>3</sup>

El enfoque algorítmico se orienta hacia la definición y realización de secuencias predeterminadas de actividades que conducen a lograr metas mesurables también predeterminadas.

El educador define en este enfoque para qué y qué enseñar, establece el cómo, el hasta donde y con qué nivel. Las fuentes del conocimiento son el profesor y los materiales que utiliza. El rol del alumno es asimilar al máximo lo que se transmite, el estudiante no debe preocuparse por construir el conocimiento, ya que está elaborado por su maestro. La mejor aplicación de este enfoque es en la promoción de aprendizajes de tipo reproductivo.

En el enfoque heurístico el estudiante llega al conocimiento, predomina el aprendizaje por medio de experiencias y por descubrimiento. El maestro promueve el desarrollo de las capacidades de autogestión de sus estudiantes facilitando ambientes y alternativas de enseñanza.

### **8.1 TIPOS DE MATERIALES EDUCATIVOS COMPUTARIZADOS**

Una forma de clasificar materiales educativos computarizados es según las funciones que asumen, a saber: Sistemas tutoriales, sistemas de ejercitación

---

<sup>3</sup> GALVIS Op. Cit. P. 28 Y 29

y práctica, simuladores y juegos educativos, sistemas expertos, sistemas inteligentes de enseñanza.

### **8.1.1 Sistemas Tutoriales**

Entre los tipos de materiales educativos computarizados se encuentran los sistemas tutoriales, este sistema incluye las cuatro grandes fases que deben formar parte de todo proceso de enseñanza – aprendizaje:

- A. La fase introductoria:** En la que se genera la motivación, se centra la atención y se favorece la percepción selectiva de lo que desea que el alumno aprenda.
- B. La fase de orientación inicial:** En la que se da la codificación, almacenaje y retención de lo aprendido.
- C. La fase de aplicación:** En la que hay evocación y transferencia de lo aprendido.
- D. La fase de retroalimentación:** En la que se demuestra lo aprendido y se ofrece retroalimentación y refuerzo.

Esto no significa que todos los tutoriales deban ser iguales, ya que la motivación y el refuerzo que ha de ser empleada, depende directamente de la audiencia a la que se dirige el material y de lo que se desea enseñar. En cuanto a la estructura misma del tutorial, su secuencia obedece en gran medida al objetivo planteado y del mayor o menor control que desee dar el diseñador a los aprendices, es decir que en un tutorial con menú, el aprendiz puede decidir que secuencia seguir o el diseñador puede conducir al usuario por rutas prefijadas.

### **8.1.2 Sistemas de Ejercitación y Práctica**

Como lo sugiere su denominación, se trata con ellos de reforzar las dos fases finales del proceso de instrucción: aplicación y retroinformación, ya que, se considera que el aprendiz ya adquirió los conceptos y destrezas necesarios para tal actividad.

En un sistema de ejercitación y práctica deben conjugarse tres condiciones: Cantidad de ejercicios, variedad de los formatos con que se presentan y retroinformación que reorienta la acción del aprendiz.

### **8.1.3 Simuladores y Juegos Educativos**

Ambos poseen la cualidad de apoyar aprendizaje del tipo basado en experiencias y conjetural, como base para lograr aprendizaje por descubrimiento.

Las simulaciones intentan apoyar el aprendizaje asemejando situaciones a la realidad. En una simulación, el alumno resuelve problemas, aprende procedimientos, llega a entender las características de los fenómenos y cómo controlarlos, o aprende qué acciones tomar en diferentes circunstancias.

Los juegos interactivos buscan proveer situaciones entretenidas que sirvan de contexto al aprendizaje.

Las simulaciones y los juegos educativos pueden usarse en apoyo de cualquiera de las cuatro fases de aprendizaje.

### **8.1.4 Sistemas Expertos con fines educativos**

Una clase muy particular de sistemas para aprendizaje heurístico son los llamados sistemas expertos.

Estos son sistemas de computación capaces de representar y razonar acerca de un dominio rico en conocimientos, con el ánimo de resolver problemas y dar consejo a quienes no son expertos en la materia.

Esta capacidad de razonar como un experto es lo que hace a estos sistemas particularmente útiles para que los aprendices ganen experiencia y hagan explícito el conocimiento sobre la base de motivación intrínseca y autorefuero.

### **8.1.5 Sistemas Tutoriales Inteligentes**

Otra aplicación de los esfuerzos en inteligencia artificial, complementaria a los sistemas expertos, son los sistemas tutoriales inteligentes.

Un sistema tutorial inteligente se caracteriza por mostrar un comportamiento inteligente adaptativo, es decir, adapta el tratamiento educativo en función de aquello que se desea aprender y de las características y desempeño del aprendiz.

La idea básica en un sistema tutorial inteligente es la de ajustar la estrategia de enseñanza-aprendizaje, el contenido y forma de lo que se aprende, a los intereses, expectativas y características del aprendiz, dentro de las posibilidades que brinda el área y nivel de conocimiento y de las múltiples formas en que este se puede presentar u obtener.

Los sistemas tutoriales inteligentes son, por ahora, más un campo de investigación que de práctica.

## **8.2 DESARROLLO DE LA MULTIMEDIA**

Existe una cantidad variada de software de programación que pueden ser empleadas en la elaboración de esta multimedia, las más destacadas son:

- **Macromedia Director:** es un programa de autor que sirve para la creación de aplicaciones multimedia.

Una aplicación es un programa autónomo, que no necesita más que el sistema operativo para funcionar. Pues bien, Director crea sus "proyectores", los que permiten ver nuestros trabajos en cualquier computadora, sin necesidad que esta tenga instalado Director.

Y Multimedia es un término que se refiere a la integración de distintos medios en un mismo contexto. Llamamos multimedia a un producto que incluye audio, vídeo, textos, animación, imágenes en 2D y 3D...Director nos permite la inclusión de estos elementos en las aplicaciones.

Podemos decir también que Director es un gran "integrador" de recursos. Su versatilidad le permite incluir múltiples formatos de imagen, video y audio, así como también "movies" de Flash.

Director le da el poder de crear el contenido con mayor cantidad de medios y de más alto rendimiento para:

- a) CD/DVD
- b) presentaciones en quioscos
- c) Internet

Puesto que sus capacidades para favorecer la autoría de multimedia son completísimas, Director se distingue tanto por la gran cantidad de tipos de archivos de multimedia que se pueden integrar y controlar, como por la facilidad para desplegar las aplicaciones y el contenido resultante para una reproducción óptima en distintas plataformas.

- **Macromedia MX 2004:** Flash es una herramienta de edición con la que pueden crearse desde animaciones simples hasta complejas aplicaciones Web interactivas, como una tienda en línea. Las aplicaciones de Flash pueden enriquecerse añadiendo imágenes, sonido y vídeo. Flash incluye muchas funciones que la convierten en una herramienta con muchas prestaciones sin perder por ello la facilidad de uso. Entre dichas funciones destacan: la posibilidad de arrastrar y soltar componentes de la interfaz de usuario, comportamientos incorporados que añaden código ActionScript al documento y varios efectos especiales que pueden añadirse a los objetos.
- **Incomedia Professional 6.0:** Permite crear CD interactivos con fotos, dibujos, textos, animaciones, música, videos, tablas, bases de datos, entre otros elementos. Contiene numerosos efectos gráficos. La ausencia de un lenguaje de programación y los efectos gráficos con que cuenta permiten realizar fácilmente aplicaciones multimedia de notable impacto visual. Se pueden realizar clases interactivas, juegos didácticos, lecciones multimedia, cursos de formación on-line con cuestionarios. Es de estructura modular para operar por niveles. Posee ventanas de vista preliminar, gestión y optimización de los archivos.
- **Herramientas de Diseño Web:** La herramienta puede ser realizada en formato html, usando un programa como Dreamweaver MX 2004 o FrontPage 2003. Pero el formato html es mejor para la web y no para CDrom multimedia.

Ahora, se realiza un diagnostico estratégico de los posibles software ha emplear en la elaboración de la multimedia, para esto es indispensable recordar que el objetivo de la multimedia en sí es la de capacitar y a su vez

la mejor forma de capacitar es hacerlo de una manera clara, precisa, dinámica e interactiva donde la motivación juega un papel primordial.

a) **Definición de la formula de Aplicación:** la selección del software a emplear queda dada por la siguiente ecuación;

$$\textit{Aplicación} = \textit{Integración de Medios} * \textit{Interactividad}$$

Donde Interactividad=Aspectos de Programador + Aspectos de Usuario, en términos de criterios;

$$\textit{Interactividad} = (\textit{Manejo del software} + \textit{Interfaz}) * (\textit{Estructura} + \textit{Plataforma})$$

b) **Criterios:** a continuación se expone cada criterio que participa en la formula de aplicación y en la tabla 17 se definen los puntajes.

- **Integración de medios;** Se refiere a la capacidad de integrar diferentes medios como audio, video, texto, animaciones, imágenes 2D, 3D, etc.
- **Manejo del Software;** El nivel de dificultad que presenta el manejo del software en su programación.
- **Interfaz;** El nivel de complejidad que presenta el mecanismo para intercambiar información entre el alumno y la máquina.

- **Estructura;** Si es de flotación libre (el usuario decide que orden de temas seguir) o Estructura modular (el programador define una estructura obligada al usuario).
- **Plataforma;** el grado de dependencia con que cuenta el software para ser ejecutado de acuerdo a la plataforma que tenga el usuario en su PC.

**Tabla 17. Criterios del diagnóstico estratégico.**

| Integración de medios           |   | Interfaz   |   |
|---------------------------------|---|--|---|
| Integra todos los medios        | 3 | Muy Compleja   | 1 |
| Integra gran cantidad de medios | 2 | Medianamente Compleja  | 3 |
| Integra algunos medios          | 1 | Sencilla   | 5 |
| Manejo del Software             |   | Dependencia Plataforma   |   |
| Fácil                           | 4 | Independencia Total  | 5 |
| Difícil                         | 2 | Dependencia Parcial  | 3 |
| Tipo de Estructura              |   | Total Dependencia  | 1 |
| Flotación Libre                 | 4 | $\text{Aplicación} = \text{Integración medios} * \text{Interactividad}$ $\text{Interactividad} = (\text{Manejo del software} + \text{Interfaz}) * (\text{Estructura} + \text{Plataforma})$ |   |
| Modular                         | 2 |  |   |

c) **Calificación:** Se procede a calificar cada posible software en cada criterio y se resuelve las formulas ya planteadas. Ver tabla 18.

d) **Matriz de selección:** Se resaltan las casillas que por la representación del puntaje indica el software más conveniente para la elaboración de la multimedia. Ver figura 23.



artísticos y demás elementos cinematográficos, ordenar los elementos en el Stage (escenario) y en la Score (partitura) (la línea de tiempo de Director), añadir scripts para la interactividad y navegación y publicar la película.

Así como se complementan se enriquecen debido a que cada uno ha sido diseñado para satisfacer requisitos específicos y distintos.

*Macromedia Director:* Siendo una herramienta de autoría de multimedia diseñada para crear contenido interactivo y dinámico tanto para medios fijos como para Internet, Director puede incorporar imágenes de calidad fotográfica, video de pantalla completa o video digital de formato largo, sonidos, animación, modelos tridimensionales (3D), texto, hipertexto, mapas de bits y contenido de Macromedia Flash.

*Macromedia Flash:* Siendo un programa basado en vectores diseñado para crear y presentar archivos pequeños en la web, Macromedia Flash logra su cometido limitando los tipos de imágenes y medios que se pueden presentar.

Director también viene con un juego completo de herramientas para controlar cómo y cuándo van a aparecer, moverse, sonar y cambiar estos elementos durante la reproducción de la película. Mientras que Macromedia Flash se usa típicamente para crear contenido, Director se usa normalmente para reunir muchos y distintos archivos de multimedia y darles forma en una sola presentación coherente.

**En síntesis el Software empleado en la creación de esta multimedia es el Macromedia Director MX 2004.**

Ahora, en el desarrollo de este material multimedia en este software básicamente se manejan dos lenguajes de programación orientados a objetos: Lingo y Actionscript 2.0.

- **Lingo** es el lenguaje de programación que lleva incorporado Director, uno de los mejores programas de autor de los muchos que existen. Permite integrar con relativa facilidad texto, imágenes, sonidos y video digital, siendo una buena alternativa en comparación a lenguajes más tradicionales, como el C, porque el desarrollo de la aplicación es mucho más rápido. El soporte para publicar suele ser el CD-Rom y desde hace algún tiempo, con la ayuda de Shockwave, también la World Wide Web.
- **ActionScript 2.0.** Un lenguaje de script es un lenguaje de programación que se utiliza para manipular, adaptar y automatizar una página web, una película flash, etc.

En los sistemas en los que se aplica un script, en nuestro caso Flash, ya existe una interfaz de usuario que funciona perfectamente sin necesidad de dichos lenguajes. Lo que hacen los scripts es servir como mecanismo para controlar con mayor precisión la funcionalidad de la que hablamos. Para conseguirlo, el sistema proveerá de objetos y eventos al lenguaje script.

El lenguaje de script que utiliza Macromedia Flash MX 2004 se llama ActionScript 2.0. Con ActionScript el autor puede controlar todos los objetos, establecer interactividad y elementos de navegación, crear fantásticos efectos especiales, juegos y, en definitiva, producir websites muy profesionales.

## **9. ELABORACIÓN DE LA MULTIMEDIA**

### **9.1 ENTORNO PARA EL DISEÑO DE LA HERRAMIENTA**

#### **9.1.1 Población Objetivo**

Este material multimedia ha sido diseñado para los trabajadores de cargo de mantenimiento de Pride 23, así mismo para personal de diferentes niveles del departamento de mantenimiento en Pride Colombia Services, con el propósito de capacitación en elementos puntuales del programa de Mantenimiento, facilitando además el proceso de difusión y concientización, indispensables para el éxito del programa.

#### **9.1.2 Área de Contenido**

Evaluación, aprobación y ejecución de ensayos no destructivos y actividades de mantenimiento por el personal idóneo en equipos críticos del taladro de perforación Pride 23.

#### **9.1.3 Necesidad Educativa que Apoya**

El desarrollo de este software tutorial apunta a apoyar las siguientes necesidades:

- Capacitar en: análisis de criticidad, análisis de puestos de trabajo, en evaluación, aprobación y ejecución de ensayos no destructivos y actividades de mantenimiento.
- Presentar un material que permita el estudio del tema en forma clara, precisa, interactiva y dinámica.
- Incentivar de manera continua la motivación y gusto por el tema.
- Incentivar en los trabajadores el interés por el Sistema de Gestión de Calidad en el mantenimiento como medio para alcanzar la excelencia.

## 9.2 DISEÑO EDUCATIVO DE LA HERRAMIENTA

### 9.2.1 Objetivos al desarrollar la herramienta

Se determinó previamente que la herramienta multimedia debe cumplir con los siguientes objetivos:

- Determinar la criticidad de los equipos del taladro PRIDE 23 bajo el método de criticidad de factores ponderados basados en el concepto de riesgo.
- Definir los procedimientos para evaluación y aprobación de compañías o entidades de ensayos no destructivos (NDT) a contratar.
- Identificar los procedimientos y requerimientos necesarios, para ejecutar correctamente la inspección, pruebas y rutinas de mantenimiento de los equipos del taladro PRIDE 23.
- Capacitar personal idóneo en la ejecución, evaluación, y aprobación de actividades de mantenimiento de los equipos identificados como críticos.

### 9.2.2 Análisis

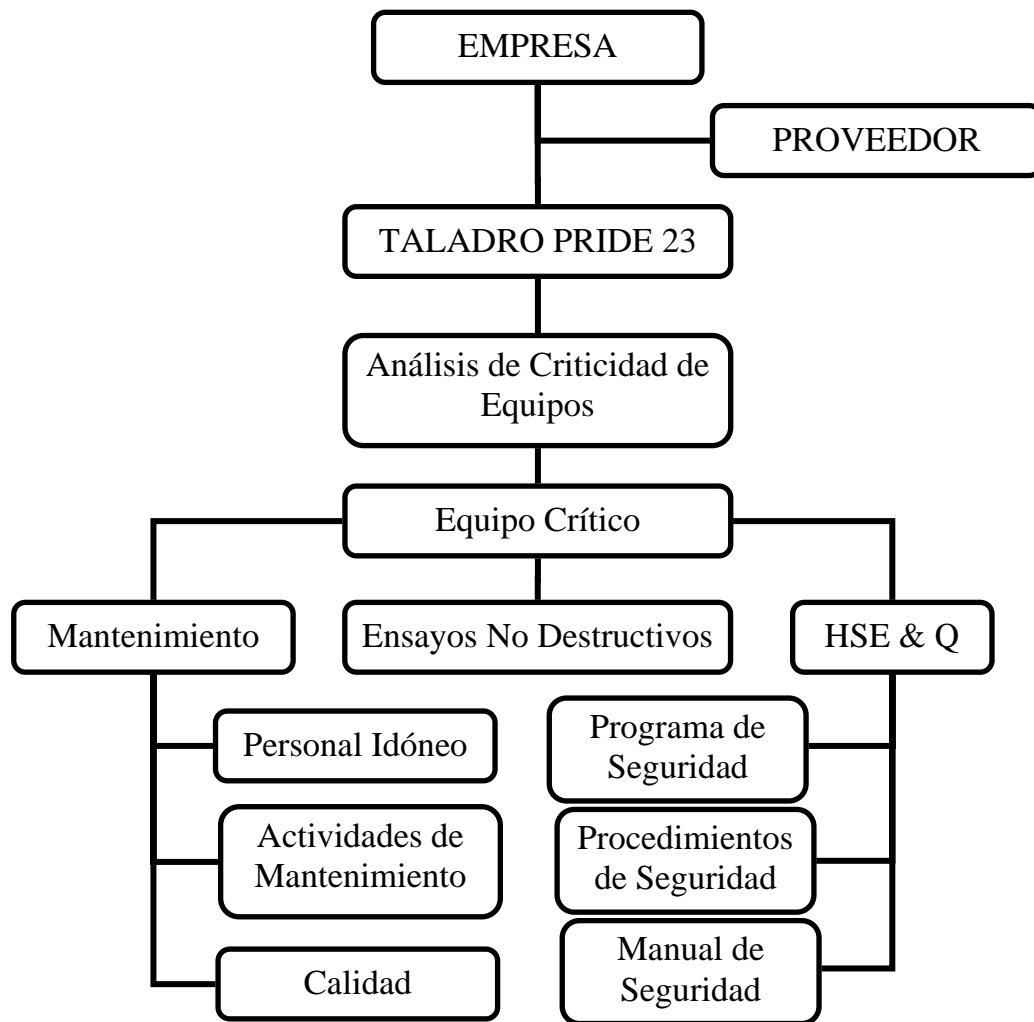
Para alcanzar un alto grado de conocimiento de los procesos y los procedimientos que se llevan a cabo en el desarrollo de un programa de Mantenimiento que están relacionados con el objetivo del proyecto, se realizó un análisis documental y un análisis de los requerimientos del programa.

- **Análisis Documental:** En esta etapa se recolectó la información necesaria para el desarrollo del proyecto, se realizaron consultas con el director del proyecto y se busco información referente al tema en

diversas Bibliografías e Internet. De este análisis se obtuvieron las bases para iniciar el diseño de la herramienta.

De este análisis se concluye una estructura para el cumplimiento de los objetivos, dicha estructura se representa en la figura 24.

**Figura 24. Estructura General de Capacitación**



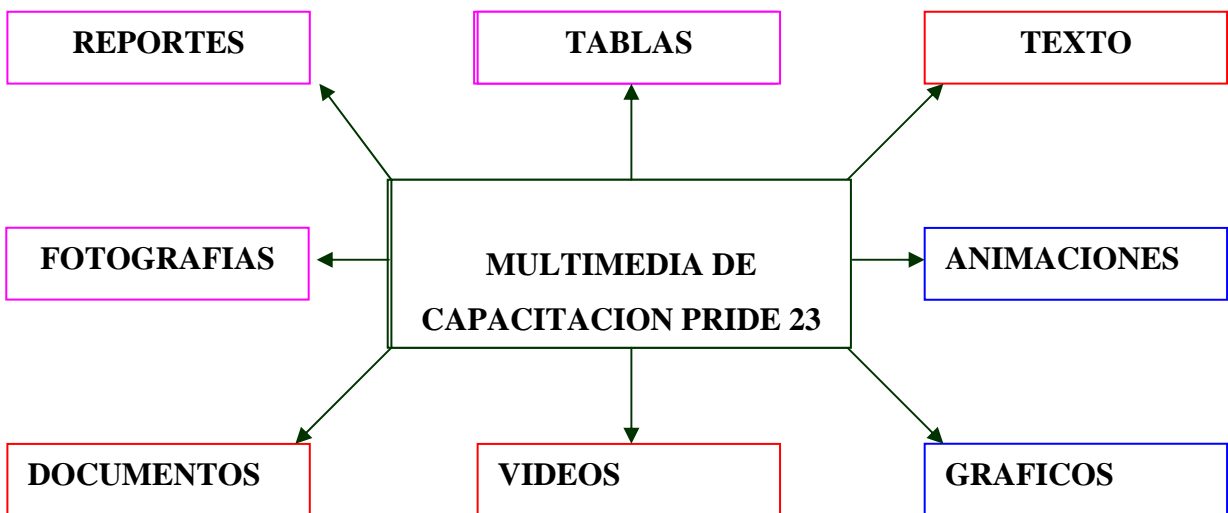
- **Información de Entrada y Salida:** Al ser una multimedia de capacitación la información de entrada por parte del usuario se limita solo a introducir datos u ordenes para ejercicios de aplicación, mientras que la información

de salida es rica en recursos para brindar al usuario la formación requerida. Los elementos de entrada descritos en la figura 25 son necesarios para que la herramienta pueda determinar la criticidad de equipos del taladro de perforación y que el usuario logre aplicaciones y refuerzos. . La información que arroja el sistema se puede observar en la figura 26, donde se representa el diseño de salida para el sistema.

**Figura 25. Información de Entrada.**



**Figura 26. Información de Salida.**



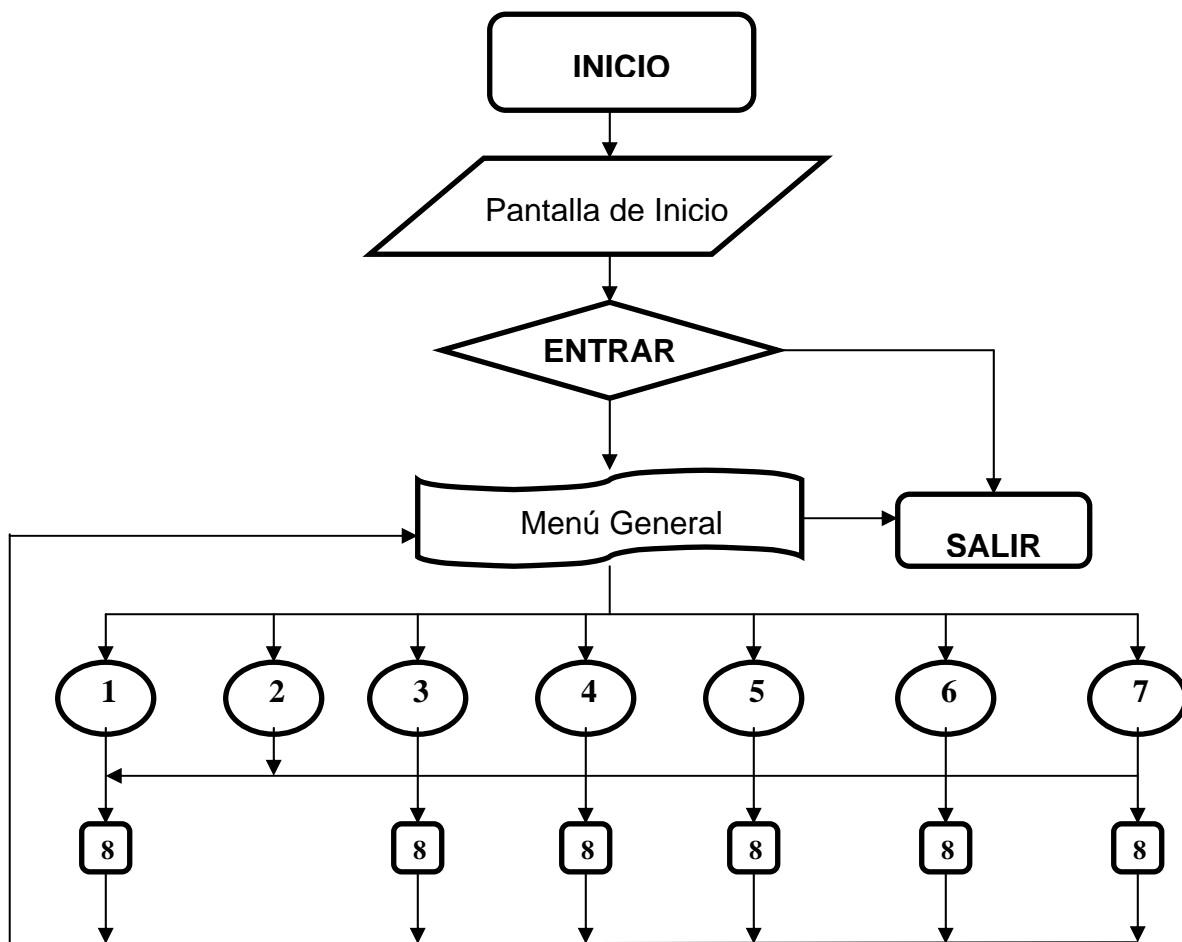
### 9.2.3 Diseño

Después de haber realizado el estudio preliminar, se procedió al diseño de la herramienta propuesta teniendo en cuenta las especificaciones de

requerimientos establecidos en la fase de análisis y los objetivos planteados al inicio del proyecto.

- **Diagrama de Flujo:** En la figura 27 se muestra el diagrama de flujo general para la multimedia, se muestra gráficamente la manera de presentarse el contenido de capacitación.

**Figura 27. Diagrama de Flujo General de la Multimedia.**



1. Menú Petróleo
2. Menú Pride
3. Menú Taladro Pride 23
4. Menú Análisis de Criticidad

5. Menú Análisis de Empleo
6. Menú Seguridad Industrial
7. Menú Mantenimiento de Calidad.
8. Sub-Menús respectivos

- **Diagramas de Menús:** El diseño de los diagramas de menús, contiene la lista de opciones disponibles por la herramienta; el cual le va a permitir al usuario navegar por la aplicación y obtener la información deseada. La figura 28 muestra el diagrama de menús general de la Multimedia.

#### 9.2.4 Desarrollo

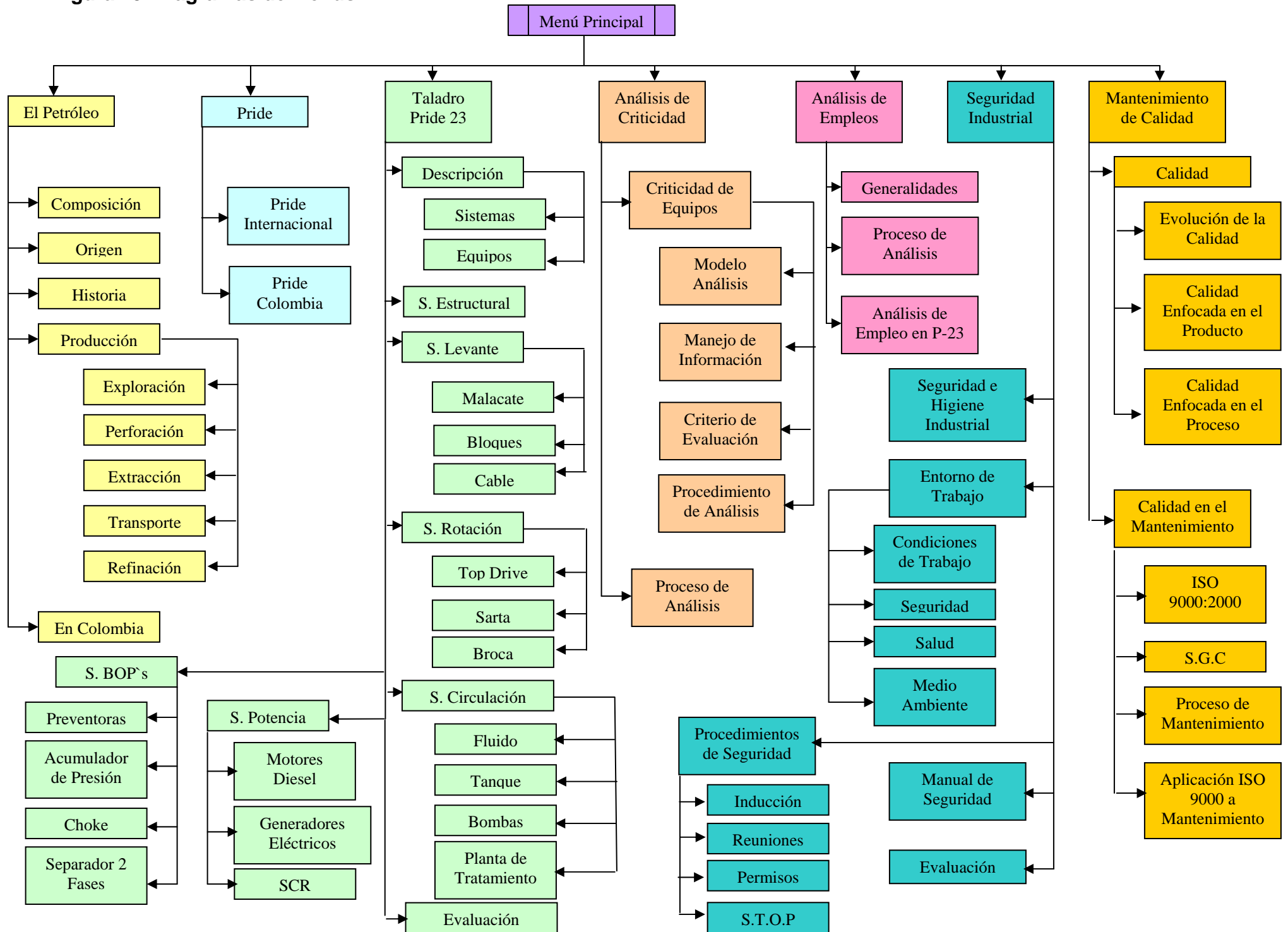
Para alcanzar el propósito de capacitar, el ambiente de trabajo debe brindar situaciones para aprender y consultar de una forma interactiva, amena y motivadora, por tal razón debe tenerse en cuenta:

##### a. Características

El material multimedia a implementar presentará las características propias de un material educativo, teniendo en cuenta las necesidades de los usuarios, entre estas características se destacan:

- **Basado en Hipertexto:** Hipertexto es una metodología que permite acceder a la información a través de hipervínculos o enlaces que facilitan avanzar de un punto a otro de la información fácilmente, admite al usuario desplazarse por la multimedia en un orden no rígido ni secuencial.
- **Ambiente gráfico:** Un aspecto atractivo de la herramienta es la visualización de gráficos, fotografías, tablas, esquemas y animaciones dentro de su contenido.
- **Interactivo:** A través de esta multimedia se puede encontrar información al instante en forma de texto, graficas, tablas por la acción de comandos y botones de una manera dinámica, pues permite navegar rápida y puntualmente desplazándose de un tema a otro de la forma que el usuario lo desee.

**Figura 28. Diagramas de Menús**



## b. Elementos y acciones

Los elementos y acciones auxiliares que han de acompañar la acción en las pantallas de cada capítulo para facilitar el trabajo del usuario son:

- **Botones:** Las opciones que se presentan al usuario para controlar lo que desea hacer; Flecha adelante, el usuario tiene la oportunidad de avanzar a la siguiente pantalla de forma consecutiva. Flecha atrás, el usuario puede regresar a la pantalla inmediatamente anterior en forma consecutiva.
- **Barra de desplazamiento:** Se encuentran barras de desplazamiento, que permiten al usuario desplazar el menú principal y las páginas de texto con el objeto de visualizar todo su contenido.
- **Ayuda:** Donde el usuario puede consultar la forma de cómo funciona la herramienta o alguna aplicación particular.

## c. Interfaz de entrada

Los dispositivos de entrada son:

- **Mouse:** Por medio de él, el usuario ejecuta las acciones propias de seleccionar temas, desplazar el texto, ampliar fotografías, mover barras de desplazamiento.
- **Teclado:** Por medio de él, el usuario introduce datos en las tablas de cálculo que posee el programa en el capítulo de análisis de criticidad.

#### **d. Interfaz de salida**

Los dispositivos de salida son:

- La pantalla.
- La impresora.

Esta interfaz cuenta con mecanismos de respuesta tales como:

- los gráficos que ilustran el contenido.
- las fotografías que ambientan y representan equipos reales del equipo de perforación Pride 23.
- Animaciones que resumen cierto contenido en forma de textos y graficas.
- Textos que es el soporte básico del diseño del tutorial.

En conclusión, se entrega una herramienta informática llamada: “**Multimedia Educativa Pride 23**” con un diseño educativo, comunicativo y funcional que mas que presentar resultados definitivos, ofrece todo un contenido de; que es, como es, para que es y como se hace cada procedimiento en cuestión, para que cada trabajador en su nivel de una manera organizada y dirigida realice su aporte al programa establecido por la empresa.

Dado el tipo de información y de conceptos que Pride Colombia Services necesita infundir en sus trabajadores para la buena ejecución del programa de Mantenimiento, se promociona el aprendizaje de tipo reproductivo, que señala una construcción de conocimientos por parte del maestro para que sea asimilado por el aprendiz.

## 10. DESCRIPCIÓN DE LA MULTIMEDIA

### 10.1 REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DEL SISTEMA

- **Hardware Requerido**

PC compatible.

Procesador: 500 Mhz en adelante

Memoria RAM: 128 MB en adelante.

Monitor a color de 14"

Tarjeta de sonido de 32 bits

Aceleradora de gráficos AGP

Lectora de CD ROM

Mouse

Parlantes

- **Software Requerido**

No requiere software especial ya que la aplicación contiene todo los plugins incorporados y en caso de que el usuario no los tenga instalados, la aplicación le permite instalarlos como es el caso de QuickTime, el cual se requiere para reproducir el video.

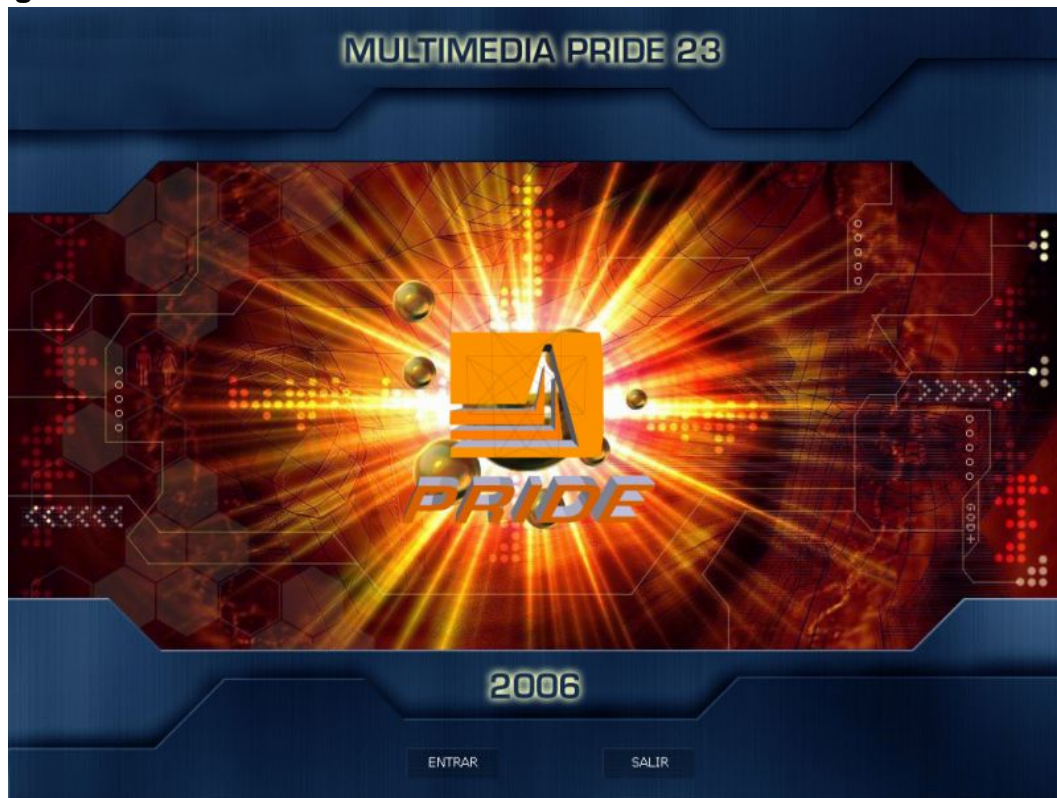
### 10.2 DESCRIPCIÓN DE PANTALLAS

#### 10.2.1 Pantalla de Inicio

Esta pantalla consiste en una presentación animada con el fin de dar un entorno agradable al usuario al momento de entrar, la animación de esta pantalla esta acompañada de un fondo musical.

La pantalla muestra en la parte superior el título de la multimedia “Multimedia Pride 23”, en el centro de la pantalla se observa el logo-símbolo de Pride Intenational y en la parte inferior el año 2006. Año de culminación de la herramienta. En esta pantalla se ubican dos botones en la parte inferior: Entrar y Salir con el propósito de acceder al contenido o abandonar si desea hacerlo.

**Figura 29. Pantalla de Inicio.**



### **10.2.2 Pantalla Menú**

Inmediatamente después que el usuario ha decidido entrar, se encuentra con la pantalla Menú de la herramienta, desde la cual podrá consultar todos los temas contenidos en ella.

En esta pantalla se encuentra en la parte inferior la lista de los temas ha desarrollar en forma de capítulos desde los cuales el usuario puede entrar

con tan solo hacer clic sobre algún botón en particular. En esta misma línea al margen derecho esta ubicado el botón de salir. En el centro de la pantalla se puede leer el nombre de la herramienta sobre un fondo de imágenes y gráficas representativas al contenido.

**Figura 30. Pantalla menú.**



### **10.2.3 Pantalla Secundaria**

Una vez el usuario haya decidido iniciar la consulta de un capítulo en particular, la próxima pantalla a visualizar es la que se ha llamado pantalla secundaria.

Esta pantalla difiere a la anterior en tres aspectos:

- La parte superior izquierda muestra el logo de Pride Colombia Services y el título de la multimedia.

- La parte central de la pantalla muestra el nombre del capítulo, además el botón del capítulo seleccionado queda resaltado.
- La parte derecha muestra los subcapítulos que componen el capítulo principal.

**Figura 31. Pantalla secundaria.**



#### **10.2.4 Pantalla principal y ventanas de navegación**

Cuando el usuario comienza con el desarrollo del capítulo y decide entrar a uno de los subcapítulos, la pantalla emergente se denomina pantalla principal donde ha de encontrar el material de consulta encapsulado en las ventanas de navegación.

A continuación se describe las ventanas de navegación.

### 10.2.4.1 Primera ventana de navegación

En esta ventana se encuentran los capítulos principales de la multimedia, cada capítulo representado por una imagen en blanco y negro alusiva al tema; al pasar el puntero del Mouse por el capítulo deseado la imagen toma colores. Esta ventana contiene sonidos que se reproducirán al momento de escoger un capítulo con el propósito de dar un entorno agradable a la consulta.

Figura 32. Pantalla Principal y ventanas de navegación.

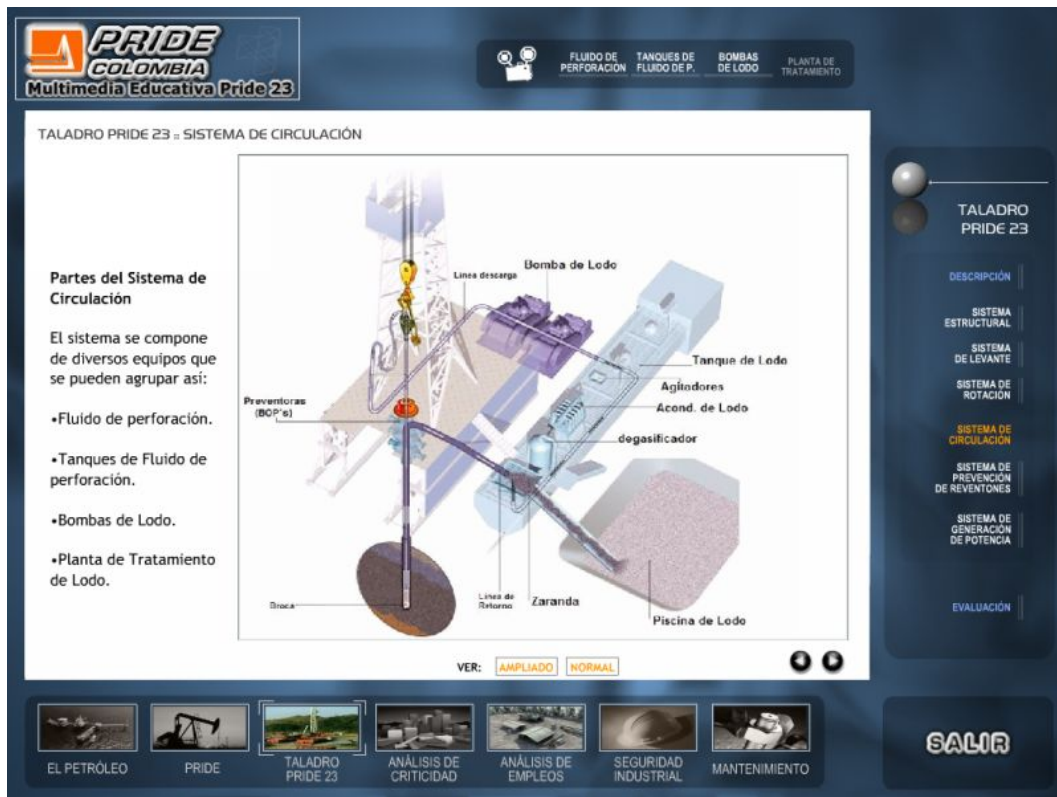


Figura 33. Primera ventana de navegación.



#### 10.2.4.2 Segunda ventana de navegación

En esta ventana se encuentran los subcapítulos del capítulo seleccionado en la primera ventana de navegación. El color de las letras es blanco y cuando determinado subcapítulo de interés es elegido quedara fijado de color amarillo, cuando se abandona el tema previamente seleccionado las letras quedan en color azul. Estos botones también están ambientados con sonidos.

**Figura 34. Segunda ventana de navegación.**



#### 10.2.4.3 Tercera ventana de navegación

Para entender mejor algunos subcapítulos se desarrollan los temas por medio de subdivisiones, estas subdivisiones se presentan en la tercera ventana de navegación.

Las letras son de color blanco y al seleccionar una subdivisión en particular las letras se fijaran en color amarillo, cuando se abandone el tema retorna al color original, en esta ventana en algunos subcapítulos ha de aparecer un símbolo similar a un proyector, el cual al hacer clic sobre él, se reproduce un video o animación que refuerza el tema tratado.

Estos botones emiten sonidos cuando el puntero pasa sobre ellos.

**Figura 35. Tercera ventana de navegación.**



#### **10.2.4.4 Ventana de contenido**

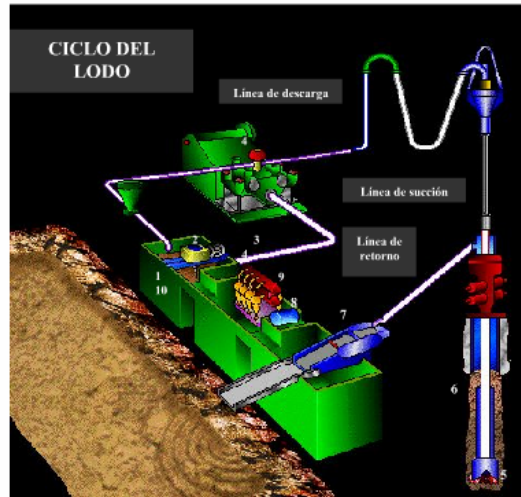
Es la ventana que cuenta con mayor área de presentación, en esta ventana se muestra el tema específicamente seleccionado, las fotos, dibujos, gráficas, cuadros e imágenes pertinentes al tema. Ver figura 36 La mayoría de imágenes cuentan con la opción de ser ampliadas, además algunas palabras dentro del texto o cuadros de esta ventana están resaltadas con el propósito de invitar al usuario a pasar el puntero del mouse y hacer clic sobre ellas y así brindar una explicación inmediata en una ventana emergente para luego volver al texto original sin mayor inconveniente (figura 37).

## Figura 36. Ventana de contenido

### TALADRO PRIDE 23 :: SISTEMA DE CIRCULACIÓN

La mayor parte del lodo que se utiliza en una operación de perforación se recircula en un ciclo cerrado y continuo:

1. El lodo se prepara y se guarda en los tanques.
2. El lodo se mantiene en óptimas condiciones y homogenizado en el tanque por la acción de los agitadores.
3. Una bomba centrífuga de precarga succionan el fluido y lo envía por la línea de succión hacia la bomba de lodo.
4. La bomba de lodo envía el fluido a través de la tubería de descarga que finaliza acoplada al Top Drive.
5. El fluido continúa su desplazamiento por la sarta y sale en forma de chorro por las toberas de la broca arrastrando los cortes del subsuelo lejos de la broca.
6. Ahora el lodo comienza el viaje de regreso a la superficie a través del espacio anular, arrastrando los fragmentos de roca, denominados detritos, que se han desprendido de la formación por acción de la broca.



6. Ahora el lodo comienza el viaje de regreso a la superficie a través del espacio anular, arrastrando los fragmentos de roca, denominados detritos, que se han desprendido de la formación por acción de la broca.



En esta ventana también se muestra en la parte superior izquierda la ruta de navegación que muestra la secuencia del tema consultado Capítulo principal-Subcapítulo-Subdivisión.

Además en la parte inferior derecha se muestran los botones atrás-adelante para cuando el usuario necesite volver o avanzar en el tema.

Figura 37. Ventana emergente para explicaciones puntuales.

SISTEMAS EQUIPOS

TALADRO PRIDE 23: DESCRIPCIÓN

La perforación de un pozo se puede realizar de tres formas:

- + Perforación por Percusión
- + Perforación Rotatoria
- + Perforación Direccional

Aunque en un principio se empleó el método de percusión, cuando los pozos petrolíferos estaban situados a poca profundidad y bajo rocas de gran dureza, dicha técnica desde mediados del siglo XI dejó paso al método de rotación, ya que la mayor parte del petróleo se encuentra a una profundidad de 900 a 5.000 metros, aunque hay pozos que llegan a los 7.000 u 8.000 m de profundidad. En la actualidad la mayoría de los pozos petrolíferos se perforan con el método rotatorio. Este método ha reemplazado casi completamente al de percusión. En el tipo de perforación rotatorio los equipos básicos están organizados en 6 sistemas que deben realizar las operaciones de perforación en condiciones seguras para el personal, el medio ambiente, los equipos y la propiedad.

A continuación se mencionan los principales sistemas y equipos que conforman el taladro de perforación PRIDE 23 y sus respectivas funciones.



Perforación por Percusión ::

PERFORACIÓN POR PERCUSIÓN O CON CABLE

El método de perforación más antiguo es el que se realiza por percusión o con cable. Es un método lento y de profundidad limitada, que rara vez se utiliza. Se basa en triturar la roca elevando y dejando caer una pesada barrena cincel con vástago sujeta al extremo de un cable. Cada cierto tiempo se extrae la barrena y los fragmentos de roca triturada se suspenden en agua y se eliminan sacándolos a la superficie mediante lavado a presión o bombeo. A medida que el agujero va adquiriendo mayor profundidad, se le reviste con tubería de acero para evitar su derrumbe y como protección contra la contaminación de las aguas subterráneas. La perforación, incluso de un pozo de escasa profundidad, representa un trabajo considerable y al encontrar petróleo o gas no hay modo de controlar el flujo inmediato de producto a la superficie.



Fluido de Perforación

Tubería de perforación

Tubería de Revestimiento

Cortes de perforación

Ondas de Choque

Broca Cincel

TALADRO PRIDE 23

DESCRIPCIÓN

SISTEMA ESTRUCTURAL

SISTEMA DE LEVANTE

SISTEMA DE ROTACIÓN

SISTEMA DE CIRCULACIÓN

SISTEMA DE PREVENCIÓN DE REVENTONES

SISTEMA DE GENERACIÓN DE POTENCIA

EL PETRÓLEO

PRIDE

TALADRO PRIDE 23

ANÁLISIS DE CRITICIDAD

ANÁLISIS DE EMPLEOS

SEGURIDAD INDUSTRIAL

MANTENIMIENTO

**SALIR**

## 11. CONCLUSIONES

- La Multimedia educativa Pride 23 permite identificar, conocer e impartir conocimientos acerca de elementos puntuales del Programa de Integridad Mecánica.
  
- Se presenta un ambiente agradable con animaciones, imágenes, tablas, esquemas y fotos a los diferentes usuarios de la herramienta facilitando el proceso de aprendizaje.
  
- Se entrega a Pride Colombia Services una herramienta de capacitación de trabajadores de diferentes niveles, por ejemplo: la persona que le concierne realizar la jerarquización de equipos no será la misma que se encargue de ejecutar las ordenes de trabajo en los equipos del taladro, o el mismo de difundir los procedimientos de seguridad.
  
- El proyecto se ejecutó alcanzando los siguientes logros:
  - Se instruye en el método de criticidad de factores ponderados basados en el concepto de riesgo desarrollado por un grupo de consultoría inglesa denominado the Woodhouse Partnership Limited, presentando la metodología y realizando dicho análisis en los diferentes sistemas del taladro Pride 23.
  
  - Se realiza una descripción de las características y especificaciones propias de cada puesto de trabajo que reciben las órdenes de trabajo para ser ejecutadas y que requieren que el personal se encuentre dentro de la zona delimitada como zona de perforación, siendo este análisis la base para desarrollar un proceso de capacitación.

- Se define el procedimiento para evaluar y aprobar la empresa de ensayos no destructivos a contratar, dentro del contexto de la relación con los proveedores según norma ISO 9000.
  - Se especifica el procedimiento para evaluar, aprobar y ejecutar las actividades de mantenimiento en el taladro Pride 23, en el contexto de un sistema de gestión de calidad según norma ISO 9000.
  - No solo se especifica los procedimientos, sino también se familiariza y capacita al personal en el Modelo de Gestión de Mantenimiento según norma ISO 9000, que cumple de la mejor manera el elemento de aseguramiento de la calidad necesario en el programa de Integridad Mecánica.
  - Se divulga de una manera dinámica, interactiva y atrayente procedimientos y una cultura de seguridad industrial pertinente a esta industria.
- Además de capacitar en el método de criticidad, se determina los sistemas críticos, medianamente críticos y no críticos del taladro Pride 23 a través de la aplicación de esta metodología, este análisis corresponde al año 2005.
  - El análisis de Empleo debe ser la base del diseño de un programa de capacitación y del plan de reclutamiento.
  - El Ingeniero de Seguridad posee en esta multimedia una poderosa herramienta para la capacitación de los empleados en el taladro de perforación en el tema de seguridad industrial.

- El modelo de gestión de mantenimiento basado en la norma ISO 9000 bien aplicado, es la mejor forma de garantizar la calidad (que es un elemento indispensable en el programa de integridad mecánica).
- El proceso de selección de la empresa de END a contratar por Pride, debe estar contenido dentro del modelo de gestión de compras y/o contrataciones, puesto que dicha empresa ha de surtir al departamento de mantenimiento con un servicio que afecta los equipos de Pride.
- La herramienta puede funcionar también como curso inductivo a personal recién reclutado, en: ubicar al principiante dentro de la industria, presentar la empresa y describir la unidad operativa de Pride (un taladro de perforación).

## BIBLIOGRAFIA

ADAMS, Neal. Drilling engineering a complete well planning approach. Tulsa Oklahoma: Pennwell publishing company, 1985, 960p, ISBN 0-87814-265-7.

AUSTRALIAN DRILLING INDUSTRY TRAINING COMMITTEE LIMITED. Drilling: The Manual of methods applications and management. 4 Edition. Boca Raton: FL Lewis publishers, 1997, 615p.

AVILA E, Rubén. Fundamentos de mantenimiento, guías económicas, técnicas y administrativas. Balderas 95, México D.F: Limusa S.A, 1995, 178p, ISBN 968-18-2528-4.

BÁEZ, Clemencia. CALDERON, Alberto. CARDENAS, Diego. El petróleo en Colombia. Bogota D.C: ECOPETROL, 2001, 303p.

CASTRO OSPINA, Adriana María. Clasificación de productos químicos a nivel mundial. [En Red].Bogotá D.C. Colombia. SURATED Administradora de riesgos profesionales. Mayo de 2004. [Artículo citado en Abril de 2005] disponible en Internet < <http://www.suratep.com/cistema/articulos/167/>>.

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y AMBIENTE PRIDE. Áreas Peligrosas. Guía de Seguridad N° SG-26. Manual de Seguridad del personal. Acceso público sistemas de revisión por computador [disco].2002.N° de serie, Nivel 2.

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y AMBIENTE PRIDE. Detección y Protección contra incendios/gas. Guía de Seguridad N° SG-27. Manual de Seguridad del personal. Acceso público sistemas de revisión por computador [disco].2002.N° de serie, Nivel 2.

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y AMBIENTE PRIDE. Especificaciones de Vestimenta de Trabajo. Procedimiento PRIDE-02-02-109. Manual de Seguridad del personal. Acceso público sistemas de revisión por computador [disco].2003.N° de serie, Nivel 2.

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y AMBIENTE PRIDE. Herramientas y Equipamiento. Guía de Seguridad N° SG-8. Manual de Seguridad del personal. Acceso público sistemas de revisión por computador [disco].2002.N° de serie, Nivel 2.

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y AMBIENTE PRIDE. Limpieza a Vapor. Guía de Seguridad N° SG-21. Manual de Seguridad del personal. Acceso público sistemas de revisión por computador [disco].2002.N° de serie, Nivel 2.

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y AMBIENTE PRIDE. Limpieza con arena/hidrolavadora y pintura con pistola. Guía de Seguridad N° SG-20. Manual de Seguridad del personal. Acceso público sistemas de revisión por computador [disco].2002.N° de serie, Nivel 2.

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y AMBIENTE PRIDE. Materiales Radiactivos. Guía de Seguridad N° SG-25. Manual de Seguridad del personal. Acceso público sistemas de revisión por computador [disco].2002.N° de serie, Nivel 2.

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y AMBIENTE PRIDE. Políticas Generales de Seguridad. Procedimiento PRIDE-02-02. Manual de Seguridad del personal. Acceso público sistemas de revisión por computador [disco].2002.Nº de serie, Nivel 2.

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y AMBIENTE PRIDE. Prevención y control de incendios. Guía de Seguridad Nº SG-5. Manual de Seguridad del personal. Acceso público sistemas de revisión por computador [disco].2002.Nº de serie, Nivel 2.

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y AMBIENTE PRIDE. Protección Respiratoria. Guía de Seguridad Nº SG-15. Manual de Seguridad del personal. Acceso público sistemas de revisión por computador [disco].2002.Nº de serie, Nivel 2.

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y AMBIENTE PRIDE. Prueba de Presión. Guía de Seguridad Nº SG-23. Manual de Seguridad del personal. Acceso público sistemas de revisión por computador [disco].2002.Nº de serie, Nivel 2.

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y AMBIENTE PRIDE. Sulfuro de Hidrógeno. Guía de Seguridad Nº SG-16. Manual de Seguridad del personal. Acceso público sistemas de revisión por computador [disco].2002.Nº de serie, Nivel 2.

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y AMBIENTE PRIDE. Sustancias Peligrosas. Guía de Seguridad Nº SG-24. Manual de Seguridad del personal. Acceso público sistemas de revisión por computador [disco].2002.Nº de serie, Nivel 2.

DUFFUAA, Omar. RAOUF, A. CAMPBELL, J.D. Sistemas de mantenimiento planeación y control.1 Edición. México D.F: Limusa S.A, 2000, 419p, ISBN 968-18-5918-9.

ESTRUCPLAN, Consultora. Normativa de Seguridad Industrial, Código NFPA 704. [En red] Argentina. Estrucplan Consultora. 2001. [Artículo citado en Junio de 2005] disponible en Internet  
< <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=18>>

ESTRUCPLAN, Consultora. Normativa de Seguridad Industrial, Colores y Señales de seguridad según la Norma IRAM 10005. [En red] Argentina. Estrucplan Consultora. 2001. [Artículo citado en Junio de 2005] disponible en Internet<<http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=23>>

ESTRUCPLAN, Consultora. Normativa de Seguridad Industrial, Identificación y Rotulado de productos peligrosos, según la Norma IRAM 3797. [En red] Argentina. Estrucplan Consultora. 2001. [Artículo citado en Junio de 2005] disponible en Internet  
<<http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=20>>.

ISO 9001:2000, Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.

KEITH, Davis, WERTHER, William. Dirección de Personal y Recursos Humanos. Mc Graw Hill; Arizona State University, 1998.

PULIDO ACUÑA, Gloria. Respondiendo a una Emergencia. Cruz Roja Colombiana.1ª Edición. Bogotá D.C. Colombia: Selección de publicaciones Cruz Roja, 1999, 84 p, ISBN 958-9462-02-2.

REINA, Jairo. Guía para la implementación del programa de Integridad Mecánica. Pride Colombia; Bogotá, 2004.

REY SACRISTAN, Francisco. Manual del mantenimiento integral en la empresa. Madrid. FC Editorial, 2000.

RICO CORIA, Samuel. Integridad Mecánica y aseguramiento de la calidad. Primer congreso Mexicano de confiabilidad y mantenimiento. Ciudad de México 2001.

RIVEROS, Hugo. Cómo gerenciar costos de la Calidad, manual para empresas de bienes y servicios. 1 edición. Bogota D. C: arfo editores e impresiones Ltda., 2001, 154p, ISBN 958-8153-00-X.

SENLE, Andrés, VILAR, Joan. ISO 9000 en Empresa de Servicios. Ediciones Gestión 2000 S.A.; Barcelona, 1999.

SENLE, Andrés, STOLL, Guillermo. Calidad total y normalización. Ediciones Gestión 2000 S.A.; Barcelona, 1999.

TECHNOMEDIA INTERNATIONAL. Drilling rigs volume 1. Acceso público. Sistemas de revisión por computador. [Disco] 1997.

TECHNOMEDIA INTERNATIONAL. BOP Equipment volume 2. Acceso público. Sistemas de revisión por computador. [Disco] 1997.

TECHNOMEDIA INTERNATIONAL. BOP Drilling Fluids volume 3. Acceso público. Sistemas de revisión por computador. [Disco] 1997.

TECHNOMEDIA INTERNATIONAL. Rotating Equipment, Mast and Substructure volume 6. Acceso público. Sistemas de revisión por computador. [Disco] 1997.

VESGA RUEDA, Juan José. Propuesta de Implementación de herramientas para el gerenciamiento del mantenimiento en Pride Colombia Services. Monografía de grado - Especialista en gerencia de Mantenimiento; Bucaramanga, 2003.