



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO PARA LA MANUFACTURA DE
UNA BARRENA DE PERFORACIÓN DE POZOS PETROLEROS, BAJO
UN ENFOQUE QUE INTEGRE LA INGENIERIA DE DISEÑO Y LA
MANUFACTURA, PARA UNA EMPRESA DEL SECTOR PETROLERO
UBICADA EN CARACAS, EN EL AÑO 2013”**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
como parte de los requisitos para optar al título de
INGENIERO INDUSTRIAL

REALIZADO POR:

BR. CARRILLO A., ALEJANDRO
BR. CHIARAVALLO P., ALESSANDRO

TUTOR GUÍA:

ING. CHIARAVALLO, NICOLÁS

FECHA:

OCTUBRE 2013



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO PARA LA MANUFACTURA DE
UNA BARRENA DE PERFORACIÓN DE POZOS PETROLEROS, BAJO
UN ENFOQUE QUE INTEGRE LA INGENIERIA DE DISEÑO Y LA
MANUFACTURA, PARA UNA EMPRESA DEL SECTOR PETROLERO
UBICADA EN CARACAS, EN EL AÑO 2013”**

**Este jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su
contenido con el resultado:.....**

JURADO EXAMINADOR

Firma: _____

Firma: _____

Firma: _____

Nombre:

Nombre:

Nombre:

REALIZADO POR:

BR. CARRILLO A., ALEJANDRO
BR. CHIARAVALLO P., ALESSANDRO

TUTOR GUÍA:

ING. CHIARAVALLO, NICOLÁS

FECHA:

OCTUBRE 2013

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-----------|
| ÍNDICE GENERAL..... | I |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | IX |
| SINOPSIS..... | XI |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPÍTULO I.- EL PROBLEMA | 3 |
| 1.1. Descripción General de la Organización..... | 3 |
| <i>1.1.1. Reseña Histórica.....</i> | <i>3</i> |
| <i>1.1.4. Estructura Organizativa</i> | <i>5</i> |
| 1.2. Planteamiento del Problema | 6 |
| 1.3. Objetivos | 7 |
| <i>1.3.1. Objetivo General.....</i> | <i>7</i> |
| 1.4 Alcance | 8 |
| 1.5 Limitaciones..... | 8 |
| CAPÍTULO II.-MARCO REFERENCIAL..... | 9 |
| 2.1 Conceptos del Estudio de Mercado | 9 |
| <i>2.1.1 Estudio de mercado.....</i> | <i>9</i> |
| <i>2.1.2 Estructura del mercado.....</i> | <i>9</i> |
| <i>2.1.3 Demanda</i> | <i>9</i> |
| <i>2.1.4 Oferta</i> | <i>9</i> |
| 2.2 Conceptos básicos del Estudio Técnico | 10 |
| <i>2.2.1 Estudio técnico.....</i> | <i>10</i> |
| <i>2.2.2 Proceso productivo</i> | <i>10</i> |

| | | |
|--|---|----|
| 2.2.3 | <i>Distribución física de la planta</i> | 10 |
| 2.3 | Conceptos básicos del Estudio Económico-Financiero. | 10 |
| 2.3.1 | <i>Estudio Financiero</i> | 10 |
| 2.3.2 | <i>Valor Presente Neto (VPN)</i> | 10 |
| 2.3.3 | <i>Tasa Interna de Rendimiento (TIR)</i> | 11 |
| 2.3.4 | <i>Capital de trabajo</i> | 11 |
| 2.4 | Conceptos básicos del producto | 11 |
| 2.4.1 | <i>Brocas</i> | 11 |
| 2.4.2 | <i>Principios</i> | 11 |
| 2.4.3 | <i>Tipos</i> | 12 |
| 2.4.4 | <i>Brocas PDC</i> | 13 |
| 2.4.5 | <i>Componentes de la Broca con Cortadores PDC</i> | 13 |
| 2.4.6 | <i>El Código IADC para Brocas PDC</i> | 14 |
| 2.4.7 | <i>Aplicación de las Brocas PDC</i> | 15 |
| 2.4.8 | <i>Descripción de los mecanismos de Perforación</i> | 15 |
| 2.5 | Reseña Histórica de la Estructura de Mercado. | 16 |
| 2.6 | Gráficas del Marco Referencial. | 16 |
| CAPÍTULO III.-MARCO METODOLÓGICO | | 17 |
| 3.1 | Tipo y diseño de la investigación | 17 |
| 3.2 | Enfoque de la investigación | 18 |
| 3.3 | Estructura metodológica general de la formulación y evaluación de proyectos 18 | |
| 3.3.1 | <i>Estructura del estudio de mercado</i> | 19 |
| 3.3.2 | <i>Estructura del estudio técnico</i> | 21 |
| 3.3.3 | <i>Estructura del estudio Económico-Financiero</i> | 22 |
| 3.4 | Técnicas y Herramientas empleadas para la recolección de datos | 23 |
| 3.4.1 | <i>Observación directa</i> | 24 |

| | | |
|---------------------------------------|--|----|
| 3.4.2 | <i>Base de datos</i> | 24 |
| 3.5 | Análisis de datos | 25 |
| 3.6 | Fases de la investigación | 25 |
| CAPÍTULO IV.-ESTUDIO DE MERCADO | | 27 |
| 4.1 | Definición del producto | 27 |
| 4.1.1 | <i>Tipo de barrena a fabricar</i> | 28 |
| 4.4 | Estructura del mercado | 30 |
| 4.5 | Análisis de la demanda | 31 |
| 4.7 | Variables que alteran la demanda | 33 |
| 4.8 | Características de la oferta | 36 |
| 4.9 | Identificación de los productos competidores y fabricantes | 36 |
| CAPÍTULO V.-ESTUDIO TÉCNICO..... | | 38 |
| 5.1 | Localización del proyecto | 38 |
| 5.1.1 | <i>Alternativas. Criterios de evaluación</i> | 38 |
| 5.1.2 | <i>Selección</i> | 39 |
| 5.1.3 | <i>Opinión del experto</i> | 39 |
| 5.1.4 | <i>Matriz de Ponderación (criterios vs ponderación)</i> | 39 |
| 5.2 | Magnitud del proyecto | 40 |
| 5.3 | Estrategia de Producción | 40 |
| 5.4 | Criterios de Selección | 41 |
| 5.4.1 | <i>Proveedores</i> | 42 |
| 5.4.2 | <i>Materiales y Equipos</i> | 42 |
| 5.5 | Materia Prima e Insumos Requeridos para la Producción de Barrenas | 43 |
| 5.6 | Maquinarias y Equipos Requeridos para la Producción de Barrenas | 45 |
| 5.6.1 | <i>Prensa hidráulica de 6 cilindros</i> | 46 |
| 5.6.2 | <i>Torno CNC de 5 ejes</i> | 46 |

| | | |
|--|---|----|
| 5.6.3 | <i>Horno de sinterización</i> | 46 |
| 5.6.4 | <i>Soldadora</i> | 46 |
| 5.6.5 | <i>Carretillas</i> | 46 |
| 5.6.6 | <i>Montacargas</i> | 47 |
| 5.7 | Mantenimiento de Maquinaria y Equipos | 47 |
| 5.8 | Proceso Productivo | 47 |
| 5.9.1 | <i>Descripción del proceso productivo</i> | 47 |
| 5.9.3 | <i>Diagrama de Operaciones</i> | 52 |
| 5.9.4 | <i>Diagrama de Recorrido</i> | 53 |
| 5.9 | Distribución Física de Planta | 54 |
| 5.10 | Almacenes | 55 |
| 5.11 | Capacidad Instalada | 55 |
| 5.12 | Flexibilidad | 55 |
| 5.13 | Mano de Obra Requerida | 56 |
| 5.13.1 | <i>Mano de Obra Directa</i> | 56 |
| 5.13.2 | <i>Mano de Obra Indirecta y Personal Administrativo</i> | 56 |
| 5.13.3 | <i>Organigrama</i> | 57 |
| 5.14 | Cadena de suministro | 57 |
| CAPÍTULO VI.-ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO | | 59 |
| 6.1 | Tasas Referenciales de Incremento | 59 |
| 6.2 | Precio de Venta del Producto..... | 59 |
| 6.3 | Ingresos proyectados | 60 |
| 6.4 | Estructura de Costos | 60 |
| 6.4.1 | <i>Costos Operativos</i> | 61 |
| 6.4.2 | <i>Gastos Administrativos</i> | 63 |
| 6.4.3 | <i>Carga Fabril</i> | 64 |

| | | |
|-----------------------------------|---|----|
| 6.4.4 | <i>Inversión Inicial</i> | 65 |
| 6.4.5 | <i>Inversión en Capital de Trabajo</i> | 66 |
| 6.5 | Depreciación | 67 |
| 6.6 | Estado de Ganancias y Pérdidas | 68 |
| 6.7 | Flujo de Caja | 69 |
| 6.8 | Tasa de Retorno Atractiva Mínima | 70 |
| 6.9 | Valor Presente Neto | 70 |
| 6.10 | Tasa Interna De Retorno | 71 |
| CAPITULO VII.- CONCLUSIONES | | 72 |
| REFERENCIAS | | 76 |
| REFERENCIAS IMPRESAS | | 76 |
| REFERENCIAS ELECTRÓNICAS | | 77 |

TABLA ANEXOS

| | |
|---|-----------|
| ANEXO A – ESPECIFICACIONES DE BARRENAS | 78 |
| A.1 Especificación de Barrena 8 1/2" (215,9 mm) | 78 |
| A.2 Especificación de Barrena 17 1/2" (444,5 mm) | 79 |
| ANEXO B – ESPECIFICACIONES DE MATERIALES | 80 |
| B.1 POLVO DE DIAMANTE SINTETICO | 80 |
| B.2 CARBURO DE TUNGSTENO EN POLVO..... | 81 |
| B.3 COBALTO | 82 |
| B.4 PIROFILITA | 83 |
| B.5 SOLDADURA | 84 |
| ANEXO C – ESPECIFICACIONES DEL PROCESO | 85 |
| C.1 PATENTE DE REFERENCIA N° 1 | 85 |
| C.2 PATENTE DE REFERENCIA N° 2 | 98 |
| ANEXO D – ESPECIFICACIONES DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS | 114 |
| D.1 Prensa Hidráulica | 114 |
| D.2 Torno CNC 5 ejes..... | 114 |
| D.3 Horno de Sinterización..... | 115 |
| D.4 Montacargas | 115 |
| D.5 Carretilla Eléctrica | 115 |
| D.6 Generador Eléctrico..... | 116 |
| ANEXO E – INDICE NACIONAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR | 118 |
| ANEXO F – ESPECIFICACIONES DE PLANTA | 119 |
| ANEXO G – ANÁLISIS ECONÓMICO | 122 |
| ANEXO I – HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS | 125 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Fig. 1 Organigrama de Geo Technology LA | 5 |
| Fig. 2.Estructura de la metodología general de la evaluación y formulación de proyectos | 19 |
| Fig. 3.Estructura Metodológica del Estudio de Mercado..... | 20 |
| Fig. 4.Estructura Metodológica del Estudio Técnico..... | 21 |
| Fig. 5 Estructura Metodológica del Estudio Económico Financiero..... | 22 |
| Fig. 6 Esquema de las Fases del Trabajo Especial de Grado | 26 |
| Fig. 7. Elasticidad entre Cantidad de Unidades vendidas y el precio de la broca 8 ½..... | 34 |
| Fig. 8. Elasticidad entre Cantidad de Unidades vendidas y el precio de la broca 17 ½..... | 35 |
| Fig. 9. Secuencia del proceso productivo en la planta sobre el diagrama de bloques..... | 48 |
| Fig. 10. Mapa de Procesos de la Producción de Barrenas PDC..... | 51 |
| Fig. 11. Diagrama de Operaciones de Proceso..... | 52 |
| Fig. 12. Diagrama de Recorrido del Proceso | 53 |
| Fig. 13. Organigrama de la Planta..... | 57 |
| Fig. 14. Empaque del polvo de diamante | 80 |
| Fig. 15. Precio Carburo de Tungsteno | 81 |
| Fig. 16. Precio de la pirofilita..... | 83 |
| Fig. 17 Cuerpo de una Broca PDC. Patente 1. | 86 |
| Fig. 18 Corte transversal del molde para Broca PDC. Patente1. | 86 |
| Fig. 19 Corte transversal de broca PDC..... | 91 |
| Fig. 20 Sección circular de broca PDC 4 aletas | 86 |
| Fig. 21 Sección transversal de una primera realización de una broca..... | 99 |
| Fig. 22.- Sección transversal de una segunda realización de una broca..... | 99 |
| Fig. 23.- Parte baja de la sección transversal del molde de la Fig. 2A..... | 99 |
| Fig. 24.- Sección transversal del molde acorde a la broca de la Fig. 1A. | 99 |
| Fig. 25.- Sección transversal de una segunda realización de una broca..... | 100 |
| Fig. 26.- Sección transversal, segunda vista, del molde de la broca correspondiente..... | 100 |
| Fig. 27.- Sección transversal del molde de la broca correspondiente a la Fig. 3A | 100 |
| Fig. 28.- Vista planta del área de carga producción, almacén y despacho de brocas petroleras | 119 |

| | |
|---|-----|
| Fig. 29.- Vista planta del área de oficinas y estacionamiento de empleados y visitantes | 120 |
| Fig. 30.- Identificación de las Áreas | 121 |
| Fig. 31.- Análisis Externo. Cinco Fuerzas de Porter | 127 |
| Fig. 32.- Vista frente terreno de la planta Fig. 33.- Vista interna frontal terreno planta | 128 |
| Fig. 34.- Ubicación Terreno. Guanipa El Tigre. Anzoátegui | 128 |
| Fig. 35.- Vista lateral terreno planta..... | 128 |
| Fig. 36.- Precio del Terreno | 128 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1.- Descripción de los tipos de barrenas en el mercado. | 12 |
| Tabla 2.- Código IADC para Brocas PDC | 15 |
| Tabla 3.- Fuentes de Información Analizadas en el estudio de mercado | 23 |
| Tabla 4.- Tabla Resumen resultado de Pasantía Carrillo, Chiaravallo (2013) | 28 |
| Tabla 5.- Características de las barrenas a producir | 29 |
| Tabla 6.- Capacidad Adquisitiva de PDVSA destinada a la compra de barrenas de perforación a la empresa Geo Technology LA. C.A. | 30 |
| Tabla 7.- Datos Reales de Pozos Petroleros y mechas estimadas para los mismos. Solicitud de PDVSA para horizonte de tiempo del 2006 al 2012. Carpeta de Contratación 6600005864. | 32 |
| Tabla 8.- Lista de Competidores dentro del mercado | 37 |
| Tabla 9.- Criterios de selección de la localización del proyecto | 39 |
| Tabla 10.- Cantidad de barrenas a producir según escenarios | 41 |
| Tabla 11.- Materia prima e insumos requeridos para la producción | 43 |
| Tabla 12.- Determinación de Materia Prima requerida según escenarios | 45 |
| Tabla 13.- Área ocupada en la planta..... | 54 |
| Tabla 14.- Ingreso de venta proyectado a 3 años por escenario..... | 60 |
| Tabla 15.- Costos de Materia Prima de ambas Brocas para el Primer Año | 61 |
| Tabla 16.- Costo de Mano de Obra Directa calculada en base al Primer Año..... | 62 |
| Tabla 17. Costo de Mano de Obra Directa Proyectados. | 62 |
| Tabla 18.- Costo de Mano de Obra Indirecta calculada en base al Primer Año..... | 63 |
| Tabla 19.- Costo de Mano de Obra Indirecta Proyectados. | 63 |
| Tabla 20.- Gastos Administrativos calculado en base al Primer Año..... | 63 |
| Tabla 21.- Gastos de Personal Administrativo Proyectado..... | 63 |
| Tabla 22. Otros Gastos Administrativos | 64 |
| Tabla 23.- Otros Gastos Administrativos Proyectados | 64 |
| Tabla 24.- Carga Fabril Mensual. | 64 |
| Tabla 25. Carga Fabril Proyectada..... | 64 |
| Tabla 26.- Inversión Inicial | 65 |
| Tabla 27. Inversión en Capital de Trabajo para el primer año..... | 67 |
| Tabla 28.- Depreciación | 67 |
| Tabla 29.- Valor de Rescate | 68 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 30.- Estado de Ganancias y Pérdidas proyectado a 3 años. Escenario Probable..... | 69 |
| Tabla 31.- Flujo de Caja del Escenario Probable | 69 |
| Tabla 32.- Cálculo del VPN y TIR para los tres escenarios..... | 71 |
| Tabla 33.- Especificaciones Técnicas de la Prensa | 114 |
| Tabla 34.- Especificaciones Técnicas del Torno..... | 114 |
| Tabla 35.- Especificaciones Técnicas del Horno. | 115 |
| Tabla 36.- Especificaciones Técnicas Montacargas..... | 115 |
| Tabla 37.- Especificaciones Técnicas de carretilla eléctrica..... | 115 |
| Tabla 38.- Especificaciones Técnicas del Generador..... | 116 |
| Tabla 39. Índice Nacional de Precios al consumidor | 118 |
| Tabla 40.- Determinación del precio de venta broca 8 ½” | 122 |
| Tabla 41.- Determinación del precio de venta broca 8 ½” | 122 |
| Tabla 42.- Cálculo del Capital de Trabajo proyectado a 3 años | 123 |
| Tabla 43.- Estado de Ganancias y Pérdidas para el Escenario Pesimista..... | 123 |
| Tabla 44.- Estado de Ganancias y Pérdidas Escenario Optimista..... | 124 |
| Tabla 45.- Flujo de Caja proyectado a 3 años. Escenario Pesimista | 124 |
| Tabla 46.- Flujo de Caja proyectado a 3 años. Escenario Optimista..... | 124 |



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO PARA LA MANUFACTURA DE UNA BARRENA
DE PERFORACIÓN DE POZOS PETROLEROS, BAJO UN ENFOQUE QUE INTEGRE
LA INGENIERIA DE DISEÑO Y LA MANUFACTURA, PARA UNA EMPRESA DEL
SECTOR PETROLERO UBICADA EN CARACAS, EN EL AÑO 2013**

REALIZADO POR: Br. CARRILLO A., Alejandro
Br. CHIARAVALLO P., Alessandro
PROFESOR GUÍA: Ing. CHIARAVALLO., Nicolás
FECHA: OCTUBRE 2013

SINOPSIS

Dado que Venezuela es uno de los países de mayor producción petrolera del mundo y su economía está sujeta principalmente a la extracción y posterior comercialización del crudo, es necesario el mejor de los rendimientos en la actividad de las unidades de perforación. Esto conlleva a que uno de los componentes principales que garantiza la eficacia en el proceso de extracción sean las brocas de perforación. Sin embargo, en el país no hay producción de estas brocas por lo que para venderse se tienen que importar. Por ello el presente Trabajo Especial de Grado tiene por objeto hacer un estudio técnico económico que permita estudiar la factibilidad de implementar una empresa manufacturera de barrenas de perforación petroleras en Venezuela. Para el estudio realizado se determinó producir 7 brocas de cuerpo de carburo de tungsteno y cuerpo de acero con cortadores compactos de diamante policristalino (PDC) de diámetro 8 ½” con un precio de venta de 117.533,60 BsF., y 3 brocas de las mismas características de diámetro de 17 ½” a un precio de venta de 320.583,07 BsF. Para ello se identificaron once (11) materias primas necesarias para la producción y comercialización de dichas barrenas, veintiún (21) maquinarias y equipos especializados, en cuanto a los recursos humanos son requeridos cinco (5) MOD, ocho (8) MOI y cuatro (4) personal administrativo. Se identificaron cinco (5) procesos medulares relacionados a la manufactura de ambas barrenas según la alternativa de producción escogida. Finalmente se determinó que el proyecto no es factible para el horizonte de tiempo estudiado, el cual requiere una inversión inicial de 7.198.441,00 BsF. obteniéndose un Valor Presente Neto negativo de -9.430.939,65 BsF. y una Tasa Interna de Retorno de -7,50%. Descriptor: *Perforación Petrolera, Barrenas, Brocas, Factibilidad, Manufactura.*

INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad el petróleo aparecía en forma natural en ciertas regiones del planeta, su aparición se remonta a hace más de 6000 años. Sin embargo, no es sino hasta inicios del siglo XIX con la aparición de los motores de combustión interna que se abren nuevas perspectivas en cuanto a la utilización del petróleo y de sus productos derivados.

El petróleo se extrae de la naturaleza a través del proceso de perforación de los yacimientos petroleros. Los pozos petrolíferos más antiguos que se conocen fueron perforados en China tenían una profundidad de aproximadamente 250 m y funcionaban mediante brocas fijadas a cañas de bambú. Actualmente gracias a los avances tecnológicos se cuenta con procesos de perforación que, a pesar de ser más modernos y sofisticados, se rigen bajo el mismo principio de funcionamiento haciendo uso de las brocas de perforación petrolera.

Las brocas de perforación o también conocidas como barrenas son las que permiten cortar o triturar la formación del terreno durante el proceso de perforación de los yacimientos petroleros.

Dado que las brocas de perforación petrolera juegan un rol fundamental en el proceso de perforación y extracción, es el propósito fundamental del presente estudio es el realizar un estudio técnico económico para la manufactura, en territorio nacional, de un tipo específico de barrena de perforación de pozos petroleros, para la empresa Geo Technology LA C.A

En consecuencia, para el cumplimiento de los objetivos es necesario contrastar la manufactura de las posibles barrenas estudiadas, evaluando la obtención de las maquinarias, como también el espacio en el cual se han de disponer, la disponibilidad de los insumos y recursos tanto humanos como tecnológicos conjuntamente es necesario realizar análisis estudios mercado y económico financiero lo que permitirá identificar el mercado actual de manufactura de barrenas, las características de diseño y comercialización de las mismas y con ello determinar la rentabilidad del proyecto.

A continuación se dará una breve descripción del presente documento:

El Capítulo I, “El Problema” contiene una breve descripción general de la empresa Geo Technology LA C.A; reseña histórica, misión, visión, valores y estructura organizativa así como el planteamiento del problema, los objetivos del estudio, el alcance y por último las limitaciones.

El Capítulo II, “Marco Teórico” el cual contiene las bases teóricas y conceptuales que fundamentaron el estudio.

El Capítulo III, “Marco Metodológico” comprende los aspectos necesarios que permiten establecer el tipo, enfoque, diseño y desarrollo de la investigación así como las técnicas e instrumentos que permitieron la recolección de datos y finalmente el plan de trabajo con las respectivas fases de la investigación.

El Capítulo IV, “Estudio de Mercado” comprende la definición del producto, la identificación y caracterización de la demanda, la oferta, estrategias de precio y comercialización, características fundamentales del mercado potencial, el comportamiento de los consumidores del mercado así como los competidores.

El Capítulo V, “Estudio Técnico” involucra la información relacionada al proceso productivo y operativo del negocio; insumos y materias primas, herramientas y equipos, personal directo e indirecto, localización del proyecto, distribución del espacio físico y distribución y canales de comercialización

El Capítulo VI, “Estudio Económico Financiero” se realiza la evaluación económica de todos los costos, gastos e ingresos que permiten elaborar estados financieros proyectados, flujos de caja, cálculo de VPN, TIR y período de recuperación de la inversión.

El Capítulo VII, “Conclusiones y Recomendaciones” Se establecen las conclusiones que dieron lugar del presente estudio así como recomendaciones sobre la implementación del proyecto.

CAPÍTULO I.- EL PROBLEMA

1.1. Descripción General de la Organización

1.1.1. *Reseña Histórica*

En 1995, el sueño de un grupo de especialistas petroleros con varios años en el mundo de la Investigación y Desarrollo, establecieron una empresa con la idea de emprender nuevos retos utilizando sus conocimientos y competencias de punta. Así nació Geo Technology LA, C.A.

Al pasar de los años la empresa ha completado diversos Estudios en la Industria Petrolera en Venezuela, Colombia, Ecuador, Trinidad y Tobago, Noruega, Rusia, proponiendo metodologías basadas en las últimas aplicaciones tecnológicas que permiten la mejora en la resolución del modelo estático y dinámico de Yacimientos, la optimización de operaciones de perforación y completación¹, así como la mejora de la productividad del pozo, todo esto, tomando en cuenta la geo mecánica como una parte muy importante en la interacción con las otras geo ciencias que intervienen en los estudios de yacimiento.

Con el tiempo la empresa se cimentó como una empresa de servicios especializados y comercialización de equipos petroleros. Actualmente, la empresa, con oficinas en Caracas (Venezuela) y Bogotá (Colombia), sostiene convenios comerciales y de cooperación con diferentes Instituciones educativas y gubernamentales, a saber, Universidad de Minnesota, Universidad de Stavanger (Noruega), Epslog Ingeneering, IRIS (International Research Institute of Stavanger, Petec (Rusia); todo esto con miras de ofrecer a sus clientes lo mejor para satisfacer sus necesidades.

Sin dejar de ofrecer sus servicios especializados, Geo Technology LA, C.A., ha incursionado en el negocio de exploración logrando obtener un campo petrolero en Colombia para su exploración y desarrollo, mediante licitación ganada frente a la ANH (Agencia Nacional de Hidrocarburos de Colombia).

¹ completación: Es el diseño, selección e instalación de tubulares, herramientas y equipos en un pozo con el propósito de converger, bombear y controlarla producción o inyección de fluidos.

La empresa continúa experimentando un crecimiento continuo, gracias a las sólidas relaciones con los clientes y al personal altamente calificado y dedicado de profesionales con capacidad para mejorar las disciplinas tradicionales de ingeniería, desarrollo de soluciones innovadoras, proporcionar servicios de valor añadido, como los estudios geomecánicos, ensayos no destructivos y análisis especiales.

1.1.2. Misión de la Organización

Geo Technology, C.A. es una empresa dedicada a la investigación y desarrollo de soluciones tecnológicas de punta aplicadas a toda la cadena de valor del sector petrolero, partiendo desde las últimas herramientas y metodologías en medición de propiedades de núcleo hasta la implementación de tecnologías de producción posteriores a la realización y diagnóstico de nuestros estudios integrados de yacimientos.

Esto permitirá a nuestro cliente, maximizar la vida útil de los yacimientos, incrementar el factor de recobro y mantener una producción sostenida en el tiempo, garantizando el mínimo daño al mismo durante su explotación.

Es un principio fundamental de nuestra actividad empresarial el atender siempre los requerimientos e inquietudes del cliente, a la vez que apoyamos el desarrollo de talentos e iniciativas nacionales:

- Acercamiento al cliente de forma profesional, garantizándole un soporte técnico del mayor nivel, así como la transferencia apropiada del conocimiento.
- Dar conformidad a todos los requerimientos y dudas del cliente.
- Entrega de un producto técnico del mayor nivel.
- Empleo de personal con nivel técnico internacional, niveles académicos de Magister y Doctorado obtenidos en reconocidas universidades del mundo.

1.1.3. Visión de la Organización

El objetivo de Geo Technology LA C.A. es convertirse en una empresa consultora líder en el sector petrolero y brazo tecnológico de nuestros clientes, mientras que garantizamos a nuestros empleados y accionistas una mejor calidad de vida.

1.1.4. *Estructura Organizativa*

Geo Technology LA, C.A. es una empresa trasnacional cuenta con 15 empleados organizados de forma lineal en cinco Departamentos o Gerencias, las cuales poseen un nivel jerárquico individual dentro de toda la estructura organizacional de la compañía. A continuación, en la Fig.1 se muestra el organigrama principal de la organización.

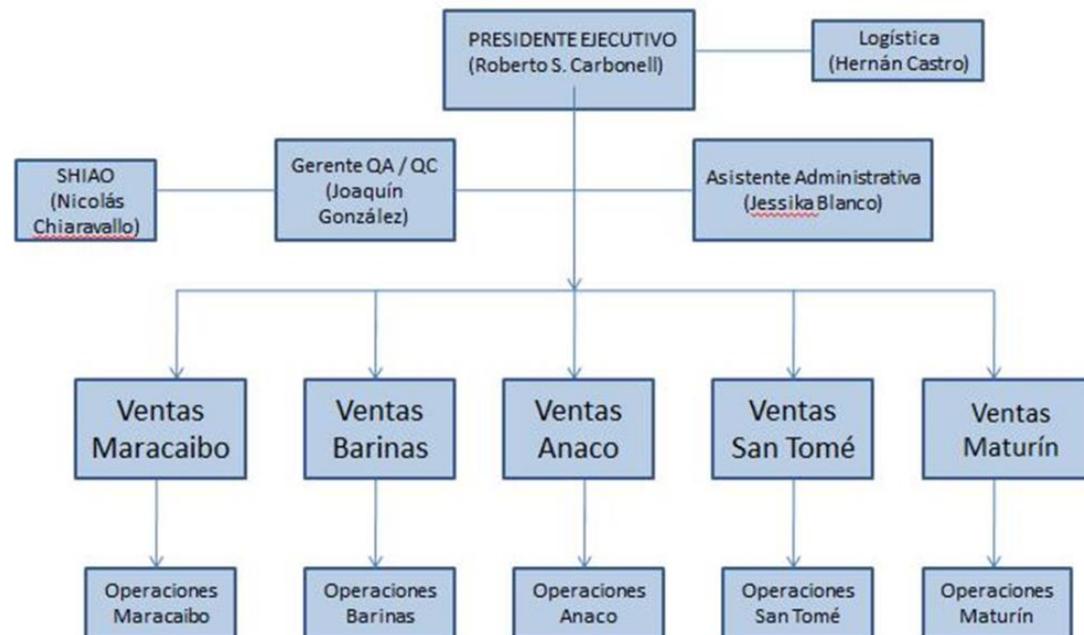


Fig. 1 Organigrama de Geo Technology LA

Fuente: Departamento de Recursos Humanos de Geo Technology (2013)

1.2. Planteamiento del Problema

Los pozos de petróleo se construyen perforando un agujero en el suelo mediante una torre de perforación que hace girar una sarta² con una barrena o broca en su extremo. Se utilizan distintas brocas o barrenas en cada extracción, dependiendo de la profundidad de la perforación, diámetro de perforación, dureza del suelo y de la broca; lo que hace necesario la obtención de una gran cantidad de equipos de perforación en el momento de realizar la extracción de los yacimientos.

Dado que Venezuela ocupa el puesto número seis entre los países de mayor producción petrolera del mundo y su economía está sujeta principalmente a la extracción y posterior comercialización del crudo, es necesario el mejor de los rendimientos en la actividad de las unidades de perforación. Esto conlleva a que uno de los componentes principales que garantiza la eficacia en el proceso de extracción sean las barrenas de perforación.

En Venezuela, estas barrenas son vendidas, mayormente, por fabricantes extranjeros, lo que puede generar retrasos en el proceso debido a las dificultades económicas e inconvenientes legales que actualmente se presentan en el país; como es el caso de la adquisición de divisas, en moneda extranjera, para la importación.

Por las razones expuestas con anterioridad, se le plantea a la empresa Geo Technology LA C.A., la posibilidad de producirlas nacionalmente haciendo un estudio de factibilidad técnico-económico sobre el diseño y manufactura de una barrena de perforación petrolera para su comercialización en el país.

El estudio se fundamenta en el Trabajo de Pasantía llevado a cabo por los Autores (2013) donde se identificó cuál era el tipo de broca más demandada en el país, la más rentable para la empresa y las que presentan mejor rendimiento en las perforaciones petroleras. Por lo que en el presente trabajo de investigación se pretende determinar, de las barrenas anteriormente identificadas, cuál de ellas resulta más factible de producir.

² Sarta de perforación: También conocida como columna de perforación se encarga de transmitir las fuerzas de empuje y rotación al tricono, además de determinar la profundidad del pozo. Extraído de: <http://perforacionytronadura.blogspot.com/2011/09/sarta-de-perforacion.html> el 30/03/13

En este orden de ideas, para realizar el Trabajo Especial de Grado, se requiere hacer un estudio de mercado sobre las barrenas de perforación petrolera, un estudio técnico que permita establecer los requerimientos de materiales y equipos, distribución de espacios, recursos necesarios entre otros y finalmente un estudio financiero con el que se determine si es factible o no que la empresa Geo Technology LA., lleve a cabo la manufactura de la broca en el país.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Realizar una evaluación técnico-económica de alternativas para el rediseño y manufactura de una barrena de perforación, bajo un enfoque que integre la ingeniería de diseño y de manufactura, para una empresa del sector petrolero.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar los procesos operacionales y productivos para la manufactura de las barrenas de perforación.
- Caracterizar el mercado nacional de barrenas de perforación.
- Establecer las especificaciones y características técnicas de las barrenas de perforación.
- Analizar las alternativas de producción de las barrenas de perforación, considerando los aspectos operativos, productivos, de mercado, técnicos y de manufactura.
- Seleccionar el tipo de barrena acorde con el análisis de las distintas alternativas de producción.
- Determinar los aspectos de producción, insumos y materia prima para la comercialización del tipo de barrena seleccionada.
- Establecer los equipos, requerimientos de espacio, instalaciones, recursos de personal y de servicios para la producción del tipo de barrena seleccionada.
- Estimar el precio de venta y la cantidad a producir del tipo de barrena seleccionada.

- Analizar económica y financieramente la factibilidad de manufacturar el tipo de barrena seleccionada.

1.4 Alcance

- La ejecución del proyecto no implica su implementación.
- El análisis financiero se proyectara a tres años.
- El estudio se enmarcará dentro del estado Miranda, debido a que esta es la zona en la que opera la única empresa manufacturera de barrenas de perforación que facilitará la información para el desarrollo del presente estudio.

1.5 Limitaciones

- La información requerida estará limitada por los resultados obtenidos de los potenciales consumidores y por la competencia, de los cuales por motivos de confidencialidad no se colocarán los nombres reales de los mismos.
- No existe documentación de los procesos involucrados en el presente estudio.
- Este proyecto se enmarcará dentro de las políticas de confidencialidad de la empresa Geo Technology LA, C.A.

CAPÍTULO II.-MARCO REFERENCIAL

En el presente capítulo se describen y detallan las bases teóricas que fundamentan el estudio, facilitando al lector la comprensión de términos y conceptos descritos en el trabajo de investigación. Cabe destacar que los puntos 1, 2 y 3 que se describen a continuación fueron extraídos textualmente de las definiciones de Guerrero J, (s/f) Barrenas e Hidráulica (citado por González A, Jara M, Ramírez L, Malavé K).

2.1 Conceptos del Estudio de Mercado

2.1.1 *Estudio de mercado*

Se refiere a una serie de actividades que se llevan a cabo para tomar decisiones sobre la mejor manera de comercializar un producto o servicio. Para tomar estas decisiones se debe llevar a cabo un análisis de la demanda, la oferta, el precio en el mercado y los aspectos de comercialización, de manera de poder estimar el comportamiento de los ingresos en el futuro.

2.1.2 *Estructura del mercado*

Determina los factores externos e internos que afecten el sistema mercadotécnico como; la demografía, factores socioculturales, condiciones económicas, factores político, legales, tecnología, competencia.

2.1.3 *Demanda*

Se define como la cantidad de bienes o servicios que se comercializan para satisfacer las necesidades del mercado. Esta dependerá de una serie de factores como el precio, la necesidad del producto, la penetración alcanzada por publicidades, el poder adquisitivo del mercado, etc.

2.1.4 *Oferta*

Es la cantidad de bienes o servicios que los oferentes tienen disponibles en el mercado. Es fundamental conocer la cantidad de competidores, su ubicación, capacidad, su producto en cuanto a precio, calidad, etc.

2.2 Conceptos básicos del Estudio Técnico

2.2.1 Estudio técnico

Se refiere a determinar todas las características técnicas del proyecto, como localización de la planta, magnitud del proyecto, proceso productivo, distribución física de la planta, requerimientos de materia prima, organización operativa, etc.

2.2.2 Proceso productivo

Engloba toda la metodología de operación de equipos y organización del personal necesaria para transformar los insumos en el producto final.

2.2.3 Distribución física de la planta

Es el análisis que estudia la distribución física de las instalaciones, maquinarias y equipos que participan en el proceso productivo. Para llevar a cabo este análisis se utilizan ciertas herramientas para la optimización de distancias y el cálculo espacios de manera que los puestos de trabajo trabajen de forma adecuada y eficiente

2.3 Conceptos básicos del Estudio Económico-Financiero.

2.3. 1 Estudio Financiero

“Comprende la inversión, proyección de los ingresos y gastos y las formas de financiamiento del proyecto. Este estudio demuestra si es posible llevar a cabo el proyecto con los recursos disponibles. Para llevar a cabo este estudio se utiliza la información ya obtenida del Estudio de Mercado y el Estudio Técnico y los resultados obtenidos se deben comparar con los del Estudio Económico para tomar una decisión³”.

2.3. 2 Valor Presente Neto (VPN)

“Es el resultado de comparar el valor presente de los ingresos con el valor presente de los egresos. En caso de que el VPN sea igual a cero quiere decir que el proyecto no

³ Guía para la presentación de Proyectos (2006). Vigésimo séptima edición. Siglo veintiuno editores. México

presenta una ganancia, si éste es menor que cero quiere decir que hay una pérdida bajo cierta tasa de interés y de ser mayor que cero quiere decir que hay ganancia⁴”.

2.3. 3 Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

“Es un índice de rentabilidad muy utilizado. Está definida como la tasa de interés que hace el valor presente, futuro o anual de una serie de ingresos y egresos cero. “En términos económicos la tasa interna de rendimiento representa el porcentaje o la tasa de interés que se gana sobre el saldo no recuperado de una inversión.⁵”

2.3. 4 Capital de trabajo

“Existen dos conceptos básicos en el capital de trabajo: el capital de trabajo neto, que representa la diferencia entre el activo circulante y el pasivo circulante y el capital de trabajo bruto, que representa la inversión de las empresas en activo circulante⁶”.

2.4 Conceptos básicos del producto

2.4.1 Brocas

Es la herramienta de corte localizada en el extremo inferior de la sarta de perforación y se utiliza para triturar y/o cortar las formaciones del subsuelo durante el proceso de perforación.

2.4.2 Principios

Durante la perforación, las brocas funcionan bajo un principio esencial: vencer los esfuerzos de corte y de compresión de la roca. Para cumplir este propósito los dientes de la broca, en el caso de la Tricónica, deben incrustarse en la formación y posteriormente cortarla cuando se desplaza dentro de la misma. En el tipo PDC el proceso se cumple mediante el cizallamiento generado por los cortadores de la broca que vencen la resistencia de la formación. Por esta razón se distinguen dos tipos fundamentales de brocas: de dientes y de arrastre. El trabajo de la broca dependerá del tipo y características de la roca que se desea cortar, principalmente en función de la dureza, factor que resulta importante para clasificar las brocas.

⁴ Mesa, J. (2008). Matemáticas Financieras aplicadas. Tercera edición. ECOE Ediciones. Bogotá.

⁵ Coss Bu, R. (2005). Análisis y evaluación de proyectos de inversión. Segunda edición. Limusa. México.

⁶ Van Horne, J & Wachowicz, J. (2002). Fundamentos de la administración financiera. Pearson. México.

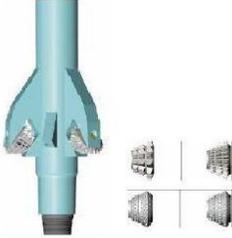
2.4.3 Tipos

Los tipos de broca más utilizados para la perforación de pozos petroleros en nuestro país, se clasifican como tricónicas y brocas con compactos de diamantes policristalinos (PDC).

No obstante existen más tipos los cuales se describen a continuación:

Tabla 1.- Descripción de los tipos de barrenas en el mercado.

| Tipos | Descripción | Imagen |
|---|---|--|
| <p>Barrenas Tricónicas</p> | <p>Actualmente las barrenas tricónicas sólo son usadas en las primeras etapas de la perforación.</p> |  |
| <p>Barrenas Diamante Natural</p> | <p>Las barrenas de diamante natural tienen un cuerpo fijo cuyo material puede ser de matriz o de acero. Su tipo de corte es de diamante natural (el diamante es el material más duro hasta ahora conocido) incrustado en el cuerpo de la barrena. El uso de estas barrenas es limitado en la actualidad, salvo en casos especiales para perforar formaciones muy duras y abrasivas</p> |  |
| <p>Barrenas de compacto de Diamante Policristalino (PDC)</p> | <p>Las barrenas PDC pertenecen al conjunto de barrenas de diamante con cuerpo sólido y cortadores fijos. Su diseño de cortadores está hecho con diamante sintético en forma de pastillas (compacto de diamante), montadas en el cuerpo de los cortadores de la barrena, pero a diferencia de las barrenas de diamante natural y las STP, su diseño hidráulico se realiza con sistema de toberas para lodo, al igual que las barrenas tricónicas. Este tipo de barrenas es la más utilizada en la actualidad para la perforación de pozos petroleros</p> |  <p style="text-align: center;">Figura Componentes de una barrena PDC</p> |

| Tipos | Descripción | Imagen |
|---|--|--|
| Barrenas Térmicamente Estables (TSP) | Las barrenas térmicamente estable (TSP). Son usadas para perforar rocas duras, por ejemplo caliza dura, basalto y arenas finas duras, entre otras. |  |
| Barrenas Especiales | Las barrenas especiales pueden ser de dos tipos: ampliadoras o bicéntricas y se utilizan para operaciones tales como: la ampliación del diámetro del agujero, ya sea desde la boca del pozo (superficial) o desde una profundidad determinada. | <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>STRWD</p> <p>Figura Barrena bicéntrica</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Figura Barrena ampliadora</p> </div> </div> |

2.4.4 Brocas PDC

Las brocas PDC pertenecen al conjunto de brocas de diamante con cuerpo sólido y cortadores fijos, que utilizan diamantes sintéticos. Los cortadores se diseñan y fabrican en forma de pastillas (compactas de diamante), montadas en el cuerpo de los cortadores de la broca, pero a diferencia de las de diamante natural su diseño hidráulico se realiza con sistema de toberas para lodo, al igual que las brocas tricónicas.

Por su diseño hidráulico y el de sus cortadores en forma de pastillas tipo moneda, actualmente este tipo de broca es la más usada para la perforación de pozos petroleros. También presenta ventajas económicas por ser reutilizables. Una desventaja son los problemas de acuñaamiento en formaciones poco consolidadas y en pozos en donde se debe repasar el agujero debido a constantes derrumbes de la formación, situación que contribuye a que sean atrapadas más fácilmente que una tricónica.

2.4.5 Componentes de la Broca con Cortadores PDC

La estructura de una broca de diamante se compone de tres partes: la estructura de corte, el cuerpo (también denominado corona) y la espiga (shank). Todas las brocas de diamante

poseen esencialmente los mismos componentes pero distintos elementos de corte y sistemas hidráulicos.

La estructura de corte de una broca PDC está constituida por diamantes sintéticos. El tipo de elemento de corte depende de la formación en la que se trabajará.

- Cortadores PDC: Un cortador PDC consiste de una serie de diamantes sintéticos unidos a una base de carburo de tungsteno. Los cortadores PDC se sueldan a la broca después de haberse unido al cuerpo y su principal objetivo es obtener un cortador de mayor duración y más resistente al desgaste.
- Cuerpo de una Broca con Cortadores PDC: Puede estar fabricado de acero o de carburo de tungsteno.
- Cuerpo de Carburo de Tungsteno: Consiste de una matriz hecha a partir de carburo de tungsteno en polvo, con una aleación de níquel-cobre que actúa como aglutinante. La matriz protege y soporta los cortadores y define la dirección en que circulan los fluidos (incluyendo los conductos interiores) y las áreas de los canales de limpieza.
- Cuerpo de Acero: El material es un acero de alta aleación, que provee buena resistencia y elasticidad.. Dado que el acero ofrece resistencia a la abrasión y a la erosión mucho menor que la matriz de carburo de tungsteno, es necesario aplicar material duro (hardfacing) en zonas críticas del cuerpo, con el fin de prolongar su vida útil.
- Espiga (Shank): Es la que vincula la broca con la sarta de perforación que se fabrica con acero de alto porcentaje de aleación tratado térmicamente.

2.4.6 El Código IADC para Brocas PDC

La IADC⁷ desarrolló un sistema de codificación para la identificación de barrenas de cortadores fijos que incluye a todos los tipos: diamante natural, compactos de diamante policristalino (PDC) o de diamante térmicamente estable (TSP). Este código consiste en cuatro caracteres (una letra y tres números) que describen siete características básicas: tipo de cortadores, material del cuerpo de la barrena, perfil del cuerpo de la barrena,

⁷ IADC: International Association of Drilling Contractors

diseño hidráulico para el fluido de perforación, distribución del flujo, tamaño de los cortadores, densidad de los cortadores.

Tabla 2.- Código IADC para Brocas PDC

| 1er CARÁCTER | | 2do CARÁCTER | | | 3ro CARÁCTER | | | 4to CARÁCTER | | | | | | |
|-------------------|---------------------|-------------------|----------------------------------|-------|----------------------------|---|--------------|---------------------------------|---------------|----------------|---------|-------|------|---|
| TIPOS DE CORTADOR | MATERIAL DEL CUERPO | PERFIL DEL CUERPO | | | DISEÑO HIDRAULICO | | | TAMAÑO Y DENSIDAD DE CORTADORES | | | | | | |
| | | ALTURA DEL FLANCO | ALTURA DEL CONO | | DISTRIBUCION DE CORTADORES | TIPOS DE ORIFICIO | | TAMAÑO | DENSIDAD | | | | | |
| | | | ALTA | MEDIA | | BAJA | TOBERA | | ORIFICIO FIJO | SALIDA ABIERTA | ALTA | MEDIA | BAJA | |
| D | DIAMANTE NATURAL | MATRIZ | ALTO | 1 | 2 | 3 | EN ALERTAS | 1 | 2 | 3 | GRANDE | 1 | 2 | 3 |
| M | PDC | MATRIZ | MEDIA | 4 | 5 | 6 | EN COSTILLAS | 4 | 5 | 6 | MEDIANO | 4 | 5 | 6 |
| S | PDC | ACERO | BAJA | 7 | 8 | 9 | NO AGRUPADOS | 7 | 8 | 9 | PEQUEÑO | 7 | 8 | 9 |
| T | TSP | MATRIZ | O = DE DOBLE CENTRO O ASIMETRICO | | | R = FLUJO RADIAL X=FLUJO CRUZADO O=OTRO | | | O= IMPREGNADO | | | | | |

Fuente: González A, Jara M, Ramírez L, Malavé K

2.4.7 Aplicación de las Brocas PDC

La dureza extrema y la alta conductividad térmica dan al diamante alta resistencia para perforar en formaciones duras a semiduras, y en algunos casos formaciones suaves.

2.4.8 Descripción de los mecanismos de Perforación

El cortador PDC fractura la roca por corte. Durante esta acción la dirección de la carga y la fractura resultante son aproximadamente paralelas. A medida que el cortador penetra en la formación, la punta de este corta y remueve el material en forma de capas.

2.5 Reseña Histórica de la Estructura de Mercado.

La primera compañía productora de petróleo en Venezuela fue Royal Dutch/Shell, perteneciente a un grupo de holandeses e ingleses que llegaron en 1914 y explotaron el primer pozo comercial en la costa oriental del Lago de Maracaibo. Después, en 1922 comenzaron a llegar compañías norteamericanas. Luego en 1978 se estableció la primera compañía petrolera venezolana conocida como La Petrolia, ubicada en el estado Táchira. Después de 1974, inició la nacionalización del petróleo tal y como Brossard (1994) afirma cuando: Venezuela tuvo el capital necesario para responder al poder de las compañías norteamericanas si trataban de oponerse a cualquier nueva regulación o propuesta fiscal, amenazando con no invertir o reducir la producción. El presidente Carlos Andrés Pérez firmó la ley de nacionalización de la industria petrolera en Venezuela, el 21 de agosto de 1975. (p. 158).

Seguido de la nacionalización del petróleo se observaron gran cantidad de compañías petroleras que se reestructuraban o unían con otras compañías disminuyendo así progresivamente hasta que en 1986 solo quedaban CORPOVEN, LAGOVEN Y MARAVEN.

Actualmente debido a las nuevas políticas para la explotación del petróleo la única compañía que produce petróleo en Venezuela y por lo tanto la única compradora de brocas perforadoras en todo el territorio nacional es PDVSA y algunas compañías mixtas de las cuales PDVSA también forman parte.

2.6 Gráficas del Marco Referencial.

En el ANEXO I – HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS, pg. 125, se encuentra un diagrama que relacionan los objetivos específicos del estudio, con la estructura del TEG, detallando la información requerida, las fuentes de información consultadas y las herramientas utilizadas, así como una tabla que resume las herramientas gráficas utilizadas en el estudio.

CAPÍTULO III.-MARCO METODOLÓGICO

En el presente capítulo se describe la metodología empleada para dar cumplimiento a los objetivos establecidos durante la realización del Trabajo Especial de Grado. Aunado a esto se detallan las herramientas, instrumentos y/o técnicas utilizadas para levantar y analizar todos los datos necesarios, especificando además la estructura del trabajo realizado, así como el enfoque y tipo de investigación.

Por tal motivo, se busca orientar al lector acerca de cómo fue realizado el estudio y cuál fue el método utilizado, lo que permitirá la evaluación del cumplimiento de los objetivos de la investigación y le facilitará al lector la comprensión de la misma.

3.1 Tipo y diseño de la investigación

La presente investigación se encuentra englobada en el tipo de investigación “proyecto factible”, la cual consiste en la solución a un problema expuesto por la empresa Geo Technology LA C.A., haciendo uso de herramientas técnicas y económicas para sustentar la factibilidad del proyecto propuesto.

Según el Manual de Trabajos de Grado de Especialización, Maestrías y Tesis Doctorales de la UPEL (2006), el Proyecto Factible:

El Proyecto Factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El Proyecto debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades. (p. 13).

El diseño de la presente investigación, como afirma Hernández, Fernández & Baptista. (1996): “El diseño señala al investigador lo que debe hacer para alcanzar sus objetivos de estudio (...)” (p.108). En consecuencia a fin de dar cumplimiento a los objetivos de la investigación es necesario saber dónde y cuándo se recopila la información tal y como lo plantea Hurtado (2002). Si se hace referencia al “dónde” del diseño de la investigación, el cual alude a las fuentes, se puede decir que el diseño es documental; dado que la información se recopila de documentos o restos. En relación al “cuando” del diseño, que alude a la perspectiva de tiempo, se plantea a la investigación como contemporánea

transeccional dado que el propósito es obtener información de un evento actual el cual es estudiado en un único momento de tiempo.

3.2 Enfoque de la investigación

En cuanto al enfoque de la investigación, existen dos enfoques principales el enfoque cualitativo y el enfoque cuantitativo. “El enfoque cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación; confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento de una población” (Hernández, Fernández y Baptista, 2003, p.5). Por otra parte Hernández et al. (2003) establecen que el enfoque cualitativo “con frecuencia se basa en métodos de recolección de datos sin medición numérica, como las descripciones y las observaciones” (p.5).

De acuerdo a lo expuesto anteriormente por se puede decir que el presente Trabajo Especial de Grado se enmarca bajo un enfoque cuantitativo.

3.3 Estructura metodológica general de la formulación y evaluación de proyectos

En este punto se procede a detallar los pasos a seguir correspondiente a los métodos para llevar a cabo un estudio de mercado, un estudio técnico y un estudio económico financiero para la formulación del proyecto requerido por empresa Geo Technology.LA C.A.

A continuación en la Fig. 2 se muestra la metodología a utilizar para la formulación de proyectos

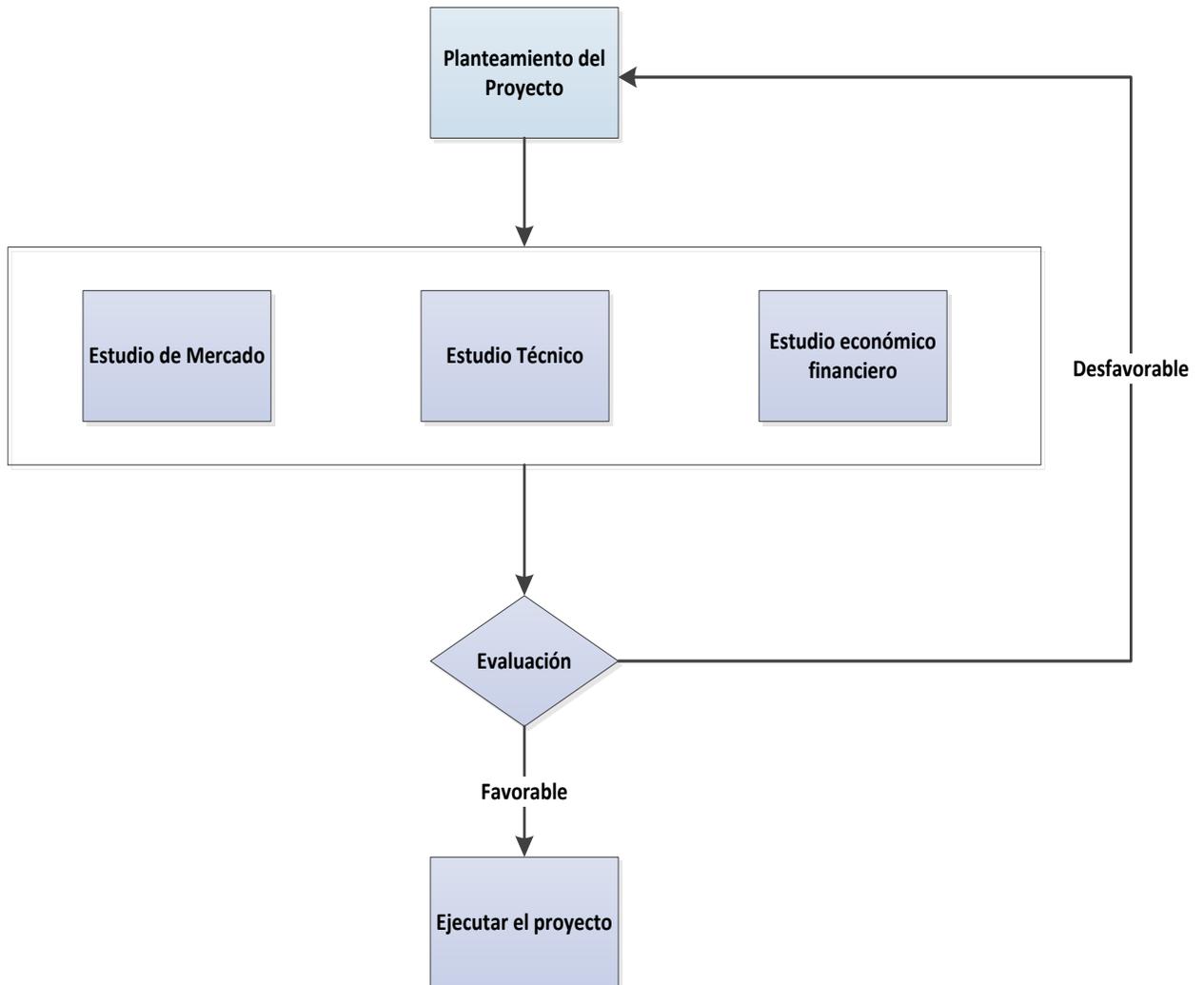


Fig. 2. Estructura de la metodología general de la evaluación y formulación de proyectos

Fuente: Principios esenciales para realizar proyectos. Palacios (1998)

Elaboración: Autores (2013)

3.3.1 Estructura del estudio de mercado

A continuación se muestra en la Fig. 3 se muestra las fases a seguir para la realización del estudio de mercado

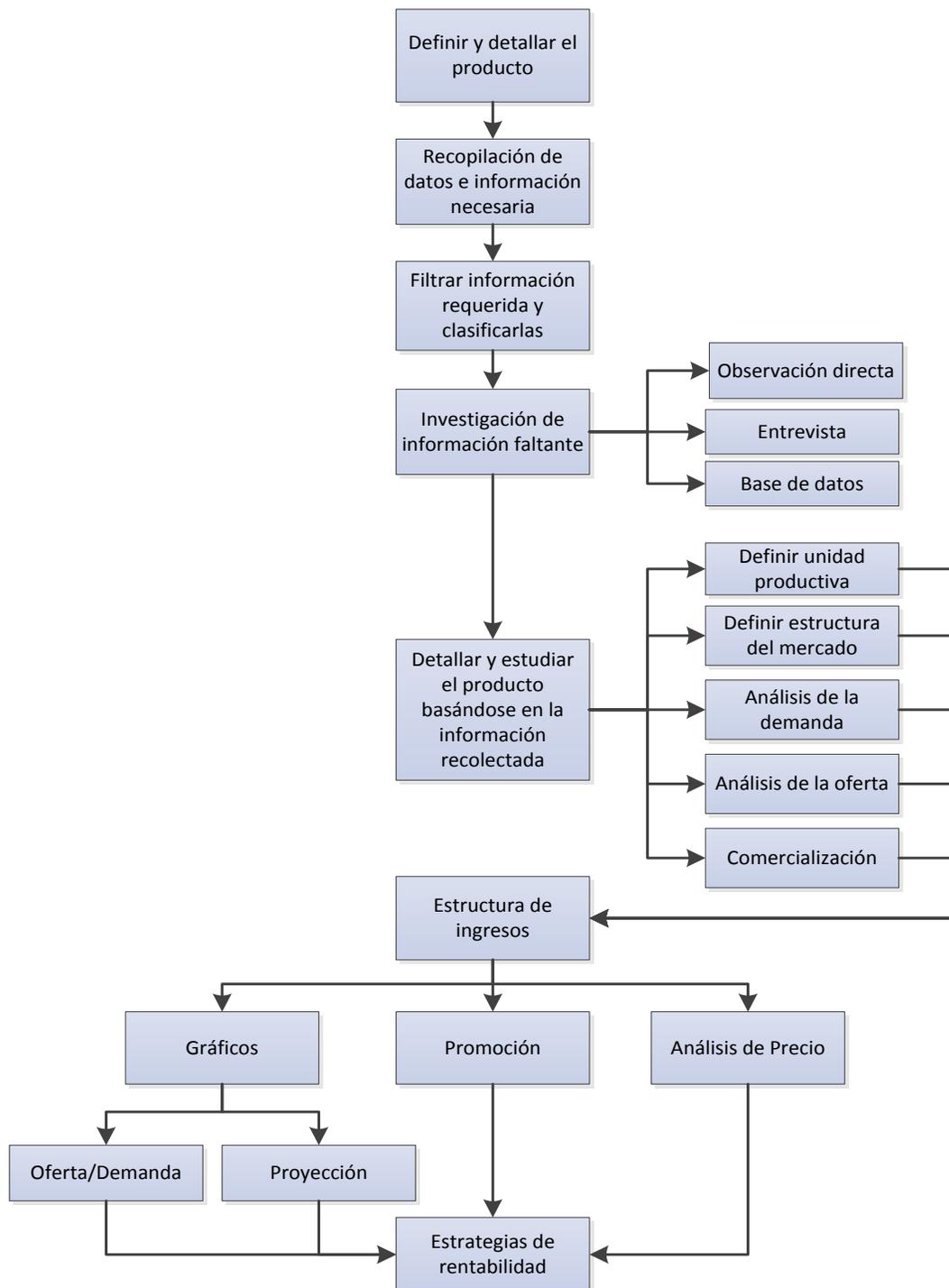


Fig. 3. Estructura Metodológica del Estudio de Mercado
Fuente: Principios esenciales para realizar proyectos. Palacios (1998)
Elaboración: Autores (2013)

3.3.2 Estructura del estudio técnico

A continuación se muestra en la Fig. 4 se muestra las fases a seguir para la realización del estudio de mercado.

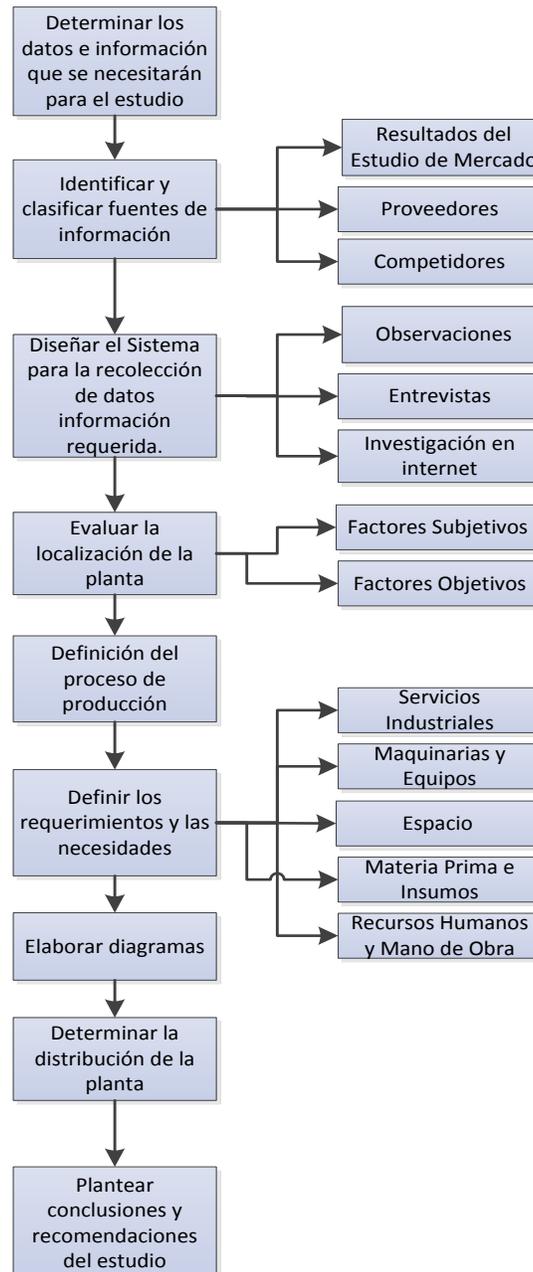


Fig. 4. Estructura Metodológica del Estudio Técnico
Fuente: Principios esenciales para realizar proyectos. Palacios (1998)
Elaboración: Autores (2013)

3.3.3 Estructura del estudio Económico-Financiero

A continuación se muestra, en la Fig. 5, la estructura metodológica por fases para llevar el estudio económico-financiero así como las herramientas necesarias para la elaboración del mismo.

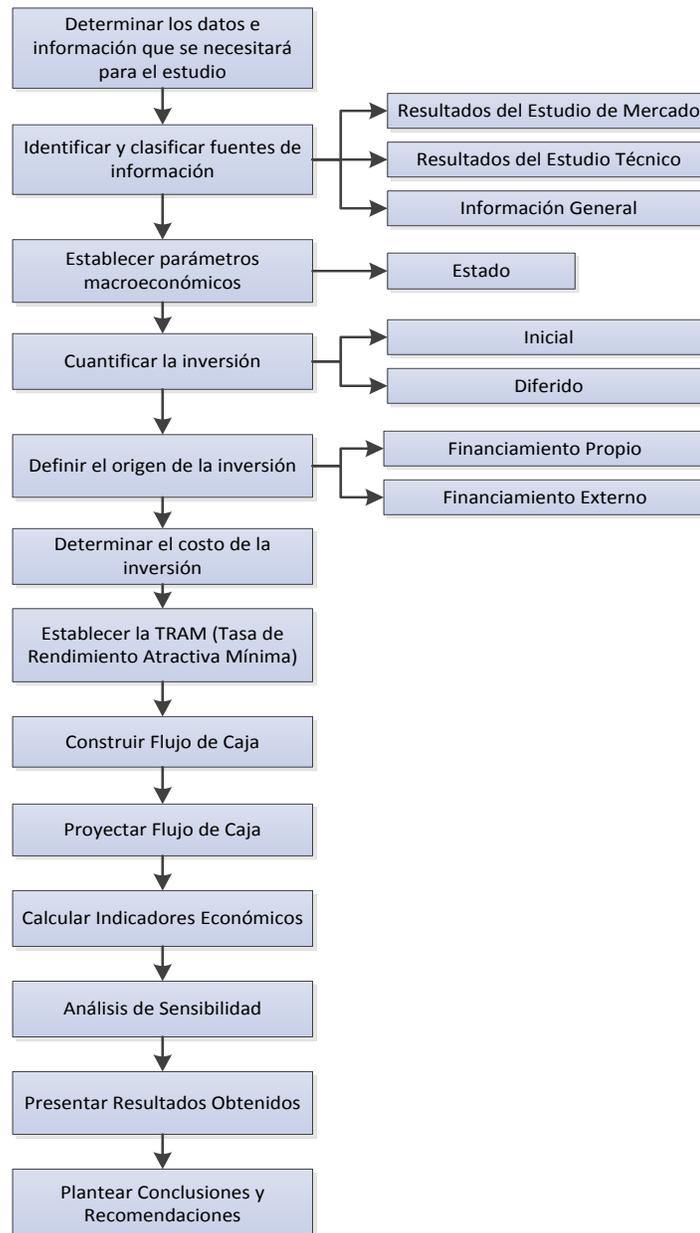


Fig. 5 Estructura Metodológica del Estudio Económico Financiero

Fuente: Principios esenciales para realizar proyectos. Palacios (1998)

Elaboración: Autores (2013)

3.4 Técnicas y Herramientas empleadas para la recolección de datos

Con el fin de recabar la totalidad de la información necesaria para el desarrollo del presente Trabajo Especial de Grado es necesario seleccionar las técnicas y herramientas adecuadas.

Hurtado de Barrera, J (1.998) establece que las técnicas de recolección de datos: “Comprenden procedimientos y actividades que le permiten al investigador obtener la información necesaria para dar respuestas a su pregunta de investigación.” (p.409). Por otra parte también se define como “el procedimiento, instrumento o herramienta que utiliza el investigador para registrar y organizar posteriormente la información” (Perez, 2002, pg.67).

La recolección de datos del TEG se realizó a través de la revisión documental de fuentes primarias tomadas directamente de la realidad de la empresa Geo Technology LA C.A y secundarias constituidas por el cliente, PDVSA, así como otra empresa productora de barrenas en el país.

A continuación, en la Tabla 2, se muestran las distintas fuentes que fueron consultadas y las herramientas requeridas para recabar la información del mercado.

Tabla 3.- Fuentes de Información Analizadas en el estudio de mercado⁸

| Tipo de Fuente | Fuente de Información Analizada | Descripción de la Fuente Analizada | Herramientas utilizadas para la obtención de información |
|-----------------------|--|---|---|
| Primaria | Geo Technology LA, C.A. | Compradores de barrenas de PDVSA | Entrevistas, revisión de base de datos. |
| Secundaria | PDVSA | Departamento de Perforación. | Entrevistas personales (individuales) |
| | BARIVEN | Compradores de Barrenas | Entrevistas personales (individuales) |
| | Corporación Tecnodrill C.A. | Productores y Distribuidores barrenas. | Entrevistas personales (individuales) |

⁸ La información obtenida por las fuentes secundarias es escasa ya que o bien no existía o no era compartida debido a la confidencialidad de la empresa.

La entrevista según Balestrini, M. (2006) se define como el “proceso de comunicación verbal recíproca, con el fin último de recoger informaciones a partir de una finalidad previamente establecida”. Las entrevistas a utilizar serán las, no estructuradas, que no siguen ningún esquema o regla específico en las conversaciones, con la finalidad de mantener una conversación fluida y natural sin crear presiones.

En este orden de ideas, este instrumento es utilizado con el objeto de entender mejor los procesos y procedimientos llevados a cabo en el proceso de manufactura y posterior comercialización de barrenas perforadoras de petróleo así como la obtención de datos requerida para cumplir con los objetivos del presente estudio.

Por lo descrito anteriormente, se realizaron entrevistas a empresas del sector de la importación, producción, y comercialización de barrenas de perforación las cuales fueron de suma importancia ya que logran dar un enfoque holístico sobre el comportamiento del producto dentro del mercado y permiten de igual forma inferir sobre la demanda, la oferta, los precios del producto y su publicidad.

3.4.1 Observación directa

Definida por Hernández et al, (2003) como el “proceso que consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos o conductas en las que el observador contempla e interactúa con los sujetos observados” (p.428).

Se puede considerar la observación directa como participante o no participante, en el caso del Trabajo Especial de Grado se empleó la observación directa participante ya que el observador interactuaba con los sujetos observados.

Mediante el uso de ésta herramienta se busca identificar la situación actual, conocer de manera más profunda los procesos de manufactura, producción y comercialización involucrados.

3.4.2 Base de datos

Para el desarrollo del presente Trabajo Especial de Grado es necesario el manejo de la Base de Datos proporcionada por la empresa Geo Technology L.A, C.A. que contiene

toda la información relacionada a la compra, venta y características de las barrenas perforadoras de petróleo licitadas a PDVSA en un período de tiempo determinado.

Aunado a esto se requiere acceso a otras Bases de Datos bien sea internas o externas a la organización; siempre y cuando dichos datos se encuentren relacionados con el presente estudio, por ello es valiosa la colaboración de otras personas conocedoras del tema en estudio que no pertenecen a la organización.

3.5 Análisis de datos

En el trabajo de investigación se dispone de datos cualitativos referentes a la empresa y el mercado, los cuales permiten diagnosticar y comprender la situación actual de la manufactura, producción y comercialización de barrenas dentro del mercado nacional. Adicionalmente se dispone de datos cuantitativos los cuales deben ser organizados, clasificados y estudiados estadísticamente haciendo uso de un software computacional que maneje Hojas de Datos, tal como Microsoft Excel 2010, a fin de construir la estadística descriptiva del presente estudio.

3.6 Fases de la investigación

Las fases contempladas para la elaboración del Trabajo Especial de Grado son las mencionadas a continuación:



Fig. 6 Esquema de las Fases del Trabajo Especial de Grado
Fuente: Autores (2013)

CAPÍTULO IV.-ESTUDIO DE MERCADO

El presente capítulo comprende toda la información relacionada al estudio de mercado de las barrenas de perforación del tipo PDC, dentro del mismo se define el producto, identifican las características de la demanda, de la oferta, estrategias de precio y comercialización, características fundamentales del mercado potencial, la segmentación actual del mercado, el comportamiento de los consumidores que conforman el mercado objetivo así como posibles cambios que ocurren dentro del medio competitivo.

4.1 Definición del producto

Según la cantidad de tiempo que puede almacenarse se considera un producto no perecedero o duradero, ya que mantiene su valor por un período considerable de tiempo, según la forma como se produce se considera el producto como uno cuyo consumo es planificado, ya que pasa por un proceso arduo de comparación de alternativas y presupuesto. Por otra parte según la importancia que tiene su precio en la decisión de compra de los consumidores se considera como un artículo de consumo básico para la perforación petrolera y en cuanto a su naturaleza se clasifica como un producto de necesidad obligada.

La empresa Geo Technology LA. C.A., se encargará de su producción y comercialización contando con equipos y maquinaria de alta tecnología que permitirán ofrecer al mercado petrolero del país un producto de buena calidad y precio más económico que el importado.

Es un producto que ofrece grandes beneficios para el sector petrolero ya que al ser de las barrenas más utilizadas en las actividades de perforación petrolera y encontrarse a un menor precio que las importadas, se convierte en un producto más competitivo dentro del mercado.

4.1.1 Tipo de barrena a fabricar

Las brocas perforadoras más comunes y por lo tanto más utilizadas en Venezuela se pueden clasificar en brocas tricónicas (TC) y policristalino de diamante (PDC).

Tomando como base el Trabajo de Pasantía de Carrillo, Chiaravallo (2013) en el que se realizó un estudio de caracterización de las barrenas solicitadas por PDVSA, que cumplieran con las características de mayor demanda, mejor rendimiento y mayor ganancia, y solicitando la opinión de expertos así como de otro productor de barrenas en el país se elaboró la Tabla 4 en la que se resume la información recabada para la toma de decisión final sobre la barrena a producir. Dicha tabla se puede observar a continuación:

Tabla 4.- Tabla Resumen resultado de Pasantía Carrillo, Chiaravallo (2013)

| Diámetro (pulgadas) | IADC | Total | Tipo Broca | Tipo de Espiral | Nº Aletas | Tipo de Cono | Demanda | Costo Unitario (\$ USD) | Ganancia (\$ USD) |
|---------------------|------|-------|------------|-----------------|-----------|--------------------------|---------|-------------------------|-------------------|
| 8 1/2 | M422 | 39 | PDC | Medio | 8 | Cono Corto Profundo | 23 | 21.437,00 | 3.215,00 |
| | S422 | 27 | PDC | Alto | 6 | Cono Corto Profundo | 7 | 24.348,00 | 3.652,00 |
| | | | | Alto | 8 | Cono Medio Profundo | 6 | 26.087,00 | 3.913,00 |
| | 115 | 2 | TC | - | - | - | 2 | 8.770,00 | 1.315,00 |
| 12 1/4 | M422 | 38 | PDC | Medio | 6 | Cono Corto Profundo | 6 | 38.261,00 | 5.739,00 |
| | S422 | 62 | PDC | Alto | 6 | Cono Corto Profundo | 18 | 36.522,00 | 5.478,00 |
| | 115 | 1 | TC | - | - | - | 1 | 15.901,00 | 2.385,00 |
| 17 1/2 | M422 | 15 | PDC | Medio | 8 | Cono Corto Profundo | 5 | 64.348,00 | 9.652,00 |
| | S422 | 24 | PDC | Alto | 6 | Cono Corto Profundo | 3 | 53.914,00 | 8.086,00 |
| | | | | Medio | 6 | Cono Medio Poco Profundo | 3 | 59.131,00 | 8.869,00 |
| | 115 | 9 | TC | - | - | - | 9 | 21.429,00 | 2.795,00 |

Fuente: Geo Technology L.A., C.A. Año 2013

Elaboración: Autores (2013)

Por las razones anteriormente expuestas, se tomó como decisión que se pueden producir la broca 8 ½ pulgadas, de cuerpo de carburo de tungsteno, debido a que es la broca más demandada por PDVSA y por consiguiente la más vendida por la empresa. Por

otra parte la broca 12 ¼ pulgadas de cuerpo de carburo de tungsteno ya que es la barrena que tiene el mejor rendimiento en los pozos de perforación, resultado de rendimiento que no aparece en la tabla resumen anterior pero que fue calculado para el Trabajo de Pasantía de Carrillo, Chiaravallo (2013). Finalmente también se puede producir la barrena del tipo PDC de 17 ½ pulgadas de carburo de tungsteno ya que a pesar de no arrojar los mejores resultados en rendimiento y de las menos vendidas, es la barrena que genera el mayor margen de ganancia para la empresa.

No obstante, a pesar que las tres barrenas mencionadas con anterioridad se pueden producir sin mucha dificultad gracias a que requieren de los mismos insumos y materiales y se manufacturan con el mismo procedimiento y equipos, se tomará en un principio como los productos principales y únicos a las barrenas del tipo PDC de 8 ½ y 17 ½ pulgadas de cuerpo sólido de carburo de tungsteno y cortadores de diamantes sintéticos, código IADC M422. Cabe destacar que ambos tipos de barrena representan los límites de mayor ganancia y mayor cantidad de unidades vendidas para la empresa, por consiguiente la manufactura de las demás en términos de venta y ganancia se encontrarán dentro de estos límites pudiéndose fabricar en determinado momento, siempre y cuando sea el molde lo único que cambie.

En la siguiente tabla, Tabla 5, se describen las características de los tipos de barrena a producir:

Tabla 5.- Características de las barrenas a producir

| Tipo | Pulgadas | IADC | Material | Tipo Espiral | Nº Aletas | Nº Cortadores | Tipo Cono | Peso (kg) |
|------|----------|------|--------------------------------|--------------|-----------|---------------|----------------|-----------|
| PDC | 8 ½ | M422 | Cuerpo: Carburo de Tungsteno. | Medio | 8 | 96 | Corto Profundo | 350,5 |
| | 17 ½ | | Cortadores: Diamante Sintético | | | 240 | | 896,9 |

Elaboración: Autores (2013)

4.4 Estructura del mercado

Debido a las políticas para la explotación petrolera en Venezuela, el proceso de perforación, explotación y comercialización petrolera es únicamente realizado por la empresa Petróleos de Venezuela S.A., el estudio de mercado se fundamenta exclusivamente en los compradores de PDVSA, ya que estos representan el 100% de los compradores de barrenas de perforación de la empresa Geo Technology LA. C.A.

La empresa de Petróleos de Venezuela S.A., limita el mercado de barrenas de perforación dado que es el único comprador de las mismas, una de esas limitaciones para productores es su capacidad adquisitiva. Para estimarla se tomó una serie de ventas realizadas para PDVSA, tal y como se puede observar en la Tabla 6, se encontró que el monto total destinado a la compra de barrenas en el país durante el período 2006 al 2012, de PDVSA, fue de casi trescientos millones de dólares.

Tabla 6.- Capacidad Adquisitiva de PDVSA destinada a la compra de barrenas de perforación a la empresa Geo Technology LA. C.A.

| Períodos | Nº Licitaciones | Monto Total (USD) |
|--------------|-----------------|-----------------------|
| 2006 - 2012 | 4 | 444.720,00 |
| | | 2.555.480,00 |
| | | 101.501.320,66 |
| | | 193.697.516,11 |
| TOTAL | | 298.199.036,77 |

Fuente: Geo Technology LA, C.A. Año 2013

Es necesario tomar en cuenta que Venezuela como país netamente explotador del petróleo, dado que el mismo es el recurso de exportación principal y por ende la mayor fuente de ingresos del país, aunado a que PDVSA es una empresa del Estado la misma contará con un gran apoyo económico para la obtención de herramientas, insumos y maquinarias para la mejor explotación de este recurso.

Aunado a esto se debe definir el hábito de consumo dentro del mercado, por lo que se puede decir que el mismo se encuentra estrechamente ligado a las condiciones geológicas de Venezuela. Esto se debe a que dichas condiciones comparten características similares en la mayoría de los pozos petroleros de las zonas de extracción del recurso, como lo es

el caso de los pozos de la zona Oriente, Occidente y Sur del país, en consecuencia el consumo de las barrenas de perforación se mantiene generalmente constante.

Con respecto a los factores de competencia dentro del mercado se considera un mercado de libre competencia con respecto a la oferta ya que son muchas las empresas que venden barrenas de perforación a PDVSA y con respecto a la demanda se encuentra en un mercado monopsonio ya que la única empresa que compra el producto es la empresa petrolera del Estado venezolano.

4.5 Análisis de la demanda

Se evaluó el comportamiento de la demanda dentro del mercado actual a fin de analizar si existe un mercado dispuesto a adquirir el producto.

4.5.1 Características de la demanda

Se puede describir el tipo de demanda como no saturada ya que la cantidad de unidades a producir no son suficientes para satisfacer toda la necesidad del comprador por lo que se puede decir que en este caso se efectúan distintas ofertas por distintos productores o empresas intermediarias para satisfacer toda la demanda del cliente.

Se obtuvo la siguiente información de las fuentes de información primaria, correspondiente al consumo estimado por PDVSA entre los años 2006 y 2012 para toda Venezuela, de la explotación de diversos yacimientos petroleros del país, en donde la empresa Geo Technology LA C.A ofertó y vendió tanto brocas PDC como tricónicas, siendo las mencionadas en la Tabla 4, como las referentes al objeto de estudio.

Tabla 7.- Datos Reales de Pozos Petroleros y mechas estimadas para los mismos. Solicitud de PDVSA para horizonte de tiempo del 2006 al 2012. Carpeta de Contratación 6600005864.

| N° POZOS | |
|------------------|-----------------------|
| AREA | 2006 |
| OCCIDENTE | 354 |
| ORIENTE | 132 |
| SUR | 12 |
| TOTAL | 498 |
| N° MECHAS | |
| AREA | 2006-2012 |
| OCCIDENTE | 556 |
| ORIENTE | 392 |
| SUR | 82 |
| TOTAL | 1.030 |
| N° MECHAS | |
| 2006-2012 | |
| OCCIDENTE | |
| PDC | 393 |
| TRICÓNICAS | 163 |
| SUB-TOTAL | 556 |
| ORIENTE | |
| PDC | 332 |
| TRICÓNICAS | 60 |
| SUB-TOTAL | 392 |
| SUR | |
| PDC | 53 |
| TRICÓNICAS | 29 |
| SUB-TOTAL | 82⁹ |

Extraído de: PDVSA

Fuente: Geo Technology L.A., C.A. Año 2013

Los datos expuestos anteriormente revelan que existe una alta necesidad en el mercado objetivo, mercado petrolero venezolano de barrenas de perforación. Actualmente se

⁹ Cifras sujetas la actividad operativa y entorno internacional

venden en su mayoría barrenas importadas por lo que para conocer la intención de compra de los consumidores, PDVSA, se utilizó la entrevista personal en donde al hablar con uno de los representantes del área de perforación de PDVSA, se identificó que efectivamente PDVSA compraría el producto, debido a que el mismo es producido en Venezuela y de esta forma incentivarían la producción nacional, siempre y cuando se le garantice un buen funcionamiento de las mismas para las actividades de perforación.

4.7 Variables que alteran la demanda

Es importante conocer las variaciones que sufre la demanda por la manera como las variables interactúan en el mercado. Entre las variables que alteran la demanda se encuentran el precio de venta, la capacidad adquisitiva del comprador, la situación política del país así como las políticas de estado y la cantidad de pozos petroleros para la perforación y explotación en el país. No obstante respecto a la cantidad de yacimientos petroleros del país a pesar de que se conocen en cantidad y ubicación, se desconoce la información relacionada a los planes de explotación de los mismos por parte de PDVSA, por ello esta variable no será estudiada, sin embargo se infiere que a medida que aumente la explotación de yacimientos la demanda aumenta y viceversa. Por otra parte, como es impredecible y aleatoria la situación política del país así como lo son las nuevas políticas de estado que se puedan implementar, y se sabe que la capacidad adquisitiva del comprador se ve ligada a la situación tanto política como económica del país por ser una empresa del Estado, entonces no se estudiarán estas variables como alteraciones de la demanda sino que se estudiará únicamente la relación existente entre la cantidad de productos vendidos por Geo Technology LA, C.A. y el precio fijado para su venta, para así calcular la elasticidad de la demanda. A continuación se pueden observar las gráficas para las brocas 8 ½ y 17 ½.

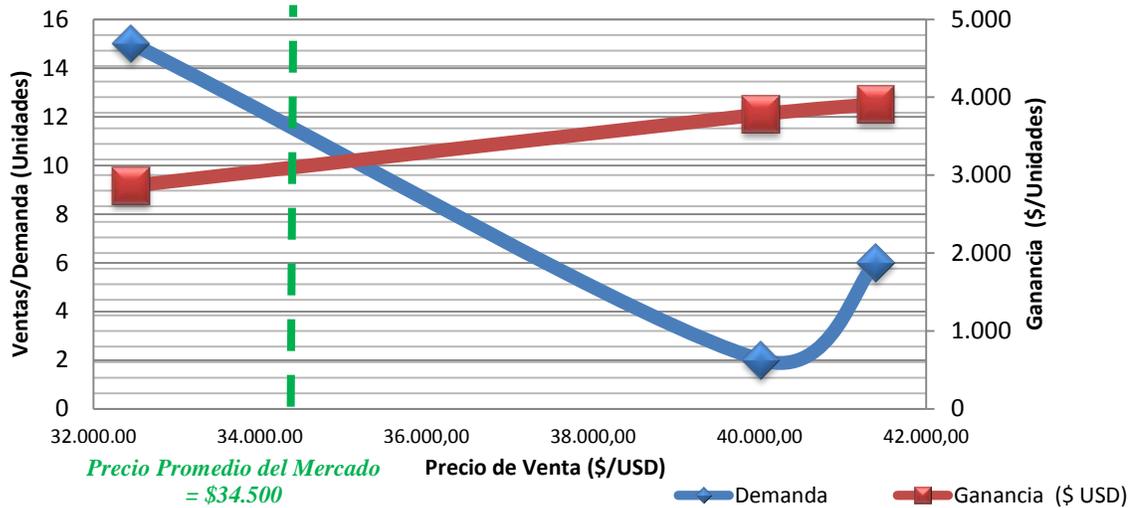


Fig. 7. Elasticidad entre Cantidad de Unidades vendidas y el precio de la broca 8 ½

Elaboración: Autores (2013)

Fuente: Geo Technology L.A. C.A. Año 2013.

En la Fig. 7, se puede observar que la demanda es elástica unitaria ya que a medida que la demanda va disminuyendo los precios van aumentando, no obstante se percibe un cambio brusco del comportamiento exhibiendo una demanda inversa en donde a pesar de que aumenta la demanda el precio de venta también aumenta y por lo tanto también repercute en la ganancia total. Esto se debe a que el momento en el tiempo que se realiza el análisis no es el mismo por lo que se infiere que ciertas variables de carácter político y económico pudieron influir en esta situación generando este cambio en el comportamiento de la demanda.

En el caso contrario se observa en la Fig. 8 un comportamiento de demanda inelástica pura para las brocas 17 ½, ya que la cantidad de unidades vendidas del producto no sufren ninguna modificación cuando se incrementa o disminuye el precio, por lo que se tiende a colocar el mayor precio posible al producto, situación que tiende a afectar al consumidor.

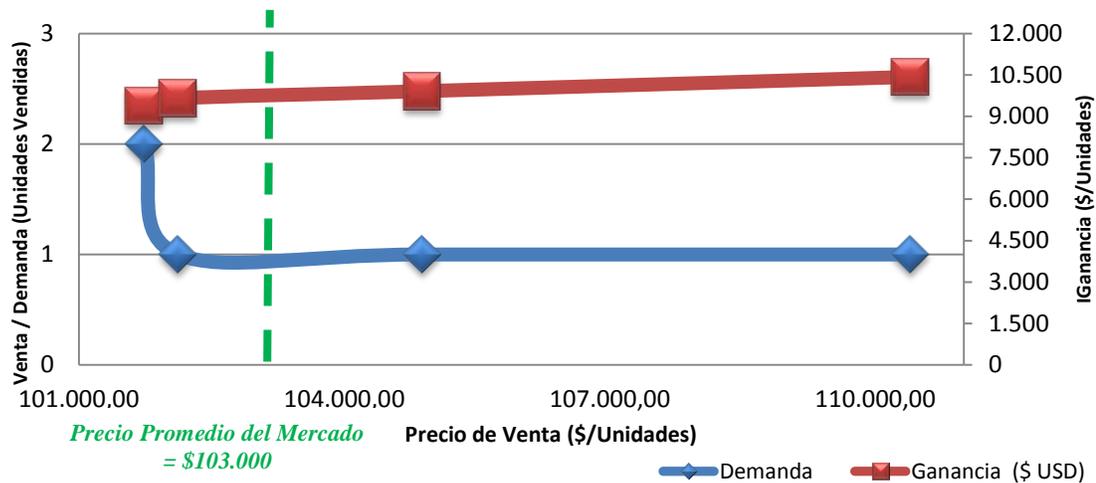


Fig. 8. Elasticidad entre Cantidad de Unidades vendidas y el precio de la broca 17 ½

Elaboración: Autores (2013)

Fuente: Geo Technology L.A. C.A. Año 2013.

Siguiendo este orden de ideas, se puede decir que el precio de venta no es una variable que influya en la demanda drásticamente ya que existen otras variables, como fue explicado anteriormente, que alteran el comportamiento de la demanda de brocas PDC.

Por lo expuesto anteriormente, será tomado para la cantidad de unidades a vender el historial de licitaciones y ventas que posee la empresa Geo Technology LA, C.A., y a partir de ellas se estimará la cantidad de unidades a producir para su venta.

El mercado en el área petrolera de Venezuela se encuentra controlado y conformado por la empresa PDVSA, por ende solo ella controla la demanda. La estimación de dicha demanda se ha de considerar constante debido a que la misma no varía en lo que a la extracción de recursos en el país se refiere, sin embargo se puede ver influenciada por las condiciones políticas y socioeconómicas del país por lo que es necesario considerar los aspectos políticos, sociales y económicos del país en un corto período de tiempo como la variable de mayor peso para la demanda.

Se producirá en base al histórico de licitaciones y ventas de la empresa, el cual ha arrojado que el promedio anual de brocas vendidas a PDVSA del tipo PDC de 8 ½

pulgadas es de 7 mientras que las de diámetro de 17 ½ pulgadas del mismo tipo tienen una venta de 3 unidades por año.

4.8 Características de la oferta

En Venezuela la oferta de las brocas perforadoras viene dada mayormente por las importaciones netas; y en menor medida por las producidas en el país ya que se encontró una sola empresa que las fabrica en Venezuela.

Al analizar la competencia directa, no se observa ninguna compañía dominante en el mercado ya que toda la demanda proviene de PDVSA y todas las compras de brocas se realizan mediante procesos de licitación abierta, por lo que las empresas con la mejor oferta económica y técnica son las que llevan a cabo la venta.

La oferta en el mercado de las brocas perforadoras se considera del tipo de libre competencia, circunstancia en la que existen múltiples vendedores o compradores, debido a que existen varios importadores en el país los cuales operan para satisfacer la demanda de PDVSA y algunas empresas mixtas que trabajan bajo ciertos convenios operativos con PDVSA.

Debido a la naturaleza de la oferta de las brocas perforadoras en Venezuela, la cual está constituida únicamente por las importaciones, ésta se ve muy afectada por la situación político-económica en la que se encuentra el país, la cual se encuentra caracterizado por tener muchos controles y restricciones gubernamentales tanto para la adquisición de divisas como para la importación y procesos aduanales, por lo que la adquisición de materia prima y tecnología puede resultar difícil para Geo Technology L.A. C.A., dificultando de esta forma la oferta.

4.9 Identificación de los productos competidores y fabricantes

Algunos de los importadores de estas brocas que se pueden encontrar son:

Tabla 8.- Lista de Competidores dentro del mercado

| EMPRESA | | TIPO ¹⁰ |
|---|--|--------------------|
|  | GRANT PRIDECO DE VENEZUELA, S.A | PRODUCTORA |
|  | BAKER HUGHES DE VENEZUELA, S.C.P.A. | PRODUCTORA |
|  | SMITH INTERNACIONAL DE VENEZUELA, C.A. | PRODUCTORA |
|  | HALLI BURTON DE VENEZUELA | PRODUCTORA |
|  | VAREL INTERNACIONAL | PRODUCTORA |
|  | SCHLUMBERGER | PRODUCTORA |
|  | DIAMANT DRILLING | PRODUCTORA |
|  | VOLGABURMASH | PRODUCTORA |

Fuente: Autores (2013)

Dado que la competencia entre estas empresas es tan cerrada, no se conoce información de las mismas sobre su capacidad de importación o producción, ni de planes de expansión, precio o distribución. La estrategia de venta de dichas empresas radica en no dar a conocer la oferta de productos ni los precios de venta ya que aquella empresa capaz de ofrecer mejores precios y mayor cantidad de productos, manteniendo siempre los estándares de calidad será la que gane la licitación a la que se encuentre participando.

¹⁰ Todas estas empresas son productoras. No obstante importan las brocas ya que ninguna de ellas produce las brocas en el país.

CAPÍTULO V.-ESTUDIO TÉCNICO

El presente capítulo comprende toda la información relacionada al proceso productivo y operativo del negocio; insumos y materias primas requeridas así como herramientas y equipos necesarios para manufacturar las barrenas de perforación, adicionalmente el lugar donde se llevará a cabo el proyecto, las características de los puestos de trabajo, el cálculo de la mano de obra directa e indirecta requerida y finalmente el diseño de planta, flujo del proceso dentro de la misma y por último pero no menos importante la cadena de distribución para su comercialización en el mercado.

5.1 Localización del proyecto

5.1.1 Alternativas. Criterios de evaluación

El criterio de evaluación social, para el personal capacitado, como punto para toma de decisiones en el área geográfica de Venezuela, en tal sentido el valor de puntaje utilizado para la matriz de ponderación es bajo.

En cuanto al criterio de evaluación industrial, es fundamental considerar las restricciones de carácter legal y urbano para los establecimientos, fábricas y comercios cercanos a las áreas de vivienda.

Al analizarlo desde el punto de vista geográfico es importante que el establecimiento se encuentre ubicado lo suficientemente cerca del comprador, obteniendo de esta forma una ventaja competitiva.

Referente al aspecto mercadotécnico la localización del proyecto debe ser evaluada utilizando como puntos de referencia y ubicación a lugares conformados por grandes industrias, de manera de contar con apoyo con estas industrias, realizando y agregando valor

El punto económico debe ser considerado y el evaluador final de las alternativas antes señaladas utilizando un análisis económico.

5.1.2 Selección

La selección de las posibles localizaciones se tomó en base a los lugares detallados para las perforaciones en la base de datos de la empresa Geo Technology LA, C.A en su gran mayoría ubicadas en el oriente del país, específicamente entre los estados Monagas, Anzoátegui y Delta Amacuro.

5.1.3 Opinión del experto

Es recomendable que la ubicación del lugar donde se producirán las barrenas se encuentren lo más cercano posible a las zonas de perforación petrolera. Cabe destacar que la mayor cantidad de pozos petroleros en el país se encuentran las zonas Oriente y Occidente, siendo la zona de Occidente la que tiene mayor cantidad de pozos. No obstante, la mayor cantidad de barrenas PDC de 8" ½ y 17" ½ compradas por PDVSA a la empresa Geo Technology se dirigen a la zona Oriente, por lo que si se busca mayor comodidad por traslado es conveniente la localización en dicha zona.

5.1.4 Matriz de Ponderación (criterios vs ponderación)

A fin de resumir los criterios explicados anteriormente, en una tabla, se elaboró una matriz de ponderación que permite decidir la mejor localización del proyecto.

Tabla 9.- Criterios de selección de la localización del proyecto

| Criterios¹¹ | Social (10%) | Industrial (20%) | Geográfico (50%) | Mercadotécnico (20%) | Total |
|----------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------|
| Alternativas¹² | | | | | |
| A1¹³ | 3 | 4 | 5 | 3 | 4,2 |
| A2¹⁴ | 3 | 4 | 4 | 3 | 3,7 |
| A3¹⁵ | 3 | 3 | 4 | 3 | 3,5 |

Fuente: Autores (2013)

¹¹ Escala de ponderación: Para cada criterio se establece una ponderación (%) según el peso que tenga cada uno en la decisión respecto a la localización del proyecto. Dichos criterios fueron establecidos por los Autores (2013).

¹² Escala de puntuación: Para cada alternativa se le otorga un puntaje que varía entre uno y cinco (1-5) siendo uno es menor valor y cinco el mayor.

¹³ Zona industrial El Tigre.

¹⁴ Zona industrial Maturín.

¹⁵ Zona industrial San Luis de Cumaná.

Como resultado de la Fig. 8, conjuntamente tomando la opinión del experto como un elemento clave para la tomar la decisión referente a la localización del proyecto, se tiene que el lugar donde se encontrará en la región Oriental del país, en la zona industrial El Tigre, Calle Caracas con Calle San Mateo, Edo. Anzoátegui. (Ver ANEXO J.- INVERSIÓN TERRENO)

5.2 Magnitud del proyecto

En base a lo planteado en el capítulo anterior respecto a la que la ganancia producto de la venta de brocas petroleras del tipo 8 ½ y 17 ½ se mantiene relativamente constante, registrando valores aproximados de \$4.500 y \$9.500 USD, respectivamente, se puede decir que este comportamiento evidencia que independientemente de las unidades vendidas y el costo por unidad de producto la solicitud requerida por PDVSA a Geo Technology LA, C.A. no varía significativamente en el tiempo. Esta situación permite a la empresa producir una cantidad igual a los la cantidad promedia solicitada por parte de PDVSA, que en el caso de la broca más utilizada, la de diámetro 8” ½, se buscará producir inicialmente la cantidad de 7 unidades durante el año.

Por otra parte, en el caso de las brocas de 17 ½ se exhibe de igual forma un comportamiento constante pero ya que esta broca es más costosa pero menos demandada se buscará producir la cantidad de 3 unidades, así pues cumpliendo la producción y acercándose lo más posible a los datos de pedidos realizados por PDVSA de estas barrenas de perforación.

5.3 Estrategia de Producción

Una vez concluido el período de implementación de la planta, transcurrida las pruebas y puesta en funcionamiento de los equipos así como iniciada las operaciones productivas, que reflejen que no hay restricciones para el correcto aprovechamiento de la capacidad instalada en la planta, la planta de manufactura de Geo Technology LA, C.A. se encontrará en condiciones de llevar a cabo las estrategias de producción. No obstante, en el día a día, el aprovechamiento de la capacidad de producción instalada irá incrementando progresivamente a medida que el personal operativo, administrativo y de

supervisión adquiera la capacitación y experiencia necesaria para mantener la calidad deseada en el producto final y lograr la mejor utilización de los recursos.

La producción de las brocas, dependerá no solo de la demanda de brocas PDC, de este tipo, de PDVSA sino de la capacidad de captación de materia prima. Esta situación viene dada debido a la problemática actual que enfrentan los productores en cuanto a la adquisición de divisas para la importación. No obstante se estima que la producción de brocas PDC se encontrará dentro de tres escenarios de producción; el pesimista el probable y el optimista. A continuación, en la Tabla 10, se establece la cantidad de brocas a producidas por escenario.

Tabla 10.- Cantidad de barrenas a producir según escenarios

| Diámetro (pulgadas) | Solicitadas por año | Cantidad de Brocas a producir por año | | |
|------------------------|------------------------|--|------------|------------|
| | | Pesimista | Probable | Optimista |
| | | producidas | producidas | producidas |
| 8 ½ | 7 | 5 | 7 | 8 |
| 17 ½ | 3 | 2 | 3 | 4 |
| Total | 10 | 7 | 10 | 12 |

Fuente: Autores (2013)

El escenario probable se basa en los datos obtenidos por las licitaciones y pedidos solicitados de las brocas seleccionadas. Por otra parte para los escenarios pesimista y optimista se estudiarán desde el criterio de evaluación de cantidad de unidades producidas.

Por lo anteriormente expuesto, para el escenario optimista se tomará el aumento de aproximadamente un 15% en cantidad de brocas producidas para la 8 ½ y de 30% para la 17 ½, para el pesimista una disminución de aproximadamente un 30% en la producción de brocas 8 ½ y 17 ½, en cualquiera de estos casos el criterio de evaluación de unidades producidas es el ajuste al número esperado, siendo los escenarios pesimistas y optimistas las posibles variaciones, tomando para todos estos casos la capacidad de producción y el factor de innovación de tareas en el personal.

5.4 Criterios de Selección

La selección de proveedores y materia prima se debe hacer tomando en cuenta no solo parámetros cuantitativos como precios sino además parámetros cualitativos como: cercanía a la ubicación de la planta, calidad de productos y servicios, tiempos de entrega, entre otros. De ser factible el proyecto es necesario adentrarse más en este campo en aras de disminuir costos, mejor calidad en materia prima, mejorar distribución de almacenes, disminuir tiempos de recepción de insumos y equipos. A continuación se detallan los criterios de selección de materia prima, equipos así como proveedores de los mismos que fueron definidos en el proyecto.

5.4.1 Proveedores

Para la elección de proveedores se utilizará el criterio de disponibilidad de productos por parte de los proveedores. En caso de existir disponibilidad de productos nacionales, serán seleccionados los proveedores nacionales por encima de los internacionales para evitar pérdidas de tiempo debido a traslados, y trámites de divisa y aduana. No obstante, en el proyecto la mayoría de los insumos, materiales y equipos son altamente especializados y no se encuentran disponibles en el país, por lo que para la toma de decisiones de proveedores extranjeros se tomaron como referencia aquellos que ofrecen un precio del producto intermedio. Cabe destacar que en este caso no se cuenta con historial de calidad ni tiempo de respuesta de los mismos. Esto debe ser estudiado más a detalle al momento de invertir en el proyecto, de manera de escoger el que brinde una mejor respuesta, con la calidad de producto deseada y oferte a los mejores precios.

5.4.2 Materiales y Equipos

No se dispone criterios específicos que permitan conocer la cantidad de materia prima e insumos exactos necesarios por lo que se tomó un aproximado, haciendo caso a la opinión del experto. Inicialmente se tomó en cuenta la densidad y el volumen ocupado dentro de la broca, luego se calculó el volumen de cada material que compone la misma y finalmente se multiplicó por su densidad así como por la cantidad de brocas a producir. Es importante destacar que los tres tipos de polvo de carburo de tungsteno que componen la broca son considerados para el cálculo como un solo tipo, esto se debe a que el impacto del costo que representa la diferencia entre ellos es pequeña por lo que no es relevante

para este estudio, quedará de parte del ingeniero especializado en materiales pedir el polvo con las características ideales del grano. La correcta selección de productos asegurará el mejor aprovechamiento de la materia prima, equipos y recursos económicos de la empresa, por ello se requerirá de gente altamente especializada así como un departamento de ensayos y pruebas que perfeccionen los procesos y optimice los recursos disponibles.

5.5 Materia Prima e Insumos Requeridos para la Producción de Barrenas

Con la finalidad que la empresa pueda cumplir con la manufactura de las barrenas requerirá de la materia prima expresada en la siguiente tabla:

Tabla 11.- Materia prima e insumos requeridos para la producción

| Materia Prima e Insumos | Descripción | Proveedor | Embalaje y Almacenamiento | Costo |
|--------------------------------------|---|---|---|---------------------|
| Polvo de carburo de tungsteno | Monocristalinos de carburo de tungsteno y carburos esféricos de tungsteno. De grado smd 5190, 5180,5160. Alta dureza, alta resistencia al desgaste. Utilizado para el cuerpo de la broca y base del cortador. | Zhuzhou Jiangwu Boda Hard-Facing Materials Co., Ltd. [Hunan, China (Continental)] | Barriles de (hierro, de plástico, papper), | 64,00 \$/kg |
| Polvo de diamante | Serie smd. Color de cristal, de forma regular, buena transparencia, de alta resistencia y gran estabilidad térmica. Utilizado para los cortadores | BK Abrasive Factory Store China (Mainland) (Henan) | Envase plástico de 1 kg. | 306,22 \$/kg |
| Cobalto | Polvo gris con forma irregular pureza 99,95%, utilizado en los productos metalúrgicos de aleaciones duras, herramientas de diamante, aleaciones de alta temperatura. Utilizado como sinterizador. | Shanghai CNPC Powder Material Co., Ltd. [Shanghai, China (Continental)] | El barril de hierro o de plástico paquete de bolsa. 5kg de paquete en vacío | 50,00 \$/kg |
| Pirofilita | Polvo de piedra, color blanco, utilizado para colocarlo como recubrimiento de los moldes, con el fin de distribuir la presión. | Lingshou County Antai Mining Co., Ltd [Hebei, China (Continental)] | Paquetes en bolsa y barriles de 25 kg, 50 kg, 500 kg. | 0,18 \$/kg |

| Materia Prima e Insumos | Descripción | Proveedor | Embalaje y Almacenamiento | Costo |
|---|---|---------------------|---|--|
| Sal | Utilizado como conductor eléctrico, entre el molde de zirconio y el molde de grafito. | Nacional | Paquetes en bolsa y barriles de 25 kg, 50 kg. | 0,3 \$/kg |
| Acero | Polvo de acero según normativa API. Utilizado como núcleo amortiguador debido a la dureza del carburo de tungsteno, como rosca de la broca y en él se graban detalles y características de la broca. | Tenaris | - | 48,00 \$/kg |
| Moldes de Grafito | Molde con especificaciones geométricas de la broca con cavidades internas para su lubricación. Hecho en grafito | Matricería Nacional | Dos Moldes de Grafito | 60.000 Bs/und 8 ½" 80.000 Bs/und 17 ½" 20.000 Bs / 2 cilindros calentadores |
| Molde de Zirconio | Molde con especificaciones geométricas para los cortadores de diamante policristalino. Hecho en zirconio. | Matricería Nacional | Un Molde de Zirconio | 50.000 Bs/und |
| Material aporte soldadura | Argo-braze™ 64. Varilla de soldadura fuerte recubierta con fundente para aleaciones de carburo de tungsteno con alto contenido de plata y otros metales como Mn, Ni, In, Cu que le añaden una protección especial contra la corrosión. Especial para soldar policristalino de diamante al carburo de tungsteno. | Jhonson Matthey | Varillas por unidades | 30 \$/varilla |
| Caja de Madera para broca 8 ½ " | Caja de madera de pino, utilizada para guardar el producto terminado. La broca queda suspendida, protegida, dentro de ella. | Proveedor Nacional | - | 3.000 Bs/und |
| Caja de Madera para broca 17 ½ " | | | - | 12.500 Bs/und |

Fuente: Autores (2013)

Para ver la descripción de los materiales ver ANEXO B – ESPECIFICACIONES DE MATERIALES. La cantidad total requerida dependerá del escenario bajo el cual se encuentre produciendo la empresa, por lo que en la Tabla 12, se detalla la cantidad de materia prima requerida para el total de brocas a fabricar establecidas en la Tabla 10.

Para la determinación del precio de la materia prima, fue calculado un volumen aproximado necesario para fabricar cada broca, tomando como referencia de proporción el molde de Sinterización de cada una de las brocas, ver ANEXO C – ESPECIFICACIONES DEL PROCESO (Fig. 18), luego multiplicados por la densidad del material y finalmente por el costo por peso del material necesario.

Tabla 12.- Determinación de Materia Prima requerida según escenarios¹⁶

| 8 1/2 materias primas unidades en dólares | | | |
|--|------------|------------|------------|
| materias primas | probable | pesimista | optimista |
| carburo de tungsteno | 61.050,78 | 61.050,78 | 69.772,32 |
| cobalto | 12.728,45 | 12.728,45 | 14.546,80 |
| acero | 10.563,84 | 10.563,84 | 12.072,96 |
| pirofilita | 40,73 | 40,73 | 46,55 |
| sal | 4,89 | 4,89 | 5,59 |
| diamante sintético | 3.033,52 | 3.033,52 | 3.466,88 |
| material para soldar | 210,00 | 210,00 | 240,00 |
| 17 1/2 materias primas unidades en dólares | | | |
| materias primas | probable | pesimista | optimista |
| carburo de tungsteno | 221.133,24 | 221.133,24 | 294.844,32 |
| cobalto | 46.168,35 | 46.168,35 | 61.557,80 |
| acero | 39.048,48 | 39.048,48 | 52.064,64 |
| pirofilita | 2,51 | 2,51 | 3,35 |
| sal | 7,25 | 7,25 | 9,67 |
| diamante sintético | 3.250,20 | 3.250,20 | 4.333,60 |
| material para soldar | 90,00 | 90,00 | 120,00 |

5.6 Maquinarias y Equipos Requeridos para la Producción de Barrenas

¹⁶ Las cantidades totales se encuentran expresadas en dólares. Son cantidades aproximadas, las cuales fueron calculadas multiplicando la densidad del material, por el volumen del mismo ocupado en la broca (dato aproximado tomado en base a los dibujos de los cortes de las brocas reflejados en la Patente contemplada en el ANEXO C – ESPECIFICACIONES DEL PROCESO).

A continuación se detallan las maquinarias y equipos necesarios para la producción de barrenas de perforación petrolera.

5.6.1 Prensa hidráulica de 6 cilindros

Es utilizada esta prensa especializada en generar altas presiones y altas temperaturas para en nuestro caso poder producir cortadores de diamante policristalino, para los cuales es necesario llevar los materiales para su fabricación a unas presiones desde 1.500.000 psi hasta 2.500.000 psi y temperaturas desde 1000 °C hasta 1500 °C.

5.6.2 Torno CNC de 5 ejes

Este torno necesario para asegurar las medidas y dimensiones correctas en el cuerpo de la broca, capaz de mover en ángulos diversos gracias a los 5 ejes. En el mismo es colocada la broca y se programa según corresponda para luego realizar las correcciones necesarias.

5.6.3 Horno de sinterización

Necesario para formar el cuerpo de la broca, utilizando el polvo del material a sinterizar colocado debidamente en su molde. Este horno capaz de alcanzar temperaturas de 1600 grados Celsius, sinteriza los elementos colocados en su interior sellándolos al vacío, este horno cuenta con un sistema computacional capaz de reportar como transcurre el proceso y las condiciones del material en su interior.

5.6.4 Soldadora

Es utilizada una soldadora eléctrica capaz de soldar con un material de aporte de aleación fuerte con alto contenido de plata y materiales resistentes a la corrosión y a la abrasión, el cortador de PDC con el cuerpo de la broca.

5.6.5 Carretillas

Es necesario debido a las grandes cantidades de materiales y el peso de las brocas contar con dos tipos de carretillas, carretillas manuales capaces de cargar un máximo de

400 kg y carretillas eléctricas capaces de cargar aproximadamente 1000 kg, utilizadas estas últimas en su mayoría para transportar las brocas.

5.6.6 Montacargas

Son utilizados para transportar los materiales entre recepción de material, almacenes y camiones transportadores.

5.6.7 Generador Eléctrico

Es un equipo electromecánico conformado por un motor de combustión interna acoplado a un conjunto rotor estator, cuyo movimiento permite la generación de energía eléctrica. Utilizado para recompensar la energía cuando ésta falle.

5.7 Mantenimiento de Maquinaria y Equipos

Para la realización del mantenimiento será necesario enlistar los equipos y seleccionar de ellos aquellos de vital importancia, a los cuales se les realizará un seguimiento exhaustivo y un reporte de su funcionamiento.

Esta lista debe contener toda la información referente a cada uno de los equipos de la planta, de los equipos de los que depende, mantenimientos preventivos, números de serie, manuales, toda esta información suministrada por el fabricante nos permitirá realizar un plan operativo que permita de evitar fallas y corregir posibles averías de manera de no interrumpir el proceso productivo.

Es de vital importancia mantener una vía de comunicación directa entre el área administrativa y el área de mantenimiento, que permita responder a requerimientos de herramientas o materiales no existentes dentro de la empresa no contemplados en el plan de mantenimiento requeridas por el personal encargado del mantenimiento.

5.8 Proceso Productivo

5.9.1 Descripción del proceso productivo

Con el fin de simplificar la explicación del proceso productivo, se enumeraron los pasos del proceso, sobre el diagrama de bloques de la planta, los cuales se pueden observar detalladamente en la siguiente figura.

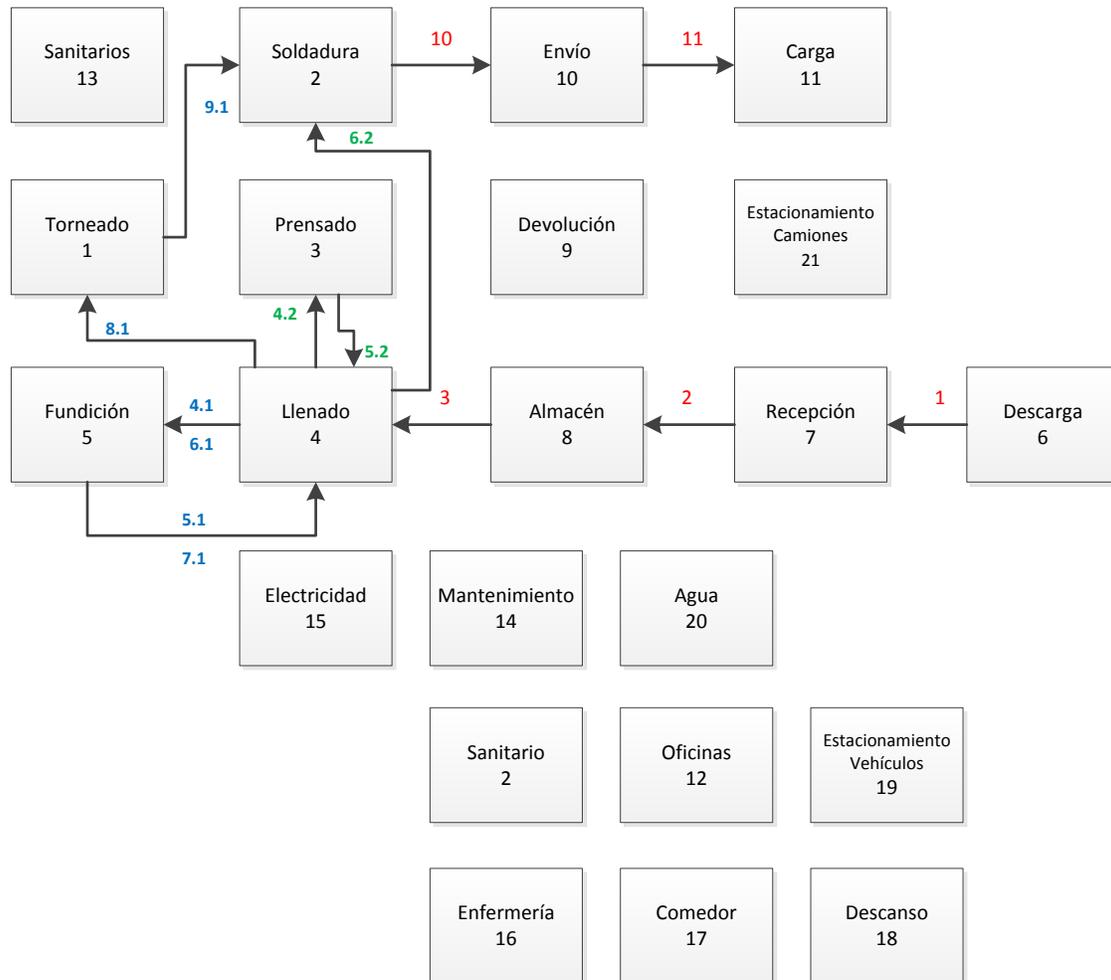


Fig. 9. Secuencia del proceso productivo en la planta sobre el diagrama de bloques

A continuación se describen cada uno de los pasos del proceso:

5.9.1.1 (1) En este punto llegan los insumos necesarios para la producción, transportados en camiones de 3 ejes o camión tractor, descargados en montacargas hasta el área de recepción de material.

5.9.1.2 (2) En el área de recepción se revisará que la orden este completa y en buen estado, en la misma se ubica y organizan en el almacén la mercancía indicándole el lugar al operario encargado del transporte.

5.9.1.3 **(3)** En este punto se procede a tomar el material en carretillas y llenar, en la mesa de llenado de moldes, los moldes necesarios para fabricar tanto el cuerpo de la broca como el cortador PDC.

5.9.1.4 **(4.1)** Este punto contempla el llenado del molde que forma el cuerpo o matriz de la broca, El llenado se realiza por zonas en las cuales se agregan tres tipos de carburo de tungsteno de diferente tamaño de grano y dureza. Primero se inicia el llenado del molde con una capa de carburos esféricos (partículas más gruesas) luego se sigue con una capa de monocristalino de carburo y finalmente con un polvo fino de carburo de tungsteno. Seguidamente se le agrega una capa de sinterizador, en este caso el elemento sinterizador será el cobalto, dejando espacios huecos formados por el mismo molde para tuberías de refrigerante y núcleo de acero. Una vez llenado el molde se trasladada al horno de sinterización.

5.9.1.5 **(4.2)** A diferencia del cuerpo de la broca, el llenado necesario para la formación del cortador PDC consta de más de un molde. Inicialmente se utiliza un molde de zirconio, el mismo es llenado con diamante sintético en polvo, sinterizador y carburo de tungsteno, este molde debe ser sellado mecánicamente. Una vez sellado el molde, el mismo se coloca dentro de otro molde, el cual es un cilindro calentador de grafito. Cabe destacar que entre ambos moldes queda un espacio el cual debe ser llenado con sal común, actuando ésta como conductor de corriente. Por último el cilindro debe sellarse e introducirse dentro de un cubo de pirofilita; elemento que permite que la presión se distribuya uniformemente en toda la superficie. Una vez culminadas estas operaciones, se trasladan los moldes del cortador a la prensa de 6 cilindros.¹⁷

5.9.1.6 **(5.1)** Luego de la fundición y enfriamiento del molde; molde del cuerpo de la broca, mencionado en el punto 4.1, el mismo es retirado y trasladado nuevamente a la mesa de llenado en donde le colocará polvo de acero para formar núcleo del cuerpo junto con el polvo de cobalto. Luego el mismo debe trasladarse una vez más al horno de sinterización.

5.9.1.7 **(5.2)** En esta etapa es retirado de la prensa de 6 cilindros los moldes mencionados en el punto 4.2; molde del cortador, rompiendo el cubo de pirofilita y sacando molde por molde; en el que el molde de zirconio debe abrirse mecánicamente, obteniendo, como resultado del proceso de prensado a altas temperaturas, los cortadores de diamante policristalino.¹⁸

5.9.1.8 **(6.1)** Ocurre la sinterización y enfriamiento del primer molde, molde del cuerpo de la broca, luego de ocurrir lo descrito en el punto (5.1)

¹⁷ Las actividades 4.1 y 4.2 inician realizándose en paralelo.

¹⁸ Los pasos 4.2 y 5.2 deben repetirse tantas veces como cortadores PDC tenga la broca.

5.9.1.9 **(7.1)** Una vez más se traslada el primer molde a la mesa de llenado y se retira el molde de grafito, obteniendo como resultado el cuerpo de la broca

5.9.1.10 **(8.1)** En esta fase se traslada el cuerpo de la broca al torno de 5 ejes, en el que se afinan los detalles necesarios en la superficie.

5.9.1.11 **(6.2)** Una vez obtenida la cantidad total de cortadores necesarios para la broca, se procede a transportarlos al área de soldadura

5.9.1.12 **(9.1)** Una vez torneado el cuerpo de la broca, el mismo se traslada al área de soldadura

5.9.1.13 **(10)** En esta etapa ocurre la unión entre el cuerpo de la broca y los cortadores PDC, los cuales son soldados al cuerpo con una soldadura fuerte; con alto contenido de plata, y luego en carretilla se traslada al almacén

5.9.1.14 **(11)** La broca es tomada del almacén por medio de carretillas y preparadas en su momento para el envío, colocándolas en una jaula de madera y agrupadas en lotes de envío para luego ser transportadas en montacargas hasta el camión de carga.

A continuación se explican mediante un mapa de procesos, Fig. 10, la cadena de valor del negocio, identificando de esta forma la cadena medular, ya explicada en los pasos anteriormente detallados, y señalando los procesos de apoyo y estratégicos que intervienen en la producción de las barrenas de perforación. Aunado a esto se describen las operaciones del proceso en la Fig. 9 así como el diagrama del recorrido del proceso en la Fig. 12.

5.9.2 Mapa de procesos

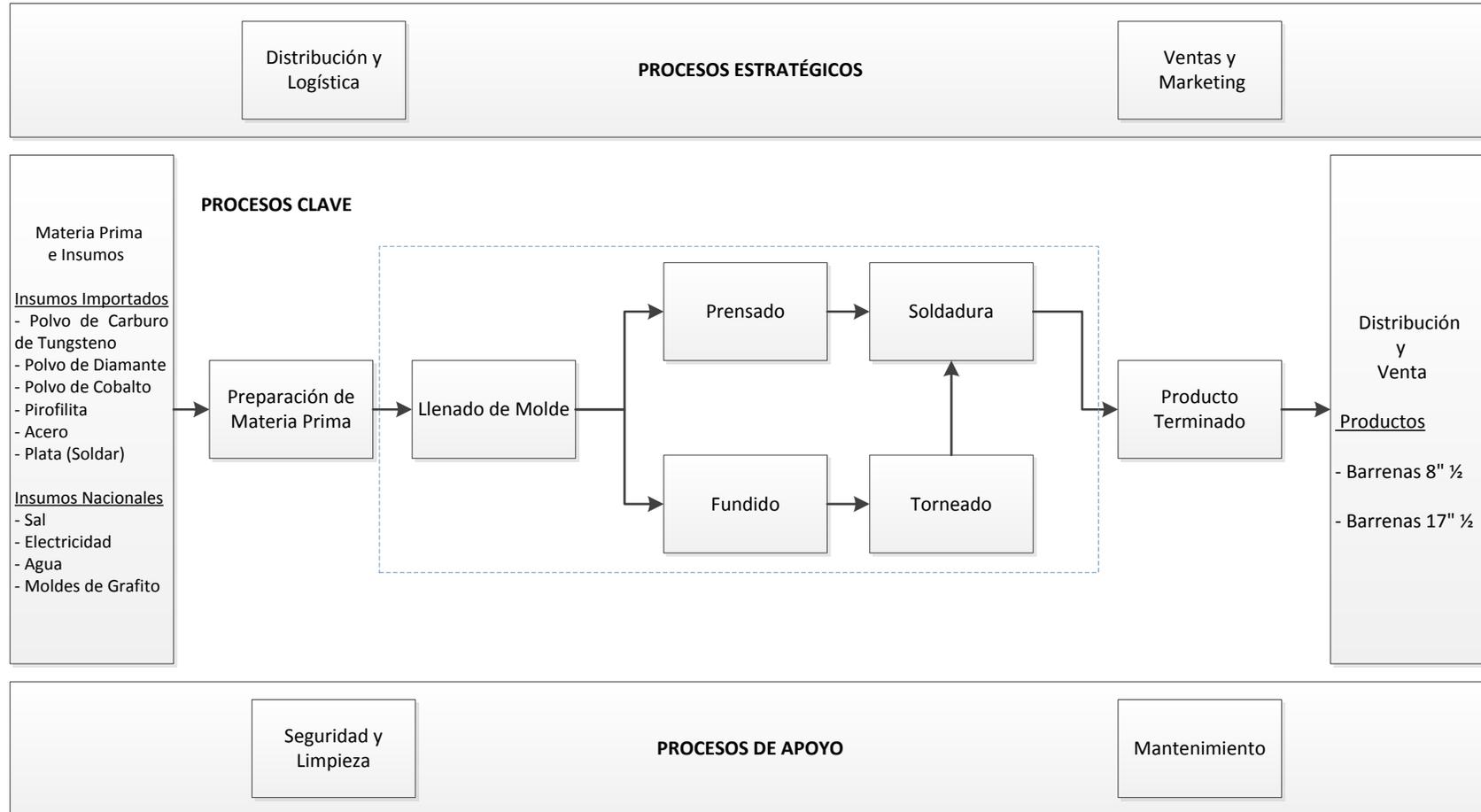


Fig. 10. Mapa de Procesos de la Producción de Barrenas PDC
Fuente: Autores (2013)

5.9.3 Diagrama de Operaciones

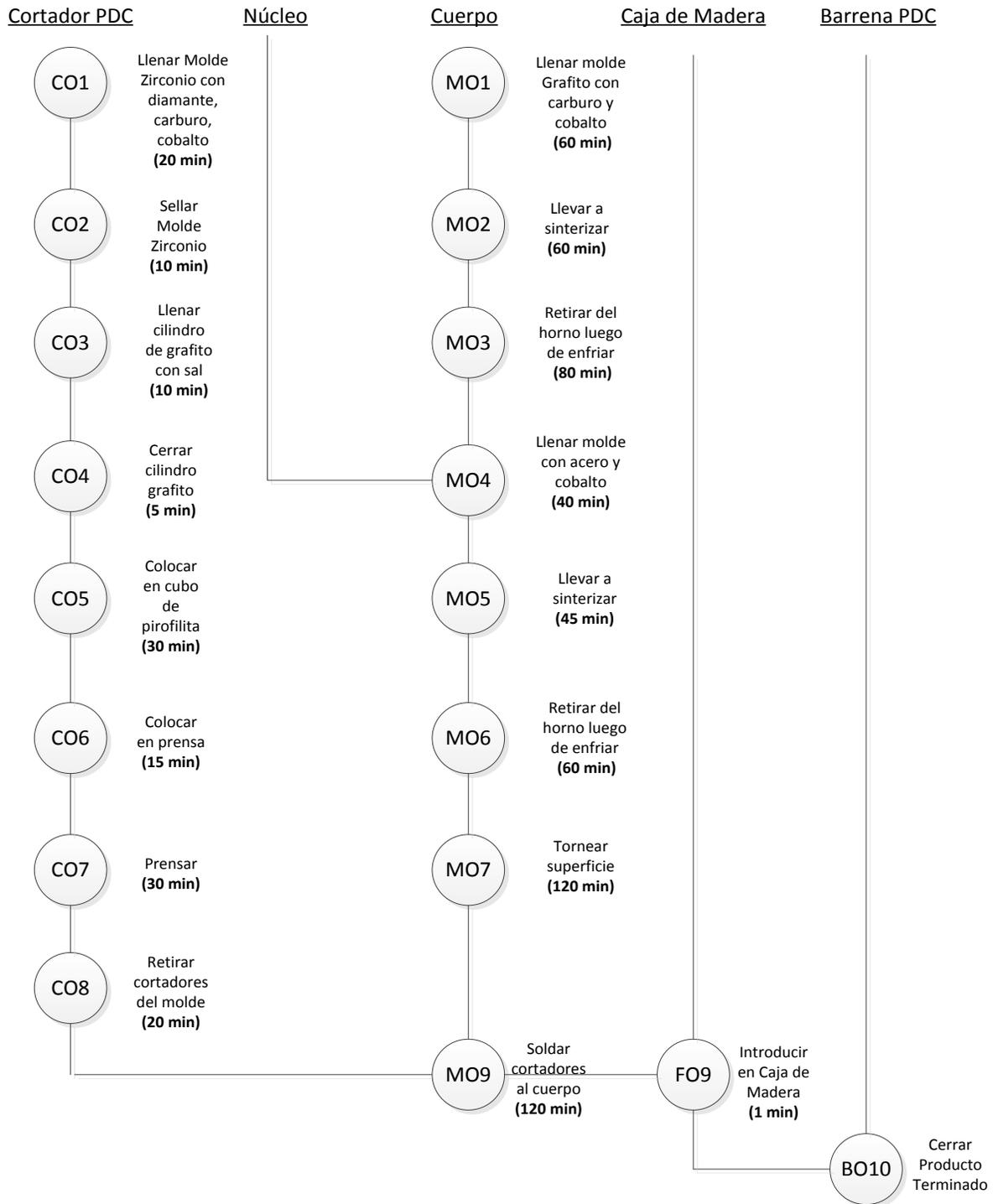


Fig. 11. Diagrama de Operaciones de Proceso
Fuente: Autores (2013)

5.9.4 Diagrama de Recorrido

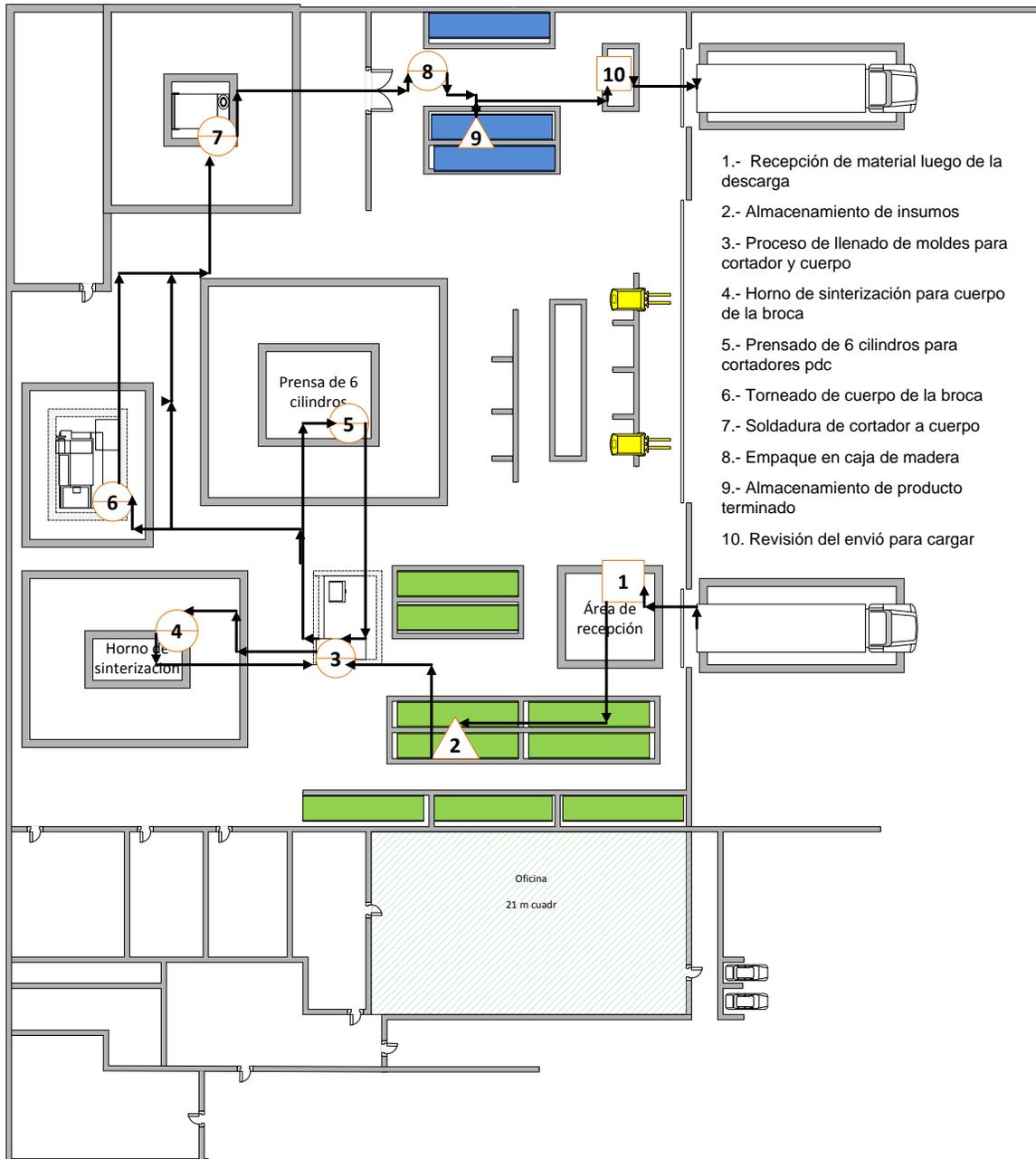


Fig. 12. Diagrama de Recorrido del Proceso
Fuente: Autores (2013)

5.9 Distribución Física de Planta

La planta fue diseñada distribuyendo de la mejor forma los espacios, puestos de estacionamiento, áreas de producción, almacenes, baños y área de oficina.

Dado que el proceso productivo es algo complejo, se buscó ubicar las áreas de trabajo en la producción de la mejor forma para simplificar el flujo de materiales, disminuir movimientos y pérdidas de tiempo y espacio. Para ello se realizó inicialmente un diagrama de correlación de espacios el cual permitió elaborar la ubicación de los mismos e identificar el flujo del proceso. Las áreas definidas en la planta se muestran en la Tabla 13, y el diseño de la planta se observa en la Fig. 27, Fig. 28., (Ver ANEXO F).

Tabla 13.- Área ocupada en la planta

| Número ¹⁹ | Área | Ocupación (m ²) |
|----------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| 7 | Recepción | 9,0 |
| 8 | Almacén | 244,0 |
| 4 | Llenado | 6,0 |
| 5 | Sinterización | 38,5 |
| 1 | Torneado | 20,0 |
| 3 | Prensado | 52,5 |
| 2 | Soldadura | 34,8 |
| 10 | Envío | 2,0 |
| 13 | Sanitarios | 32,3 |
| 9 | Devolución | 5,0 |
| 21 | Estacionamiento de Montacargas | 11,0 |
| 15 | Eléctrica | 12,6 |
| 14 | Mantenimiento | 7,4 |
| 20 | Agua | 8,5 |
| 12 | Oficinas | 52,4 |
| 16 | Enfermería | 21,0 |
| 17 | Comedor | 19,4 |
| 18 | Descanso | 5,7 |

Fuente: Autores (2013)

¹⁹ El número del área de la planta hace referencia al número colocado en el diagrama de bloques, ver Fig. 9, pg. 48

5.10 Almacenes

El requerimiento de espacios especializados para almacenamiento de productos tanto de materias primas y productos terminados no son necesarios mantenerlos en estanterías cerradas a excepción del producto cobalto para el cual es necesario un deshumidificador que permita mantener sus propiedades químicas, y otra estantería que no sea cerrada para colocar los envases plásticos o de vidrio que contienen el polvo de diamante. Se deben comprar estanterías resistentes al peso especialmente para almacenar el producto terminado, el cual es bastante pesado y se encontraran las brocas empacadas en cajas de madera. La gran mayoría de insumos de materias primas se pueden pedir en contenedores metálicos o plásticos, o en bolsas y éstas vaciarlas dentro de barriles o tótems por lo que se requiere de almacenamiento en área de piso, ahorrando de ésta forma los costos por compra de estanterías.

5.11 Capacidad Instalada

La planta tiene la capacidad de producir en condiciones normales una broca de diámetro 8 ½ cada 18 días y una broca de 17 ½ cada 45 días, siendo la producción de cortadores el proceso que agrega más tiempo al producto, cada dos cortadores producidos simultáneamente tienen un tiempo de fabricación de 3 horas, debido al detalle de la manufactura del mismo, siendo este proceso el cuello de botella debido a la gran cantidad de cortadores por broca que se debe producir.

5.12 Flexibilidad

La flexibilidad de la planta en relación a la redistribución de los equipos es muy bajo debido a la instalación de los mismos se convierte en una limitación debido a su gran tamaño y peso, aunado a los riesgos vinculados a instalaciones eléctricas.

En cuanto a la producción, con solo variar el molde de la matriz, se puede producir cualquier tipo de broca PDC, de cuerpo de carburo de tungsteno con cortadores de diamante sintético.

5.13 Mano de Obra Requerida

La correcta administración y control de los recursos humanos de la empresa aseguran el éxito de la misma, razón por la cual se estudió la mano de obra mínima requerida para el asegurar la correcta puesta en marcha de equipos así como la optimización de recursos y disminución de costos.

Es responsabilidad de la empresa, la formación y adiestramiento de equipos, maquinarias, materiales y procedimientos que se deben emplear en las instalaciones y que aseguren el correcto funcionamiento de todos los recursos de la empresa.

5.13.1 Mano de Obra Directa

Como mano de obra directa se entiende a todo el personal directamente relacionado al proceso productivo. En total se cuenta con once (11) empleados de mano de obra directa entre ellos: los operadores de montacargas, carretillas y traspaletas, almacenistas, técnicos de planta y supervisores de logística, materiales y servicios. Cabe destacar que los supervisores hacen tareas administrativas pero de igual forma supervisan el proceso productivo por lo que si se encuentran relacionados directamente con la producción.

5.13.2 Mano de Obra Indirecta y Personal Administrativo

Se entiende a todo el personal administrativo y no relacionado directamente con el proceso productivo en la planta por lo que se cuenta con un total de cuatro (4) personas. Cabe destacar que se excluye al presidente ejecutivo como parte de la nómina ya que él no se encuentra encargado de la Planta únicamente es a quien se le reporta en la empresa.

5.13.3 Organigrama

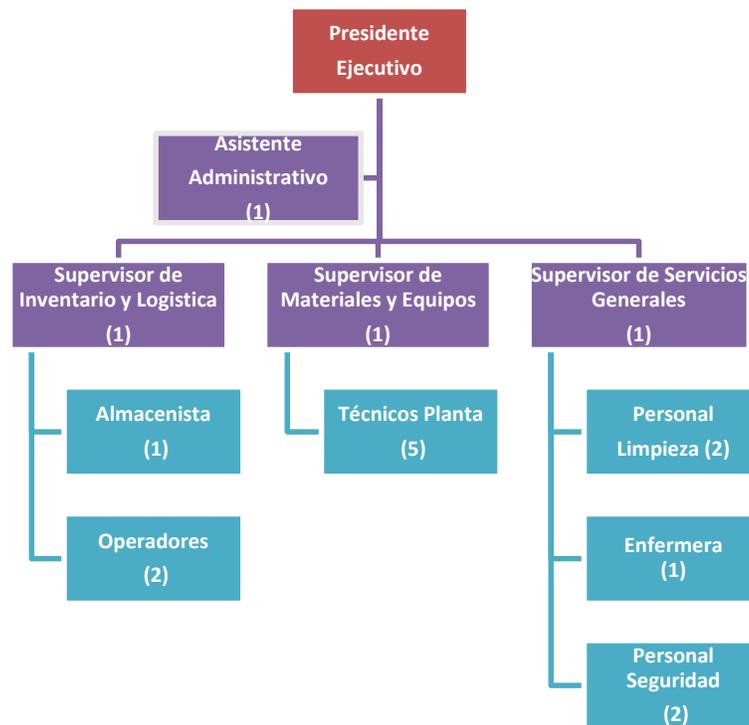


Fig. 13. Organigrama de la Planta
Fuente: Autores (2013)

5.14 Cadena de suministro

“Para hacerle llegar al consumidor o usuario del bien final producto del proyecto ejecutado, es necesario ensamblar una cadena de distribución que asegure el intercambio adecuado en un lugar, tiempo y costo determinado” (Palacios, 1998, p.135).

La Cadena de Suministros se inicia con la participación de los proveedores de la materia prima; encontrándose los principales en China. El sistema de distribución desde los almacenes de estos proveedores hasta el puerto de Puerto La Cruz, queda a cuenta de los proveedores. No obstante el traslado del puerto hasta la planta se realizará con el *outsourcing* de una empresa transportista.

Una vez que el producto se encuentra terminado, el mismo se empaca y se procede al traslado a los pozos de perforación petrolera junto con un representante de la empresa Geo Technology LA C.A. especializado en esta actividad, lo que asegurará que el

producto llegue en buen estado, asegurando el uso correcto de la broca y brindando un servicio que agregue valor al proceso de venta y distribución.

La logística de planta se encuentra enmarcada bajo un sistema pull, cuyo comportamiento se ve dictado por la demanda del mercado ya establecida, donde la producción se basa en demandas reales que permiten conocer quién será el consumidor final, en este caso PDVSA, pasando de una economía de escala a una producción limitada en donde se reduce al mínimo, en este caso inexistente, el stock de seguridad así como los costos de mantenerlo.

La distribución del producto terminado al cliente es directa, no se agrega otro eslabón intermediario a la cadena de suministros entre el productor y cliente. La empresa se encarga del transporte de las brocas así como del representante encargado del servicio de distribución y venta. Dicho transporte se realiza a través de una empresa transportista subcontratada.

Cabe destacar que se debe mantener una buena comunicación y supervisión de todos los eslabones de la cadena, lo que permitirá asegurar que el producto llegue en perfecto estado al consumidor final así como el hecho que reciba un buen servicio.

CAPÍTULO VI.-ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO

Para evaluar la factibilidad y rentabilidad del proyecto es necesario evaluar todos los factores involucrados en su implementación, entre ellos se encuentran los factores económicos. En el presente capítulo se mostraran todos los costos y gastos, la inversión total requerida, los ingresos, la depreciación de maquinaria y equipos, entre otros que en conjunto permitirán la elaboración del estado financiero proyectado, el cálculo del valor presente neto, la TIR, el período de recuperación de la inversión, todos para los tres escenarios de estudio.

6.1 Tasas Referenciales de Incremento

Para la evaluación económica y financiera del presente Trabajo Especial de Grado se tomará en consideración la tasa de inflación según los datos obtenidos del Banco Central de Venezuela (BCV) del Índice de Precios al Consumidor (IPC), ver ANEXO E, tomando en cuenta el valor del IPC de los 3 últimos años se calculó la tasa de inflación obteniéndose un valor de 24,92%. Para el cálculo de la misma se utilizó la siguiente ecuación:

$$f = \left(\sqrt[n]{\frac{F}{P}} \right) - 1$$

Donde:

- **f** = Inflación calculada = 0,2492 = 24,92 %
- **F** = Valor Futuro de **P** según inflaciones evaluadas para los últimos 3 años
= $P \times (1 + f_{2010}) \times (1 + f_{2011}) \times (1 + f_{2012}) = 1,9493$
- **P** = Valor Presente de **F** = 1 (Valor inicial desde el que se calcula el incremento)
- **n** = número de ajustes anuales = 3 años

Esta tasa de inflación se tomó para determinar de los sueldos y salarios en los 3 años del horizonte de tiempo a estudiar, tomándose en consideración desde el primer año de estudio.

6.2 Precio de Venta del Producto

De acuerdo al estudio de los precios del mercado, tomando en consideración los costos de las barrenas y buscando obtener un margen de ganancia del producto mayor del 10%,

se determinaron los precios de venta, tal y como se muestran en la Tabla 40 y Tabla 41, afectados por el concepto de inflación, para los 3 años del horizonte, viéndose los mismos afectados desde el primer año de ejercicio de la planta. Dichos precios de venta aplican para los tres escenarios estudiados.

6.3 Ingresos Proyectados

Tomando como base el pronóstico de ventas, determinados en el estudio de mercado, ver Tabla 14, y en los precios de venta mencionados con anterioridad, se obtuvieron los ingresos por venta para el horizonte de tiempo de 3 años en los tres escenarios considerados en el presente estudio, los cuales se detallan a continuación.

Tabla 14.- Ingreso de venta proyectado a 3 años por escenario

| Escenario Probable | | | |
|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Precios de Venta (BsF) | Año 1 | Año 2 | Año 3 |
| Broca 8 1/2 | 1.027.761,66 | 1.283.879,87 | 1.603.822,73 |
| Broca 17 1/2 | 2.803.306,60 | 3.501.890,61 | 4.374.561,74 |
| Total (BsF) | 3.831.068,26 | 4.785.770,48 | 5.978.384,48 |
| Escenario Pesimista | | | |
| Precios de Venta (BsF) | Año 1 | Año 2 | Año 3 |
| Broca 8 1/2 | 1.027.761,66 | 1.283.879,87 | 1.603.822,73 |
| Broca 17 1/2 | 2.803.306,60 | 3.501.890,61 | 4.374.561,74 |
| Total (BsF) | 3.831.068,26 | 4.785.770,48 | 5.978.384,48 |
| Escenario optimista | | | |
| Precios de Venta (BsF) | Año 1 | Año 2 | Año 3 |
| Broca 8 1/2" | 1.165.694,06 | 1.456.185,03 | 1.819.066,33 |
| Broca 17 1/2" | 3.696.993,12 | 4.618.283,81 | 5.769.160,13 |
| Total (BsF) | 4.862.687,19 | 6.074.468,83 | 7.588.226,47 |

Fuente: Autores (2013)

6.4 Estructura de Costos

La estructura de los costos se desglosa en dos componentes principales, uno se encuentra conformado por los costos directamente relacionados a la fabricación del producto tales como: costos de materia prima e insumos, costos de mano de obra directa e indirecta, carga fabril y el otro conformado por los costos inherentes a los gastos

administrativos del negocio. A continuación se detallan cada uno de los mencionados costos.

6.4.1 Costos Operativos

Estos costos son todos aquellos inherentes al proceso productivo de la empresa. Entre ellos se encuentran aquellos asociados a la materia prima, insumos, equipos y maquinarias, pago de los sueldos de la mano de obra directa e indirecta que se detallaran a continuación para los tres escenarios en el horizonte de tiempo dado.

a) Costo de Materia Prima e Insumos

Se requiere precisar de los costos de la todos los insumos y recursos necesarios para fabricar el producto, por ello a continuación se muestra a detalle los costos de materia prima e insumos para el escenario Probable, Pesimista y Optimista según la cantidad de materia prima total de ambas brocas, requerida para cada escenario (ver Tabla 12). Se calcularon los costos de materia prima para los tres escenarios.

Tabla 15.- Costos de Materia Prima de ambas Brocas para el Primer Año

| Material | (\$/kg) | Probable | Pesimista | Optimista |
|------------------------------------|---------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| Carburo de tungsteno | 60,00 | 282.184,02 | 282.184,02 | 364.616,64 |
| Cobalto | 50,00 | 58.896,8 | 58.896,8 | 76.104,6 |
| Acero | 48,00 | 49.612,32 | 49.612,32 | 64.137,60 |
| Pirofilita | 0,18 | 43,24 | 43,24 | 49,900 |
| Sal | 0,30 | 12,14 | 12,14 | 15,26 |
| Diamante Sintético | 278,00 | 6.283,71 | 6.283,71 | 7800,48 |
| Material para Soldar | 30 \$/varilla | 300,00 | 300,00 | 360,00 |
| TOTAL \$ (USD) | | 397.332,25 | 397.332,25 | 397.332,25 |
| TOTAL BS (VEF)²⁰ | | 2.503.193,15 | 2.503.193,15 | 20.523.379,09 |

Fuente: Autores (2013)

b) Costo de Mano de Obra Directa

Los costos de mano de obra directa se obtuvieron de acuerdo al sueldo mínimo vigente a partir del seis de Octubre de 2013, ubicándose en Bs. 2.973,00. Por otra parte la empresa

²⁰ Cantidad en Bolívares estimada a un cambio de divisa de 6,3 BsF./\$.

reparte, a todos sus trabajadores, una utilidad anual igual al valor equivalente de las prestaciones sociales, aunado a esto los trabajadores reciben mensualmente un bono de alimentación de Bs. 850, cubriendo el margen exigido por la Ley de Alimentación para los Trabajadores, que es en su menor valor 25% de una unidad tributaria (UT = Bs. 107) por cada jornada de trabajo (Bono Alimentación Mínimo Aceptable = Bs. 535) (Ver ANEXO E – INDICE NACIONAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR). Los costos de Mano de Obra Directa para el primer año de trabajo se muestran en la Tabla 16 y los costos proyectados para el horizonte de evaluación afectados por la tasa de inflación desde el primer año de ejercicio, se muestran en la Tabla 17.

Tabla 16.- Costo de Mano de Obra Directa calculada en base al Primer Año.

| Cargo | N° Requerido ²¹ | Sueldo Mensual | Bono Alimenticio | Utilidades | Prestaciones | Costo Anual por Persona | Costo Anual según Nómina |
|--|----------------------------|----------------|------------------|------------|--------------|-------------------------|--------------------------|
| Técnico | 5 | 7.000 | 850 | 14.000 | 14.000 | 108.200 | 541.000,00 |
| Total Anual del primer año (BsF.) | | | | | | | 541.000,00 |

Fuente: Autores (2013)

Tabla 17. Costo de Mano de Obra Directa Proyectados.

| Año ²² | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Cualquier Escenario | BsF. 675.817,00 | BsF. 844.231,00 | BsF. 1.054.613,00 |

Fuente: Autores (2013)

c) Costos de Mano de Obra Indirecta

Los costos de mano de obra indirecta se obtuvieron de acuerdo al sueldo mínimo vigente mencionado en el apartado anterior, estos costos se muestran en la Tabla 18 para el primer año de trabajo y los costos proyectados para el horizonte de evaluación, afectados por la tasa de inflación, ver Tabla 19

²¹ Esta cantidad de personal aplica para cualquiera de los tres escenarios ya que contribuyen a una capacidad instalada que satisface a cualquiera de éstos, aclaratoria que aplica a todo el personal de la empresa.

²² Se debe tener en cuenta que a partir del segundo año se le suma el pago de las vacaciones, calculadas en 15 días tal y como lo estipula la ley en el primer año de trabajo del empleado y se le suma un día después del primer año hasta llegar a un total de treinta (30) días como máximo. Esta condición aplica para todos los costos del personal.

Tabla 18.- Costo de Mano de Obra Indirecta calculada en base al Primer Año.

| Cargo | Nº Requerido | Sueldo Mensual | Bono Alimenticio | Utilidades | Prestaciones | Costo Anual por Persona | Costo Anual según Nómina |
|--|--------------|----------------|------------------|------------|--------------|-------------------------|--------------------------|
| Supervisor | 3 | 22.000 | 850 | 44.000 | 44.000 | 318.200 | 954.600 |
| Almacenista | 1 | 8.000 | 850 | 16.000 | 16.000 | 122.200 | 122.200 |
| Operadores | 2 | 5.000 | 850 | 10.000 | 10.000 | 80.200 | 160.400 |
| Seguridad | 2 | 5.000 | 850 | 10.000 | 10.000 | 80.200 | 160.400 |
| Total Anual del primer año (BsF.) | | | | | | | 1.397.600,00 |

Fuente: Autores (2013)

Tabla 19.- Costo de Mano de Obra Indirecta Proyectados.

| Año | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Cualquier Escenario | BsF. 1.745.882,00 | BsF. 2.180.956,00 | BsF. 2.724.450,00 |

Fuente: Autores (2013)

6.4.2 Gastos Administrativos

Son todos aquellos gastos incurridos en el área administrativa de la empresa, dichos gastos implican el sueldo del personal que allí labora, detallados en la Tabla 20 para el primer año y proyectados para el horizonte de evaluación en la Tabla 21.

Otros costos incurridos en las actividades administrativas, se detallan en la Tabla 22 teniendo la proyección de los mismos en la Tabla 23.

Tabla 20.- Gastos Administrativos calculado en base al Primer Año.

| Cargo | Nº Requerido | Sueldo Mensual | Bono Alimenticio | Utilidades | Prestaciones | Costo Anual por Persona | Costo Anual según Nómina |
|--|--------------|----------------|------------------|------------|--------------|-------------------------|--------------------------|
| Asistente | 1 | 6.000 | 850 | 12.000 | 12.000 | 94.200 | 94.200 |
| Personal | 2 | 4.000 | 850 | 8.000 | 8.000 | 66.200 | 132.400 |
| Enfermera | 1 | 6.000 | 850 | 12.000 | 12.000 | 94.200 | 94.200 |
| Total Anual del primer año (BsF.) | | | | | | | 320.800,00 |

Fuente: Autores (2013)

Tabla 21.- Gastos de Personal Administrativo Proyectado.

| Año | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Cualquier Escenario | BsF. 400.743,00 | BsF. 500.609,00 | BsF. 625.360,00 |

Fuente: Autores (2013)

Tabla 22. Otros Gastos Administrativos

| Gasto | Concepto | Mensual | Anual |
|--|---|----------|-------------------|
| Material de Oficina | Varios | 7.000,00 | 84.000,00 |
| Adiestramiento | Capacitación del Soldador normativas API, así como de los técnicos en manufactura de brocas perforadoras. | - | 75.000,00 |
| Total Anual del Primer Año (BsF.) | | | 159.000,00 |

Fuente: Autores (2013)

Tabla 23.- Otros Gastos Administrativos Proyectados

| Año | Año 1 | Año 2 | Año 3 |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Cualquier Escenario ²³ | BsF. 198.622,80 | BsF. 131.082,05 | BsF. 163.747,70 |

Fuente: Autores (2013)

6.4.3 Carga Fabril.

Representan todos aquellos costos incurridos en la producción que no tienen que ver directamente con la fabricación del producto, en la Tabla 24 se muestra el detalle de la carga fabril estimada mensualmente, posteriormente se tiene en la Tabla 25 cada uno de estos costos anuales ajustados por inflación desde el primer año de actividades de la empresa.

Tabla 24.- Carga Fabril Mensual.

| Servicio | Total Mensual |
|-------------------|-----------------|
| Energía Eléctrica | 629,77 |
| Agua | 350,00 |
| Aseo Urbano | 350,00 |
| Teléfono | 500,00 |
| Total | 1.829,77 |

Tabla 25. Carga Fabril Proyectada.

| Servicio | Año 1 | Año 2 | Año 3 |
|-------------------|------------------|------------------|------------------|
| Energía Eléctrica | 9.440,53 | 11.793,11 | 14.731,95 |
| Agua | 5.246,64 | 6.554,10 | 8.187,39 |
| Aseo Urbano | 5.246,64 | 6.554,10 | 8.187,39 |
| Teléfono | 7.495,20 | 9.363,00 | 11.696,26 |
| Total | 27.429,01 | 34.264,32 | 42.802,99 |

²³ Cabe destacar que para el año 2 y 3 los gastos administrativos disminuyen debido a que el adiestramiento solo se realiza el primer año y no se incluye como gasto en los años posteriores.

6.4.4 Inversión Inicial

Para el funcionamiento de la empresa, se requiere precisar el costo de maquinarias y equipos, utensilios y mobiliario, ya que todos estos representan un activo, por lo que al comienzo de su funcionamiento constituirán una inversión. Aunado a esto, ya que la empresa planea comprar el terreno donde se construirá la planta, se agrega el costo del mismo como parte de la inversión inicial. De acuerdo a los cálculos obtenidos a través de los costos totales de maquinarias, equipos, utensilios y mobiliario, la inversión total para este proyecto es de BsF. 7.198.441, siendo el horno el que mayor costo representa dentro de la inversión, seguido por las tres batidoras necesarias para el proceso productivo. A continuación se presenta la inversión inicial para la empresa.

Tabla 26.- Inversión Inicial

| Herramientas y Equipos | Precio Unitario (\$) | Precio Unitario (BsF) | Cantidad | Total (BsF) |
|-----------------------------|----------------------|-----------------------|----------|---------------------|
| Terreno | | 2.500.000,00 | 1 | 2.500.000,00 |
| Inversión en Terreno | | | | 2.500.000,00 |
| Prensa hidráulica | 146.000,00 | 919.800,00 | 1,00 | 919.800,00 |
| Horno de sinterización | 150.000,00 | 945.000,00 | 1,00 | 945.000,00 |
| Torno | 16.000,00 | 100.800,00 | 1,00 | 100.800,00 |
| Planta Eléctrica | 12.000,00 | 75.600,00 | 1,00 | 75.600,00 |
| Transporte de Equipos | 19.047,62 | 120.000,00 | - | 120.000,00 |
| Asegurar Equipos | 15.600,00 | 98.280,00 | - | 98.280,00 |
| Equipo de Soldar | 1.600,00 | 10.080,00 | 4,00 | 40.320,00 |
| Molde de Grafito 8 ½" | | 60.000 | 1,00 | 60.000 |
| Molde de Grafito 17 ½" | | 80.000 | 1,00 | 80.000 |
| Molde de Zirconio | | 50.000 | 2,00 | 100.000 |
| Molde cilindrico | | 10.000 | 2,00 | 20.000 |
| Bomba de Agua | | 2.690,00 | 1,00 | 2.690,00 |
| Tanque Diesel | | 18.720,00 | 1,00 | 18.720,00 |
| Tanque de Agua | | 15.500,00 | 1,00 | 15.500,00 |
| Paletas Plasticas | | 100,00 | 40,00 | 4.000,00 |
| Montacargas | | 1.052.080,00 | 1,00 | 1.052.080,00 |
| Extintor | | 957,00 | 3,00 | 2.871,00 |
| Carretilla eléctrica | | 275.000,00 | 1,00 | 275.000,00 |

| Herramientas y Equipos | Precio Unitario (\$) | Precio Unitario (BsF) | Cantidad | Total (BsF) |
|--------------------------------------|----------------------|-----------------------|----------|---------------------|
| Carretilla manual planta | | 15.700,00 | 2,00 | 31.400,00 |
| Deshumidificador | | 15.900,00 | 1,00 | 15.900,00 |
| Luminarias en Almacén | | 940,00 | 21,00 | 19.740,00 |
| Estanterías | | 20.000,00 | 18,00 | 360.000,00 |
| Inversión Total en Maquinaria | | | | 4.357.701,00 |
| Guantes de Carnaza | | 50,00 | 8,00 | 400,00 |
| Guantes Especiales | | 300,00 | 3,00 | 900,00 |
| Lentes Protectores | | 60,00 | 10,00 | 600,00 |
| Lentes Protectores Soldar | | 100,00 | 2,00 | 200,00 |
| Casco de Soldar | | 1.500,00 | 1,00 | 1.500,00 |
| Cascos con cuffias | | 200,00 | 7,00 | 1.400,00 |
| Botas punta de hierro | | 900,00 | 11,00 | 9.900,00 |
| Inversión Total en Utensilios | | | | 14.900,00 |
| Silla ejecutiva | | 2.500,00 | 5,00 | 12.500,00 |
| Escritorio | | 12.500,00 | 5,00 | 62.500,00 |
| Mesa | | 8.950,00 | 2,00 | 17.900,00 |
| Sillas | | 780,00 | 16,00 | 12.480,00 |
| Urinario | | 1.100,00 | 4,00 | 4.400,00 |
| Poceta | | 2.300,00 | 6,00 | 13.800,00 |
| Lavamano | | 2.100,00 | 6,00 | 12.600,00 |
| Locker | | 1.700,00 | 7,00 | 11.900,00 |
| Combo Médico | | 3.880,00 | 1,00 | 3.880,00 |
| Carretilla Aseo | | 1.500,00 | 1,00 | 1.500,00 |
| Contenedor de Basura de hierro | | 20.000,00 | 1,00 | 20.000,00 |
| Caja de Herramientas | | 13.800,00 | 1,00 | 13.800,00 |
| Bebedero | | 7.300,00 | 4,00 | 29.200,00 |
| Computadoras | | 15.345,00 | 4,00 | 61.380,00 |
| Luminaria de Oficina | | 1.600,00 | 30,00 | 48.000,00 |
| Inversión Total en Mobiliario | | | | 325.840,00 |
| Inversión Total | | | | 7.198.441,00 |

Fuente: Autores (2013)

6.4.5 Inversión en Capital de Trabajo

El capital de trabajo representa una inversión inicial necesaria para el comienzo del funcionamiento de la empresa, el mismo se estimó para cubrir los primeros tres meses

de actividad de la empresa. En la Tabla 27 se muestra el capital de trabajo requerido para el escenario Probable, de igual forma éste se obtuvo para el escenario Optimista y Conservador, mostrado en el ANEXO G – ANÁLISIS ECONÓMICO.

Tabla 27. Inversión en Capital de Trabajo para el primer año.

| Escenario Probable | Año 1 | Año 2 | Año 3 |
|----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Costo de Materia Prima e Insumos | 2.503.193,15 | 2.503.193,15 | 2.503.193,15 |
| Costos de Mano de Obra Directa | 1.745.881,92 | 2.228.897,09 | 2.758.966,10 |
| Costos de Mano de Obra Indirecta | 675.817,20 | 855.663,27 | 1.053.018,23 |
| Carga Fabril | 27.429,01 | 34.264,32 | 42.802,99 |
| Personal Administrativo | 400.743,00 | 500.609,00 | 625.360,00 |
| Gastos Administrativos | 198.622,80 | 131.082,05 | 163.747,70 |
| TOTAL | 4.952.321,28 | 5.622.017,83 | 6.357.980,46 |

Fuente: Autores (2013)

6.5 Depreciación

Las empresas necesitan depreciar sus equipos y maquinarias, ya que el uso de las mismas hace que se disminuya su valor en el tiempo. Se tomó como tiempo de depreciación un tiempo igual a 5 años y el método de depreciación utilizado, para el cálculo de las cuotas de depreciación, está basado en el método de depreciación por línea recta. El valor según libros (VSL) para todos los equipos al final de los 3 años de este proyecto será de Bs. 0, pero el valor de rescate será el 25% de su valor inicial, este valor fue ajustado debido a la inflación para su posterior venta al final del periodo de evaluación de este proyecto. En la Tabla 28 se presenta el detalle de la depreciación de los equipos y en la Tabla 29 se presenta el valor de rescate para el equipo hoy y al final del proyecto.

Tabla 28.- Depreciación

| Herramientas y Equipos | Valor inicial | Vida útil | Valor según libro (3 años) | Depreciación Anual |
|------------------------|---------------|-----------|-----------------------------|--------------------|
| Prensa Hidráulica | 919.800,00 | 3 | 0 | 306.600,00 |
| Horno de sinterización | 945.000,00 | 3 | 0 | 315.000,00 |
| Torno | 100.800,00 | 3 | 0 | 33.600,00 |
| Planta Eléctrica | 75.600,00 | 3 | 0 | 25.200,00 |
| Equipo de Soldar | 40.320,00 | 3 | 0 | 13.440,00 |
| Bomba de Agua | 2.690,00 | 3 | 0 | 896,67 |
| Tanque Diesel | 18.720,00 | 3 | 0 | 6.240,00 |
| Tanque de Agua | 15.500,00 | 3 | 0 | 5.166,67 |

| Herramientas y Equipos | Valor inicial | Vida útil | Valor según libro (3 años) | Depreciación Anual |
|---------------------------------------|---------------|-----------|-----------------------------|---------------------|
| Paletas Plásticas | 4.000,00 | 3 | 0 | 1.333,33 |
| Montacargas | 1.052.080,00 | 3 | 0 | 350.693,33 |
| Extintor | 2.871,00 | 3 | 0 | 957,00 |
| Carretilla eléctrica | 275.000,00 | 3 | 0 | 91.666,67 |
| Carretilla manual planta | 31.400,00 | 3 | 0 | 10.466,67 |
| Caja de Herramientas | 13.800,00 | 3 | 0 | 4.600,00 |
| Cuota anual depreciación (BsF) | | | | 1.165.860,33 |

Fuente: Autores (2013)

Tabla 29.- Valor de Rescate

| Herramientas y Equipos | Valor inicial | Vida útil | Valor de Rescate (Hoy) | Valor de Rescate al Final del Proyecto |
|--|---------------|-----------|------------------------|--|
| Prensa Hidráulica | 919.800,00 | 3 | 229.950,00 | 747.153,54 |
| Horno de sinterización | 945.000,00 | 3 | 236.250,00 | 767.623,50 |
| Torno | 100.800,00 | 3 | 25.200,00 | 81.879,84 |
| Planta Eléctrica | 75.600,00 | 3 | 18.900,00 | 61.409,88 |
| Equipo de Soldar | 40.320,00 | 3 | 10.080,00 | 32.751,94 |
| Bomba de Agua | 2.690,00 | 3 | 672,50 | 2.185,09 |
| Tanque Diesel | 18.720,00 | 3 | 4.680,00 | 15.206,26 |
| Tanque de Agua | 15.500,00 | 3 | 3.875,00 | 12.590,65 |
| Paletas Plásticas | 4.000,00 | 3 | 1.000,00 | 3.249,20 |
| Montacargas | 1.052.080,00 | 3 | 263.020,00 | 854.604,58 |
| Extintor | 2.871,00 | 3 | 717,75 | 2.332,11 |
| Carretilla eléctrica | 275.000,00 | 3 | 68.750,00 | 223.382,50 |
| Carretilla manual planta | 31.400,00 | 3 | 7.850,00 | 25.506,22 |
| Caja de Herramientas | 13.800,00 | 3 | 3.450,00 | 11.209,74 |
| Cuota anual depreciación (BsF.) | | | | 2.841.085,05 |

Fuente: Autores (2013)

6.6 Estado de Ganancias y Pérdidas

Una vez que han sido determinados los ingresos por ventas, los costos asociados a la parte operativa y administrativa de la empresa, y la inversión inicial requerida para el proyecto, se determina el Estado de Ganancias y Pérdidas de la empresa, para cada uno

de los escenarios. En la Tabla 30 se muestra el estado de ganancias y pérdidas para el escenario Probable, determinado igualmente para los escenarios Optimista y Pesimista, detallados en el Anexo G.

Tabla 30.- Estado de Ganancias y Pérdidas proyectado a 3 años. Escenario Probable

| Escenario Probable | Estado de Ganancias y Pérdidas (Bs F) | | |
|----------------------------------|---------------------------------------|----------------------|----------------------|
| | Año 1 | Año 2 | Año 3 |
| Ingreso por Ventas | 3.831.068,26 | 4.785.770,48 | 5.978.384,48 |
| Costo de Materia Prima e Insumos | (2.503.193,15) | (2.503.193,15) | (2.503.193,15) |
| Costos de Mano de Obra Directa | (1.745.881,92) | (2.228.897,09) | (2.758.966,1) |
| Costos de Mano de Obra Indirecta | (675.817,2) | (855.663,27) | (1.053.018,23) |
| Carga Fabril | (27.429,01) | (34.264,32) | (42.802,99) |
| Utilidad Bruta | -1.121.253,01 | -836.247,36 | -379.595,98 |
| Gastos Administrativos | (198.622,8) | (131.082,05) | (163.747,7) |
| Materiales de Oficina y Otros | (104.932,8) | (104.932,8) | (104.932,8) |
| Gastos de Depreciación | (1.406.720,33) | (1.406.720,33) | (1.406.720,33) |
| Utilidad Operativa | -2.831.528,95 | -2.478.982,54 | -2.054.996,82 |
| ISLR (34%) | - | - | - |
| Utilidad Neta | -2.831.528,95 | -2.478.982,54 | -2.054.996,82 |

Fuente: Autores (2013)

6.7 Flujo de Caja

Para el cálculo del flujo de caja no se utilizó el renglón de financiamiento contando con que la empresa se hará cargo de la inversión inicial, se toma un porcentaje de recuperación de la inversión de un 25%, llevando al año 3 con el índice inflacionario calculado anteriormente, a continuación la Tabla 31 muestra el flujo de caja del escenario esperado, para obtener más detalles de los otros flujos de caja correspondiente a los escenarios faltantes, dirigirse al ANEXO G – ANÁLISIS ECONÓMICO.

Tabla 31.- Flujo de Caja del Escenario Probable

| Descripción | Año | | | |
|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 |
| Ingreso neto | | -2.831.528,95 | -2.478.982,54 | -2.054.996,82 |
| Depreciación | | 1.406.720,33 | 1.406.720,33 | 1.406.720,33 |
| Flujo de caja Operativo | | -1.424.808,61 | -1.072.262,21 | -648.276,48 |
| Inversión | -7.198.441,00 | | | 3.506.434,84 |
| I.S.L.R (34%) | | | | -1.192.187,85 |
| (Capital de trabajo) | -4.952.321,28 | -5.622.017,83 | -6.357.980,46 | 16.932.319,57 |

| Descripción | Año | | | |
|----------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|---------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 |
| Flujo de Caja de Inversión | -12.150.762,28 | -5.622.017,83 | -6.357.980,46 | 19.246.566,57 |
| Flujo de Caja Total | -12.150.762,28 | -7.046.826,44 | -7.430.242,67 | 18.598.290,08 |

Fuente: Autores (2013)

6.8 Tasa de Retorno Atractiva Mínima

La TRAM correspondiente a la Tasa de Retorno Atractiva Mínima para la empresa Geo Technology LA, C.A. Para calcularla es necesario saber dos datos importantes , el primero es la Tasa de Inflación, calculada anteriormente, ($f=24,92\%$) y la segunda es la Tasa Neta de Inversión, considerada como la tasa a la cual se espera ganar en esta inversión. Los directivos de Geo Technology LA, C.A., establecen como mínimo un 15% de ganancia sobre la inflación, ($i=15\%$). La siguiente formula es calculada la Tasa de Retorno Atractiva Mínima (TRAM), con los requerimientos antes señalados:

$$TRAM = [i + f + (i * f)] = [0,15 + 0,2492 + (0,15 * 0,2492)]$$

$$TRAM = 43,66\%$$

6.9 Valor Presente Neto

El VPN es un indicador económico de factibilidad de proyecto, el mismo representa cuánto dinero en bolívares del presente, constituyen para los años estudiados los flujos de caja, contemplando la TRAM. Si el resultado del VPN es positivo indicara que el proyecto es factible. En el caso particular del presente TEG, se calcula el VPN como valor esperado neto para cada uno de los escenarios, arrojando los valores reportados en la Tabla 32, con la siguiente ecuación:

$$VPN_{Escenario} = Inversión Inicial + \frac{Flujo\ de\ Caja_{año\ 1}}{(1 + TRAM)^1} + \frac{Flujo\ de\ Caja_{año\ 2}}{(1 + TRAM)^2} + \frac{Flujo\ de\ Caja_{año\ 3}}{(1 + TRAM)^3}$$

En el caso particular del presente estudio para los tres escenarios, el resultado fue de un VPN negativo, estos valores indican que el proyecto no es factible debido a que no existen ganancias en el periodo de tiempo estudiado.

6.10 Tasa Interna De Retorno

Al igual que el Valor Presente Neto, la Tasa Interna de Retorno (TIR), el cual es otro indicador económico de factibilidad de proyectos y arroja cual es, porcentualmente, el retorno de la inversión efectuada. El valor obtenido de la Tasa Interna de Retorno se compara con la TRAM, cuando la TIR es mayor que la TRAM, el proyecto es económicamente factible ya que se supera el valor de la inflación (f) así como la tasa que los inversionistas como mínimo quieren ganar con el proyecto (i), en caso contrario el proyecto no resultaría factible.

Para el cálculo de la TIR se utiliza la siguiente ecuación, la cual contempla los flujos de caja del proyecto y se busca por medio de ésta saber cuál es el porcentaje máximo de ganancia que internamente puede dar la inversión.

$$0 = Inversión\ Inicial + \frac{Flujo\ de\ Caja_{año\ 1}}{(1 + TIR)^1} + \frac{Flujo\ de\ Caja_{año\ 2}}{(1 + TIR)^2} + \frac{Flujo\ de\ Caja_{año\ 3}}{(1 + TIR)^3}$$

En particular para el presente trabajo de estudio se obtuvo una TIR menor que la TRAM incluso obteniendo valores negativo, lo que indica económicamente que este proyecto de inversión no es factible en cualquiera de los escenarios.

Tabla 32.- Cálculo del VPN y TIR para los tres escenarios.

| ESCENARIO | VPN | TIR |
|-----------|---------------|--------|
| PROBABLE | -9.430.939,65 | -7,50% |
| PESIMISTA | -9.430.939,65 | -7,50% |
| OPTIMISTA | -8.806.343,34 | -1,49% |

CAPITULO VII.- CONCLUSIONES

(1) La manufactura de brocas es un área de producción detallada y compleja cuya información se encuentra protegida y resguardada por cada uno de los productores. Los procesos operacionales y productivos de la empresa dependerán del nivel de conocimiento de los integrantes de la producción. Por lo que tener personal calificado en el proceso influirá en una mejor selección de materiales y equipos, lo que en consecuencia hará que se mantengan o mejoren los estándares de calidad evaluando las posibilidades de disminución de costos mediante el mejor aprovechamiento de los recursos.

(2) Las barrenas de perforación petrolera en Venezuela solo son adquiridas por PDVSA el único ente que realiza la explotación de los yacimientos fósiles del país. PDVSA controla la demanda y su variación es baja debido a que el petróleo es la primera fuente de ingresos del país, la oferta es controlada por distintos productores y comercializadores que compiten mediante licitaciones ofertando distintas brocas, entre ellas las del tipo Tricónicas, Diamante Natural, Compactos de Diamante Policristalino (PDC), Térmicamente Estable (TSP) y del tipo Especiales. Dentro de estos tipos las principalmente demandas por PDVSA son las Tricónicas y PDC, siendo las del tipo PDC las más solicitadas.

(3) Las barrenas de perforación son fabricadas con especificaciones y características técnicas dependiendo de cada productor utilizando esto como carácter diferenciador de la competencia, estas especificaciones son resguardadas por parte de los productores. Las especificaciones de las barrenas de perforación estudiadas, barrenas de cortadores compactos de diamante policristalino (PDC) y cuerpo de carburo de tungsteno con núcleo de acero, de 8 aletas y diámetros de 8 ½” y 17 ½”, realizadas con un diseño hidráulico con sistema de toberas para lodo especiales por lo que presentan un buen rendimiento para cualquier tipo de formación, por ello se convierten en las más demandadas. Estos diseños de barrenas ya los tiene la empresa Geo Technology LA, C.A.

(4) Fueron estudiadas las alternativas de producción por patentes, encontrando dos (2) las cuales se encuentran en el ANEXO C – ESPECIFICACIONES DEL PROCESO, de ambas patentes se escogió aquella cuyo proceso de manufactura era menos complejo y requería de menos procesos, pasos de ensambles, insumos, materias primas y equipos. Encontrándose en total siete (7) procesos claves para la producción y manufactura de las barrenas de perforación de los cuales cinco (5) corresponden a los procesos medulares que son: Llenado de molde, Horneado, Torneado, Prensado, Soldado.

Para la alternativa de producción escogida se puede considerar la inclusión de otra prensa lo que aumentaría la velocidad de producción al doble, disminuyendo los tiempos del proceso que es cuello de botella (proceso de producción de cortadores). Seleccionar el tipo de barrena acorde con el análisis de las distintas alternativas de producción.

(5) Las barrenas seleccionadas para la producción fueron las del tipo PDC de 8 ½” y la 17 ½” encontrando dentro de la demanda de PDVSA, para un horizonte de tiempo de 6 años, a la barrena 8 ½” como la más demandada y a la 17 ½” como la que se vende a mayor precio. Las brocas fueron escogidas como los límites de producción, ya que al seleccionar otra broca del tipo PDC de cualquier diámetro ésta será menos vendida que la 8 ½” y no tendrá un precio de venta mayor a la 17 ½”, esto permite tomar en consideración una evaluación de la situación al momento de considerar producir algún otro tipo de barrena PDC.

(6) La gran mayoría de los insumos de producción son importados, tanto materias primas como equipos y maquinarias ya que en el país no existen empresas que produzcan estos recursos. Esta situación obliga a la empresa a trabajar con el ente nacional de divisas (CADIVI) para obtener la moneda y adquirir los insumos. Se encontraron en total once (11) tipos de insumos de materia prima de los cuales nueve (9) se encontraron relacionados directamente a la producción.

(7) La cantidad de barrenas a producir del tipo 8 ½” es de 7 unidades con un precio de venta de 117.533,60 BsF por unidad para el escenario probable, 164.547,18 BsF., para

el pesimista y de 116.644,06 BsF., para el escenario optimista. Por otra parte, la cantidad de brocas a producir del tipo 17 ½” es de 3 unidades con un precio de venta de 320.583,07 BsF por unidad para el escenario probable, 448.816,30 BsF., para el pesimista y 369.936,07 para el optimista. El número de producción fue determinado gracias a la base de datos de unidades vendidas por Geo Technology LA, C.A., en el horizonte de tiempo estudiado, tomando en cuenta el comportamiento de la demanda. El precio de venta fue determinado tomando en cuenta los costos de producción, los costos de mano de obra directa y estableciendo un porcentaje de ganancia para la empresa por cada broca.

(8) Para la producción de barrenas de perforación, se encontraron veintiún (21) tipos de maquinarias y equipos, de los que dieciocho (18) se encuentran relacionados directamente a la producción; siendo los principales un sorno de sinterización, una prensa hidráulica de 6 cilindros, un torno CNC de 5 ejes y una soldadora de alto amperaje, adicionalmente se identificaron siete (7) utensilios como los necesarios para que los trabajadores puedan realizar los procesos de manufactura. en la planta de los cuales dieciocho (18) son maquinarias y siete (7) utensilios relacionados directamente a la producción. Se cuenta con un espacio de 2.050 metros² de espacio ubicado en la zona El tigre Anzoátegui resultado de un análisis de posibles ubicaciones. En cuanto a los recursos humanos requeridos, se necesitan de un total de diecisiete (17) trabajadores, de los cuales se tienen cinco (5) en MOD; de los cuales tienen que recibir capacitación especializada 4 de ellos, siete (7) en MOI y cuatro (4) Personal Administrativo.

(9) Se realizó el estudio económico del proyecto para una inversión inicial de 7.198.441,00 BsF., utilizando el indicador de factibilidad VPN, el cual arrojó un total de -9.430.939,65 BsF., para los escenarios pesimista y probable y un total de -8.806.343,34 BsF., para el escenario optimista. En consecuencia con el resultado del Valor Presente Neto resultó que el proyecto no es factible para el periodo de tiempo proyectado a tres años. Aunado a esto, se calculó la Tasa Interna de Retorno, para el escenario probable y pesimista se obtuvo -7,50% mientras que para el escenario optimista se obtuvo -1,49%.

En conclusión el proyecto estudiado está perdiendo el capital invertido porque tanto el VPN como la TIR son negativos, siendo el proyecto no factible.

Es importante destacar que la sensibilidad de la situación económica y política en la que se encuentra Venezuela, referente al tema de las divisas en moneda extranjera se convierte en el punto álgido de la evaluación económica del presente estudio ya que, si ocurre una devaluación los costos aumentan, aunado a que si el ente encargado de proporcionar las divisas no aprueba la solicitud los costos también aumentan, todos estos casos se vinculan al aspecto político y social del país el cual es muy variable para invertir en un proyecto de tal magnitud

REFERENCIAS

REFERENCIAS IMPRESAS

Libros

- Brossard E. (ed. Gerencia de Asuntos Públicos de Intevep, S.A.).(1993).*INTEVEP: ruta y destino de la investigación petrolera en Venezuela*. Caracas, Venezuela: INTEVEP, S.A.
- Hernandez R, Fernandez C & Baptista P. (1996). *Metodología de la investigación*. D.F., México: McGraw-Hill
- Hernandez R, Fernandez C & Baptista P. (2003). *Metodología de la investigación*. D.F., México: McGraw-Hill
- Hurtado de Barrera, J. *El proyecto de investigación: comprensión holística de la metodología de investigación* (6ta. ed.). Quirón Ediciones. Caracas, 2010.
- Palacios L. (ed.1). (1998). *Principios esenciales para realizar proyectos*. Caracas, Venezuela

Trabajos especiales de grado

- Piedrahita F., Carvalho E., (2012). Estudio técnico económico para la creación de una pequeña y mediana empresa destinada a la producción y comercialización de “cupcakes”. Universidad Católica Andrés Bello. Facultad de Ingeniería Industrial. Caracas, Venezuela.
- González A, Jara M, Ramírez L, Malavé K (2010). *Diseño Del Programa De Brocas Requerido Para Perforar El Pozo Direccional XD*. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra. Guayaquil. Ecuador.
- Carrero C., Murillo. M., (2008) *Estudio de factibilidad técnico económico para la implantación de una empresa productora de leche de larga duración UHT, en el estado Táchira*. Universidad Católica Andrés Bello. Facultad de Ingeniería Industrial. Caracas, Venezuela.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

Guía para la presentación de Proyectos (2006). Vigésimo séptima edición. Siglo veintiuno editores. México Fuente Consultada:

<http://books.google.co.ve/books?id=344NPaC94TsC&pg=PA121&dq=estudio+financiero&hl=es-419&sa=X&ei=7uX2UeGqEIF28wS55oDgCg&sqi=2&ved=0CDIQ6AEwAQ#v=onepage&q=estudio%20financiero&f=false>. Fecha de Consulta: 20 de Agosto del 2013

Mesa, J. (2008). Matemáticas Financieras aplicadas. Tercera edición. ECOE Ediciones. Bogotá. Colombia. Fuente Consultada:

http://books.google.co.ve/books?id=YagY_dcf13sC&pg=PA490&dq=valor+presente+neto&hl=es-419&sa=X&ei=FOR2UdekDPGt4AOQ84GoBA&sqi=2&ved=0CDMQ6AEwAQ#v=onepage&q=valor%20presente%20neto&f=false. Fecha de Consulta: 20 de Agosto del 2013

Coss Bu, R. (2005). Análisis y evaluación de proyectos de inversión. Segunda edición. Limusa. México. Fuente: <http://books.google.co.ve/books?id=XfVvR-TwcbEC&pg=PA73&dq=tasa+interna+de+retorno&hl=es-419&sa=X&ei=kuz2UcHVCIq29QSJpoDwDA&sqi=2&ved=0CCwQ6AEwAA#v=onepage&q=tasa%20interna%20de%20retorno&f=false>. Fecha de Consulta: 20 de Agosto del 2013

Van Horne, J & Wachowicz, J. (2002). Fundamentos de la administración financiera. Pearson. México. Fuente Consultada:

http://books.google.co.ve/books?id=ziiCVbfGK3UC&pg=PA209&dq=capital+de+trabajo&hl=es-419&sa=X&ei=uu_2UbFojsr2BO-igbgD&ved=0CCwQ6AEwAA#v=onepage&q=capital%20de%20trabajo&f=false. Fecha de Consulta: 20 de Agosto del 2013

Patente de manufactura de una broca del tipo PDC (1). Fuente Consultada: <http://www.google.es/patents/US7784381>. Fecha de Consulta: 10 de Septiembre del 2013

Patente de manufactura de una broca del tipo PDC (2). Fuente Consultada: <http://www.google.es/patents/US6073518> Fecha de Consulta: 10 de Septiembre del 2013

ANEXO A – ESPECIFICACIONES DE BARRENAS

A.1 Especificación de Barrena 8 1/2" (215,9 mm)

Tamaño: 8 1/2" (215,9 mm)

IADC CODE: M422

DATOS TECNICOS:

Cantidad de Aletas: 8

Tipo de Cortadores de diamante: PDC

Numero de Cortadores de diamante: 96

Peso Neto: 330,5 kg

Tamaño del Pin: API 4 1/2 Reg

Altura Mecha: 395

Tamaño y OD de boquillas: 8 piezas, 13/32 pulg

PARAMETROS RECOMENDADOS:

Peso sobre la mecha: 0,9-13 t 2000-29000 lbs

Tasa de flujo: 25-40

Aplicación:

Mechas diseñadas para perforar hoyos en calibrer para gas

y petróleo, verticales y direccionales in formaciones medias a suaves

Con fluidos base agua.

Cualidades:

Área calibrada de aletas y geometría para facilitar balance en el hoyo

PDC en calibre sobre el area calibrada le alarga la vida útil a la mecha

La segunda hilera de PDC incrementa considerablemente su durabilidad



A.2 Especificación de Barrena 17 1/2" (444,5 mm)

Tamaño: 17 1/2" (444,5 mm)

IADC CODE: M422²⁴

DATA TECNICA:

Cantidad de Aletas: 8

Tipo de Cortadores de diamante: PDC

Numero de Cortadores de diamante: 80

Peso Neto: 896,9 kg

Tamaño del Pin: API 7 5/8 Reg

Altura Mecha: 545

Tamaño y OD de boquillas: 8 piezas, 14/32 pulg

PARAMETROS RECOMENDADOS:

Peso sobre la mecha: 0,9-24 t 2000-53000 lbs

Tasa de flujo: 60-70

Aplicación:

Mechas diseñadas para perforar hoyos terminados en calibre para gas y petróleo verticales y direccionales in formaciones medias a suaves Con fluidos base agua.

Cualidades:

La geometría de las aletas simplifica y facilita la limpieza del hoyo Y estabiliza la mecha, un diseño de mayor altura de la aleta reduce la probabilidad De la mechas a balancearse y suministra un mejor balance del flujo para Una mejor limpieza. El diseño de los cortadores limita vibración en la mecha y aumenta estabilidad durante la perforación



²⁴ La broca de la imagen corresponde a una barrena 17 1/2 de 6 aletas y no de 8, ya que no se encontró una imagen de 8 aletas.

ANEXO B – ESPECIFICACIONES DE MATERIALES

B.1 POLVO DE DIAMANTE SINTETICO

Características del artículo

Tamaños de grano abrasivo: Mesh

Marca: HRAC

Material: Synthetic Diamond

Uso: Drilling,Cutting,Grinding & Polishing Diamond Tools

Número de Modelo: SMD5110

Tipo: SMD

1. Descripción del producto

Smd de la serie es una especie de sierras de grado industrial de productos de diamante para el aserrado de piedra, de hormigón y de perforación geológica. Este tipo de condiciones de producto es adecuado para la fabricación de bastidor de la sierra, sierra del alambre, multi- cuchillas y pedacitos de taladro. Gama de piezas de trabajo más duro de granito, de asfalto, refractarios y de hormigón armado a mármoles más suave, calizas y materiales de construcción ligera.

El de grano grueso de la serie smd52xx desde la parte superior smd5290 grado a grado económico smd5215, puede coincidir con diferentes aplicaciones de trabajo como de alta resistencia de sierra, taladro y herramientas de molienda, cuerda de sierra así como para las herramientas de galvanizado, de carga media o baja carga de la fabricación de herramientas.

La prima de grado smd5190,5180,5160 están clasificados el perfecto cubo- octaédrica cristalino, el cristal también favorable tienen la transparencia y la pureza, más alta dureza, perfecta estabilidad térmica y resistencia al impacto. Utilizado en las perforaciones geológica.

El grado medio smd5140,5130 ranking son el alto porcentaje de toda cubo- octaédrica cristalino, la inclusión de baja y alta dureza.

El grado económico smd5125,5120,5115 5111 y están diseñados para el medio de aplicación de la carga, todo el cristalino porcentaje es más bajo que por encima de dos tipos.



Fig. 14. Empaque del polvo de diamante

B.2 CARBURO DE TUNGSTENO EN POLVO

Datos básicos

| | | |
|---|--------------------------------|--|
| Lugar del origen: China (Continental) | Marca: cdh857 | Número de Modelo: Ctc-1 |
| Uso: La perforación de petróleo, materiales de construcción de maquinaria | Forma: de partículas | Material: De tungsteno fundido- carburo de polvo |
| Dimensiones: A-40- 400 de malla | Composición Química: Wc: 99.9% | de color: negro |

Paquete

Paquete: Barriles de(hierro, de plástico, papper), cada 25/50kg

Especificaciones

Minerales y metalurgia grupo de salida de polvo 1. cnpc brazo de la marca, de alta calidad 2. precio de fábrica, profesional 3. cercano puerto de avance.

De área de aplicación:(uso en)

de perforación de petróleo, materiales de construcción de maquinaria, de caña de azúcar herramienta de trituración, de procesamiento de alimentos de la máquina

Detalle de producto:

De acuerdo a la normativa nacional de los gb2967-89, el elenco de tungsteno- carburo de polvo. Se funde mediante un sistema de puré de, que es con polvo de tungsteno y de carburo de tungsteno en polvo como materia prima por el proceso tales como el de fusión, de fundición, la trituración, de detección.

Características:

1. bajo punto de fusión,
2. de luz de cristal,
3. de alta dureza,
4. excelente resistencia al desgaste



Shenzhen JSY Chemical Business Department [Verificado]

Productos ▾ Detalles de la Empresa ▾ Datos de contacto

Vender en el mejor precio fw-1 fw-2 de tungsteno en polvo

Precio FOB: US \$35 - 55 / Kilogramo ? (aprox. VEB B 75.107,30 - 118.025,75 / Kilogramo)
[Obtenga el Último Precio](#)

Puerto: xingang

Cantidad de pedido mínima: 1 Kiloamperio/s

Capacidad de suministro: 150 Tonelada/s por Mes

Plazo de entrega: con en 15 días después de recibido su pago por adelantado

Condiciones de pago: L/C,T/T

Ms. lizzy Wang Desconectado

[Contactar Proveedor](#)

Fig. 15. Precio Carburo de Tungsteno

B.3 COBALTO

Datos básicos

| | | |
|---|---|------------------------------|
| Lugar del origen: China (Continental) | Marca: polvo de cnpc | Número de Modelo: Cnpc-co100 |
| Uso: Ampliamente utilizado en los productos metalúrgicos de aleaciones duras, herramienta de diamante | Forma: Polvo gris con forma irregular y el magnetismo. Disuelto en ácido. | Dimensiones: 1. 5- 2. 0um |
| Composición Química: Ni, pb, de al, de si, fe, s, zn | | |

Paquete

Paquete: 5kg/paquete de vacío

Especificaciones

Polvo de cobalto 1. pureza 99.95% 2. promedio de tamaño de partículas: 1. 5- 2. 0um 3. cnpc marca 4. por cerca del puerto

Propiedades

Polvo gris con forma irregular y el magnetismo. Disuelto en ácido, y es fácil ser oxidado en el aire húmedo.

Aplicación

Ampliamente utilizado en los productos metalúrgicos de aleaciones duras, herramientas de diamante, aleaciones de alta temperatura y los materiales magnéticos, y en el de los productos químicos batería recargable, los productos farmacéuticos de voladura, combustible de cohetes y la medicina.

Embalaje y almacenamiento

El barril de hierro o de plástico paquete de bolsa.

Mantener cuidadosamente lejos de humedad y la humedad. Almacenar en lugar seco y ventilación.

----- Forwarded message -----

From: **CNPC POWDER-Crystal Tang** <sales2@cnpcpowder.cn>
Date: 2013/10/7
Subject: Re: cobalt price from China manufacturer
To: alejandrocarrillo@gmail.com

Cotización Cobalto

Dear Enrique Aponte:

Nice day and thanks for your inquiry.

We are CNPC POWDER, the leading company of powder material including cobalt powder.

Here i would like to send our offer as belows for your reference:

Material: cobalt powder

Specs: 1.5-2.0micron or 1.0-1.5micron 99.95%

Qty: 4 tons

Price: CIF Puerto ordaz 50USD/KG

Packages: 5kg per vacuum bag

Payment: T/T

Delivery: within 15 days after payment received

Validity: 10 days

Please kindly comment. Any of your questions would got our highly attention.

Awaiting your early response. Thanks a lot.

Best regards.

Sincerely

Rosea

CNPC POWDER GROUP CO.,LTD
TEL:86+21 69005580
FAX:86 +21 60919255
SKYPE:flyxiangluo
[E-MAIL:sales2@cnpcpowder.cn](mailto:sales2@cnpcpowder.cn)

B.4 PIROFILITA

Datos básicos

| | | |
|---------------------------------------|---|--------------------------------|
| Lugar del origen: China (Continental) | Marca: antai | Número de Modelo: 100-2000mesh |
| el nombre de: pirofilita | de la forma: De piedra, en polvo, el bloque, a tanto alzado | blancura: 90% min |
| color: blanco | | |

Paquete

Paquete: 25kgs/bag, 50kgs/bag, 500kgs/bag

Especificaciones

Pirofilita 1. forma: en polvo, de piedra, el bloque, a tanto alzado, primas 2. tamaño: 100-2000mesh. 3. Tamaño: 100-2000mesh. 4 Color: blanco. 5 La blancura: 70-90%.

Aplicación

Utilizado principalmente para materiales refractarios, los materiales de cerámica y talla de materia prima; también se utiliza en productos de caucho, los cosméticos, de plaguicidas, y el otro embalaje y el transportista. Nuevo propósito es para la capa, también se utiliza para hacer la placa de pared, cemento blanco

Lingshou County Antai Mining Co., Ltd. [Verificado]

[Productos](#) ▾
 [Detalles de la Empresa](#) ▾
 [Datos de contacto](#)



ZOOM

pietra pirofilita

Precio FOB: US \$160 / Tonelada (aprox. VEB B 343.347,64 / Tonelada)
[Obtenga el Último Precio](#)

Puerto: Tianjin Port

Cantidad de pedido mínima: 20 Tonelada/s Métrica/s

Capacidad de suministro: 1800 Tonelada/s Métrica/s por Mes

Plazo de entrega: 3-14days

Condiciones de pago: L/C,D/A,D/P,T/T,Western Union,MoneyGram

Desconectado

 Ms. Iris Liu
 ✉ Contactar Proveedor

Fig. 16. Precio de la pirofilita

B.5 SOLDADURA

Soldadura fuerte de compuestos de diamante policristalino

La soldadura fuerte es el método preferido para unir puntas, dientes o aristas de diamante policristalino a soportes de acero durante los procesos de producción de herramientas tales como brocas con núcleo diamantado, sierras, herramientas de corte, y componentes de escañadores y buriladoras.

Puesto que las puntas de diamante policristalino se enfoscan con un carburo de tungsteno cementado, los fundentes y metales de aportación para soldadura fuerte que sean adecuados para este material lo serán también para las puntas de diamante policristalino. Dado que éstas comienzan a degradarse a temperaturas superiores a los 750 °C, por lo general se seleccionan metales de aportación de soldadura fuerte con alto contenido de plata y baja temperatura de fusión.

| | Ag | Cu | Zn | Sn | Mn | Ni | Interval de fusión °C | EN1044:1999 | Disponibilidad del Producto |
|---------------------------------|----|----|------|-----|-----|-----|-----------------------|-------------|-----------------------------|
| Silver-flo™ 55 | 55 | 21 | 22 | 2 | | | 630-660 | AG103 | |
| Silver-flo™ 452 | 45 | 27 | 25.5 | 2.5 | | | 640-680 | AG104 | |
| Argo-braze™ 49H | 49 | 16 | 23 | | 7.5 | 4.5 | 680-705 | AG502 | |

| | Interval de trabajo °C | EN1045 | Retiro del residuo del Fundente | Disponibilidad del Producto |
|---|------------------------|--------|---------------------------------|-----------------------------|
| Easy-flo™ Flux Powder | 550-800 | FH10 | | |
| Mattiflux™ 100 Flux Paste | 550-800 | FH10 | | |
| Tenacity™ No. 6 Flux Powder | 550-800 | FH12 | | |
| Tenacity™ No. 6 Flux Paste | 550-800 | FH12 | | |

Gama Argo-braze™ para Soldadura Fuerte de Carburos Cementados (WC) y Segmentos de Diamante Polycrystalin (PCD)

| | Ag | Cu | Zn | Ni | Mn | In | Interval de fusión °C | AMS/AWS A5.8 | EN1044:1999 | ISO 17672:2010 | Disponibilidad del Producto |
|---|----|------|------|-----|-----|----|-----------------------|--------------|-------------|----------------|-----------------------------|
| Argo-braze™ 64 | 64 | 26 | | 2 | 2 | 6 | 730-780 | | | | |
| Argo-braze™ 502 | 50 | 20 | 28 | 2 | | | 660-705 | 4788, BAg-24 | | Ag 450 | |
| Argo-braze™ 49H | 49 | 16 | 23 | 4.5 | 7.5 | | 680-705 | BAg-22 | AG502 | Ag 449 | |
| Argo-braze™ 49LM Tri-foil | 49 | 27.5 | 20.5 | 0.5 | 2.5 | | 670-710 | | | | |
| Argo-braze™ 40 | 40 | 30 | 28 | 2 | | | 670-780 | BAg-4 | | Ag 440 | |

La presentación de este producto puede ser en varilla recubierta de fundente, para así ahorrar el costo de compra y traslado del material fundente para realizar esta soldadura fuerte.

ANEXO C – ESPECIFICACIONES DEL PROCESO

C.1 PATENTE DE REFERENCIA N° 1

Matrix drill bits and method of manufacture US 7784381 B2

| | |
|---|--|
| Número de publicación | US7784381 B2 |
| Tipo de publicación | Concesión |
| Número de solicitud | US 12/016,910 |
| Fecha de publicación | 31 Ago 2010 |
| Fecha de presentación | 18 Ene 2008 |
| Fecha de prioridad | 14 Abr 2005 |
| También publicado como | CA2539525A1 , 5 más » |
| Inventores | Ram L. Ladi , Gary Weaver , David A. Brown |
| Cesionario original | Halliburton Energy Services, Inc. |
| Citas de patentes (27), Otras citas (2), Citada por (2), Clasificaciones (19), Legal Events (1) | |
| Enlaces externos: USPTO , Cesión de USPTO , Espacenet | |

RESUMEN

A matrix drill bit and method of manufacturing a matrix bit body from a composite of matrix materials is disclosed. Two or more different types of matrix materials may be used to form a composite matrix bit body. A first matrix material may be selected to provide optimum fracture resistance (toughness) and optimum erosion, abrasion and wear resistance for portions of a matrix bit body such as cutter sockets, cutting structures, blades, junk slots and other portions of the bit body associated with engaging and removing formation materials. A second matrix material may be selected to provide desired infiltration of hot, liquid binder material with the first matrix material to form a solid, coherent, composite matrix bit body.

IMÁGENES(4)

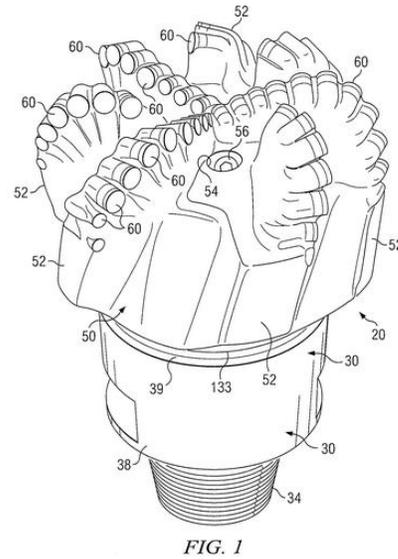
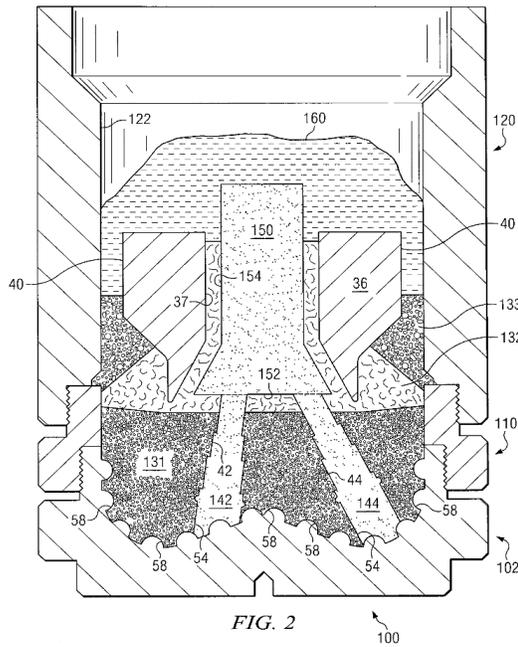


Fig. 17 Cuerpo de una Broca PDC. Patente 1.

Fig. 18 Corte transversal del molde para Broca PDC. Patente 1.

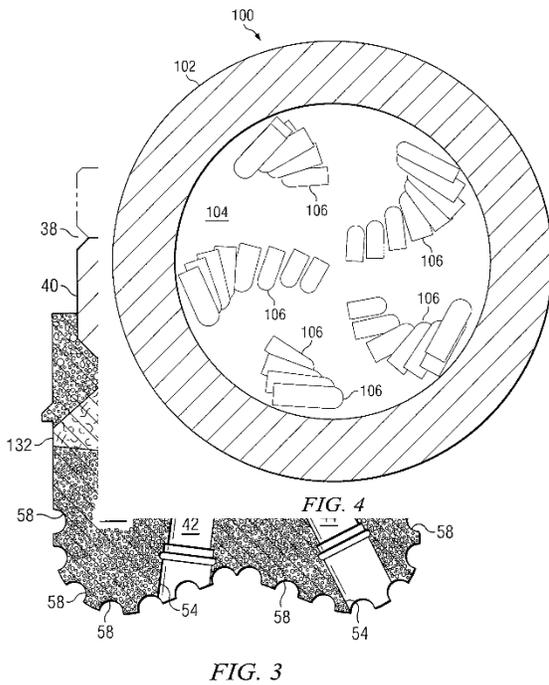


Fig. 19 Sección circular de broca PDC 4 aletas. Patente 1

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

A more complete and thorough understanding of the present embodiments and advantages thereof may be acquired by referring to the following description taken in conjunction with the accompanying drawings, in which like reference numbers indicate like features, and wherein:

FIG. 1 is a schematic drawing showing an isometric view of a fixed cutter drill bit having a matrix bit body formed in accordance with teachings of the present disclosure;

FIG. 2 is a schematic drawing in section with portions broken away showing one example of a mold assembly with a first matrix material and a second matrix material satisfactory for forming a matrix drill bit in accordance with teachings of the present disclosure;

FIG. 3 is a schematic drawing in section with portions broken away showing a matrix bit body removed from the mold of FIG. 2 after binder material has infiltrated the first matrix material and the second matrix material; and

FIG. 4 is a schematic drawing in section showing interior portions of one example of a mold satisfactory for use in forming a matrix bit body in accordance with teachings of the present disclosure.

RECLAMACIONES(21)

1. A method of making a matrix drill bit comprising:

placing at least a first layer of a first matrix selected from the group consisting of cemented carbides and spherical carbides material in a matrix bit body mold;

placing a metal blank in the mold;

placing at least a second layer of a second matrix material selected from the group consisting of microcrystalline tungsten carbide and cast carbide in the mold with the second matrix material operable to improve infiltration of a hot, liquid binder material throughout the first matrix material to minimize incomplete infiltration of the first matrix material by the hot, liquid binder material;

placing a binder material in the mold with the binder material disposed proximate the second layer of matrix material and the metal blank;

heating the mold and the materials disposed therein in a furnace to a selected temperature to allow the binder material to melt and to allow the hot, liquid binder material to infiltrate the second matrix material and the first matrix material with the second matrix material operable to improve infiltration of the first matrix material by the hot, liquid binder material;

starting solidification of the hot, liquid binder material with the first matrix material before the hot, liquid binder material solidifies with the second matrix material; and

cooling the mold and the materials disposed therein to form a coherent composite matrix bit body securely engaged with the metal blank.

2. The method of claim 1 further comprising forming blading, cutter pockets and junk slots for an associated matrix drill bit from the first matrix material.

3. The method of claim 1 further comprising:

installing a sand core in the mold with one end of the sand core spaced from the first layer of the first matrix material; and

placing portions of the second matrix material between the one end of the sand core and adjacent portions of the first layer of the first matrix material.

4. The method of claim 1 further comprising forming interior portions of the composite matrix bit body with the second matrix material.

5. The method of claim 1 further comprising forming exterior portions of the composite matrix bit body associated with engaging and removing downhole formation materials with the first matrix material.

6. The method of claim 1 further comprising transporting alloys and other potential contaminants leached from the first matrix material to the second matrix material by hot, liquid binder material prior to solidification of the second matrix material.

7. The method of claim 1 further comprising placing a third layer of matrix material on the second layer of matrix material prior to placing the binder material in the mold.

8. A method of making a matrix drill bit comprising:

placing at least a first layer of a first matrix material selected from the group consisting of cemented carbides and spherical carbides in a matrix bit body mold;

placing a hollow metal blank in the mold;

placing in the mold at least a second layer of a second matrix material selected from the group consisting of macrocrystalline tungsten carbide and cast carbide, and the second matrix material and the first matrix material having different alloy concentrations so that during infiltration of a hot, liquid binder material through the first matrix material and the second matrix material the two materials leach different amount of alloys;

placing a binder material in the mold with the binder material disposed proximate the second layer of matrix material and the hollow metal blank;

heating the mold and the materials disposed therein in a furnace to a selected temperature to allow the binder material to melt and to infiltrate the second matrix material and the first matrix material with hot, liquid binder material;

starting solidification of the hot, liquid binder material with the first matrix material before the hot, liquid binder material solidifies with the second matrix material; and

cooling the mold and the materials disposed therein to form a coherent composite matrix bit body securely engaged with the hollow metal blank.

9. The method of claim 8 further comprising:

placing a sand core in the mold;

placing the hollow metal blank over the sand core to form an annulus defined in part by an inside diameter of the hollow metal blank and an outside diameter of the exterior sand core; and

filling the annulus between the sand core and the hollow metal blank with the second matrix material.

10. The method of claim 8 further comprising:

installing a sand core in the mold with one end of the sand core spaced from the first layer of the first matrix material; and

placing portions of the second matrix material between the one end of the sand core and adjacent portions of the first layer of the first matrix material.

11. The method of claim 8 further comprising forming interior portions of the composite matrix bit body with the second matrix material.

12. The method of claim 8 further comprising forming exterior portions of the composite matrix bit body associated with engaging and removing downhole formation materials with the first matrix material.

13. The method of claim 8 further comprising transporting alloys and other potential contaminants leached from the first matrix material to the second matrix material by hot, liquid binder material prior to solidification of the second matrix material.

14. The method of claim 8 further comprising placing a third layer of matrix material on the second layer of matrix material prior to placing the binder material in the mold.

15. A method of making a matrix drill bit comprising:

placing at least a first layer of a first matrix material selected from the group consisting of cemented carbides and spherical carbides in a matrix bit body mold;

placing a casting mandrel in the mold;

placing at least a second layer of a second matrix material selected from the group consisting of macrocrystalline tungsten carbide and cast carbide in the mold, and the first matrix material and the second matrix material having different wettabilities when exposed to a hot, liquid binder material during infiltration of the hot, liquid binder material through the first matrix material and the second matrix material;

placing a third layer of matrix material on the second layer of matrix material prior to placing the binder material in the mold;

placing the binder material in the mold with the binder material disposed proximate the third layer of matrix material and the casting mandrel;

heating the mold and the materials disposed therein in a furnace to a selected temperature to allow the binder material to melt and to infiltrate the second matrix material and the first matrix material with hot, liquid binder material;

starting solidification of the hot, liquid binder material with the first matrix material before the hot, liquid binder material solidifies with the second matrix material; and

cooling the mold and the materials disposed therein to form a coherent composite matrix bit body.

16. The method of claim 15 further comprising:

installing a sand core in the mold with one end of the sand core spaced from the first layer of the first matrix material; and

placing portions of the second matrix material between the one end of the sand core and adjacent portions of the first layer of the first matrix material.

17. The method of claim 15 further comprising forming interior portions of the composite matrix bit body with the second matrix material.

18. The method of claim 15 further comprising forming exterior portions of the composite matrix bit body associated with engaging and removing downhole formation materials with the first matrix material.

19. The method of claim 15 further comprising transporting alloys and other potential contaminants leached from the first matrix material to the second matrix material by hot, liquid binder material prior to solidification of the second matrix material.

20. The method of claim 15 the second matrix material is operable to enhance infiltration of the hot, liquid binder material throughout the first matrix material.

21. The method of claim 15 the second matrix material having increased wettability when exposed to a hot, liquid binder material as compared to the wettability of the first matrix material.

DESCRIPCIÓN

RELATED APPLICATIONS

This application is a Divisional Application of U.S. patent application Ser. No. 11/329,595 filed Jan. 10, 2006 now U.S. Pat. No. 7,398,840, entitled “Matrix Drill Bits and Method of Manufacture” which claims the benefit of U.S. Provisional Patent Application Ser. No. 60/671,272 filed Apr. 14, 2005, entitled “Matrix Drill Bits and Method of Manufacture.” The contents of these applications are incorporated herein in their entirety by this reference.

TECHNICAL FILED

The present invention is related to rotary drill bits and more particularly to matrix drill bits having a composite matrix bit body formed in part by at least a first matrix material and a second matrix material.

BACKGROUND OF THE INVENTION

Rotary drill bits are frequently used to drill oil and gas wells, geothermal wells and water wells. Rotary drill bits may be generally classified as rotary cone or roller cone drill bits and fixed cutter drilling equipment or drag bits. Fixed cutter drill bits or drag bits are often formed with a matrix bit body having cutting elements or inserts disposed at select locations of exterior portions of the matrix bit body. Fluid flow passageways are typically formed in the matrix bit body to allow communication of drilling fluids from associated surface drilling equipment through a drill string or drill pipe attached to the matrix bit body. Such fixed cutter drill bits or drag bits may sometimes be referred to as “matrix drill bits.”

Matrix drill bits are typically formed by placing loose matrix material (sometimes referred to as “matrix powder” into a mold and infiltrating the matrix material with a binder such as a copper

alloy. The mold may be formed by milling a block of material such as graphite to define a mold cavity with features that correspond generally with desired exterior features of the resulting matrix drill bit. Various features of the resulting matrix drill bit such as blades, cutter pockets, and/or fluid flow passageways may be provided by shaping the mold cavity and/or by positioning temporary displacement material within interior portions of the mold cavity. A preformed steel shank or bit blank may be placed within the mold cavity to provide reinforcement for the matrix bit body and to allow attachment of the resulting matrix drill bit with a drill string.

A quantity of matrix material typically in powder form may then be placed within the mold cavity. The matrix material may be infiltrated with a molten metal alloy or binder which will form a matrix bit body after solidification of the binder with the matrix material. Tungsten carbide powder is often used to form conventional matrix bit bodies.

SUMMARY OF THE DISCLOSURE

In accordance with teachings of the present disclosure, a first matrix material and a second matrix material cooperate with each other to eliminate or substantially reduce problems encountered in forming sound matrix drill bits free from internal flaws. One aspect of the present disclosure may include placing a first matrix material into a mold to form blades, cutter pockets, junk slots and other exterior portions of an associated matrix drill bit. A metal blank or casting mandrel may be installed in the mold above the first matrix material. A second matrix material may then be added into the mold. The second matrix material may be selected to allow rapid infiltration or flow of liquid binder material into and throughout the first matrix material. As a result, alloy segregation in the last solidifying portion of the binder material and first matrix material may be substantially reduced or eliminated. The first matrix material may also provide desired enhancement in transverse rupture strength, impact strength, erosion, abrasion and wear characteristics for an associated composite matrix drill bit.

Cooperation between the second matrix material and the binder may substantially reduce and/or eliminate quality problems associated with unsatisfactory infiltration of binder material through the first matrix material. Porosity, shrinkage, cracking, segregation and/or lack of bonding of binder material with the first matrix material may be reduced or eliminated by the addition of a second matrix material. The first matrix material may be cemented carbides of tungsten, titanium, tantalum, niobium, chromium, vanadium, molybdenum, hafnium independently or in combination and/or spherical carbides. The second matrix material may be macrocrystalline tungsten carbide and/or tungsten cast carbide. However, the present disclosure is not limited to cemented tungsten carbides, spherical carbides, macrocrystalline tungsten carbide and/or cast tungsten carbides or mixtures thereof. Also, teachings of the present disclosure may be used to fabricate or cast relatively large composite matrix bit bodies and relatively small, complex composite matrix bit bodies.

Technical benefits of the disclosure include, but are not limited to, eliminating or substantially reducing quality problems associated with incomplete infiltration or binding of hard particulate matter associated with matrix drill bits. Examples of such quality problems include, but are not limited to, reduction in alloy segregation, formation of undesired intermetallic compounds, porosity and/or undesired holes or void spaces formed in an associated matrix bit body.

One aspect of the disclosure includes forming a matrix drill bit having a first portion or first zone formed in part from cemented carbides and/or spherical carbides which provide increased toughness along with improved abrasion, erosion and wear resistance and a second portion or a second zone formed in part from macrocrystalline tungsten carbide and/or cast carbides which enhances infiltration of hot, liquid binder material throughout the cemented carbides and/or spherical carbides.

DETAILED DESCRIPTION OF THE DISCLOSURE

Preferred embodiments of the disclosure and its advantages are best understood by reference to FIGS. 1-4 wherein like numbers refer to same and like parts.

The terms “matrix drill bit” and “matrix drill bits” may be used in this application to refer to “rotary drag bits”, “drag bits”, “fixed cutter drill bits” or any other drill bit incorporating teaching of the present disclosure. Such drill bits may be used to form well bores or boreholes in subterranean formations.

Matrix drill bits incorporating teachings of the present disclosure may include a matrix bit body formed in part by at least a first matrix material and a second matrix material. Such matrix drill bits may be described as having a composite matrix bit body since at least two different matrix materials with different performance characteristics may be used to form the bit body. As discussed later in more detail, more than two matrix materials may be used to form a matrix bit body in accordance with teaching of the present disclosure

For some applications the first matrix material may have increased toughness or high resistance to fracture and also provide desired erosion, abrasion and wear resistance. The second matrix material preferably has only a limited amount (if any) of alloy materials or other contaminants. The first matrix material may include, but is not limited to, cemented carbides or spherical carbides. The second matrix material may include, but is not limited to, macrocrystalline tungsten carbides and/or cast carbides.

Various types of binder materials may be used to infiltrate matrix materials to form a matrix bit body. Binder materials may include, but are not limited to, copper (Cu), nickel (Ni), cobalt (Co), iron (Fe), molybdenum (Mo) individually or alloys based on these metals. The alloying elements may include, but are not limited to, one or more of the following elements—manganese (Mn), nickel (Ni), tin (Sn), zinc (Zn), silicon (Si), molybdenum (Mo), tungsten (W), boron (B) and phosphorous (P). The matrix bit body may be attached to a metal shank. A tool joint having a threaded connection operable to releasably engage the associated matrix drill bit with a drill string, drill pipe, bottom hole assembly or downhole drilling motor may be attached to the metal shank.

The terms “cemented carbide” and “cemented carbides” may be used within this application to include WC, MoC, TiC, TaC, NbC, Cr₃C₂, VC and solid solutions of mixed carbides such as WC—TiC, WC—TiC—TaC, WC—TiC-(Ta,Nb)C in a metallic binder (matrix) phase. Typically, Co, Ni, Fe, Mo and/or their alloys may be used to form the metallic binder. Cemented carbides may sometimes be referred to as “composite” carbides or sintered carbides. Some cemented carbides may also be referred to as spherical carbides. However, cemented carbides may have many configurations and shapes other than spherical.

Cemented carbides may be generally described as powdered refractory carbides which have been united by compression and heat with binder materials such as powdered cobalt, iron, nickel, molybdenum and/or their alloys. Cemented carbides may also be sintered, crushed, screened and/or further processed as appropriate. Cemented carbide pellets may be used to form a matrix bit body. The binder material provides ductility and toughness which often results in greater resistance to fracture (toughness) of cemented carbide pellets, spheres or other configurations as compared to cast carbides, macrocrystalline tungsten carbide and/or formulates thereof.

The binder materials used to form cemented carbides may sometimes be referred to as “bonding materials” in this patent application to help distinguish between binder materials used to form cemented carbides and binder materials used to form a matrix drill bit.

As discussed later in more detail, metallic elements and/or their alloys in bonding materials associated with cemented carbides may “contaminate” hot, liquid (molten) infiltrants such as copper based alloys and other types of binder materials associated with forming matrix drill bits as the molten infiltrant travels through the cemented carbides prior to solidifying to form a desired matrix. This kind of “contamination” (enrichment of infiltrant with bonding material from cemented carbides) of a molten infiltrant may alter the solidus (temperature below which infiltrant is all solid) and liquidus (temperature above which infiltrant is all liquid) of the infiltrant as it travels under the influence of capillary action through the cemented carbide. This phenomena

may have an adverse effect on the wettability of the cemented carbides resulting in lack of satisfactory infiltration of the cemented carbides prior to solidifying to form the desired matrix.

Cast carbides may generally be described as having two phases, tungsten monocarbide and ditungsten carbide. Cast carbides often have characteristics such as hardness, wettability and response to contaminated hot, liquid binders which are different from cemented carbides or spherical carbides.

Macrocrystalline tungsten carbide may be generally described as relatively small particles (powders) of single crystals of monotungsten carbide with additions of cast carbide, Ni, Fe, Carbonyl of Fe, Ni, etc. Both cemented carbides and macrocrystalline tungsten carbides are generally described as hard materials with high resistance to abrasion, erosion and wear. Macrocrystalline tungsten carbide may also have characteristics such as hardness, wettability and response to contaminated hot, liquid binders which are different from cemented carbides or spherical carbides.

The terms “binder” or “binder material” may be used in this application to include copper, cobalt, nickel, iron, any alloys of these elements or any other material satisfactory for use in forming a matrix drill bit. Such binders generally provide desired ductility, toughness and thermal conductivity for an associated matrix drill bit. Other materials such as, but not limited to, tungsten carbide have previously been used as binder materials to provide resistance to erosion, abrasion and wear of an associated matrix drill bit. Binder materials may cooperate with two or more different types of matrix materials selected in accordance with teachings of the present disclosure to form composite matrix bit bodies with increased toughness and wear properties as compared to many conventional matrix bit bodies.

FIG. 1 is a schematic drawing showing one example of a matrix drill bit or fixed cutter drill bit formed with a composite matrix bit body in accordance with teachings of the present disclosure. For embodiments such as shown in FIG. 1, matrix drill bit **20** may include metal shank **30** with composite matrix bit body **50** securely attached thereto. Metal shank **30** may be described as having a generally hollow, cylindrical configuration defined in part by fluid flow passageway **32** in FIG. 3. Various types of threaded connections, such as American Petroleum Institute (API) connection or threaded pin **34**, may be formed on metal shank **30** opposite from composite matrix bit body **50**.

For some applications generally cylindrical metal blank or casting blank **36** (See FIGS. 2 and 3) may be attached to hollow, generally cylindrical metal shank **30** using various techniques. For example annular weld groove **38** (See FIG. 3) may be formed between adjacent portions of blank **36** and shank **30**. Weld **39** may be formed in groove **38** between blank **36** and shank **30**. See FIG. 1. Fluid flow passageway or longitudinal bore **32** preferably extends through metal shank **30** and metal blank **36**. Metal blank **36** and metal shank **30** may be formed from various steel alloys or any other metal alloy associated with manufacturing rotary drill bits.

A matrix drill bit may include a plurality of cutting elements, inserts, cutter pockets, cutter blades, cutting structures, junk slots, and/or fluid flow paths may be formed on or attached to exterior portions of an associated bit body. For embodiments such as shown in FIGS. 1, 2 and 3, a plurality of cutter blades **52** may form on the exterior of composite matrix bit body **50**. Cutter blades **52** may be spaced from each other on the exterior of composite matrix bit body **50** to form fluid flow paths or junk slots there between.

A plurality of nozzle openings **54** may formed in composite bit body **50**. Respective nozzles **56** may be disposed in each nozzle opening **54**. For some applications nozzles **56** may be described as “interchangeable” nozzles. Various types of drilling fluid may be pumped from surface drilling equipment (not expressly shown) through a drill string (not expressly shown) attached with threaded connection **34** and fluid flow passageways **32** to exit from one or more nozzles **56**. The cuttings, down hole debris, formation fluids and/or drilling fluid may return to

the well surface through an annulus (not expressly shown) formed between exterior portions of the drill string and interior of an associated well bore (not expressly shown).

A plurality of pockets or recesses **58** may be formed in blades **52** at selected locations. See FIG. 3. Respective cutting elements or inserts **60** may be securely mounted in each pocket **58** to engage and remove adjacent portions of a down hole formation. Cutting elements **60** may scrape and gouge formation materials from the bottom and sides of a wellbore during rotation of matrix drill bit **20** by an attached drill string. For some applications various types of polycrystalline diamond compact (PDC) cutters may be satisfactorily used as inserts **60**. A matrix drill bit having such PDC cutters may sometimes be referred to as a “PDC bit”.

U.S. Pat. No. 6,296,069 entitled *Bladed Drill Bit with Centrally Distributed Diamond Cutters* and U.S. Pat. No. 6,302,224 entitled *Drag-Bit Drilling with Multiaxial Tooth Inserts* show various examples of blades and/or cutting elements which may be used with a composite matrix bit body incorporating teachings of the present disclosure. It will be readily apparent to persons having ordinary skill in the art that a wide variety of fixed cutter drill bits, drag bits and other drill bits may be satisfactorily formed with a composite matrix bit body incorporating teachings of the present disclosure. The present disclosure is not limited to matrix drill bit **20** or any specific features as shown in FIGS. 1-4.

A wide variety of molds may be satisfactorily used to form a composite matrix bit body and associated matrix drill bit in accordance with teachings of the present disclosure. Mold assembly **100** as shown in FIGS. 2 and 4 represents only one example of a mold assembly satisfactory for use in forming a composite matrix bit body incorporating teachings of the present disclosure. U.S. Pat. No. 5,373,907 entitled *Method And Apparatus For Manufacturing And Inspecting The Quality Of A Matrix Body Drill Bit* shows additional details concerning mold assemblies and conventional matrix bit bodies.

Mold assembly **100** as shown in FIGS. 2 and 4 may include several components such as mold **102**, gauge ring or connector ring **110** and funnel **120**. Mold **102**, gauge ring **110** and funnel **120** may be formed from graphite or other suitable materials. Various techniques may be used including, but not limited to, machining a graphite blank to produce mold **102** with cavity **104** having a negative profile or a reverse profile of desired exterior features for a resulting fixed cutter drill bit. For example mold cavity **104** may have a negative profile which corresponds with the exterior profile or configuration of blades **52** and junk slots or fluid flow passageways formed there between as shown in FIG. 1.

As shown in FIG. 4, a plurality of mold inserts **106** may be placed within cavity **104** to form respective pockets **58** in blades **52**. The location of mold inserts **106** in cavity **104** corresponds with desired locations for installing cutting elements **60** in associated blades **52**. Mold inserts **106** may be formed from various types of material such as, but not limited to, consolidated sand and graphite. Various techniques such as brazing may be satisfactorily used to install cutting elements **60** in respective pockets **58**.

Various types of temporary displacement materials may be satisfactorily installed within mold cavity **104**, depending upon the desired configuration of a resulting matrix drill bit. Additional mold inserts (not expressly shown) formed from various materials such as consolidated sand and/or graphite may be disposed within mold cavity **104**. Various resins may be satisfactorily used to form consolidated sand. Such mold inserts may have configurations corresponding with desired exterior features of composite bit body **50** such as fluid flow passageways formed between adjacent blades **52**. As discussed later in more detail, a first matrix material having increased toughness or resistance to fracture may be loaded into mold cavity **104** to form portions of an associated composite matrix bit body that engage and remove downhole formation materials during drilling of a wellbore.

Composite matrix bit body **50** may include a relatively large fluid cavity or chamber **32** with multiple fluid flow passageways **42** and **44** extending therefrom. See FIG. 3. As shown in FIG. 2,

displacement materials such as consolidated sand may be installed within mold assembly **100** at desired locations to form portions of cavity **32** and fluid flow passages **42** and **44** extending therefrom. Such displacement materials may have various configurations. The orientation and configuration of consolidated sand legs **142** and **144** may be selected to correspond with desired locations and configurations of associated fluid flow passageways **42** and **44** communicating from cavity **32** to respective nozzle outlets **54**. Fluid flow passageways **42** and **44** may receive threaded receptacles (not expressly shown) for holding respective nozzles **56** therein.

A relatively large, generally cylindrically shaped consolidated sand core **150** may be placed on the legs **142** and **144**. Core **150** and legs **142** and **144** may be sometimes described as having the shape of a “crow's foot.” Core **150** may also be referred to as a “stalk.” The number of legs extending from core **150** will depend upon the desired number of nozzle openings in a resulting composite bit body. Legs **142** and **144** and core **150** may also be formed from graphite or other suitable material.

After desired displacement materials, including core **150** and legs **142** and **144**, have been installed within mold assembly **100**, first matrix material **131** having optimum fracture resistance characteristics (toughness) and optimum erosion, abrasion and wear resistance, may be placed within mold assembly **100**. First matrix material **131** will preferably form a first zone or a first layer which will correspond approximately with exterior portions of composite matrix bit body **50** which contact and remove formation materials during drilling of a wellbore. The amount of first matrix material **131** add to mold assembly **120** will preferably be limited such that matrix material **131** does not contact end **152** of core **150**. The present disclosure allows the use of matrix materials having optimum characteristics of toughness and wear resistance for forming a fix cutter drill bit or drag bit.

A generally hollow, cylindrical metal blank **36** may then be placed within mold assembly **100**. Metal blank **36** preferably includes inside diameter **37** which is larger than the outside diameter of sand core **150**. Various fixtures (not expressly shown) may be used to position metal blank **36** within mold assembly **100** at a desired location spaced from first matrix material **131**.

Second matrix material **132** may then be loaded into mold assembly **100** to fill a void space or annulus formed between outside diameter **154** of sand core **150** and inside diameter **37** of metal blank **36**. Second matrix material **132** preferably covers first matrix material **131** including portions of first matrix material **131** located adjacent to and spaced from end **152** of core **150**.

For some applications second matrix material **132** is preferably loaded in a manner that eliminates or minimizes exposure of second matrix material **132** to exterior portions of composite matrix bit body **50**. First matrix material **131** may be primarily used to form exterior portions of composite matrix bit body **50** associated with cutting, gouging and scraping downhole formation materials during rotation of matrix drill bit **20** to form a wellbore. Second matrix material **132** may be primarily used to form interior portions and exterior portions of composite matrix bit body **50** which are not normally associated cutting, gouging and scraping downhole formation materials. See FIGS. 2 and 3.

For some applications third matrix material **133** such as tungsten powder may then be placed within mold assembly **100** between outside diameter **40** of metal blank **36** and inside diameter **122** of funnel **120**. Third matrix material **133** may be a relatively soft powder which forms a matrix that may subsequently be machined to provide a desired exterior configuration and transition between matrix bit body **50** and metal shank **36**. Third matrix **133** may sometimes be described as an “infiltrated machinable powder.” Third matrix material **133** may be loaded to cover all or substantially all second matrix material **132** located proximate outer portions of composite matrix bit body **50**. See FIGS. 2 and 3.

During the loading of matrix material **131**, **132** and **133** care should be taken to prevent undesired mixing between first matrix material **131** and second matrix material **132** and undesired mixing between second matrix material **132** and third matrix material **133**. Slight mixing at the

interfaces to avoid sharp boundaries between different matrix materials may provide smooth transitions for bonding between adjacent layers. Prior experience and testing has demonstrated various problems associated with infiltrating cemented carbides and spherical carbides with hot, liquid binder material when the cemented carbides and spherical carbides are disposed in relatively complex mold assemblies associated with matrix bit bodies for fixed cutter drill bits. Similar problems have been noted when attempting to form matrix bodies with cemented carbides and/or spherical carbides for other types of complex downhole tools associated with drilling and producing oil and gas wells.

Manufacturing problems and resulting quality problems associated with using cemented carbides and/or spherical carbides as matrix material are generally associated with lack of infiltration, porosity, shrinkage, cracking and segregation of binder material constituents within interior portions of a resulting matrix bit body. Relatively complicated, intricate designs and relatively large sizes of many fixed cutter drill bits present difficult challenges to manufacturability of bit bodies having cemented carbides and/or spherical carbides as the matrix materials. These same quality problems may occur during manufacture of other downhole tools formed at least in part by a matrix of cemented carbides and spherical carbides such as reamers, underreamers, and combined reamers/drill bits. One example of such combined downhole tools is shown in U.S. Pat. No. 5,678,644 entitled “Bi-center And Bit Method For Enhanced Stability.”

Previous testing and experimentation associated with premixing cemented carbides and/or spherical carbides with macrocrystalline tungsten carbide and/or cast carbide powders often failed to produce a sound, high quality matrix bit body. Increasing soak time of binder material within such mixtures of cemented carbides and/or spherical carbides with macrocrystalline tungsten carbide and/or cast carbide powders did not substantially eliminate quality problems related to shrinkage, alloy segregation, lack of infiltration, porosity and other problems associated with unsatisfactory infiltration of cemented carbides and/or spherical carbides. Also, increasing the temperature of hot, liquid binder material used for infiltration of such mixtures did not substantially reduce associated quality problems.

The use of first matrix material **131** to form a first layer or zone in combination with using second matrix material **132** to form a second layer or zone adjacent to first matrix material **131** may substantially reduce or eliminate alloy segregation in the last solidifying portion of hot, liquid binder material with first matrix material **131**. The addition of second matrix material **132** in the annulus formed between outside diameter **154** of core **150** and inside diameter **37** of metal blank **36** and covering first matrix material **131** such as shown in FIG. 2 may substantially reduce or eliminate problems related to lack of infiltration, porosity, shrinkage, cracking and/or segregation of binder constituents within first matrix material **131**. One reason for these improvements may be the ease with which hot, liquid binder material infiltrates macrocrystalline tungsten carbide and/or cast carbide powders.

As previously noted, hot, liquid binder material may leach or remove small quantities of alloys and/or other contaminants from bonding materials used to form cemented carbides. The leached alloys and/or other contaminants may have a higher melting point than typical binder materials associated with fabrication of matrix drill bits. Therefore, the leached alloys and/or other contaminants may solidify in small gaps or voids formed between adjacent cemented carbide pellets, spheres or other shapes and block further infiltration of hot, liquid binder material between such cemented carbide shapes.

The “contaminated” infiltrant or hot, liquid binder material may have solidus and liquidus temperatures different from “virgin” binder materials. Further “enrichment” of an infiltrant with contaminants may take place during solidification of the binder material as a result of rejection of solute contaminants into hot liquid ahead of a solidification front. Besides segregation of contaminants (solute) in later stages of solidification, any lack of directional solidification may give rise to potential problems including, but not limited to, shrinkage, porosity and/or hot tearing.

Macrocrystalline tungsten carbide and cast carbide powders may be substantially free of alloys or other contaminants associated with bonding materials used to form cemented carbides. The second matrix material may be selected to have less than five percent (5%) alloys or potential other contaminants. Therefore, infiltration of hot, liquid binder material through a second matrix material selected in accordance with teachings of the present disclosure will generally not leach significant amounts of alloys or other potential contaminants.

First matrix material **131** may be cemented carbides and/or spherical carbides as previously discussed. Alloys of cobalt, iron and/or nickel may be used to form cemented carbides and/or spherical carbides. For some matrix drill bit designs an alloy concentration of approximately six percent in the first matrix material may provide optimum results. Alloy concentrations between three percent and six percent and between approximately six percent and fifteen percent may also be satisfactory for some matrix drill bit designs. However, alloy concentrations greater than approximately fifteen percent and alloy concentrations less than approximately three percent may result in less than optimum characteristics of a resulting matrix bit body.

Second matrix material **132** may be monocrystalline tungsten carbide or cast carbide powders. Examples of such powders include P-90 and P-100 which are commercially available from Kennametal, Inc. located in Fallon, Nev. U.S. Pat. No. 4,834,963 entitled “Macrocrystalline Tungsten Monocarbide Powder and Process for Producing” assigned to Kennametal describes techniques which may be used to produce macrocrystalline tungsten carbide powders. Third matrix material **133** may be tungsten powder such as M-70, which is also commercially available from H. C. Starck, Osram Sylvania and Kennametal. Typical alloy concentrations in second matrix material **132** may be between approximately one percent and two percent. Second matrix materials having an alloy concentration of approximately five percent or greater may result in unsatisfactory operating characteristics for an associated matrix bit body.

A typical infiltration process for casting composite matrix bit body **50** may begin by forming mold assembly **100**. Gage ring **110** may be threaded onto the top of mold **102**. Funnel **120** may be threaded onto the top of gage ring **110** to extend mold assembly **100** to a desired height to hold previously described matrix materials and binder material. Displacement materials such as, but not limited to, mold inserts **106**, legs **142** and **144** and core **150** may then be loaded into mold assembly **100** if not previously placed in mold cavity **104**. Matrix materials **131**, **132**, **133** and metal blank **36** may be loaded into mold assembly **100** as previously described.

As mold assembly **100** is being filled with matrix materials, a series of vibration cycles may be induced in mold assembly **100** to assist packing of each layer or zone of matrix materials **131**, **132** and **133**. The vibrations help to ensure consistent density of each layer of matrix materials **131**, **132** and **133** within respective ranges required to achieve desired characteristics for composite matrix bit body **50**. Undesired mixing of matrix materials **131**, **132** and **133** should be avoided.

Binder material **160** may be placed on top of layers **132** and **133**, metal blank **36** and core **150**. Binder material **160** may be covered with a flux layer (not expressly shown). A cover or lid (not expressly shown) may be placed over mold assembly **100**. Mold assembly **100** and materials disposed therein may be preheated and then placed in a furnace (not expressly shown). When the furnace temperature reaches the melting point of binder material **160**, liquid binder material **160** may infiltrate matrix materials **131**, **132** and **133**. As previously noted, second matrix material **132** allows hot, liquid binder material **160** to more uniformly infiltrate first matrix material **131** to avoid undesired segregation in the last solidifying portions of liquid binder material **160** with first matrix material **131**.

Upper portions of mold assembly **100** such as funnel **120** may have increased insulation (not expressly shown) as compared with mold **102**. As a result, hot, liquid binder material in lower portions of mold assembly **100** will generally start to solidify with first matrix material **131** before hot, liquid binder material solidifies with second matrix material **132**. The difference in

solidification may allow hot, liquid binder material to “float” or transport alloys and other potential contaminants leached from first matrix material **131** into second matrix material **132**. Since the hot, liquid matrix material infiltrated through second matrix material **132** prior to infiltrating first matrix material **131**, alloys and other contaminants transported from first matrix material **131** may not affect quality of resulting matrix bit body **50** as much as if the alloys and other contaminants had remained within first matrix material **131**. Also, the second matrix material preferably contains less than four percent (4%) of such alloys or contaminants.

Proper infiltration and solidification of binder material **160** with first matrix material **131** is particularly important at locations adjacent to features such as nozzle openings **54** and pockets **58**. Improved quality control from enhanced infiltration of binder material **160** into portions of first matrix material **131** which forms respective blades **52** may allow designing thinner blades **52**. Blades **52** may also be oriented at more aggressive cutting angles with greater fluid flow areas formed between adjacent blades **52**.

For some fixed cutter drill bit designs forming a composite bit body with a first matrix material and a second matrix material in accordance with teachings of the present disclosure may result in as much as fifty percent (50%) improvement in abrasion resistance, one hundred percent (100%) improvement in erosion resistance, fifty percent (50%) improvement in transverse rupture strength and sometimes more than one hundred percent (100%) improvement in impact resistance as compared with the same design of fixed cutter drill bit having a matrix bit body formed with only commercially available macrocrystalline tungsten carbide and/or cast carbide powders, or formulate thereof.

Mold assembly **100** may then be removed from the furnace and cooled at a controlled rate. Once cooled, mold assembly **100** may be broken away to expose composite matrix bit body **50** as shown in FIG. 3. Subsequent processing according to well-known techniques may be used to produce matrix drill bit **20**.

C.2 PATENTE DE REFERENCIA N° 2

Bit manufacturing method US 6073518 A

| | |
|---|--|
| Número de publicación | US6073518 A |
| Tipo de publicación | Concesión |
| Número de solicitud | US 08/719,254 |
| Fecha de publicación | 13 Jun 2000 |
| Fecha de presentación | 24 Sep 1996 |
| Fecha de prioridad | 24 Sep 1996 |
| Tarifa | Caducada |
| También publicado como | EP0930949A1 , EP0930949B1 , US6089123 , WO1998013159A1 |
| Inventores | David P. Beacco , Jacob T. C. Chow , Sidney L. Findley , Lorenzo |
| Cesionario original | Baker Hughes Incorporated |
| Citas de patentes (55), Otras citas (37), Citada por (53), Clasificaciones (17), Legal Events (5) | |
| Enlaces externos: USPTO , Cesión de USPTO , Espacenet | |

RESUMEN

A method of manufacturing a drill bit or other drilling-related structure used for drilling into subterranean formations is herein disclosed where a blank is formed by placing a ferrous metal powder such as steel into a mold, sintering the ferrous metal powder to form a preformed blank, packing an abrasion- and erosion-resistant material such as tungsten carbide powder around the preformed blank, and infiltrating the preformed blank and tungsten carbide with a common binder such as a copper-based binder. For some materials, during sintering, the preformed blank may shrink in size relative to the mold enough to provide space between the mold and the preformed blank for a layer of abrasion- and erosion-resistant material. With other materials, a separate blank mold may be used to form the sintered blank which can then be inserted into the mold for infiltration. Accordingly, the same or substantially similarly configured mold can be used to form the preformed blank and the finished drill bit or drilling-related structure having a sintered steel core and a tungsten carbide shell infiltrated with a copper-based binder.

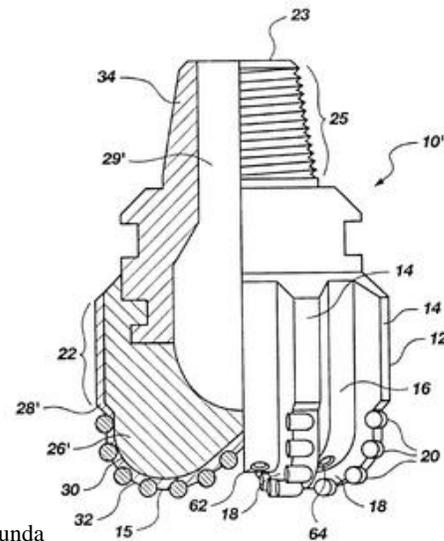
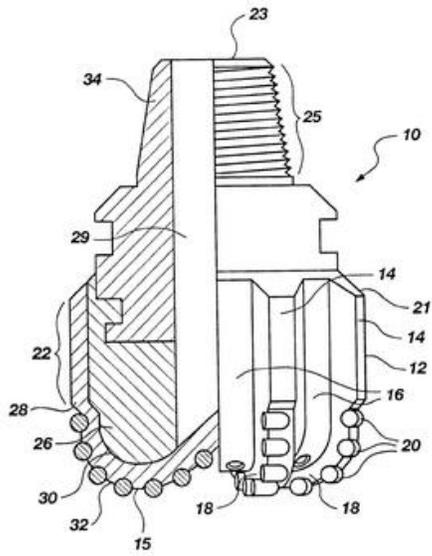


Fig. 21.- Sección transversal de una segunda realización de una broca.
Fig. 20 Sección transversal de una realización de una broca.

Fig. 1B

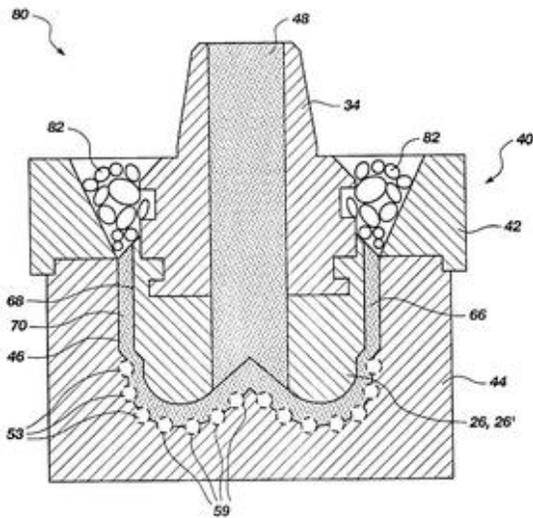


Fig. 2A

Fig. 23.- Parte baja de la sección transversal del molde de la Fig. 2A.

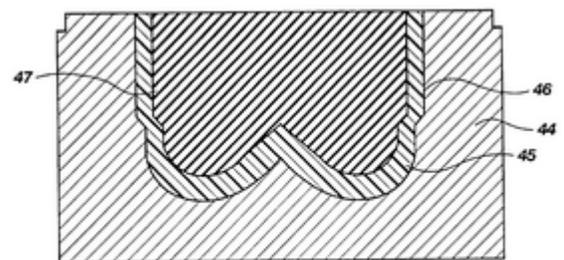


Fig. 2B

Fig. 22.- Sección transversal del molde acorde a la broca de la Fig. 1A.

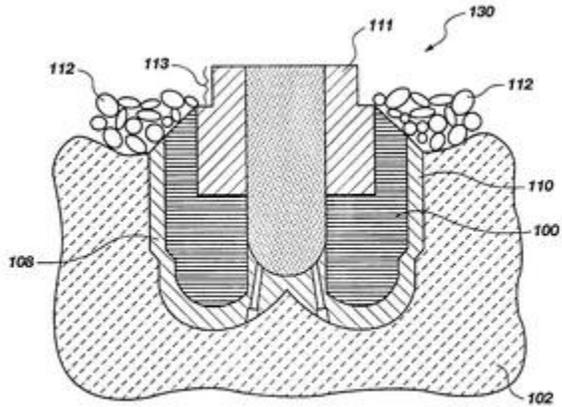


Fig. 3A

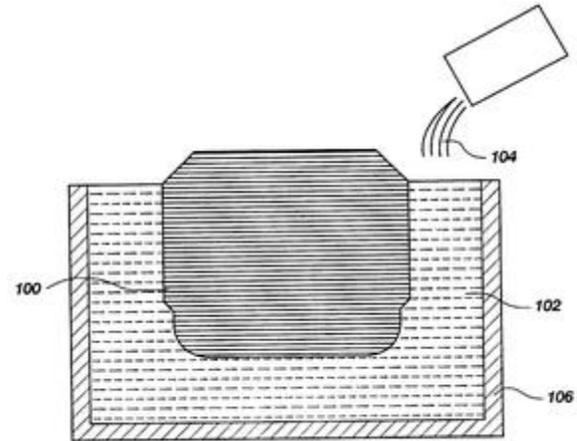


Fig. 25

Fig. 24.- Sección transversal de una segunda realización de una broca

Fig. 25.- Sección transversal, segunda vista, del molde de la broca correspondiente.

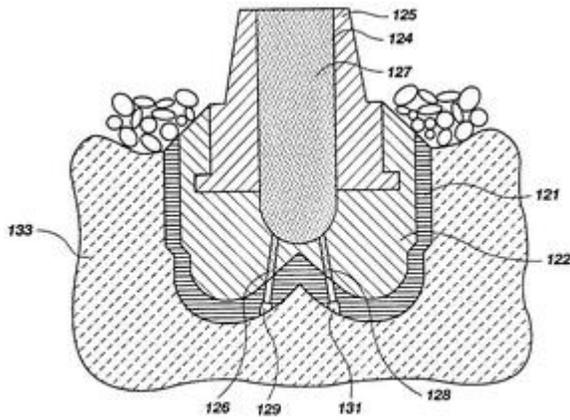


Fig. 3C

Fig. 26.- Sección transversal del molde de la broca correspondiente a la Fig. 3A

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

The features and advantages of the present invention can be more readily understood with reference to the following detailed description of the preferred embodiments, taken in conjunction with the accompanying drawings wherein:

FIG. 1A is a partially cross-sectioned schematic view of a first embodiment of a drill bit manufactured in accordance with the present invention;

FIG. 1B is a partially cross-sectioned schematic view of a second embodiment of a drill bit manufactured in accordance with the present invention;

FIG. 2A is a cross-sectional view of a first embodiment of a bit mold containing the drill bit of FIG. 1A in accordance with the present invention;

FIG. 2B is a cross-sectional view of the lower portion of the bit mold illustrated in FIG. 2A;

FIG. 3A is a cross-sectional view of a second embodiment of a bit mold containing a third embodiment of a drill bit manufactured in accordance with the present invention;

FIG. 3B is a cross-sectional view of the bit mold illustrated in FIG. 3A;

FIG. 3C is a cross-sectional view of the bit mold illustrated in FIG. 3A containing a fourth embodiment of a drill bit manufactured in accordance with the present invention; and

RECLAMACIONES(37)

What is claimed is:

1. A method of manufacturing a drilling-related structure for drilling a subterranean formation, comprising:

providing a first mold having a cavity configured to define a finished drilling-related structure;

inserting a core metal in particulate form into said first mold cavity;

sintering said core metal until said core metal shrinks a desired amount to form a sintered, shrunken blank;

introducing a particulate abrasion-resistant material into said first mold cavity around at least a portion of said sintered, shrunken blank; and

infiltrating said sintered, shrunken blank and said particulate abrasion-resistant material with a binder.

2. The method of claim 1, further including inserting at least one displacement at least partially into said first mold cavity prior to sintering said core metal.

3. The method of claim 2, wherein said inserting said at least one displacement includes inserting at least one machinable part into said first mold cavity before sintering said core metal.

4. The method of claim 1, wherein said core metal is selected from the group comprising ferrous metals, non-ferrous metals, and alloys and combinations thereof.

5. The method of claim 1, further including providing a bonding resin in said first mold cavity with said core metal.

6. The method of claim 1, further including conducting said sintering at about 950

7. The method of claim 1, further including sintering said core metal in a substantially oxygen-free environment.

8. The method of claim 7, further including providing at least a partial vacuum in said first mold cavity to remove oxygen therefrom and replacing said oxygen in said first mold cavity with an inert gas.

9. The method of claim 7, further including providing said oxygen-free environment by introducing a gas selected from the group comprising hydrogen, argon, and nitrogen into said first mold cavity.

10. The method of claim 1, further including compacting said particulate core metal in said first mold cavity before sintering.

11. The method of claim 1, further comprising selecting said core metal from the group consisting essentially of particulate metals having relatively large mesh sizes, particulate metals having substantially uniform mesh sizes, particulate metals coated with a dissipative material, and particulate metals intermixed with a dissipative material.

12. The method of claim 1, further including removing said blank from said first mold cavity, working at least a portion thereof to remove material therefrom, and replacing said sintered, shrunken blank in said first mold cavity prior to said introducing said particulate abrasion-resistant material thereinto.

13. The method of claim 1, further including performing said infiltrating at approximately 1180

14. The method of claim 1, further including selecting said binder from the group comprising copper, nickel, tin, and alloys and combinations thereof.

15. The method of claim 1, further including selecting tungsten carbide for said particulate abrasion-resistant material.

16. The method of claim 1, further including compacting said particulate abrasion-resistant material around said blank in a space between said blank and an inside surface of said first mold.

17. The method of claim 16, further including providing displacements within said first mold cavity prior to introducing said particulate abrasion-resistant material.

18. The method of claim 17, further including substantially coating at least some of said displacements with an abrasion-resistant material.

19. The method of claim 18, further including coating said at least some displacements with a binding material to hold said abrasion-resistant material thereon.

20. The method of claim 19, further including selecting said binding material from the group comprising a wax-like substance, a flexible polymeric binder, and an adhesive.

21. The method of claim 1, wherein said desired amount is approximately 1/4 inch across a diameter of said drilling-related structure.

22. The method of claim 20, further including providing a tungsten carbide powder as said abrasion-resistant material.

23. A method of manufacturing a drilling-related structure for drilling a subterranean formation, comprising:

forming a first mold having a cavity configured to define a blank for said drilling-related structure by:

providing a second mold having a cavity configured to define said drilling-related structure;

lining said second mold cavity of said second mold with a lining material to a thickness substantially equal to a desired thickness of a layer of abrasion-resistant material around said blank;

forming a male part within said lined second mold cavity;

removing said formed male part from said lined second mold cavity; and

forming said first mold around said male part to define said first mold cavity;

inserting a core metal in particulate form into said first mold cavity; and

sintering said core metal to form said blank.

24. A method of manufacturing a rotary-type drill bit element for drilling subterranean formations, comprising:

providing a bit mold defining a cavity;

substantially filling said bit mold cavity with powdered steel;

exposing said bit mold to a heat source to at least partially sinter said powdered steel into a porous bit blank;

removing said bit blank from said mold cavity;

- substantially sintering said bit blank to form a shrunken sintered bit core of at least one smaller external dimension than said mold cavity;
- placing said shrunken, sintered bit core abutted by a steel displacement back into said mold cavity;
- and
- loading said mold cavity with tungsten carbide powder in a space created between an inside surface of said mold cavity and said shrunken bit core.
25. The method of claim 24, further including positioning at least one additional displacement within said mold cavity prior to said substantially filling.
26. The method of claim 25, further comprising at least partially coating said at least one additional displacement with tungsten carbide.
27. The method of claim 25, further including applying a binding material to said at least one additional displacement to hold tungsten carbide thereon.
28. The method of claim 24, further including shaping a surface of said bit blank to remedy out-of-tolerance portions thereon.
29. The method of claim 24, further including infiltrating said shrunken bit core and said tungsten carbide powder with a binder and bonding said steel displacement to said shrunken bit core with said infiltrating binder.
30. The method of claim 29, further including selecting said infiltrating binder from the group comprising copper, tin, nickel, and combinations thereof.
31. The method of claim 29, further including forming a threaded pin connection onto said steel displacement after said infiltrating.
32. A method of manufacturing a drilling-related structure used in drilling subterranean formations, comprising:
- forming a steel powder body;
 - forming a mold around said steel powder body;
 - removing said steel powder body from said mold;
 - sintering and shrinking said steel powder body;
 - placing said shrunken sintered body back into said mold;
 - loading said mold with a carbide powder between said mold and said shrunken sintered body;
 - providing a binder for said shrunken sintered body; and
 - heating said mold until said binder liquifies and substantially infiltrates said shrunken sintered body and carbide powder.
33. The method of claim 32, including manufacturing said steel powder body using a layered manufacturing process.
34. The method of claim 32, further including forming said mold of a material selected from the group comprising ceramic, graphite, sand, clay, paper, silicon carbide, cuttle fish, and tufa.
35. A method of manufacturing a drilling-related structure for drilling a subterranean formation, comprising:
- forming a shell of abrasion-resistant material;
 - inserting a preformed, sintered blank into said shell; and
 - infiltrating said shell and said preformed, sintered blank with a binder.
36. The method of claim 35, wherein said shell is formed by a method of layered-manufacturing.
37. The method of claim 36, wherein said shell is formed by sintering a layer of abrasion-resistant material into a substantially self supporting structure.

DESCRIPCIÓN

BACKGROUND OF THE INVENTION

1. Field of the Invention

This invention relates generally to a method of manufacturing drill bits and other drilling-related structures generally used for drilling subterranean formations and, more specifically, to a method of manufacturing a drill bit or drilling-related structure having a porous, sintered steel powder core and a powdered tungsten carbide (WC) shell commonly infiltrated with a hardenable liquid binder. In a preferred embodiment, a sintered, preformed blank is formed and placed in a mold configured as a bit or other drilling-related structure, the preformed blank being sized to provide space between the blank and the mold wall to accommodate a layer of WC powder therebetween.

2. State of the Art

A typical rotary drill bit includes a bit body secured to a steel shank having a threaded pin connection for attaching the bit body to a drill string, and a crown comprising that part of the bit fitted with cutting structures for cutting into an earth formation. Generally, if the bit is a fixed-cutter or so-called "drag" bit, the cutting structures include a series of cutting elements formed at least in part of a super-abrasive material, such as polycrystalline diamond. The bit body is generally formed of steel, or a matrix of hard particulate material such as tungsten carbide (WC) infiltrated with a binder, generally of copper alloy.

In the case of steel body bits, the bit body is typically machined from round stock to the desired shape. Internal watercourses for delivery of drilling fluid to the bit face and topographical features defined at precise locations on the bit face may be machined into the bit body using a computer-controlled, five-axis machine tool. Hard-facing for resisting abrasion during drilling is usually applied to the bit face and to other critical areas of the bit exterior, and cutting elements are secured to the bit face, generally by inserting the proximal ends of studs, on which the cutting elements are mounted, into apertures bored in the bit face. The end of the bit body opposite the face is then threaded, made up and welded to the bit shank.

In the case of a matrix-type bit body, it is conventional to employ a preformed, so-called bit "blank" of steel or other suitable material for internal reinforcement of the bit body matrix. The blank may be merely cylindrically tubular, or may be fairly complex in configuration and include protrusions corresponding to blades, wings or other features on and extending from the bit face. Other preform elements or displacements comprised of cast resin-coated sand, or in some instances tungsten carbide particles in a binder, may be employed to define internal watercourses and passages for delivery of drilling fluid to the bit face, as well as cutting element sockets, ridges, lands, nozzle displacements, junk slots and other external topographic features of the bit. The blank and other displacements are placed at appropriate locations and orientations in the mold used to cast the bit body. The blank is bonded to the matrix upon cooling of the bit body after infiltration of the tungsten carbide with the binder in a furnace, and the other displacements are removed once the matrix has cooled. The upper end of the blank is then threaded and, made up with a matingly threaded shank, and the two welded together. The cutting elements (typically diamond, and most often a synthetic polycrystalline diamond compact or PDC) may be bonded to the bit face during furnacing of the bit body if thermally stable PDC's, commonly termed TSP's (Thermally Stable Products), are employed, or may be subsequently bonded thereto, usually by brazing or mechanical affixation.

As may be readily appreciated from the foregoing description, the process of fabricating a matrix-type drill bit is a somewhat costly, complex, multi-step process requiring separate fabrication of an intermediate product (the blank) before the end product (the bit) can be cast. Moreover, the blanks and preforms employed must be individually designed and fabricated.

The mold used to cast a matrix body is typically machined from a cylindrical graphite element. For many years, bit molds were machined to a general bit profile, and the individual bit face topography defined in reverse in the mold by skilled technicians employing the aforementioned preforms and welding dental-type drills and other fine sculpting tools. In more recent years, many details may be machined in a mold using a computer controlled, five-axis machine tool. In some cases, the mold fabrication process has been made faster and less costly by use of rubber displacements duplicating in fine detail the topography of an entire bit profile and face, which displacements are then used to cast a ceramic bit mold of appropriate interior configuration, which is then used to cast a bit.

While matrix-type bits may offer significant advantages over prior art steel body bits in terms of abrasion and erosion resistance, and while recent advances in matrix technology have markedly increased the toughness and ductility of matrix bodies, in many cases the higher cost of a matrix-type bit and the longer time to fabricate same may result in the customer choosing a cheaper steel body bit with a faster delivery time. In either case, the customer must choose between a tough but less abrasion-resistant bit and a more expensive, highly abrasion-resistant bit with reduced toughness.

Both batch and conveyor-type continuous furnaces, induction heating coils, and other heating methods known in the art may be used to supply the heat necessary for sintering to occur. It is well recognized in the art to use sintering techniques to sinter and forge mixtures of steel powder and tungsten carbide to form inserts for rock-cutting bits, such as the method disclosed in U.S. Pat. No. 4,484,644 to Cook et al. It has also been recognized in the art to replace at least a portion of the hard metal matrix material (WC) of a typical bit with a tougher, more ductile displacement material, such as iron, steel, or alloys thereof. As described in U.S. Pat. No. 5,090,491 to Tibbitts et al., it is desirable to substitute a less expensive displacement material (such as steel at about 50 cents per pound) for the more expensive hard metals like tungsten carbide (at about ten dollars per pound) to provide a finished bit with improved toughness and ductility as well as impact strength. However, this reference provides that the displacement material should preferably be a mesh size of at least 400 (approximately 0.001 inches) and also states that very fine powdered materials (i.e., less than 0.001 inches in diameter) such as iron may sinter and shrink during fabrication, it being undesirable for the powder to shrink substantially during the heating process. Likewise, in GB 1,572,543 to Holden, the use of relatively inexpensive materials to provide the metal matrix of a bit, such as iron powder bonded with a copper based alloy, is disclosed. Nowhere, however, do any of these references suggest that a powdered steel blank be sintered or otherwise preformed, then subsequently infiltrated along with a layer of tungsten carbide powder to form a bit or drilling-related structure.

It is known in the art that although hard, the strength, and more particularly the ductility, of cemented hard-carbide articles are almost always inferior to those obtained by casting or forging steel, although better properties can be obtained from carbides by special means, such as additional working and annealing. Thus, it would be advantageous to provide a method of manufacturing a bit or other drilling-related structure that is a relatively simple process and that reduces the cost of producing the structure by replacing a significant amount of the bit matrix material of a typical drilling structure with a sintered steel powder blank without sacrificing the bit's resistance to erosion and abrasion. Moreover, it would be advantageous to provide such a drilling structure that has improved toughness and impact strength over similar structures manufactured by prior art methods.

SUMMARY OF THE INVENTION

Accordingly, a manufacturing method is herein disclosed to form a preformed steel powder blank or core by a sintering process. In a preferred embodiment, a substantially porous, sintered steel powder blank or core is placed in a bit mold or mold for some other drilling related structure, the steel powder blank or core being sized and configured to provide a continuous space between the interior surface of the mold defining a bit face, or other surface to be exposed to erosion and abrasion during operation of the device, and the blank. The space, being preferably about 1/8 inch in width or depth substantially over the entire surface of the blank disposed within the mold, is filled with an abrasion- and erosion-resistant material such as tungsten carbide (WC), preferably in powdered form. The mold may be vibrated to compact the abrasion- and erosion-resistant material between the blank and the interior surface of the mold. A liquefiable binder, utilized to infiltrate and bind the porous blank and abrasion- and erosion-resistant material together, is placed on top of at least a portion of the blank, and the mold assembly, including the mold, blank, binder, and abrasion- and erosion-resistant material, is placed in a furnace or other heating device known in the art such as an induction coil. The mold assembly is heated until the binder melts and is imbibed into the blank and surrounding particulate layer of abrasion- and erosion-resistant material, bonding the blank and particulate layer into a unitary structure. The finished bit or drilling related structure, as the case may be, has nearly the toughness of a steel bit with the erosion and abrasion resistance of a tungsten carbide bit without the high cost typically associated with erosion- and abrasion-resistant bits and other drilling related structures previously known in the art.

In a preferred embodiment, in order to form the substantially porous, sintered steel powder blank of the desired size to provide a desired layer thickness of abrasion- and erosion-resistant material around the blank, the bit or drilling component mold is lined with a removable material to a thickness substantially equal to the desired layer thickness of abrasion- and erosion-resistant material. A castable material, such as castable rubber, is then poured into the mold to form a "male" part representing the finished blank. A blank "female" mold is then formed, such as by casting ceramic, around the male part, the male part then being removed. The blank female mold can thus be used to form a blank that will provide the desired space between the exterior of the bit or other drilling related structure mold and the blank. The liner may be comprised of a plastic tape having the desired thickness that is cut and adhesively attached to the interior surface of the bit mold, a wax or wax-like substance that is formed on the interior surface of the bit mold to the desired thickness, or other material known in the art that can be used to inwardly displace the dimensions of the male part in the desired amount.

Once a blank mold is formed for a particular bit or component configuration, the blank mold can be reused to produce blanks for multiple bits or components of various sizes within a desired range. For example, a blank mold for a four bladed drill bit can be used to not only produce blanks for multiple four bladed drill bits of a specific size and configuration, but can be used for other sizes of four bladed drill bits of that configuration, depending on the desired thickness of the layer of WC surrounding the blank.

In another preferred embodiment, for the manufacture of drill bits, a solid steel or other machinable displacement is inserted at least partially into the blank mold and formed as part of the blank. Accordingly, the blank is comprised of two pieces, a sintered steel powder portion and an attached steel portion. Depending on the configuration of the machinable displacement, the displacement may have threads formed therein for threadedly attaching and welding the bit to a shank, as known in the art, or may have shank-like threads formed directly therein for direct attachment of the drill bit to a drill string. Thus, a threaded pin connection for connection of the

bit to a drill collar or downhole motor shaft can be formed directly into the bit without requiring the welding process typically used to attach a bit shank to the bit blank.

In yet another preferred embodiment, steel powder is placed directly in the bit or component mold and is sintered to yield a blank, the sintering causing the steel powder volume to shrink. By using relatively large mesh sizes and/or single sized mesh sizes of powder, the amount of shrinkage can be controlled (usually enhanced) to provide the desired space between the interior surface of the mold and the sintered blank. In addition or as an alternative, other materials that dissipate during sintering can be intermixed with or coated over the powdered blank material to provide the desired shrinkage relative to the mold of the sintered blank. The steel powder may also be provided with or without a bonding resin, depending on whether a pre-sintering step is used to bond the particles of steel powder together with the bonding resin. If so, after pre-sintering, the preformed blank may be removed from the mold and sintered again at a higher temperature, causing the blank to further shrink in size. The undersized sintered powder blank may then be placed into the bit mold along with a layer of hard (i.e., abrasion- and erosion-resistant) material, such as WC in powder form, packed in the space defined between the undersized blank and the mold wall. The packing of the WC material around the blank may be assisted by vibrating the mold. The completed mold assembly is then loaded into a furnace or other heating device known in the art and infiltrated with a liquid binder (typically copper or copper-based with tin and/or nickel, such as those binders commercially available from Belmont Metals, Inc. of Brooklyn, N.Y., or may comprise other metallic or non-metallic materials known in the art including silver, nickel, manganese, tin, zinc, iron, cobalt, lead, wood's metal, solders and alloys thereof) until the binder infiltrates into the sintered steel powder and surrounding powdered WC material. The resulting drill bit has a steel core for toughness and a shell or surface coating of WC for abrasion and erosion resistance. Thus, even though this embodiment of the process of the invention may include multiple sintering or furnacing steps, it eliminates the need to fabricate the entire blank from steel stock and to provide a separate blank mold for forming the blank. Preferably, the sintering process is carried out at a temperature of between about 800 preferred temperature being about 950 approximately 30 minutes.

For the manufacture of drill bits, erosion-resistant internal plenums, waterways, and other cavities may be incorporated into the bit by pre-placing displacements coated with an erosion-resistant material such as WC in the mold prior to loading the steel powder for the sintering process.

In yet another preferred embodiment of the present invention, a drill bit is formed by first using a method of layered manufacturing to make a steel powder bit body, such as the layered manufacturing process disclosed in U.S. Pat. No. 5,433,280 to Smith, assigned to the assignee of the present invention and incorporated herein by reference. Once formed, a mold may be cast around the steel powder bit body, such as a mold formed of ceramic, sand, graphite slurry, cement, plaster, or any other suitable, castable material. For sintering, the steel powder bit body may either be removed from the ceramic mold or left therein. Because the particle of steel powder may be coated or intermixed with a laser bondable material, such as a polymer or resin, during the sintering process, the bit body will shrink in size. The shrunken sintered bit body can then be surrounded by a layer of WC powder packed into the space between the shrunken bit body and the interior surface of the mold. A binder material may then be placed on top of the blank and WC powder and the mold assembly furnace infiltrated with a metal binder to produce a finished drill bit.

In a similar preferred embodiment, a hollow shell primarily comprised of WC may be layer manufactured according to the Smith patent. The shell could then be filled with steel powder and any required internal displacements and infiltrated with a binder. If desired, prior to infiltration,

a mold, as previously discussed, may be formed around the shell, or the shell coated with a material non-wettable by the infiltrant.

Although the methods of manufacturing a drill bit according to the present invention have been described in relation to the aforementioned preferred methods, it is believed that a major advantage of the invention herein disclosed is that a drill bit or other drilling-related structure having a steel core and an abrasion-resistant outer shell can be manufactured without the need for machining a steel blank, or providing a separate blank mold, although a separate blank mold may be employed if blank shrinkage does not provide adequate clearance for the abrasion-resistant shell layer. Moreover, the present invention produces a drill bit or drilling-related structure that is of somewhat lighter weight and of much lower cost than prior matrix-type bits having enhanced ductility and toughness properties compared to comparable prior art bits and bit components produced by conventional manufacturing methods.

DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

A drill bit 10 manufactured in accordance with the present invention is illustrated in FIG. 1A. The drill bit 10 has a typical rotary drag bit configuration and is generally comprised of a bit body 12 including a plurality of longitudinally extending blades 14 defining junk slots 16 between the blades 14. Each blade 14 defines a leading or cutting face 18 that extends from proximate the center of the bit face around the distal end 15 of the drill bit 10, and includes a plurality of cutting elements 20 oriented to cut into a subterranean formation upon rotation of the drill bit 10. The cutting elements 20 are secured to and supported by the blades 14. Between the uppermost of the cutting elements 20 and the top edge 21 of the blade 14, each blade 14 defines a longitudinally and radially extending gage portion 22 that corresponds to approximately the largest-diameter-portion of the drill bit 10 and thus is typically only slightly smaller than the diameter of the hole to be drilled by cutting elements 20 of the bit 10. The proximal end 23 of the bit 10 includes a threaded portion or pin 25 to threadedly attach the drill bit 10 to a drill collar or downhole motor, as is known in the art. Preferably, the threaded pin portion 25 may be machined directly into the proximal end 23 of the combination shank and blank 34, hereinafter referred to as a "shablank," that is attached and formed into the body 12 of the drill bit 10.

As further illustrated by the cut-away portion of FIG. 1A, the bit 10 is further comprised of a porous sintered blank or core 26 comprised of steel or other metal interlocked with the shablank 34 and a porous shell or layer of abrasion-resistant material 28, such as tungsten carbide (WC), infiltrated with a common liquified binder which subsequently hardens. In addition, the plenum 29 longitudinally extends from the proximal end 23 to the distal end 15, substantially through the shablank 34 and core 26, terminating at shell 28. As illustrated in FIG. 1B, the core 26' may have a topographical exterior surface configuration 30 substantially similar to the topography 32 of a completed bit 10', but smaller in size, or be different such that the shell 28 occupies a larger volume of the bit 10 (see FIG. 1A). Thus, except for the detailed topography of and surrounding the cutting elements 20, the core 26' generally may follow the contour of the drill bit 10' defined by its surface topography 32. This similarity in shape between the core 26' and the topography 32 is a result of a preferred bit manufacturing method of the present invention. Moreover, the plenum 29' may only extend partially through the core 26' such that any waterways connecting the plenum 29' to the nozzle ports 62 and 64 must extend through material of both the core 26' and shell 28'. As illustrated in FIG. 2A, a bit mold 40 includes an upper portion 42 and a lower portion 44. The lower portion 44 has an interior surface 46 to define the topography 32 (see FIG. 1A) of a bit 10 manufactured therein. The mold 40 is typically machined from a cylindrical graphite element or

formed from other heat resistant material able to withstand the high temperatures of the bit forming process of the present invention.

A preferred method of manufacturing a bit 10 according to the present invention is illustrated in FIGS. 2A, 2B and 2C and comprises lining the interior surface 46 of the bit mold 40 with a liner material 45 (see FIG. 2B), such as a plastic tape, wax or wax-like substance, or other suitable material known in the art, to a thickness substantially equal to the desired thickness of the layer of WC 28.

A male part 47, comprised of castable rubber or other castable materials known in the art representing the size and configuration of the core 26, is then cast in the liner 45. The male part 47 is then used to form the blank mold 120 illustrated in FIG. 2C, which may be formed out of a castable material capable of withstanding the temperature of the sintering process, such as castable ceramic, a castable graphite slurry, or other materials known in the art. As further illustrated in FIG. 2C, steel powder 52 along with any displacements, such as sand displacement 48, are positioned to define a chamber or plenum and, if necessary, any communicating fluid passages through the finished drill bit 10 so that drilling fluid supplied from the drill string may exit proximate the cutting face 18 of the drill bit 10 during drilling. In addition, the shablank 34, formed from a machinable material, preferably steel, is positioned within the mold 120. The shablank 34 includes a flange or protrusion 35 to interlock with the core 26 and will be later formed into a threaded pin portion 25 at its proximal end 23. If desired, displacements such as displacements 53 (see FIG. 2A) defining recesses, sockets or pockets for attachment of cutting elements 20, may be positioned within the mold 120 as well. Such displacements may be desirable where the thickness of the layer of abrasion-resistant powdered material (WC) 66 in the mold 40 may not be thick enough to provide for proper by seating a cutting element 20 in the finished bit 10. Typically, the various displacements are comprised of sand with displacements for various waterways coated with tungsten carbide powder or other abrasive-resistant material held on the surface of the sand displacements by a binding material such as a wax-like substance (long-chain alcohol), a flexible polymeric binder, an adhesive, or other suitable material known in the art that can hold the tungsten carbide powder. Other displacements may comprise graphite, ceramics, clay and other suitable materials known in the art. After all displacements, such as displacement 48, are in position, the mold is filled with steel powder 52. The steel powder 52 may include Hoeganaes Ancormet 101, comprised mostly of iron with 0.19% C or 4600V, a steel powder (which has a lower melting point than 101) containing 1.86% Ni, 0.53% Mo, 0.17% Mn, 0.11% Cu, and trace amounts of Cr, C, S, Si and P. The steel powder 52 may be further packed around the displacement 48 and shablank 34 by vibrating the mold 120, for example, to eliminate any substantial voids between the particles of the steel powder 52. After the steel powder 52 is sufficiently packed in the mold 120, the mold 120 is placed in a furnace, an induction coil heater, such as that disclosed in U.S. Pat. No. 5,441,121 to Tibbitts and assigned to the assignee of the present invention, or heated by other means known in the art, and the steel powder 52 is sintered to form the finished core 26 and interlocking shablank 34.

Once sintered, the sintered blank 37, including the shablank 34 and core 26, can be removed from the mold 120 along with the displacement 48 and placed into the bit mold 40 that has had the liner 45 removed therefrom. As illustrated in FIG. 2A, WC 66 is packed around the core 26 and binder 82, usually in pellet form, is placed in the upper portion 42 of the mold 40. The upper and lower portions 42 and 44, respectively, of the mold 40 may be clamped together during the bit infiltration process. It is also contemplated that more than one sintering step may be utilized to first pre-sinter the steel powder 52 until the steel particles have enough cohesiveness to retain the shape imposed by the mold 120, thus allowing the presintered core 26 to be removed from the

mold 120 and inserted along with the surrounding layer of WC 66 into the mold 40, the remainder of the sintering process occurring in the mold 40 before and/or during infiltration.

In another method, (i.e., to form the bit 10' illustrated in FIG. 1B) the steel powder 52 may be sintered directly in the mold 40 without forming a separate blank mold 120. Because of the cohesiveness of the bonded steel powder particles after sintering, the mass of steel powder 52 can be removed from the mold 40 and worked as desired to remove steel particles from the bit core 26' by rubbing, scraping, grinding, or other simple mechanical methods known in the art. Because commercially available steel powders 52 typically shrink in size about one percent during the sintering process, which may not provide for a thick enough layer of abrasion- and erosion-resistant shell 28', the preferred method has included forming a separate blank mold 120 that forms a core 26 small enough to provide adequate clearance for a desired layer thickness of abrasion- and erosion-resistant material 66 around the core 26. It is contemplated, however, that by using larger mesh sizes of particles to enhance intra-particle void areas, using steel powders having particles that are of a uniform mesh size, coating or intermixing the particles of steel powder 52 with a material, such as a polymer or resin, that will substantially dissipate during sintering, and/or increasing the temperature of the sintering process may provide enough shrinkage of the core 26' to allow for the desired layer thickness of WC 66 between the interior surface 46 of the mold 40 and the core 26'. In larger bit sizes, "normal" (one percent) shrinkage of the blank may produce adequate clearance for the WC 66. Thus, it is desirable to select a steel powder of suitable mesh size and/or composition and operate final sintering at a temperature that will result in a core 26' that shrinks a desired amount relative to the interior surface 46 of the lower portion 44 of the mold 40. It should be noted that if higher temperatures are used to cause shrinkage of the core 26', care should be taken to ensure that enough connected or communicating voids or porosity remains between the particles of sintered steel powder 52 to allow substantially complete infiltration of a binder from the exterior of the blank to the interior. Typically, it is desirable to shrink the core 26' at least about 1/4 inch in diameter to provide a sufficient space or annulus between the core 26' and the interior surface 46 of the lower portion 44 of the mold 40 to accommodate about a 1/8 inch thick surrounding exterior hard face layer of WC 28'. Accordingly, the steel powder 52 will retain the overall shape originally imposed by the lower portion 44 of the mold 40, but will shrink in size as the particles of steel powder 52 bond together.

After sintering, the shrunken core 26' may be removed from the bit mold 40 for insertion of additional displacements, such as those to form nozzle orifices 62 and 64 for providing internal passages and displacements 53 for providing recesses (pockets, sockets) in the abrasion-resistant layer 28' for cutting elements. Dashed lines 59 represent thermally stable polycrystalline diamond (TSP) cutting elements that may be positioned within the mold 40 during the infiltration process, or displacements used during sintering of the steel powder blank to provide clearance for later insertion of non-thermally stable cutting elements, such as conventional polycrystalline diamond compact (PDC) elements. In addition, after sintering, the core 26' may be removed from the mold 40 and shaped to remove any out-of-tolerance portions, such as those formed adjacent the junction of the upper and lower portions 42 and 44, respectively, of the bit mold 40. Because of the relatively low strength of the bonds between particles of steel powder 52, the sintered core 26' may be relatively easily worked to remove steel particles from the core 26' by rubbing, scraping, grinding, or other simple mechanical methods known in the art. As illustrated in FIG. 2A, after reinsertion of core 26' into mold 40, the space 70 formed between the interior surface 46 of the lower portion 44 of the mold 40 and the exterior surface 68 of the core 26' is filled with an abrasion-resistant powdered material 66, such WC, which may include nickel and/or iron therein, or other WC materials known in the art, such as a WC/steel mixture. The WC may be intermixed

with flux to aid the infiltration process as is also known in the art. This WC material 66 is preferably packed by vibration, or other means known in the art, into the space 70 to ensure that no substantial voids are present in the abrasion-resistant layer or shell 28' of the finished bit 10'. The shablank 34 (if not pre-positioned during sintering) is positioned at least partially within the core 26', so that after infiltration a threaded pin connection can be formed directly into the shablank 34 for attachment of the bit 10' to a drill string, thus eliminating the need for a separate shank as is known in the art.

In any of the preferred methods herein described, once the mold assembly 80 is prepared and ready for infiltration, a binder material 82 usually in pellet form, such as a copper or copper-based binder including tin and/or nickel, including infiltrants commercially available from Belmont Metals, Inc. of Brooklyn, N.Y., or may comprise other metallic or non-metallic materials known in the art including silver, nickel, tin, zinc, iron, cobalt, lead, wood's metal, solders and alloys thereof, is placed in the top of core 26. Typically, the mold assembly 80 will be heated to approximately 1180 infiltration of the binder 82 will occur. Because of this elevated temperature, some additional sintering of the core 26 may occur. During infiltration, the binder 82 melts and is gravity- and capillary-fed through the core 26 and into the abrasion-resistant WC material 66. The binder 82, when cooled and hardened, thus effectively binds the particles of the sintered steel core 26 and the abrasion-resistant WC material 66 together as well as the core 26 to the shablank 34. In addition, the binder 82 fills microscopic voids and vugs present between the particles of powdered metals used in this method of manufacturing.

To help promote complete infiltration and produce fewer pores within the bit material, a slight vacuum may be drawn on the mold assembly 80 to eliminate air pockets and draw the binder through the core 26 or 26' and abrasion-resistant material 66. However, even if some porosity is present in the finished drill bit 10, the material comprising the drill bit 10 is substantially tougher than drill bits manufactured using conventional powder metallurgy bit manufacturing techniques. After infiltration, the drill bit 10 may be removed from the mold 40, the sand or other displacements removed by methods known in the art, and PDC cutting elements 20 attached to the cutting face 18 mechanically or by bonding, brazing, or other methods known in the art.

Preferably, all sintering is performed in a substantially oxygen-free environment either by imposing a vacuum or providing a gaseous environment that will displace oxygen, such as hydrogen, nitrogen, argon, or other suitable gas. A hydrogen environment is especially desirable because hydrogen atoms actively seek and scavenge oxygen atoms. Such substantially oxygen-free environments during sintering are desirable because oxidation, that would otherwise occur, may weaken the sintered structure.

Referring now to FIG. 3A, another preferred method of manufacturing a drill bit 130 according to the present invention is illustrated. A drill bit 130 is formed by first using a method of layered manufacturing to make a steel powder core 100, such as the layered-manufacturing process disclosed in previously referenced U.S. Pat. No. 5,433,280 to Smith. Such a layered-manufacturing process may employ a laser or other beam-like energy source to heat, layer-by-layer, steel particles intermixed or coated with a laser-reactive bonding agent, such as a polymer, to melt the bonding agent and fuse the steel particles together to form the core 100. Once the core 100 is formed, a mold 102 of ceramic or other suitable materials known in the art may be cast or otherwise formed around it. As illustrated in FIG. 3B, a ceramic mold 102 may be formed by pouring a hardenable liquid 104, such as ceramic, into casing 106 around the core 100 and permitted to harden into a solid mold 102 that is resistant to temperatures substantially above that at which a binder liquifies. The steel powder core 100 may then be removed from the solidified mold 102 and sintered, or sintered within the mold 102. During the sintering process, the bonding

agent in the combination steel and laser-reactive bonding agent core 100 will dissipate and/or vaporize. This dissipation will cause the core 100 to shrink in size. As illustrated in FIG. 3A, with the sintered core 100 in place, the mold 102 is subsequently packed with WC powder 108, as by vibration or other methods known in the art, into the space 110 between the shrunken core 100 and the solid mold 102. A more conventional blank insert 111, comprised of a machinable material such as steel and having a substantially cylindrical portion 113 for machining of threads therein for later attachment to a shank as is known in the art, may be inserted into the core 100. A binder 112 in pellet form is placed above the blank 100, and the mold 102 is placed in a furnace or other heating device and heated until the binder 112 melts and infiltrates the core 100 and WC powder 108, and binds the core 100 to the insert 111 to produce a finished drill bit 130.

It is also contemplated, as illustrated in FIG. 3C, that a hollow shell 120 of WC may be first formed by a layered-manufacturing method, a pre-sintered steel powder blank 122, including shablank 125, being inserted therein. The blank 122 defines passageways 124, 126 and 128 providing internal waterways from the plenum 127 to nozzle ports 129 and 131 formed in the shell 121. The assembly is then infiltrated. If desired, a mold 133 could be formed around the shell 121 of WC, or the shell exterior coated with a high-temperature resistant material non-wettable by the binder.

The drill bit 10 manufactured according to the present invention, comprised of a porous steel core 26 and layer of abrasion-resistant WC shell 28, has a much tougher structure than a similarly configured drill bit comprised of WC matrix infiltrated with binder, as is typical for prior art bit construction. In tests performed by the inventors, the impact strength of a specimen made of steel powder infiltrated with a common binder had an impact strength, measured in foot-pounds (ft-lbs), as much as seven times greater than a specimen of WC, iron and nickel infiltrated with the same binder, and twenty-three times greater than a specimen of a standard bit matrix comprised of WC and nickel infiltrated with the binder. In further testing to determine the transverse rupture strength (TRS) or resistance to shear stresses, measured in thousand pounds per square inch (ksi), a specimen of steel powder infiltrated with a common binder had more than one and a half times greater TRS than a specimen of WC powder infiltrated with binder. These test results not only show that a drill bit manufactured according to the present invention is stronger than bits in the prior art, but that because of its toughness and resistance to shear, can be manufactured to include more aggressive or radical designs (bigger or thinner blades, etc.) without causing the bit or portions thereof to fail under stresses encountered during drilling.

Those skilled in the art will appreciate the applicability of the method of manufacturing of the present invention for other types of drill bits, such as roller cone bits, coring bits, reamers and near-bit stabilizers, and various bit components. For example, as depicted in FIG. 4, a roller cone 90 for use on a roller cone bit, as is known in the art, may be manufactured according to the present invention. Similar to the formation of the drill bit 10, the roller cone 90 has a sintered steel powder core 91 and an exterior layer 92 of abrasion-resistant material such as tungsten carbide. The mold 94 may include a casing 98 containing packed sand or other materials that can be relatively easily removed, as by breaking, from around the finished roller cone 90. A displacement 93 may be included into the core 91 to form the interior surface 95 of the roller cone 90 and provided with various bearing surfaces so that the finished roller cone 90 can be attached to a bearing assembly on a roller cone attachment arm of a roller cone bit, as is known in the art. Binder 99 is employed to infiltrate core 91 and exterior layer 92.

Those skilled in the art will also appreciate that various mold configurations and materials can be used without departing from the scope of this invention and more particularly to the scope of the appended claims. For example, the mold 102 of FIG. 2C may include the casing 106 of FIG. 3B,

the mold 120 comprised of graphite, ceramic, sand, clay, paper, silicon carbide, cuttle fish, tufa and other suitable materials known in the art that can withstand the high temperatures encountered during the infiltration process.

In exemplary embodiments, the mold is configured to produce a typical rotary-type "drag" bit. Those skilled in the art, however, will appreciate that the size, shape, and/or configuration of the bit may vary according to operational design parameters without departing from the spirit of the present invention. Further, the invention may be practiced on non-rotary drill bits, the invention having applicability to any drilling-related structure including percussion, impact or "hammer" bits. Moreover, although this invention has been described with respect to steel core bits with WC facing, those skilled in the art will appreciate this invention's applicability to drill bits manufactured from other metals and alloys thereof, and other suitable materials. Moreover, those skilled in the art will appreciate that references to the use of steel or other metallic powders as used in the claims in conjunction with this manufacturing process could include powders of various mesh sizes, up to and including shot-sized particles, although powders are believed to provide superior infiltration. It will also be appreciated by one of ordinary skill in the art that one or more features of any of the illustrated embodiments may be combined with one or more features from another to form yet another combination within the scope of the invention as described and claimed herein. Thus, while certain representative embodiments and details have been shown for purposes of illustrating the invention, it will be apparent to those skilled in the art that various changes in the invention disclosed herein may be made without departing from the scope of the invention, which is defined in the appended claims.

ANEXO D – ESPECIFICACIONES DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS

D.1 Prensa Hidráulica

Tabla 33.- Especificaciones Técnicas de la Prensa

| | | | |
|---|--|-------------------------------|-----------|
|  | Fabricante | Henan Yinwang Trade Co., Ltd. | |
| | Modelo | Cs-x | |
| | La presión nominal de (solo cilindro): | 36500kn | |
| | diámetro del cilindro: | & phi; 650mm | |
| | Presión de trabajo | de seis cilindros | 6/36500kn |
| | | de alta presión | 14.3 mpa |
| | | Ultra - de alta presión | 110 mpa |
| | la carrera máxima de pistones de refuerzo | 460mm | |
| | eléctricos de calefacción de energía | 40 kva | |
| | potencia del motor | 15+11+5.5kw | |
| | La dimensión exterior de (l& veces; w& veces; h) | 2900;2900;3450 (mm) | |
| | peso bruto | 52.5 toneladas | |

D.2 Torno CNC 5 ejes

Tabla 34.- Especificaciones Técnicas del Torno

| | | |
|---|--|---------------------------------------|
|  | Fabricante | Nanjing Gaoji CNC Equipment Co., Ltd. |
| | Modelo | ck61100 |
| | máxima oscilación sobre la cama | 1030 mm |
| | oscilación máxima sobre x junta | 700 mm |
| | longitud máxima de la pieza de trabajo | 1500/2000/3000 mm |
| | ancho de carril de guía | 610 mm |
| | el agujero del eje de diámetro | 105 mm |
| | velocidad del eje gama | 10-800 rpm |
| | potencia del motor principal | 11 kw |
| | máximo de viaje de la manga | 260 mm |
| | cortador de ubicación de los datos | 4 |
| | dimensión | 3800*1700*2000 mm |
| | peso neto | 6000/6300/7000 kg |

D.3 Horno de Sinterización

Tabla 35.- Especificaciones Técnicas del Horno.

| | | |
|---|---|--|
|  | Fabricante | Zhuzhou Shuang Ling Technology Co., Ltd. |
| | modelo | Lzl-38/30/60-1600-1-03 |
| | especificaciones | 68l |
| | control de la temperatura | zona 1 |
| | Zona de trabajo tamaño (w. H. L) | 380; 300; 600mm |
| | límite de vacío | 1pa |
| | Tasa de fuga pa/h (vacío horno de estado frío, 24 horas de cálculo) | 80pa |
| | max velocidad de calentamiento | 10 deg; c/min |
| | max power | Kva 15; 3 |
| | la temperatura máxima | 1600& deg; c |
| | trabajo real de la temperatura | ; 1550& deg; c |
| | Tamaño del horno (l. W. H) | 2000x1400x1850mm |
| | mecánica de la bomba modelo | 2h-30 |
| | las raíces de la bomba modelo | Jzj-150 |
| | cera de la tasa de recuperación | & ge; 90% |
| | el tiempo de enfriamiento | 8 horas |
| | de carga | 40kg |
| | Peso (kg) | 4000kg |
| el área del piso | 4500; mm 6000mm | |

D.4 Montacargas

Tabla 36.- Especificaciones Técnicas Montacargas

| | | |
|---|-------------------|---------|
|  | Fabricante | Hyundai |
| | Modelo | 30D-7 |
| | Combustible | Gas Oil |
| | Carga Max | 3500 kg |
| | Levantamiento Max | 4,7 m |

D.5 Carretilla Eléctrica

Tabla 37.- Especificaciones Técnicas de carretilla eléctrica

| | | |
|---|-------------|-----------|
|  | Fabricante | Toyota |
| | Modelo | 7HBW23 |
| | Combustible | Electrico |
| | Carga Max | 2500kg |
| | Voltaje | 110V |

D.6 Generador Eléctrico

Tabla 38.- Especificaciones Técnicas del Generador

| | | |
|--|--|--|
|  | grupo electrógeno de modelo | skp220 |
| | El primer poder(50hz) | 160kw/200 kva |
| | De energía de reserva(50hz) | 176kw/220 kva |
| | /de frecuencia de velocidad | 50hz/1500rpm |
| | de tensión | 230v/400v |
| | las fases | Tres fases, cuatro cables |
| | fabricante | Sheng fu'an ke la maquinaria eléctrica co., ltd |
| | datos del motor | |
| | Manufacturer | perkins motor company limited |
| | modelo | 1306c-e87tag3 |
| | la velocidad del motor | 1500 rpm |
| | la potencia del motor | |
| | El primer poder(bruto) | 187 kwm/250 bhp |
| | El primer poder(neto) | 180 kwm/243 bhp |
| | De energía de reserva(bruto) | 205 kwm/275 bhp |
| | De energía de reserva(neto) | 199 kwm/267 bhp |
| | número de cilindros | 6 |
| | arreglo del cilindro | Vertical en- línea |
| | la aspiración | Turbocharged, de aire a aire chargecooled |
| | el sistema de combustión | deinyección directa |
| | relación de compresión | 16.9:1 |
| | diámetro y carrera | Mm 116.6*135.9 |
| | displacment | 8.7 litros |
| | dirección de la rotación | Anti- a la derecha vistos en el volante |
| | sistema de refrigeración | refrigerado por agua |
| | total capacidad de refrigeración | 37.2 litros |
| | total sistema de lubricación de la capacidad | 26.4 litros |
| | /fabricante modelo | Leroy- somer electro-técnica(fuzhou) company ltd. |
| | modelo | Lsa46.2 m5 |

| | | |
|--|---|------------------|
| | potencia de salida | 160kw |
| | modelo de avr | r250 |
| | número de fases | 3 |
| | Factor de potencia(cos phi) | 0.8 |
| | de altitud | & le; 1000 m |
| | el exceso de velocidad | 2250 rpm |
| | número de polos | 4 |
| | el tipo de excitación | de la desviación |
| | clase de aislamiento | h |
| | regulación de voltaje | & plusmn; 0.5% |
| | sostenido de corriente de cortocircuito | 300%(3 en): 10s |
| | Total de armónicos(tgh/thc) | & #& 4 % |
| | De forma de onda: nema = tif | & #& 50 |
| | De forma de onda: me . E. C. = thf | & #& 2% |
| | Bearing | de un solo |
| | de acoplamiento | directo |

ANEXO E – INDICE NACIONAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

Tabla 39. Índice Nacional de Precios al consumidor



BANCO CENTRAL DE VENEZUELA



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

INDICE NACIONAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

Variaciones Acumuladas

(BASE Diciembre 2007 = 100)

| Años | VARIACIONES ACUMULADAS (%) |
|------|----------------------------|
| | DIC. / DIC. |
| 2012 | 20,1 |
| 2011 | 27,6 |
| 2010 | 27,2 |

Fuente: Estadísticas Banco Central de Venezuela

ANEXO F – ESPECIFICACIONES DE PLANTA

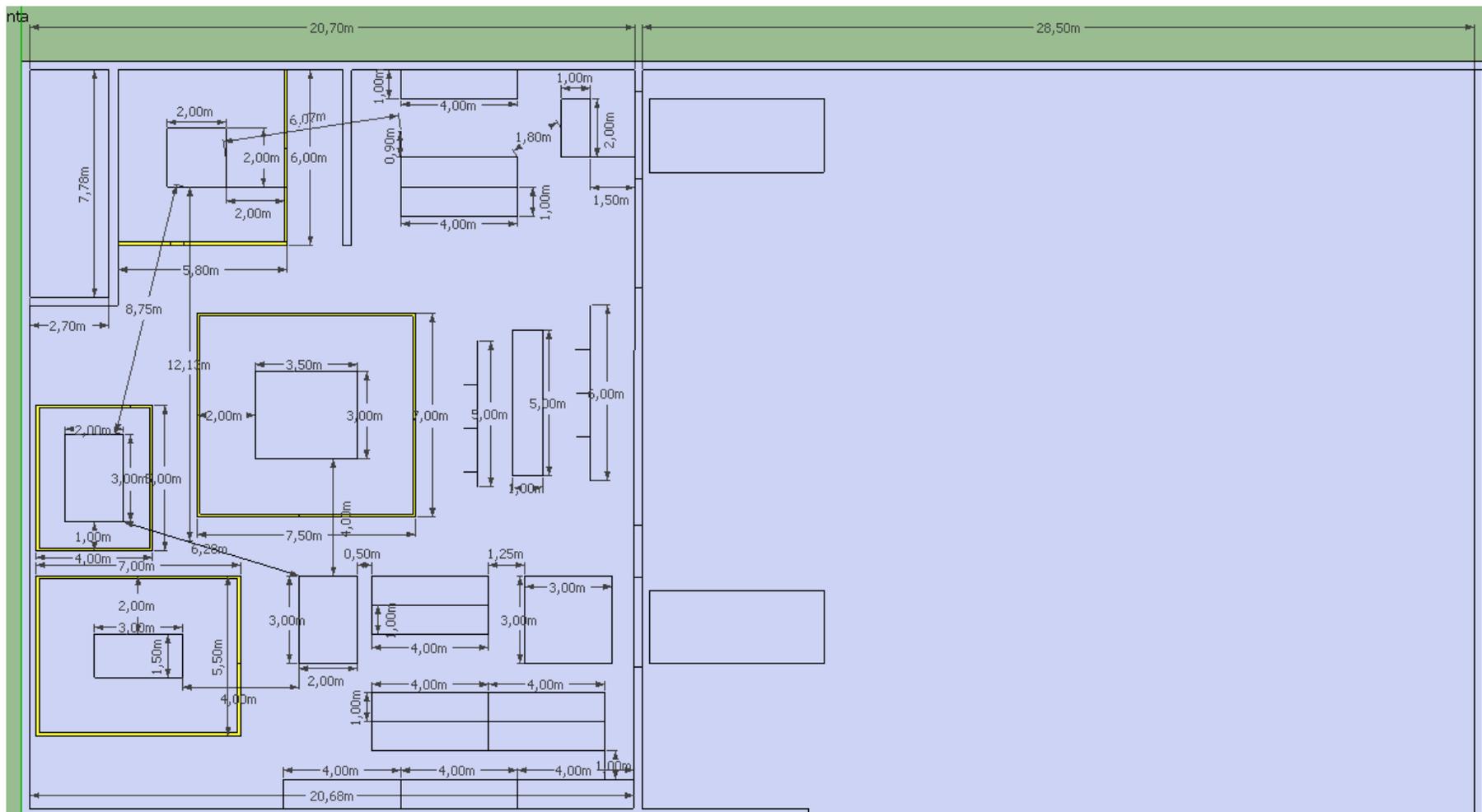


Fig. 27.- Vista planta del área de carga producción, almacén y despacho de brocas petroleras

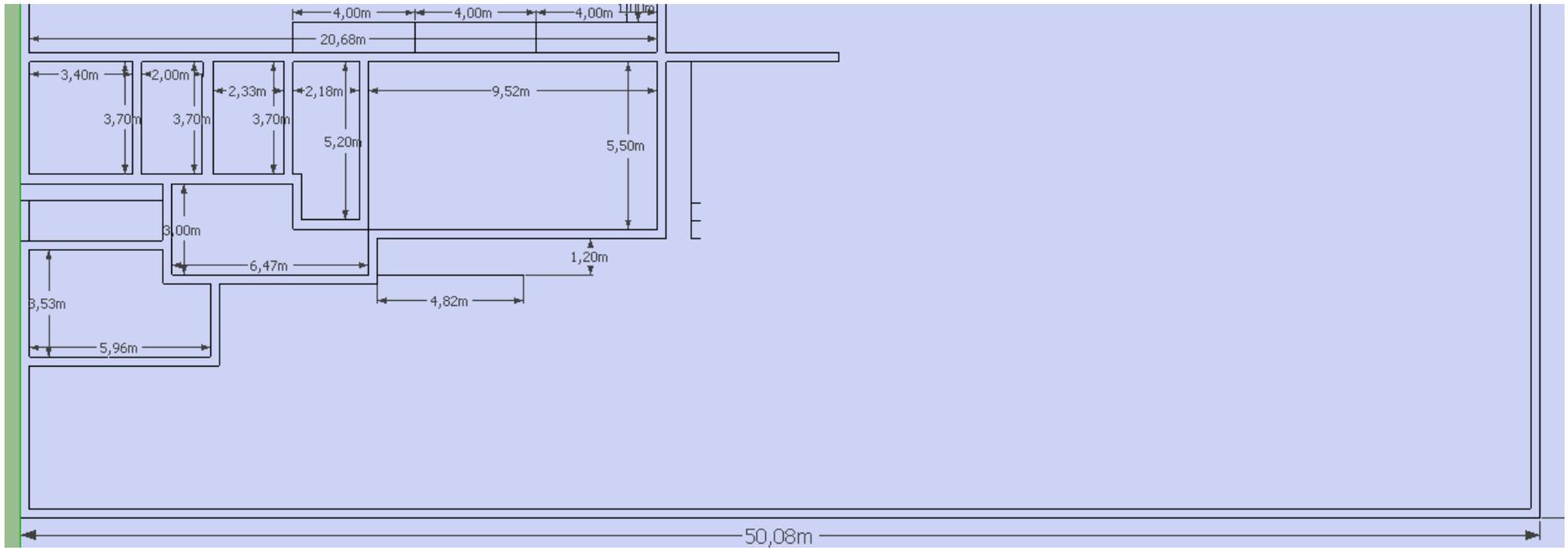


Fig. 28.- Vista planta del área de oficinas y estacionamiento de empleados y visitantes

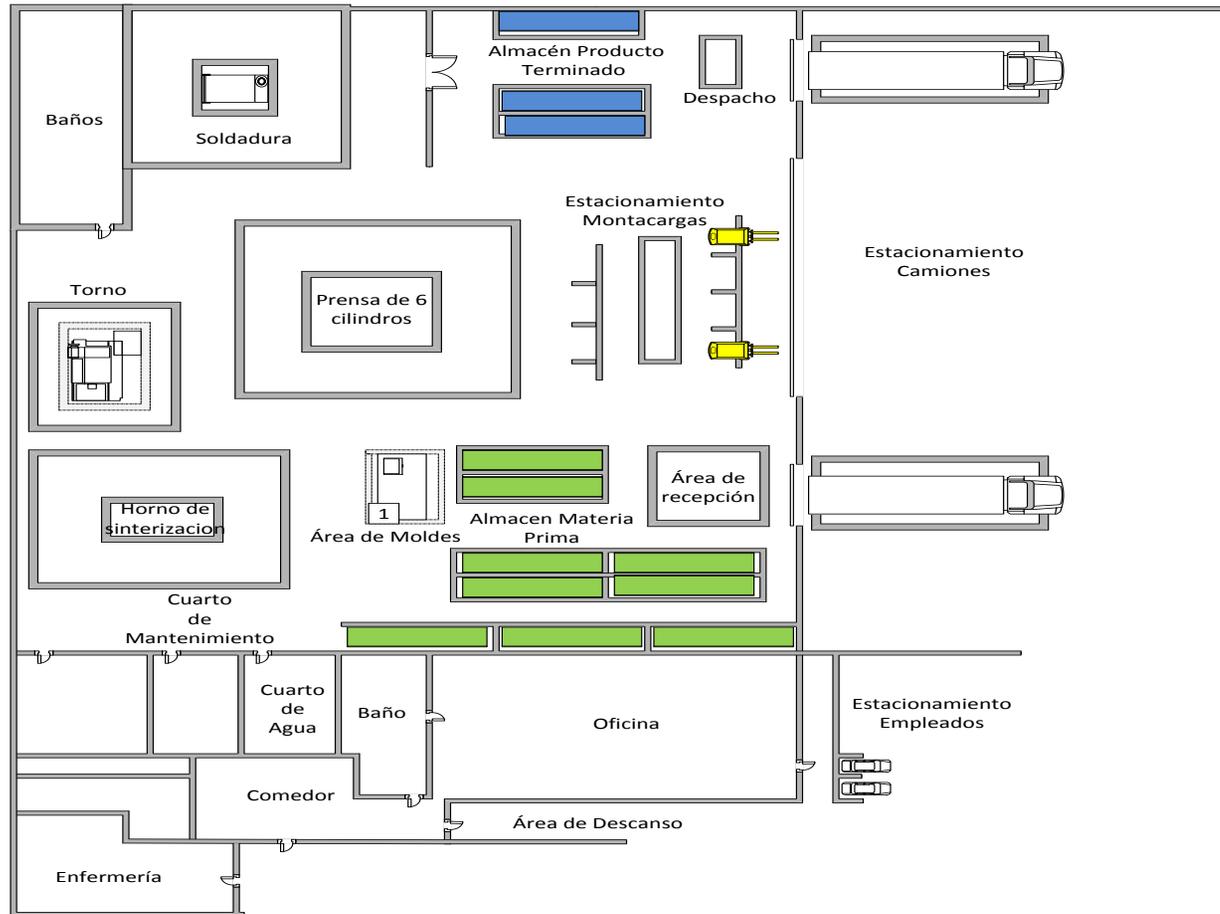


Fig. 29.- Identificación de las Áreas

ANEXO G – ANÁLISIS ECONÓMICO

Tabla 40.- Determinación del precio de venta broca 8 ½”

| P.V.P ²⁵ . Barrena 8 ½” | | | |
|---|------------------|------------------|------------------|
| Materias Primas | Probable | Pesimista | Optimista |
| Carburo de tungsteno | 61.050,78 | 61.050,78 | 69.772,32 |
| Cobalto | 12.728,45 | 12.728,45 | 14.546,80 |
| Acero | 10.563,84 | 10.563,84 | 12.072,96 |
| Pirofilita | 40,73 | 40,73 | 46,55 |
| Sal | 4,89 | 4,89 | 5,59 |
| Diamante sintético | 3.033,52 | 3.033,52 | 3.466,88 |
| Material para soldar | 210,00 | 210,00 | 240,00 |
| Horas personal | 5.648,50 | 5.648,50 | 5.648,50 |
| Total brocas | 93.280,71 | 93.280,71 | 105.799,60 |
| Total por broca S/G ²⁶ | 13.325,82 | 18.656,14 | 13.224,95 |
| Total por broca C/G²⁷ | 18.656,14 | 26.118,60 | 18.514,93 |

Fuente: Autores (2013)

Tabla 41.- Determinación del precio de venta broca 8 ½”

| P.V.P. Barrena 17 ½” | | | |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|
| Materias Primas | probable | pesimista | optimista |
| Carburo de tungsteno | 221.133,24 | 221.133,24 | 294.844,32 |
| Cobalto | 46.168,35 | 46.168,35 | 61.557,80 |
| Acero | 39.048,48 | 39.048,48 | 52.064,64 |
| Pirofilita | 2,51 | 2,51030016 | 3,34706688 |
| Sal | 7,25 | 7,25 | 9,67 |
| Diamante sintético | 3.250,20 | 3.250,20 | 4.333,60 |
| Material para soldar | 90,00 | 90,00 | 120,00 |
| Horas personal | 14.121,25 | 14.121,25 | 14.121,25 |
| Total brocas | 323.821,28 | 323.821,28 | 427.054,63 |
| Total por broca S/G ²⁸ | 107.940,43 | 161.910,64 | 106.763,66 |
| Total por broca C/G²⁹ | 118.734,47 | 178.101,71 | 117.440,02 |

Fuente: Autores (2013)

²⁵ Todos los precios expresados se encuentran en dólares (\$) USD)

²⁶ S/G: Sin incluir ganancia.

²⁷ C/G: Incluyendo ganancia del 40% para la broca 8 ½” y 10% para la broca 17 ½”.

²⁸ S/G: Sin incluir ganancia.

²⁹ C/G: Incluyendo ganancia del 40% para la broca 8 ½” y 10% para la broca 17 ½”.

Tabla 42.- Cálculo del Capital de Trabajo proyectado a 3 años

| Escenario Pesimista | Año 1 | Año 2 | Año 3 |
|----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Costo de Materia Prima e Insumos | 2.503.193,15 | 4.040.540,26 | 4.040.540,26 |
| Costos de Mano de Obra Directa | 1.745.881,92 | 2.228.897,09 | 2.758.966,10 |
| Costos de Mano de Obra Indirecta | 675.817,20 | 855.663,27 | 1.053.018,23 |
| Carga Fabril | 27.429,01 | 34.264,32 | 42.802,99 |
| Personal Administrativo | 400.743,00 | 500.609,00 | 625.360,00 |
| Gastos Administrativos | 198.622,80 | 131.082,05 | 163.747,70 |
| TOTAL | 4.952.321,28 | 7.159.364,95 | 7.895.327,57 |

| Escenario Optimista | Año 1 | Año 2 | Año 3 |
|----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Costo de Materia Prima e Insumos | 2.582.062,14 | 2.582.062,14 | 2.582.062,14 |
| Costos de Mano de Obra Directa | 1.745.881,92 | 2.228.897,09 | 2.758.966,10 |
| Costos de Mano de Obra Indirecta | 675.817,20 | 855.663,27 | 1.053.018,23 |
| Personal Administrativo | 400.743,00 | 500.609,00 | 625.360,00 |
| Gastos Administrativos | 198.622,80 | 131.082,05 | 163.747,70 |
| Carga Fabril | 27.429,01 | 34.264,32 | 42.802,99 |
| TOTAL | 5.630.556,07 | 6.332.577,87 | 7.225.957,15 |

Fuente: Autores (2013)

Tabla 43.- Estado de Ganancias y Pérdidas para el Escenario Pesimista.

| Escenario Pesimista | Año 1 | Año 2 | Año 3 |
|----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Ingreso por Ventas | 2.503.193,15 | 2.503.193,15 | 2.503.193,15 |
| Costo de Materia Prima e Insumos | 1.745.881,92 | 2.228.897,09 | 2.758.966,10 |
| Costos de Mano de Obra Directa | 675.817,20 | 855.663,27 | 1.053.018,23 |
| Costos de Mano de Obra Indirecta | 27.429,01 | 34.264,32 | 42.802,99 |
| Carga Fabril | 400.743,00 | 500.609,00 | 625.360,00 |
| Utilidad Bruta | 198.622,80 | 131.082,05 | 163.747,70 |
| Gastos Administrativos | 4.952.321,28 | 5.622.017,83 | 6.357.980,46 |
| Materiales de Oficina y Otros | 2.503.193,15 | 2.503.193,15 | 2.503.193,15 |
| Gastos de Depreciación | 1.745.881,92 | 2.228.897,09 | 2.758.966,10 |
| Utilidad Operativa | 675.817,20 | 855.663,27 | 1.053.018,23 |
| ISLR (34%) | 27.429,01 | 34.264,32 | 42.802,99 |
| Utilidad Neta | 400.743,00 | 500.609,00 | 625.360,00 |

Fuente: Autores (2013)

Tabla 44.- Estado de Ganancias y Pérdidas Escenario Optimista

| Escenario optimista | Año 1 | Año 2 | Año 3 |
|----------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Ingreso por Ventas | 4.862.687,19 | 6.074.468,83 | 7.588.226,47 |
| Costo de Materia Prima e Insumos | (3.232.432,21) | (3.232.432,21) | (3.232.432,21) |
| Costos de Mano de Obra Directa | (1.745.881,92) | (2.228.897,09) | (2.758.966,1) |
| Costos de Mano de Obra Indirecta | (675.817,2) | (855.663,27) | (1.053.018,23) |
| Carga Fabril | 27.429,01 | 34.264,32 | 42.802,99 |
| Utilidad Bruta | -818.873,15 | -276.788,06 | 501.006,94 |
| Gastos Administrativos | (198.622,8) | (131.082,05) | (163.747,7) |
| Materiales de Oficina y Otros | (104.932,8) | (104.932,8) | (104.932,8) |
| Gastos de Depreciación | (1.406.720,33) | (1.406.720,33) | (1.406.720,33) |
| Utilidad Operativa | -2.529.149,08 | -1.919.523,25 | -1.174.393,89 |
| ISLR (34%) | - | - | - |
| Utilidad Neta | -2.529.149,08 | -1.919.523,25 | -1.174.393,89 |

Fuente: Autores (2013)

Tabla 45.- Flujo de Caja proyectado a 3 años. Escenario Pesimista

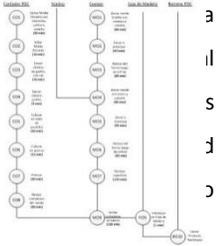
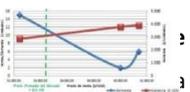
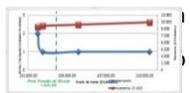
| Escenario Pesimista | Año | | | |
|-----------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|---------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 |
| Ingreso neto | | -2.831.528,95 | -2.478.982,54 | -2.054.996,82 |
| Depreciación | | 1.406.720,33 | 1.406.720,33 | 1.406.720,33 |
| Flujo de caja Operativo | | -1.424.808,61 | -1.072.262,21 | -648.276,48 |
| Inversión | -7.198.441,00 | | | 3.506.434,84 |
| ISLR(34%) | | | | -1.192.187,85 |
| (Capital de trabajo) | -4.952.321,28 | -5.622.017,83 | -6.357.980,46 | 16.932.319,57 |
| Flujo de Caja de Inversión | -12.150.762,28 | -5.622.017,83 | -6.357.980,46 | 19.246.566,57 |
| Flujo de Caja Total (BsF.) | -12.150.762,28 | -7.046.826,44 | -7.430.242,67 | 18.598.290,08 |

Fuente: Autores (2013)

Tabla 46.- Flujo de Caja proyectado a 3 años. Escenario Optimista

| Escenario Optimista | Año | | | |
|-----------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 |
| Ingreso neto | | -2.529.149,08 | -1.919.523,25 | -1.174.393,89 |
| Depreciación | | 1.406.720,33 | 1.406.720,33 | 1.406.720,33 |
| Flujo de caja Operativo | | -1.122.428,75 | -512.802,91 | 232.326,44 |
| Inversión | -7.198.441,00 | | | 3.506.434,84 |
| ISLR(34%) | | | | -1.192.187,85 |
| (Capital de trabajo) | -5.630.556,07 | -6.332.577,87 | -7.225.957,15 | 19.189.091,09 |
| Flujo de Caja de Inversión | -12.828.997,07 | -6.332.577,87 | -7.225.957,15 | 21.503.338,09 |
| Flujo de Caja Total (BsF.) | -12.828.997,07 | -7.455.006,62 | -7.738.760,07 | 21.735.664,53 |

ANEXO I – HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS

| Herramientas utilizadas en el desarrollo de TEG | | | | |
|---|---|--|---|--|
| Diagrama de bloques | Mapa de Procesos | Diagrama de Operaciones | Diagrama de Recorrido | Gráficos de Excel |
| <p>Definición: es la representación gráfica del funcionamiento interno de un sistema, que se hace mediante bloques y sus relaciones, y que, además, definen la organización de todo el proceso interno, sus entradas y sus salidas.</p>  | <p>Definición: es la representación gráfica de la estructura de procesos que conforman el sistema de gestión, refleja de forma muy representativa los procesos ya identificados y sus</p>  | <p>Definición: Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se</p>  | <p>Definición: el diagrama de recorrido es un diagrama o modelo, que muestra el lugar donde se efectúan actividades determinadas y el trayecto seguido por los</p>  | <p>Definición: representaciones gráficas ofrecidas por la herramienta Microsoft Excel que permite una interpretación más sencilla e inmediata de los datos.</p> <p>Gráficos utilizados:</p>  <p>puntos conectados por</p>  <p>cambia el valor de algo en función de otra variable.</p> |

| OBJETIVOS ESPECÍFICOS | ESTRUCTURA DEL TEG | INFORMACIÓN REQUERIDA | FUENTES CONSULTADAS | HERRAMIENTAS UTILIZADAS |
|---|--|--|--|---|
| Caracterizar los procesos operacionales y productivos para la manufactura de las barrenas de perforación. | CAPITULO I: EL PROBLEMA | <ol style="list-style-type: none"> 1. Descripción general de la Organización. 2. Planteamiento del problema 3. Objetivo 4. Alcance 5. Limitaciones | Entrevistas no estructuradas con el personal de GeoTechnology | <ol style="list-style-type: none"> 1. Microsoft Excel. 2. Microsoft VISIO. 3. Sketch Up. 4. Diagrama de Bloques 5. Diagrama de bloques. 6. Mapa de Procesos. 7. Diagrama de Operaciones 8. Diagrama de Recorrido. 9. Consultas telefónicas. 10. Consultas a fuentes bibliográficas 11. Consultas a fuentes bibliográficas en internet. |
| Caracterizar el mercado nacional de barrenas de perforación. | | | | |
| Establecer las especificaciones y características técnicas de las barrenas de perforación. | CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL | <ol style="list-style-type: none"> 1. Conceptos básicos del Estudio de Mercado, Estudio Técnico y Estudio Económico-Financiero. 2. Conceptos básicos del producto 3. Reseña histórica de la estructura del mercado. | | |
| Analizar las alternativas de producción de las barrenas de perforación, considerando los aspectos operativos, productivos, de mercado, técnicos y de manufactura. | | | | |
| Seleccionar el tipo de barrena acorde con el análisis de las distintas alternativas de producción. | CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO | <ol style="list-style-type: none"> 1. Información de las brocas que cumplieran con las características de mayor demanda, mejor rendimiento y mayor ganancia. 2. Información de ventas de brocas realizadas a PDVSA. 3. Información de la distribución en el territorio Nacional de los Pozos existentes. 4. Información de la competencia. | <ul style="list-style-type: none"> • Bibliografía especializada a • Páginas web. • Tesis anteriores | |
| Determinar los aspectos de producción, insumos y materia prima para la comercialización del tipo de barrena seleccionada. | | | | |
| Estimar el precio de venta y la cantidad a producir del tipo de barrena seleccionada. | CAPITULO IV: ESTUDIO DE MERCADO | <ol style="list-style-type: none"> 1. Información general de la planta, equipos, maquinaria y materia prima. 2. Información de los procesos productivos. | Entrevistas no estructuradas con el personal de Corporación Tecnodrill C.A. | |
| Establecer los equipos, requerimientos de espacio, instalaciones, recursos de personal y de servicios para la producción del tipo de barrena seleccionada. | | | | |
| Analizar económica y financieramente la factibilidad de manufacturar el tipo de | CAPITULO V: ESTUDIO TÉCNICO | <ol style="list-style-type: none"> 1. Información de los costos de los equipos y maquinaria necesaria. 2. Información de los gastos operacionales. 3. Información de los gastos administrativos. | Consulta con proveedores de materias primas, equipos y | |
| | | | | |
| | CAPITULO VI: ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO | Resultados de los estudios realizados. | | |
| | | | | |
| | CAPITULO VII: CONCLUSIONES | | | |
| | | | | |

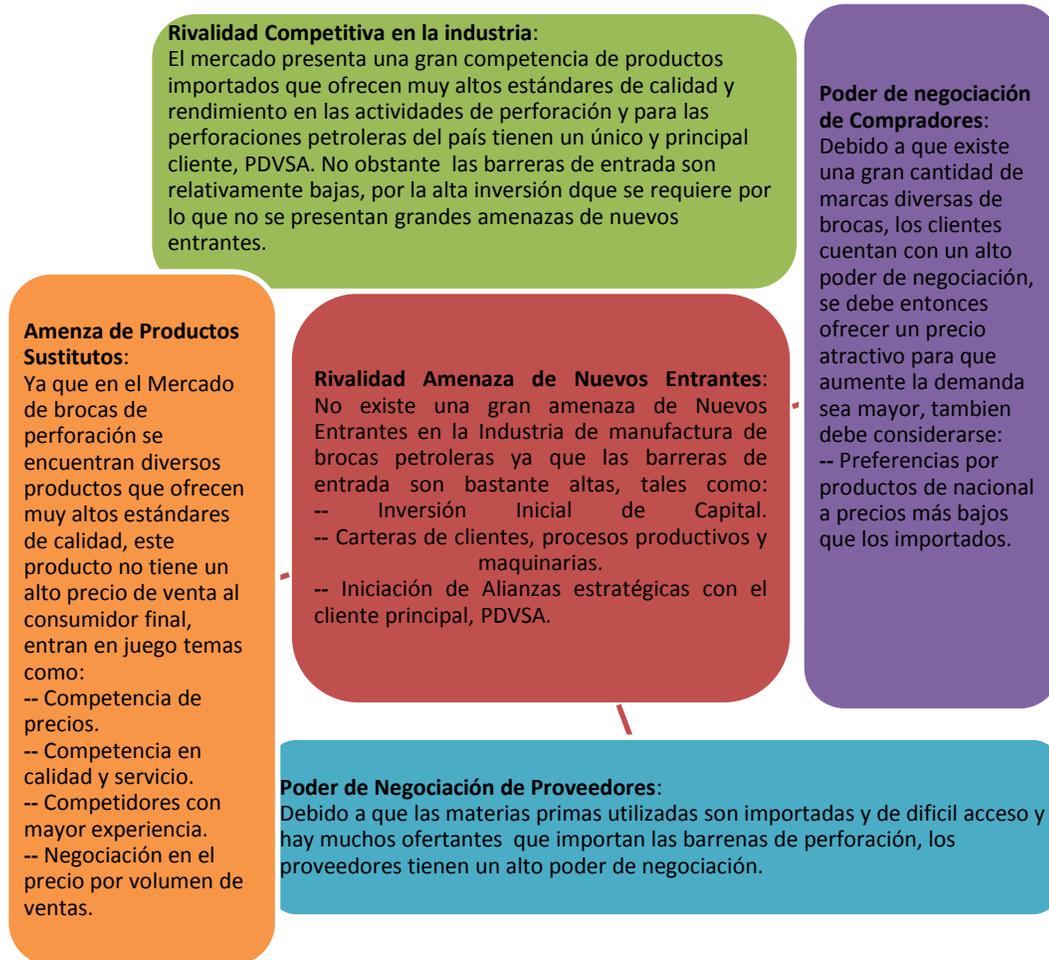


Fig. 30.- Análisis Externo. Cinco Fuerzas de Porter

Fuente: Autores (2013)

ANEXO J.- INVERSIÓN TERRENO



Fig. 31.- Vista frente terreno de la planta



Fig. 32.- Vista interna frontal terreno planta



Fig. 34.- Vista lateral terreno planta



Fig. 33.- Ubicación Terreno. Guanipa El Tigre. Anzoátegui



Galpón En Venta En Anzoátegui El Tigre

Guanipa - El Tigre - Anzoátegui

Me gusta 0

BsF 2.500.000

Galpón en Venta

04166805528

Escribe tu consulta

Contactar

Fig. 35.- Precio del Terreno