

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**MEJORA DE LOS PROCESOS PARA LA  
FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DIAMANTINOS  
PARA PERFORACIÓN DE EXPLORACIÓN MINERA**

**INFORME DE SUFICIENCIA  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO MECÁNICO**

**PRESENTADO POR:  
TOSHÍO CHOY HUAMANTINCO**

**PROMOCIÓN 2003 – I**

**LIMA – PERÚ  
2006**

*Al Señor Todopoderoso  
con profunda gratitud.  
A mi madre,  
con mucho amor.*

## INDICE

<b>PRÓLOGO</b>	1
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	3
1.1. PROBLEMÁTICA	3
1.2. OBJETIVO	3
1.3. ALCANCES	4
1.4. DESARROLLO DEL INFORME	4
1.5. LIMITACIONES	5
<b>2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA</b>	7
2.1. BREVE RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA	7
2.2. ORGANIZACIÓN	8
2.3. LÍNEAS DE PRODUCTOS	8
2.3.1. Productos Diamantinos	10
a. Brocas	10
b. Escariadores	10
c. <u>Zapatas</u>	10
2.3.2. Partes y Piezas	10
a. Tubos <u>Sacatestigos</u>	11
b. <u>Tuberías</u> de Perforación	12
c. <u>Repuestos y Otros</u>	12
2.3.3. Insumos	12
2.4. EL ENTORNO COMERCIAL	12
2.5. LOS COMPETIDORES	13
<b>3. SISTEMAS DE PERFORACIÓN DIAMANTINA</b>	15
3.1. EL PRINCIPIO DE OPERACIÓN	15
3.2. DESCRIPCIÓN DEL TUBO SACATESTIGO Y SUS COMPONENTES	18

3.2.1.	Broca	19
3.2.2.	Escariador	21
3.2.3.	Tubo Exterior	22
3.2.4.	Tubo Interior y Cabezal	22
3.3.	LOS SISTEMAS DE PERFORACIÓN DIAMANTINA	23
3.3.1.	El Sistema Convencional	24
3.3.2.	El Sistema Wireline	25
3.4.	LA OPERACIÓN DE PERFORACIÓN DIAMANTINA	26
3.4.1.	Perforación en Superficie	27
3.4.2.	Perforación Subterránea	28
<b>4.</b>	<b>CONCEPTOS DE CALIDAD APLICADOS A LA PRODUCCIÓN</b>	<b>30</b>
4.1.	PROCESOS	30
4.1.1.	Factores que Afectan los Procesos	33
4.1.2.	Variabilidad de Procesos	34
4.2.	CALIDAD	35
4.2.1.	El Concepto de Calidad	35
4.2.2.	El Control de Calidad	37
4.2.3.	El Aseguramiento de Calidad	37
<b>5.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO</b>	<b>40</b>
5.1.	PROCESO DE FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DIAMANTINOS	40
5.1.1.	Fabricación de Moldes de Grafito	41
5.1.2.	Montaje de Diamantes y Matrices	44
5.1.3.	Fundición	48
5.1.4.	Torneado Primario	51
5.1.5.	Refuerzo de Casco	52
5.1.6.	Torneado Final	53
5.1.7.	Acabado	54

5.1.8. Control Final	54
5.2. PROBLEMÁTICA DE LA LÍNEA DE PRODUCTOS DIAMANTINOS	55
<b>6. DISEÑO DE PLANES DE CALIDAD</b>	<b>57</b>
6.1. PLANES DE CONTROL DE CALIDAD	58
6.2. PLAN DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	59
6.2.1. Procedimiento de Selección y Evaluación de Personal (P-RRHH-001-06)	60
6.2.2. Procedimiento de Mantenimiento Preventivo (P- PRD-001-06)	60
6.2.3. Procedimiento de Control de Diseño de Producto Nuevo (P-DIS-001-06)	60
6.2.4. Procedimiento de Selección y Evaluación de Proveedores (P-LOG-001-06)	61
6.2.5. Procedimiento de Control de Instrumentos de Medición (P-CC-001-06)	61
<b>7. RELACIÓN BENEFICIO – COSTO</b>	<b>89</b>
7.1. COSTOS	89
7.1.1. Aspecto Económico	89
7.1.2. Aspecto Estructural	90
7.1.3. Aspecto Organizacional	90
7.1.4. Aspecto Cultural	91
7.2. BENEFICIOS	92
7.2.1. Aspecto Económico	92
7.2.2. Aspecto Organizacional	92
7.2.3. Aspecto Estructural	93
7.2.4. Aspecto Cultural	93
CONCLUSIONES	99
BIBLIOGRAFÍA	101
ANEXOS	102

## **PRÓLOGO**

El presente informe es un trabajo referido a la mejora del proceso de fabricación para una planta metalmeccánica que elabora productos para perforación de exploración minera, específicamente en la técnica de perforación diamantina. La mejora está enfocada en los aspectos del control y del aseguramiento de la calidad y hace énfasis en el diseño de planes de calidad, con el fin de asegurar que los productos sean fabricados bajo un sistema de producción consistente y capaz de cumplir con los requisitos del cliente.

La problemática que motivó el presente estudio, el propósito del mismo, sus alcances, limitaciones e importancia se explican en el Capítulo 1.

En el Capítulo 2 se hace una descripción general de la empresa, su estructura, sus líneas de productos y el entorno comercial en el cual se desenvuelve.

En el Capítulo 3 se describen, de manera simple y resumida, el principio de operación de la perforación diamantina, los sistemas y componentes que se emplean, así como la operación de perforación.

Con el fin de poder describir adecuadamente los procesos involucrados en la fabricación de productos diamantinos, previamente, en el Capítulo 4 se mencionan y explican brevemente los conceptos y definiciones de calidad que están relacionados o son aplicables a la producción.

Una vez introducidos y aclarados los conceptos de calidad en el Capítulo 4, en el Capítulo 5 se explica el desarrollo del proceso productivo, que involucra todas las actividades relacionadas específicamente con la fabricación de productos diamantinos.

En el Capítulo 6 se plantea el esquema general de los sistemas de Control de Calidad y de Aseguramiento de Calidad para la línea Productos Diamantinos, incluyendo los planes

de Control y de Aseguramiento de Calidad que se requieren para garantizar la fabricación de productos que cumplan con los requisitos técnicos y del cliente.

En el Capítulo 7 se realiza una evaluación del beneficio logrado con la aplicación de los sistemas y los planes de calidad en relación con la inversión que los mismos demandan.

Por último se presentan las conclusiones extraídas de la aplicación de los planes de calidad propuestos.

En los anexos se incluye material adicional, tal como tablas de parámetros de operación, de selección de productos diamantinos, ejemplos de procedimientos e instructivos, certificados de conformidad de producto, entre otros.

Se hace mención de un agradecimiento especial al Ing. Jorge Cuadros Blas por la dirección y la valiosa contribución a la elaboración del presente informe y por su incansable ánimo de contribuir al desarrollo y mejora de la carrera de Ingeniería Mecánica en la Universidad Nacional de Ingeniería.

## **CAPÍTULO 1**

### **INTRODUCCIÓN**

El informe que se presenta a continuación se basó en el sistema productivo de una empresa metalmeccánica fabricante de productos y accesorios para perforación de exploración minera con la técnica de perforación diamantina. La problemática general, la finalidad, los alcances y limitaciones de este informe se presentan a continuación.

#### **1.1 PROBLEMATICA**

La empresa Boyles Bros Diamantina S.A., fabricante y comercializadora de herramientas, productos, accesorios y repuestos para perforación de exploración minera con la técnica de perforación diamantina, se encuentra en continuo y sostenido crecimiento en el mercado interno y en franca expansión hacia importantes mercados extranjeros.

Sin embargo, la empresa, a fin de contar con un sistema productivo más consistente, de elevar la calidad de sus productos y de disminuir costos operativos en sus dos líneas de fabricación: Productos Diamantinos y Partes y Piezas, tiene la intención de mejorar todos los aspectos relacionados con sus procesos de fabricación.

#### **1.2 OBJETIVO**

En vista de lo descrito anteriormente, el presente informe enfoca un aspecto de las intenciones de mejora de la empresa, correspondiente al aspecto de la calidad, por lo cual, el objetivo primario consiste en diseñar un sistema de control de calidad y un sistema de aseguramiento de calidad, haciendo énfasis en la elaboración de los



planes de Control de Calidad y de Aseguramiento de Calidad aplicados específicamente para la línea de Productos Diamantinos, debido a que éstos contribuyen al 90% de la confiabilidad de la operación de perforación. Con esto se busca garantizar que la empresa cuente con un proceso productivo consistente, capaz de fabricar productos bajo ciertas especificaciones y en cumplimiento de requisitos de calidad.

Como objetivo secundario este trabajo busca, mediante un ejemplo concreto, ser una guía práctica para la elaboración de planes de calidad específicos, técnicos, sencillos y aplicables a otras organizaciones.

### **1.3 ALCANCES**

El trabajo abarca la elaboración del esquema general de los sistemas de control y de aseguramiento de calidad y la elaboración más detallada de los planes de control de calidad para la línea de Productos Diamantinos, en el Área de Producción, cubriendo la materia prima que constituye el elemento de entrada al proceso productivo, el proceso de fabricación y los controles del producto terminado. También involucra cinco actividades de soporte: mantenimiento, logística de entrada, dirección de recursos humanos, metrología y diseño. El informe no abarca la elaboración de procedimientos ni instructivos, aunque en los anexos se incluyen algunos documentos de este tipo a manera de ejemplo.

### **1.4 DESARROLLO DEL INFORME**

El informe busca presentar de manera sencilla y con un desarrollo lógico los procesos involucrados en la fabricación de productos diamantinos para perforación de exploración minera, así como la aplicación de los conceptos de calidad relacionados a la producción y su influencia en la mejora de procesos.

Con este fin, el informe inicia con la descripción de los aspectos generales de la empresa, que incluyen una breve reseña histórica, la estructura funcional, las líneas de productos con que cuenta y los productos principales, así como el entorno comercial de clientes y de empresas competidoras.

En seguida se toca de manera general el tema relacionado a la perforación diamantina, enfocando el principio de operación, los sistemas de perforación y la operación en si.

Luego se presentan los principios y conceptos de la calidad que son aplicables a la producción, de manera que los términos sean claros cuando se trate el proceso productivo desde la perspectiva de calidad.

En ese sentido, el informe prosigue con la descripción del proceso productivo, explicando de forma secuencial las operaciones de fabricación de productos diamantinos. En seguida se presenta el esquema de los sistemas de control y aseguramiento de calidad y se plantean los planes de Control de Calidad y de Aseguramiento de Calidad aplicables a los procesos descritos. Luego se incluye la estructura de los costos de implementación y el beneficio que se obtiene por su aplicación.

Por ultimo, se mencionan las conclusiones obtenidas a partir de la aplicación de los planes propuestos.

## **1.5 LIMITACIONES**

Una limitación identificada fue la falta de parámetros definidos, datos o especificaciones técnicas para algunos de los materiales que se emplean en la fabricación de los productos diamantinos, debido a que su control ha sido

tradicionalmente empírico, basado sólo en la experiencia de los trabajadores más antiguos o en catálogos, hojas técnicas y certificados de aprobación de los propios proveedores.

Asimismo, hubo restricciones en el acceso a certificados de calidad de proveedores debido al temor del espionaje industrial, que es una realidad en los ámbitos comerciales e industriales. De igual modo, se encontró limitaciones en cuanto a datos e información económica y comercial, que son manejados por la Gerencia General y el Departamento de Contabilidad.

Si bien el marco general de los temas de calidad tradicionalmente ha sido competencia del ingeniero industrial, hoy en día su aplicación en forma específica demanda la intervención de otras especialidades de ingeniería. Así, los planes de calidad para la fabricación de productos diamantinos, no son posibles de establecer sino se afronta con una formación en ingeniería mecánica como en el caso de especificación de materiales, de propiedades mecánicas, de ensambles, de diseños, de maquinaria, entre otros. Por ello este informe resalta su importancia al contribuir con la información bibliográfica disponible referida al diseño de planes de calidad, tratado desde el enfoque de la ingeniería mecánica.

Como se mencionó este informe plantea un conjunto de planes de calidad para una línea de productos, siendo posible que constituyan la base para un posterior trabajo enfocado en el diseño de un Sistema de Gestión de Calidad basado en ISO 9001:2000, que no es materia del presente informe. De igual modo, puede considerarse el punto de partida para el diseño de planes de calidad para la línea Partes y Piezas, completando así una estrategia basada en calidad, a fin de dar consistencia y confiabilidad a la totalidad de sus procesos productivos.

## **CAPÍTULO 2**

### **DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

La empresa en la cual tuvo lugar el presente estudio tiene como razón social Boyles Bros Diamantina S.A., que es una empresa metalmecánica manufacturera ligada al rubro minero, debido a que los productos que fabrica son utilizados por empresas que realizan exploraciones de yacimientos mineros mediante la técnica de perforación diamantina.

Antes de abordar directamente el tema central del informe, es importante conocer de forma general a la organización, sus líneas de productos, el rubro en el que se desenvuelve, así como otros datos relacionados al negocio. A continuación se describe a la empresa objeto de este informe.

#### **2.1. BREVE RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA**

Boyles Bros Diamantina S.A., situada en el distrito de Ate de la ciudad de Lima, es una empresa perteneciente al rubro metalmecánico de manufactura, dedicada a la producción y comercialización de productos y accesorios para perforación de exploración minera, especializada en la técnica de perforación diamantina.

La empresa fue fundada en 1955 con el nombre de Compañía Minera Diamantina S.A. y su misión era atender al mercado minero interno en el rubro de servicios de perforación diamantina. Con el paso de los años, fue adquirida por el consorcio canadiense Christensen Group e ingresó al rubro de la fabricación de accesorios y componentes para perforación y repuestos para máquinas perforadoras. Esta empresa peruana llegó a ser una de las filiales más importantes en Sudamérica.

En 1995 el consorcio fue comprado por su principal competidor, la transnacional Atlas Copco Corp. y luego fue desactivado. La empresa, entonces, fue vendida al grupo Layne Christensen, al cual pertenece hoy en día. También forman parte este grupo la empresa peruana de perforaciones Geotec S.A. y las empresas chilenas Christensen Lmtd. y Geotec-Boyles.

## **2.2. ORGANIZACIÓN**

Actualmente, la empresa está constituida por un directorio con participación de capitales canadienses, peruanos y chilenos. El organigrama funcional de la empresa se muestra en la Figura 2.2.1 donde se indican los distintos departamentos y sus respectivas áreas.

## **2.3. LÍNEAS DE PRODUCTOS**

Existen tres líneas de productos:

- a. Productos Diamantinos
- b. Partes y Piezas
- c. Insumos

En general, los productos que la empresa fabrica pertenecen a la denominada serie Q del sistema *wireline*, la cual fue diseñada e introducida originalmente al mercado por la compañía Bradley Corp. Hoy se fabrican los tamaños estándar AQ, BQ, NQ, HQ y PQ, contando cada uno de ellos con sus variantes Q2, Q3 y W.

Asimismo, aunque en raras ocasiones, se fabrica las partes de un modelo antiguo de sistema de perforación conocido como la serie X, perteneciente al sistema *convencional*, que aún se utiliza en algunos lugares del país y cuyas variedades y tamaños especiales son solicitados por algunos clientes en particular, para perforaciones específicas que dependen de la zona de operación.

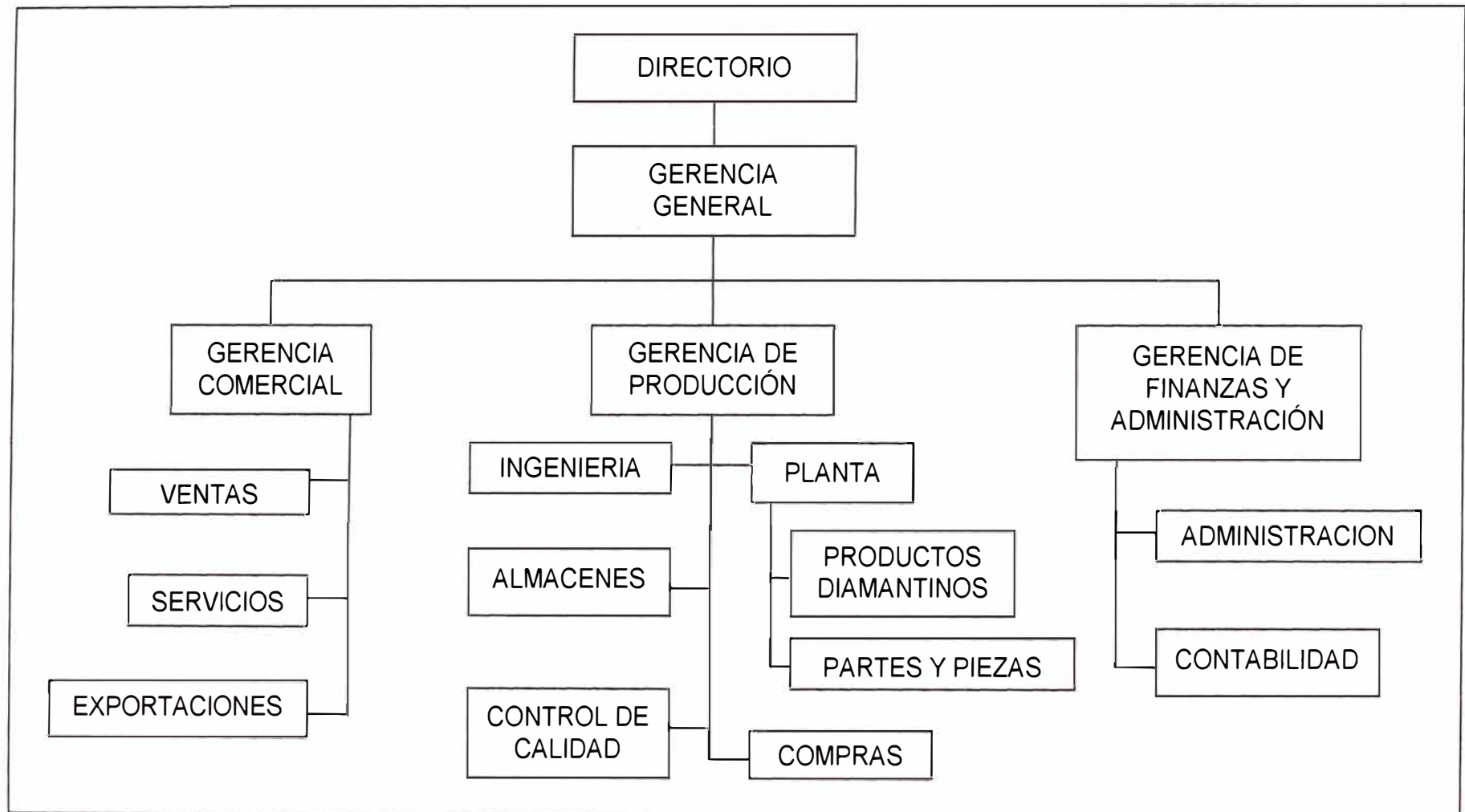


Figura 2.2.1.\_ Organigrama funcional

### 2.3.1. Productos Diamantinos

Comprenden todos los productos utilizados para el corte de la roca. Los tipos de productos que se fabrican son tres: brocas, escariadores y zapatas, según se describe en el capítulo 3. Abarcan cerca del 60% de los ingresos de la empresa y su importancia es vital debido a que de la calidad del producto depende la capacidad, confiabilidad y costo de la perforación diamantina. A continuación se describen los productos:

a. Brocas

Constituyen el primer y más importante elemento de corte; debido a su geometría perforan la roca de manera que en su interior se forma la probeta, conocida como testigo.

b. Escariadores

Son otros elementos de corte que van conectados después de la broca y cuya función es incrementar el diámetro del agujero inicial, a fin de reducir el impacto o fricción de la roca sobre el tubo sacatestigo y sobre la tubería de perforación.

c. Zapatas

Son elementos de corte cuya función es perforar la roca de modo similar a una broca, con el fin de insertar una tubería de revestimiento alrededor de la tubería de perforación.

Esta línea involucra procesos de diseño, fabricación y comercialización.

### 2.3.2. Partes y Piezas

Comprenden todos los productos utilizados para capturar, almacenar y extraer las muestras de roca, así como otros afines. Los productos principales son:

tubos sacatestigos, tuberías de perforación y repuestos de máquinas. Esta línea maneja productos más estándares que la línea de productos diamantinos, representando entre el 30 y 35% de las ventas totales de la empresa. Sus lotes de producción se contabilizan por cientos de piezas, agrupados según se indica a continuación:

a. Tubos sacatestigos

Son los elementos en los cuales se almacena, se captura y se recupera el testigo. Para tales efectos, cada tubo cuenta con tres partes principales que son:

1. *Tubo exterior.*\_ Es un tubo que contiene al tubo interior y al cabezal. En un extremo se conectan el escariador y la broca y en el otro la tubería de perforación.
2. *Tubo interior.*\_ Es un tubo que almacena y captura al testigo. Va conectado al cabezal y junto con él es recuperado por el cabezal pescador.
3. *Cabezal.*\_ Es un dispositivo mecánico que sitúa al tubo interior en su posición de trabajo e indica si el mismo está lleno de muestra. De ser así, es enganchado por el cabezal pescador para llevarlo a la superficie.

El cabezal pescador, en sí, no es parte del tubo sacatestigos, sin embargo su uso es fundamental para extraer el testigo del fondo del pozo. Este cabezal es un ensamble mecánico que se lanza dentro del pozo cuando se ha detectado que el tubo interior está lleno de muestra. Mediante un sistema mecánico de resortes engancha al cabezal y lo desacopla del tubo exterior. Luego, por medio de un cable, permite la extracción hacia la superficie del cabezal y el tubo interior que contiene al testigo.



b. Tuberías de Perforación

Son tuberías roscadas, diseñadas para transmitir el torque requerido desde el husillo del cabezal de perforación de las máquinas perforadoras hasta el tubo exterior del tubo sacatestigo. Por su interior circula fluido de perforación.

c. Repuestos y Otros

Comprenden las partes y piezas componentes de las máquinas de perforación, en sus diversos géneros, tamaños y variedades. Asimismo incluye dispositivos o elementos adicionales para la actividad de perforación.

Esta línea comprende procesos de diseño, fabricación y comercialización.

### **2.3.3. Insumos**

Esta línea es exclusivamente de comercialización y comprende a todos los productos adicionales que se utilizan en las actividades de perforación, tales como lodos de perforación, aditivos, brocas tricónicas, cables, entre otros. Abarca cerca del 5% de las ventas totales de la empresa.

## **2.4. EL ENTORNO COMERCIAL**

Las actividades de exploración constituyen una de las tareas más importantes de las compañías mineras, que constantemente invierten en la búsqueda de nuevos yacimientos con el fin de incrementar sus reservas disponibles.

Para realizar la exploración, es práctica común la subcontratación de compañías especialistas. Los contratos se basan en una cantidad de metros de testigo extraído, que deben cumplirse en un tiempo establecido en los mismos contratos. Por ello, los

principales clientes de Boyles Bros. son empresas especialistas en perforación por técnicas como aire reverso, perforación diamantina y otros, cuyos costos de operación exigen tiempos mínimos de parada por mantenimiento o por falta de suministros.

La mayor parte de los clientes son empresas que operan dentro del país; sin embargo la compañía ya ha entablado vínculos con clientes que operan en países como China, Estados Unidos de América, Canadá, Brasil, México, entre otros, las cuales son aún más exigentes en cuanto a calidad de producto, tiempos de entrega y precios.

Los emergentes y atractivos mercados asiáticos y las numerosas operaciones mineras en los ingentes yacimientos sudafricanos representan sólo una parte de las oportunidades de negocios que hoy en día demandan de una atención muy rápida, con altos estándares de calidad, de mucha flexibilidad y, sobretodo, con plena satisfacción de los requisitos del cliente.

## **2.5. LOS COMPETIDORES**

En el mercado interno, y en el rubro de perforación diamantina, Boyles Bros. tiene una participación cercana al 60%, debido principalmente a los tiempos de entrega cortos y los precios competitivos. Sin embargo, en el ámbito internacional, el panorama es distinto debido a que las empresas competidoras son organizaciones de clase mundial, sumamente organizadas, con procesos muy estandarizados y con filiales en muchos países, capaces de atender volúmenes de venta superiores.

Como primer y más importante ejemplo se tiene a la transnacional Atlas Copco Corp., que fabrica máquinas de perforación y maquinaria pesada para minería, equipos y accesorios de perforación y otros equipos similares. Es dueña de la empresa Hobic, fabricante especializado en productos diamantinos para perforación en minería y para corte en general. Atlas Copco Corp. también cuenta con las divisiones de servicios de

perforación de exploración, de explotación de minas, de comercialización y mantenimiento de maquinaria pesada y de fabricación y comercialización de equipos de aire comprimido.

De igual forma, la empresa Boart Longyear, otro gigante mundial en la fabricación de equipos para perforación minera de exploración y de explotación, participa en el rubro de geotecnia y manejo de suelos, exploración y explotación minera, empleando técnicas de perforación diamantina, perforación por percusión, por aire reverso y por sistemas rotativos.

Las empresas mencionadas son los principales competidores de Boyles Bros Diamantina y, por su tamaño y poder económico, representan una constante amenaza debido a que les es fácil hacerse con la mayoría de las acciones de la empresa y convertirla en una filial más, desapareciéndola del mercado.

## CAPÍTULO 3

### SISTEMAS DE PERFORACIÓN DIAMANTINA

El objetivo principal de la perforación diamantina es extraer una muestra de roca de forma cilíndrica conocida como testigo. Para ello, se utilizan accesorios de propiedades abrasivas a fin de cortar la roca; elementos de captura y almacenamiento del testigo y elementos de transmisión del torque requerido para la perforación. A continuación se describen, de manera general, el principio de operación, los sistemas de perforación diamantina que se utilizan en las operaciones de exploración, y la operación de perforación.

#### 3.1. EL PRINCIPIO DE OPERACIÓN

La perforación diamantina consiste en la perforación de la roca mediante la rotación y avance axial de un eje conocido como *tubo sacatestigos*, con el fin de extraer una muestra sólida de roca, de forma cilíndrica, con diámetros y longitudes variados. En el extremo cercano al frente de perforación, el tubo sacatestigos se conecta con un elemento de características abrasivas denominado *broca diamantina*, que cumple la función de cortar la roca y que cuenta con una corona con dientes constituidos por polvos metálicos de carburo de tungsteno y de diamante, unidos por un aglomerante metálico como cobre o plata. El otro extremo del tubo sacatestigo va conectado a una serie de tubos que constituyen la *tubería de perforación*, encargados de transmitir el torque y el avance requerido. A medida que la broca se abre paso a través de la roca, va dando al testigo su forma cilíndrica. La figura 3.1.1 muestra una imagen de testigos una vez extraídos del tubo sacatestigos, mientras que la figura 3.1.2 muestra un ejemplo de corona diamantina.



Figura 3.1.1.\_  
Testigos  
extraídos de un  
pozo de  
perforación.

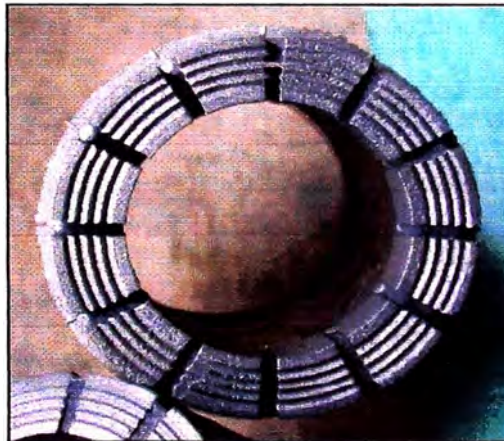


Figura 3.1.2.\_ Corona diamantina  
de doce dientes.

Durante la rotación y el avance, la acción de corte es realizada principalmente por las partículas de polvo de diamante, que van desprendiendo fragmentos de roca por medio de sus vértices afilados. También actúan las partículas de carburo de tungsteno, pero en menor grado. Al romperse los vértices del diamante, éste se quiebra y pierde su capacidad de corte, por lo que empieza a desgastarse mientras que, simultáneamente, los fragmentos removidos de la roca van erosionando al aglomerante metálico, hasta que el diamante quebrado se desprende y da lugar a la aparición de una nueva partícula de polvo de diamante con vértices afilados,

continuando así el efecto de corte de la corona. El detalle de un diente de la corona se muestra en la figura 3.1.3.

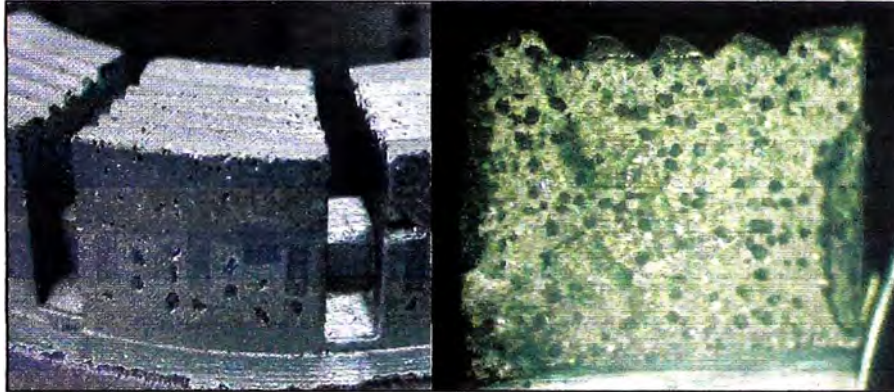


Figura 3.1.3.\_ Detalle de diente de una corona diamantina. Izquierda: morfología típica. Derecha: Fotografía de sección de diente, nótese las partículas de polvo de diamante.

Cuando la corona realiza el corte de la roca, es necesario evacuar los fragmentos triturados, denominados *detritus*, de lo contrario, estos mismos constituyen un polvo abrasivo muy dañino para la corona, que puede desgastarla rápidamente. Para lograr la evacuación, se emplea un fluido compuesto principalmente por agua, bentonita y aditivos especiales; a este fluido se le conoce como *lodo de perforación*. Este lodo es inyectado dentro del pozo de perforación con presiones cercanas a 250 psi, siendo su principal función evacuar el detritus y refrigerar la corona.

Por lo general, la perforación se realiza con velocidades de rotación que oscilan entre 400 rpm para el tamaño PQ en terrenos suaves hasta 2000 rpm para el tamaño AQ en terrenos duros; la velocidad de avance varía entre 0,6 y 2,15 mm/s (3.5 - 13 cm/min), dependiendo de las condiciones del terreno. El torque empleado varía según el tamaño del testigo y la profundidad a la que se está perforando; a menor tamaño, menor torque empleado y a mayor profundidad, mayor torque. En el Anexo 1 se muestra una tabla con valores estándar. Usualmente, dentro del Perú se emplea el sistema de unidades inglés, por lo que los valores indicados se encuentran en pulgadas y galones.

### 3.2. DESCRIPCIÓN DEL TUBO SACATESTIGOS Y SUS COMPONENTES

El tubo sacatestigos es básicamente un tubo en el que un extremo se conecta con los elementos cortantes y el otro se conecta con la tubería de perforación. Este tubo almacena y captura al testigo para su posterior extracción. Su diseño varía según el tipo de sistema de perforación al que pertenezca, sin embargo los componentes que se mencionan a continuación son comunes a todos los sistemas:

- Tubo Exterior
- Tubo Interior
- Cabezal

Asimismo, los elementos cortantes típicos con que se efectúa el corte de la roca son:

- Broca
- Escariador

Todos los elementos antes mencionados son indispensables para la perforación diamantina y trabajan siempre en conjunto, por lo que un tubo sacatestigos completo consta de dos ensambles principales: el primero, conformado por la conexión sucesiva del tubo exterior, el escariador y la broca; el segundo, conformado por la conexión del tubo interior con el cabezal.

Cuando se realiza la operación de perforación, el segundo ensamble es ubicado al interior del primero. Mediante un sistema mecánico de resortes y gatillos, el cabezal queda enganchado en una ranura interna que posee el tubo exterior. De esta manera, el ensamble interior queda ubicado en su posición de trabajo. Finalmente el tubo exterior, al inicio de la operación, se conecta con la tubería de perforación.

La figura 3.2.1 muestra los componentes típicos de un tubo sacatestigos del sistema *wireline*; en ella se puede apreciar los dos ensambles principales. En los párrafos subsiguientes se describen cada uno de los elementos que forman parte de un tubo sacatestigos completo.

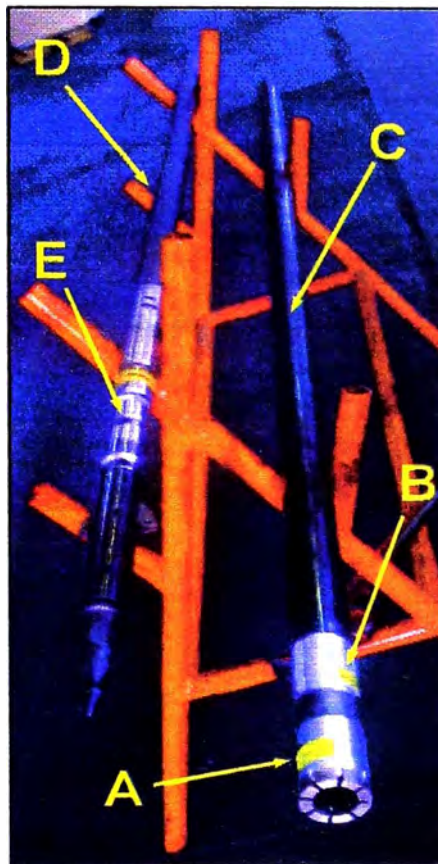


Figura 3.2.1.\_ Componentes de un tubo sacatestigos del sistema *wireline*: A) Broca diamantina; B) Escariador; C) Tubo exterior; D) Tubo interior; y E) Cabezal. Estos dos últimos van situados dentro del tubo exterior.

A continuación se describen las partes componentes del tubo sacatestigos.

### 3.2.1. Broca

La corona diamantina es la parte superior de un accesorio conocido como broca diamantina, cuya función es cortar la roca. La broca consta de dos partes: la corona y el casco roscado. Como se mencionó, la corona alberga a las partículas de diamante que cortan la roca, estando éstas unidas mediante un aglomerante metálico, usualmente conformado por una aleación cobre – plata. Por otro lado, el casco roscado consiste en una bocina de acero en cuya parte superior se funde la corona y en cuyo extremo inferior posee una rosca hembra que le permite conectarse al escariador. De esta manera, cuando la corona está desgastada y ya no puede cortar, es posible reemplazar la broca usada por una nueva. La figura siguiente muestra ejemplos de brocas diamantinas.



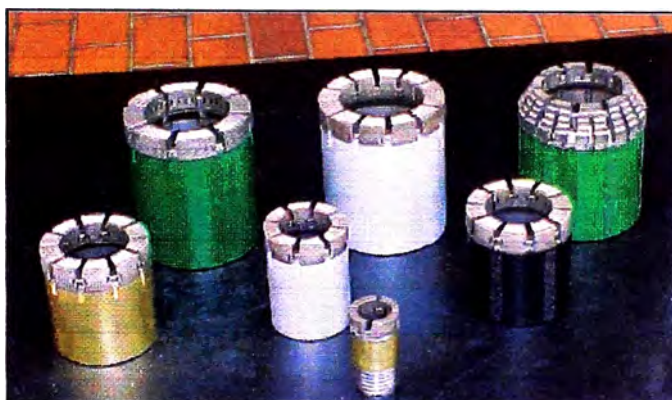


Figura 3.2.1.1.\_ Brocas diamantinas de tamaños y series variadas.

Las brocas se clasifican considerando principalmente dos criterios:

- a. El tamaño del tubo sacatestigos empleado
- b. La serie de la broca

Los tamaños estándar de tubos sacatestigos son: AQ, BQ, NQ, HQ y PQ, existiendo las variantes Q2, Q3; estos tamaños también se consideran para clasificar a las brocas, siendo la diferencia principal entre ellas los diámetros interior y exterior de la corona. Por otro lado, la serie de la broca es un indicador de la composición y de las características de la corona; depende de las características del terreno a perforar y su clasificación va en números pares, desde la Serie 2 hasta la Serie 10, cada una de las cuales tiene variantes especiales según la región geográfica de operación. Los anexos 2 y 3 muestran las dimensiones estándar de productos diamantinos, las series más comunes y su aplicación.

Una variante de la broca es otro producto diamantino conocido como *zapata*, que se utiliza para colocar tuberías de revestimiento alrededor de la tubería de perforación, cuando se ve que el terreno es inestable, cuando se ha producido un derrumbe en el pozo o cuando hay pérdida excesiva de lodo de perforación. Los tamaños comunes son AW, BW, NW, HW y PW. La figura 3.2.1.2 muestra una zapata diamantina.

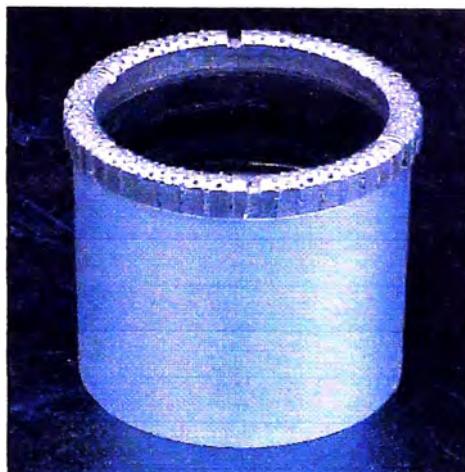


Figura 3.2.1.2.\_ Zapata diamantina estándar.

### 3.2.2. Escariador

Existe un segundo elemento abrasivo denominado escariador, situado entre la broca y el tubo exterior. Su función es incrementar el diámetro del agujero efectuado por la broca, a fin de evitar que el tubo exterior y la tubería de perforación rocen o impacten contra la pared de roca del pozo. También se elabora a partir de polvos de carburo de tungsteno y de diamante y posee refuerzos de partículas e insertos de carburo de tungsteno y piedras de diamante que garantizan el corte de la roca. Un ejemplo se muestra en la figura siguiente.

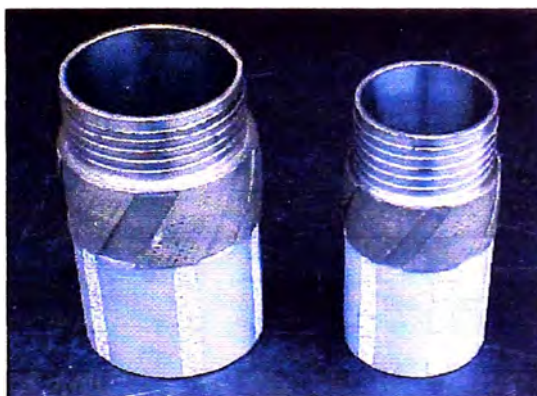


Figura 3.2.2.1.\_ Escariadores. A la izquierda, de tamaño HQ. A la derecha, de tamaño NQ.

### **3.2.3. Tubo Exterior**

El tubo exterior es simplemente un tubo que almacena al tubo interior y al cabezal; por un extremo se conecta con el escariador y por el otro con la tubería de perforación. El ítem C de la figura 3.2.1 muestra un tubo exterior.

### **3.2.4. Tubo Interior y Cabezal**

Son dos elementos que trabajan ensamblados, y su función es almacenar y capturar la muestra de roca para su extracción del pozo. Si bien existen dos tipos de sistemas de perforación, el principio de operación es el mismo para cualquiera de ellos.

El tubo interior es el encargado de almacenar el testigo, mientras que un anillo de compresión que se aloja en un asiento enroscado en el extremo más cercano a la broca, se encarga de su captura, tal como muestra la figura 3.2.4.2. Cuando el testigo ingresa al tubo interior, el anillo se expande, permitiendo el paso de la roca. Cuando se va a extraer el testigo, el cabezal pescador engancha al cabezal e intenta elevarlo; en ese momento, el peso de la roca comprime al anillo contra el asiento y aquél se cierra, capturando al testigo e impidiéndole salir o resbalar del tubo. Finalmente la fuerza de tracción del cabezal pescador termina por quebrar la roca en el fondo del pozo, quedando libres el cabezal y el tubo interior y siendo posible su extracción.

Por su parte, el cabezal posee unos anillos vinílicos que restringen el paso del lodo cuando el tubo interior se ha llenado de muestra, incrementando la presión dentro de la tubería. Dicho incremento se detecta con los manómetros de la máquina perforadora y es la señal para detener la operación y extraer el testigo. Un ejemplo de cabezal y tubo interior se muestra en la figura 3.2.4.1.

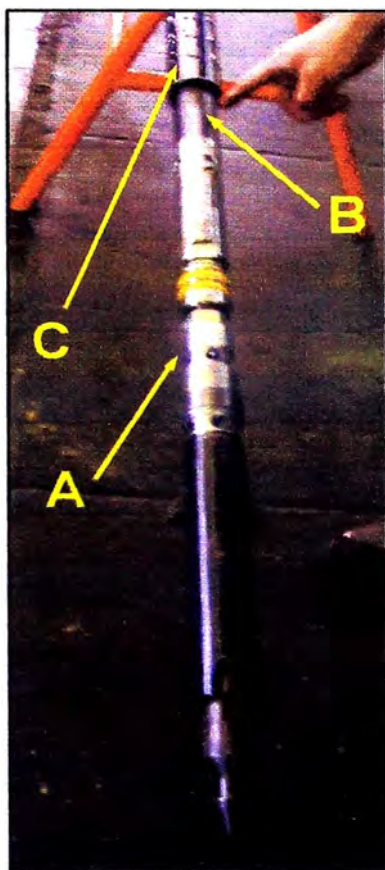


Figura 3.2.4.1.\_ Cabezal (A) y tubo interior (B) del sistema wireline. Nótase que el tubo interior se encuentra dentro del tubo exterior (C).



Figura 3.2.4.2.\_ Anillo de compresión situado en el extremo del tubo interior.

### 3.3. LOS SISTEMAS DE PERFORACIÓN DIAMANTINA

Todos los sistemas de perforación diamantina poseen elementos comunes: brocas, escariadores, tubos interiores y exteriores, y operan bajo el mismo principio. La diferencia principal radica en el modo de extracción del testigo, pudiéndose distinguir dos tipos de sistemas que se describen seguidamente.

### 3.3.1. El Sistema Convencional

Es el primer y más antiguo sistema de perforación y se caracteriza porque la recuperación del testigo se requiere retirar toda la tubería de perforación, elevar y desarmar el tubo sacatestigos y, finalmente, extraerlo del tubo interior. Luego, para proseguir con la perforación se coloca un tubo interior vacío y se vuelve a introducir el tubo sacatestigos dentro del pozo. Esta maniobra se repite cada vez que el tubo interior se llena de muestra. Un esquema del sistema convencional se muestra en la figura 3.3.1.1 .

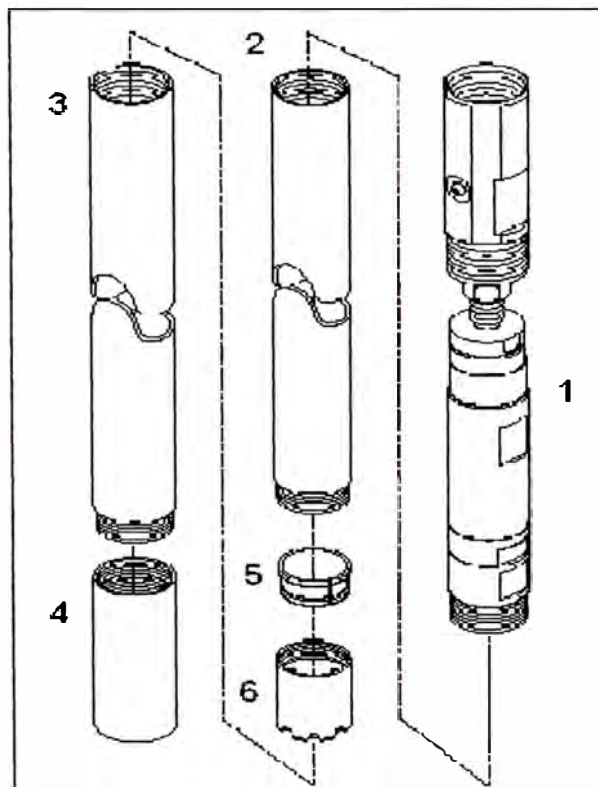


Figura 3.3.1.1.\_  
Despiece de tubo sacatestigos del sistema convencional.  
1.Cabezal, 2. Tubo interior, 3. Tubo exterior, 4.Protector que es reemplazado por el escariador y la broca, 5. Anillo de compresión, y 6. Asiento del anillo.

Pertencen a este sistema los tamaños XRT, XRPS, IEW, TT-46, LTK48, entre otros, los cuales usualmente son de diámetros menores a 2,5" (ver Anexo 4). Debido al modo de operación, el sistema convencional es poco usado y por lo general se utiliza con máquinas manuales, de poca potencia y para pozos poco profundos.

### 3.3.2. El Sistema Wireline

Es un sistema de diseño más reciente que el sistema *convencional* y permite la extracción de la muestra sólo elevando el tubo interior y el cabezal, por lo que el tiempo de operación, y por lo tanto el costo, se reduce notablemente.

El sistema *wireline* es el más usado en la mayoría de perforaciones, usualmente en pozos con profundidades que varían entre los 150 y los 1500 metros. La figura 3.2.1 muestra los dos ensambles principales que conforman el tubo sacatestigos: a la derecha se aprecia el ensamble exterior; a la izquierda, el ensamble interior.

El cabezal del sistema *wireline* posee un mecanismo de gatillos y resortes que permiten engancharlo o liberarlo del tubo exterior para extraerlo del fondo del pozo por medio de un cabezal pescador con cable, el cual engancha al cabezal por medio de una punta de lanza y unas garras de arrastre. Una vez retirados el cabezal y el tubo interior, se extrae el testigo y se vuelve a lanzar el mismo ensamble dentro del pozo, continuando la operación. La figura 3.3.2.1 muestra la parte superior del cabezal, donde se señalan los gatillos de enganche y la figura 3.3.2.2 muestra un cabezal pescador.

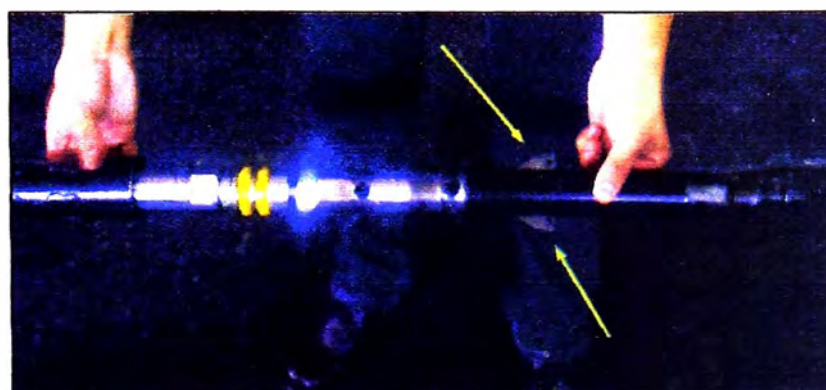


Figura 3.3.2.1. \_ Parte superior del cabezal interior. Nótese los gatillos retráctiles señalados por las flechas.

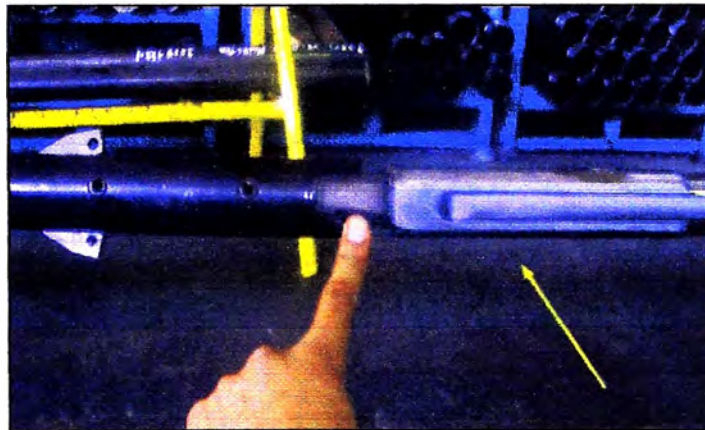


Figura 3.3.2.2.\_ Cabezal pescador (indicado por la flecha).

### 3.4. LA OPERACIÓN DE PERFORACIÓN DIAMANTINA

Por lo general, los primeros metros de perforación no se consideran para extraer testigos, por lo que se suele iniciar con sistemas que emplean brocas tricónicas o similares, hasta llegar a la profundidad prevista para el muestreo. Entonces, se coloca el tubo sacatestigos y se inicia la recolección de muestra.

Durante la operación, el lodo de perforación empleado cumple dos funciones fundamentales. La primera es refrigerar la broca y extraer el *detritus*, llevándolo fuera del pozo. La segunda es permitir detectar el incremento de la presión cuando el testigo ha llenado el tubo interior o cuando se ha producido una obstrucción. Una función complementaria del lodo es producir el *efecto pared* al interior del pozo, es decir, el lodo forma un lecho fluido que contribuye a estabilizar a la tubería de perforación y a evitar que ésta roce con la pared de roca.

La detección de un tubo interior lleno es posible debido a la existencia de los anillos de vinilo del cabezal, los cuales son comprimidos cuando el testigo ha copado todo el espacio del tubo interior y produce un empuje contrario al avance de perforación. Entonces, los anillos se expanden y restringen el paso del lodo, incrementando la presión del sistema. En la figura 3.4.1 se muestra los anillos de vinilo del cabezal.

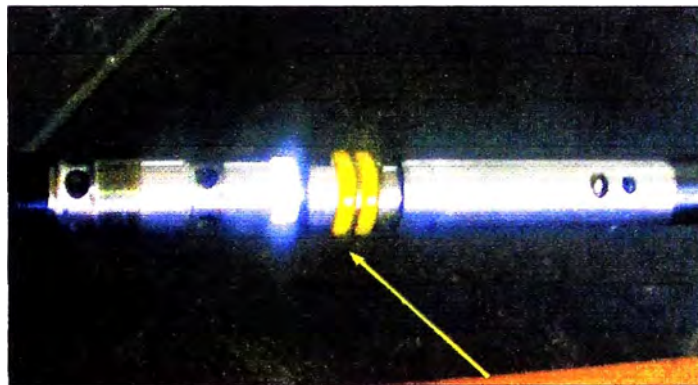


Figura 3.4.1.\_ Anillos de expansión (señalados por la flecha).

Por otro lado, la perforación diamantina puede efectuarse tanto en operaciones mineras a tajo abierto como en socavón, denominándose perforación *de superficie* y *subterránea*, respectivamente. Para el sistema *convencional*, esto no representa mayor diferencia debido a que siempre se requiere retirar toda la tubería de perforación junto con el tubo sacatestigos, en cualquier posición o ángulo de inclinación. Para el sistema *wireline*, en ambos casos se utiliza el mismo tubo sacatestigos, pero se requiere instalar algunos accesorios adicionales para la perforación subterránea.

#### 3.4.1. Perforación de Superficie

Es aquella perforación en la que el tubo sacatestigo y la tubería de perforación están orientados en ángulo negativo respecto a la línea horizontal de referencia, vale decir entre  $-45$  y  $-90$  grados. Para las perforaciones de superficie con ángulos entre  $0$  y  $-45$  grados, se suele utilizar el diseño de perforación subterránea.

En el sistema *wireline*, al colocar un nuevo cabezal se aprovecha la fuerza de gravedad, dejándolo caer dentro del pozo hasta llegar a su posición de trabajo, donde queda enganchado al tubo exterior.



Cuando se extrae el cabezal, se lanza al interior del pozo el cabezal pescador con cable, cuyo peso hace que capture la punta de arrastre del primero; una vez sucedido esto, se tira del cable para extraerlo. Un mecanismo de resortes conectado a la punta de arrastre, hace que los gatillos se retraigan y dejen liberado al cabezal, siendo posible su extracción. La figura muestra un cabezal del modelo de superficie y otro del modelo subterráneo.

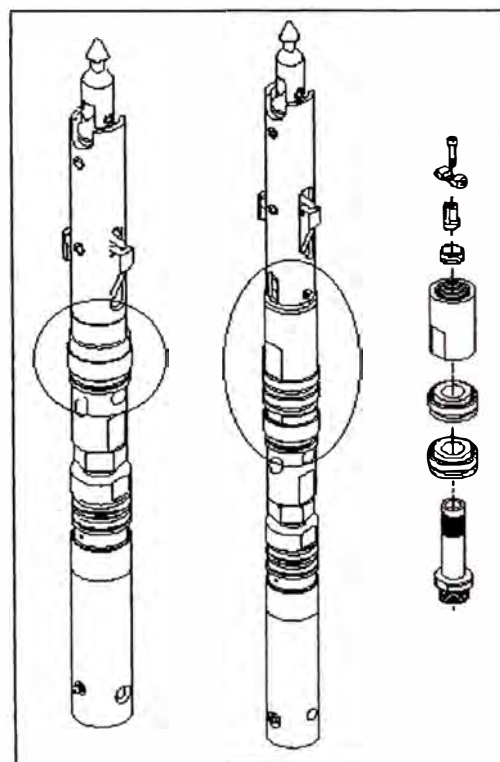


Figura 3.4.1.1. \_  
Izquierda: Cabezal del modelo para perforación de superficie. El círculo indica la zona en que se diferencia del modelo subterráneo. Centro: Cabezal del modelo para perforación subterránea. Derecha: Accesorios adicionales del modelo para perforación subterránea.

### 3.4.2. Perforación Subterránea

Al interior de un socavón es posible perforar en todas direcciones y con inclinación negativa o positiva. Para ello, el cabezal cuenta con anillos de caucho que permiten inyectarlo dentro de la tubería de perforación, utilizando el lodo de perforación (ver figura 3.4.1.1). Al llegar a la posición de trabajo, los gatillos se expanden y producen la apertura de unos conductos internos que permiten el paso del lodo hacia la broca. De esta manera se tiene posicionado al cabezal dentro del tubo sacatestigos, listo para perforar.

El cabezal pescador funciona con un principio similar. Para ser inyectado dentro de la tubería, primero es armado en el modo de inyección, lo cual hace que el lodo lo empuje hacia el cabezal. Una vez que el pescador captura la punta de enganche, cambia al modo de extracción, permitiendo el paso del lodo. Nuevamente, los resortes internos retraen los gatillos y liberan al cabezal, para luego ser extraído por medio del pescador.

En resumen, tanto en el sistema convencional como en wireline, en perforación de superficie y subterránea, el testigo va ingresando al tubo interior conforme se sigue transmitiendo torque y empuje axial a través de la tubería. Llega un momento en que el testigo llena el tubo interior, produciéndose un empuje opuesto al avance del tubo sacatestigos, ocurriendo la compresión de los anillos vinílicos de expansión, lo que restringe el paso del lodo de perforación y eleva la presión del sistema. Este incremento de presión es detectado por los manómetros de la máquina perforadora, indicando que el tubo interior se ha llenado de muestra. También puede indicar posibles obstrucciones y anomalías en el tubo interior.

Aquí se detiene la perforación y se procede a extraer el testigo. Si el sistema es convencional, habrá que retirar toda la tubería y el cabezal de perforación. Si el sistema es wireline, se lanzará o inyectará un cabezal pescador, dependiendo si la perforación es de superficie o subterránea, y se extraerá únicamente el cabezal y el tubo interior conteniendo al testigo, sin retirar la tubería de perforación.

Una vez retirado el testigo, se vuelve a instalar el cabezal. Para el sistema convencional, se instala nuevamente la broca, el escariador y el tubo sacatestigo y se introduce en el pozo. Para el sistema wireline, se cambia de tubo interior y se envía nuevamente a su posición de trabajo. Luego, la perforación continúa.

## **CAPÍTULO 4**

### **CONCEPTOS DE CALIDAD APLICADOS A LA PRODUCCIÓN**

Como toda entidad organizada, la empresa realiza un conjunto de actividades enlazadas entre sí de manera secuencial y sistemática, siendo las más importantes aquéllas directamente relacionadas con la fabricación de los productos diamantinos.

Sin embargo, es necesario tener claro los conceptos y principios de calidad vinculados a la producción, de modo que se empleen los términos adecuados al momento de enfocar el sistema productivo de la empresa desde la perspectiva de calidad. A continuación se explican de forma breve los conceptos de calidad más importantes aplicables a las actividades productivas.

#### **4.1. PROCESOS**

La norma ISO 9000:2000 define a un proceso como un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan entre sí, transformando elementos de entrada en resultados<sup>1</sup>, tal como se ilustra en la figura 4.1.1. Una característica importante de un proceso es el empleo de recursos para transformar los elementos de entrada, agregándoles valor. Por ello, un proceso no es la simple reunión de componentes, sino la aplicación de tecnología para lograr su conversión en una entidad más elaborada, como en un proceso de ensamble, o su transformación en una entidad completamente nueva, como en un proceso de fabricación por fundición de polvos metalúrgicos.

---

<sup>1</sup> Norma ISO 9000:2000 Sistemas de Gestión de Calidad – Conceptos y Vocabulario, núm. 3.4.1, p.7

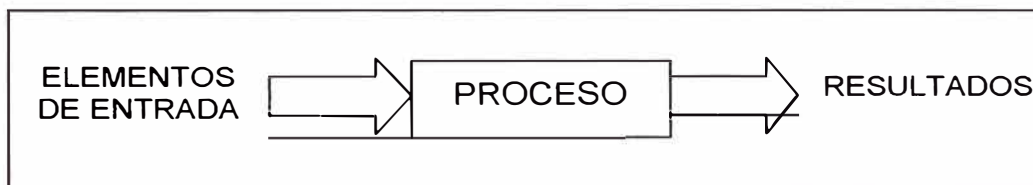


Figura 4.1.1.\_ Esquema de un proceso

Por lo general, los elementos de entrada están constituidos por los resultados de otros procesos anteriores. Al agrupar un conjunto sucesivo de procesos, unidos entre sí por sus resultados, ellos se convierten en subprocesos, integrantes de un proceso mayor que se puede denominar macroproceso.

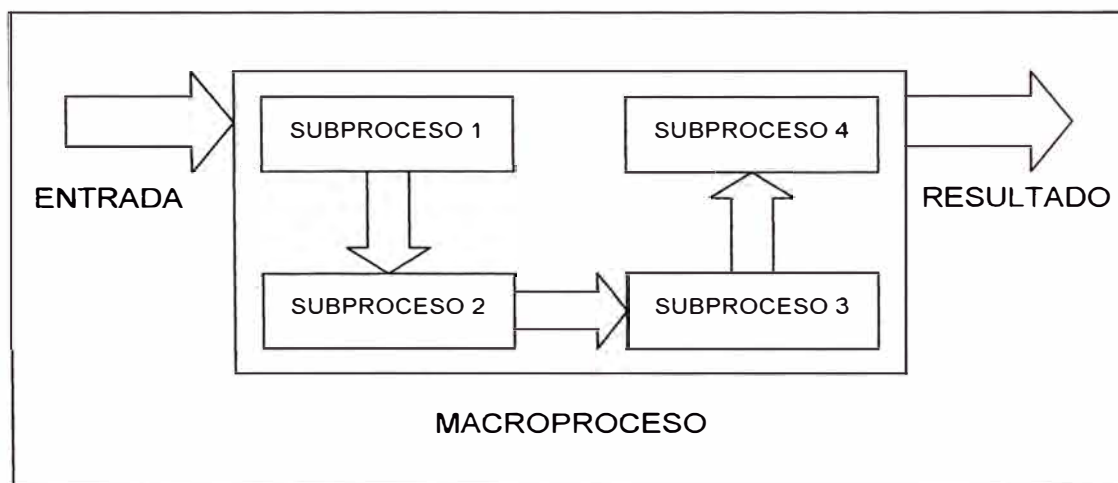


Figura 4.1.2.\_ Esquema de un macroproceso

En general, toda organización desarrolla distintos procesos en distintos niveles y con distintos grados de complejidad, orientados a cumplir objetivos específicos que, aunque sean diversos, están enfocados hacia un único objetivo, trazado, la mayoría de las veces, por la plana directiva de la organización. Según ello, los procesos se pueden clasificar en:

- Procesos estratégicos
- Procesos fundamentales
- Procesos de soporte

Los procesos estratégicos son aquéllos desarrollados por el nivel directivo, estando constituidos, usualmente, por actividades orientadas a trazar el rumbo a seguir por toda la organización en un período de tiempo largo y cuyos resultados tienen influencia o son notorios después de varios años de actividad. Son ejemplos de procesos estratégicos la vigilancia tecnológica, el planeamiento estratégico, la gestión de calidad total, entre otros.

Por otro lado, los procesos fundamentales o procesos principales son los que abarcan las actividades esenciales de la organización, aquéllas que son su razón de ser. Involucran diversas áreas y funciones y el impacto sobre los productos o servicios y sobre la satisfacción del cliente es directo. Son ejemplos comunes los procesos de fabricación, ventas, cobranzas, diseño, servicio postventa, etc., dependiendo del giro de la organización.

Finalmente los procesos de soporte son aquéllos que proveen apoyo a los procesos fundamentales; algunos ejemplos son la capacitación del personal, el mantenimiento de maquinaria, la contabilidad.

Un proceso puede determinarse según la clasificación indicada anteriormente dependiendo del giro del negocio, ya que mientras que un proceso es considerado fundamental para una organización, para otra muy distinta el mismo proceso forma parte de los procesos de soporte.

Debido a que los procesos se conforman por actividades interrelacionadas, cada una de ellas conlleva implícitamente cierto nivel de inexactitud, que afecta el desarrollo de aquéllos y la precisión de sus resultados y por ende, los resultados de los procesos siguientes. Existen, entonces, factores que influyen sobre los procesos en mayor o en menor medida, de forma predecible o completamente inesperada, lo cual indica que no son realmente estables sino que varían a lo largo de su desarrollo.

#### 4.1.1. Factores que Afectan los Procesos

Los procesos, y en especial los procesos de fabricación, involucran ciertas condiciones o variables establecidas que se pueden manejar o controlar para lograr un resultado satisfactorio y esperado. Estas variables son:

- Materia prima
- Maquinaria
- Métodos
- Mano de obra

También puede considerarse a las condiciones ambientales como una variable adicional, ya que son posibles de medir y controlar y en muchas ocasiones afectan directamente el desempeño de las otras cuatro variables.

Cada uno de los factores antes mencionados está sujeto a variaciones que realizan aportes más o menos significativos a la fluctuación de las características del producto, durante el proceso de fabricación. Es posible establecer valores para estas variables, por lo que se denominan *variables controlables*. Ejemplos comunes de variables controlables son los parámetros de funcionamiento de máquinas tales como velocidad, presión, temperatura, intensidad de corriente eléctrica, voltaje, y otros. También se consideran como variables controlables a las propiedades (físicas, químicas, dimensionales, etc.) de la materia prima, el método de fabricación, el nivel de pericia del personal encargado de la fabricación, entre otros.

Sin embargo, el proceso de fabricación también incluye una suma compleja de eventos adicionales a las variables controlables, las cuales son influenciadas por una cantidad considerable de otro tipo de variables que es imposible o muy difícil controlar. A estas se les denomina *variables no controlables*. Son ejemplos de éstas últimas, las pequeñas variaciones de

calidad de la materia prima, pequeños cambios en la velocidad de los motores, ligeras fluctuaciones de la corriente eléctrica que alimenta la máquina, etc.

Los efectos que producen las variables no controlables son aleatorios, y su contribución a la variabilidad total es cuantitativamente pequeña. Son, entonces, las variables no controlables las responsables de la variabilidad de las características de calidad del producto.

#### **4.1.2. Variabilidad de Procesos**

Como se mencionó, todo proceso involucra la existencia de variables controlables y variables no controlables, siendo los cambios en estas últimas la fuente constante de la variación de los procesos y de sus resultados. Luego, la razón u origen de estos cambios permite establecer dos tipos o clases de causas de variación: causas asignables y causas no asignables.

Los cambios en las variables controlables se denominan *Causas Asignables* de variación del proceso, porque es posible identificarlas y no son aleatorias, siendo posible controlarlas o eliminarlas. Por ejemplo, una falla de la máquina por desgaste de una pieza, un cambio notorio en la calidad de la materia prima, etc. Estas causas producen ciertos efectos previsibles y definidos que hacen que el proceso no funcione como se desea y, por lo tanto, es necesario eliminar la causa y retornar el proceso a un funcionamiento correcto.

Por otro lado, las fluctuaciones al azar de las variables no controlables se denominan *Causas No Asignables* de variación del proceso, porque no es posible identificarlas. Son un conjunto muy grande de causas no identificadas, sea por falta de medios técnicos o porque no es económico hacerlo, cada una

de las cuáles provoca una pequeña variación en el proceso, siendo inherentes al mismo y apareciendo en forma aleatoria. Forman un sistema constante de causas aleatorias, cada una de las cuáles es responsable de una pequeña porción de la variabilidad total, de modo que al repetir el proceso en condiciones aparentemente análogas, se obtengan resultados distintos.

Cuando el proceso trabaja afectado solo por causas no asignables se dice que está funcionando bajo Control Estadístico. Cuando, además de las causas no asignables, aparecen causas asignables fuera de sus rangos establecidos, se dice que el proceso está fuera de control.

## **4.2. CALIDAD**

### **4.2.1. El Concepto de Calidad**

La norma ISO 9000:2000 define a la calidad como el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos<sup>2</sup>. La misma norma en el mismo numeral indica que el término calidad puede ser acompañado por adjetivos tales como pobre, buena, excelente y otros similares.

El concepto de calidad empezó a utilizarse como tal alrededor de las primeras décadas del siglo veinte cuando la industria automotriz de Henry Ford estaba en su esplendor. Fue ahí que se separó las actividades de control de calidad de las de producción. Con el correr del tiempo, personajes como Shewhart, Juran, Crosby, Deming, Baldrige, Ishikawa y otros, proporcionaron fundamentales aportes al desarrollo del concepto y de la aplicación de la calidad a los procesos productivos y a las organizaciones. La figura 4.2.1.1 ilustra de forma resumida la evolución del concepto de la calidad.

---

<sup>2</sup> Norma ISO 9000:2000 Sistemas de Gestión de Calidad – Conceptos y Vocabulario, núm. 3.1.1, p.7



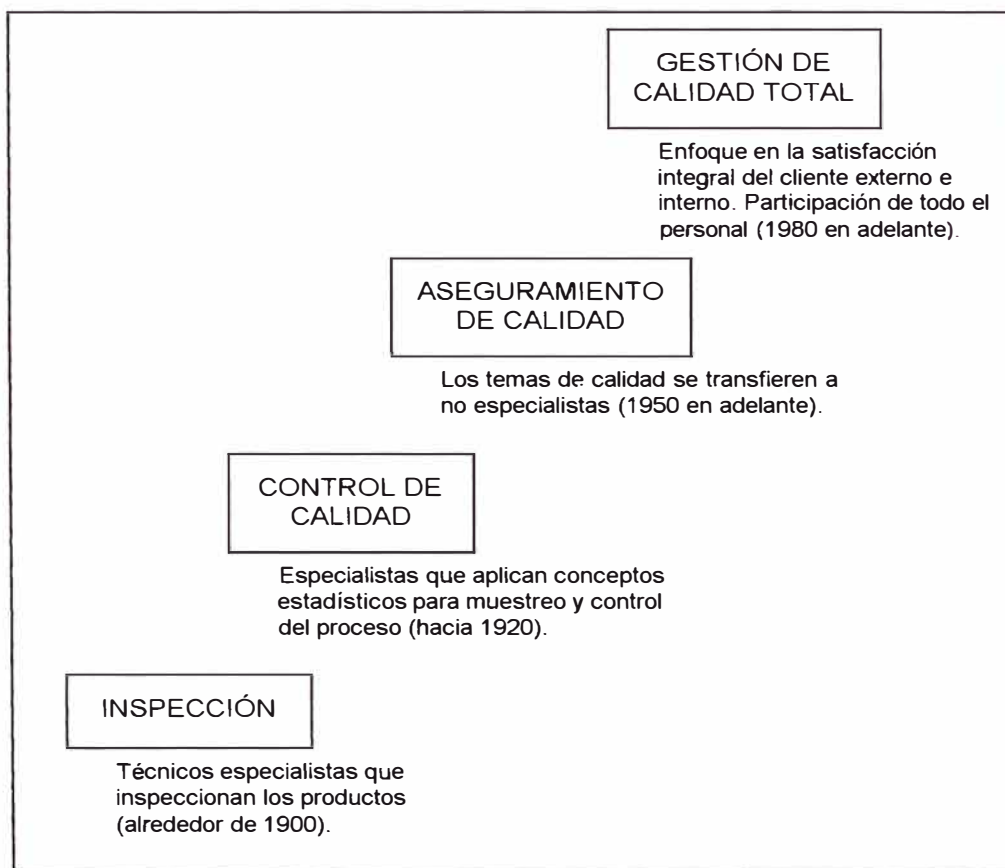


Figura 4.2.1.1. \_ Evolución del concepto de la calidad.

En los inicios del siglo veinte, la inspección de la calidad consistía sólo en la verificación del cumplimiento de un conjunto de atributos característicos del producto terminado, al final del proceso productivo.

Luego, hacia 1920, la inspección del producto evolucionó hacia el muestreo y control durante el proceso productivo considerándose esto como el control de calidad. El siguiente paso fue establecer los métodos y mecanismos adecuados para que las actividades productivas fueran respaldadas debidamente por otras actividades relacionadas, a fin de asegurar que los resultados fueran los esperados. Surgió así el aseguramiento de la calidad.

Finalmente, el vínculo del control y del aseguramiento de la calidad dio como origen a la gestión de calidad, que constituye un conjunto de actividades

coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo relativo a la calidad<sup>3</sup>, y cuya principal característica constituye el enfoque al cliente, tanto interno como externo.

#### **4.2.2. El Control de Calidad**

La norma ISO 9000:2000 define al control de calidad como aquella parte de la gestión de calidad orientada al cumplimiento de los requisitos de la calidad<sup>4</sup>. Está constituida por actividades y técnicas de carácter operativo, utilizadas para vigilar o supervisar que los procesos son capaces de satisfacer los requisitos de calidad de un producto o servicio. Usualmente el control de calidad se aplica antes, durante y después del proceso, verificando o comprobando la aptitud de los elementos de entrada, del proceso en sí y de los resultados del mismo.

El control de calidad está orientado al control del producto y es aplicado por inspectores, usualmente técnicos expertos en la fabricación y en el uso del producto. Es de carácter reactivo, ya que permite detectar el error una vez que ha sucedido con el fin de corregirlo. El control de calidad se aplica de manera concreta mediante planes y procedimientos de control o inspección de productos, en forma de materia prima antes del proceso, como producto en proceso y como producto terminado.

#### **4.2.3. El Aseguramiento de Calidad**

Es el conjunto de actividades planificadas y sistemáticas que respaldan a los procesos principales, de modo que se garantice que los resultados cumplirán con los requisitos de calidad.

---

<sup>3</sup> Norma ISO 9000:2000 Sistemas de Gestión de Calidad – Conceptos y Vocabulario, núm. 3.2.8, p.9

<sup>4</sup> Norma ISO 9000:2000 Sistemas de Gestión de Calidad – Conceptos y Vocabulario, núm. 3.2.10, p.9

La norma ISO 9000:2000 define al aseguramiento de la calidad como aquella parte de la gestión de calidad orientada a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de la calidad<sup>5</sup>.

Es posible proporcionar un nivel de confiabilidad al proceso productivo cuando se actúa sobre los factores que afectan al mismo, es decir, mano de obra, maquinaria, métodos y materia prima. Estos factores se manejan mediante procesos de soporte tales como dirección de recursos humanos, mantenimiento, diseño e ingeniería, metrología, logística de entrada y logística de salida, entre otras. Estos procesos de soporte influyen a las variables controlables, por lo que en la medida que ellos sean planificados, se proporcionará la confianza de que el proceso fundamental de producción proporcionará resultados que cumplirán con el conjunto de requisitos predefinidos. La figura 4.2.3.1 ilustra las actividades de soporte que influyen en el desarrollo de los procesos.

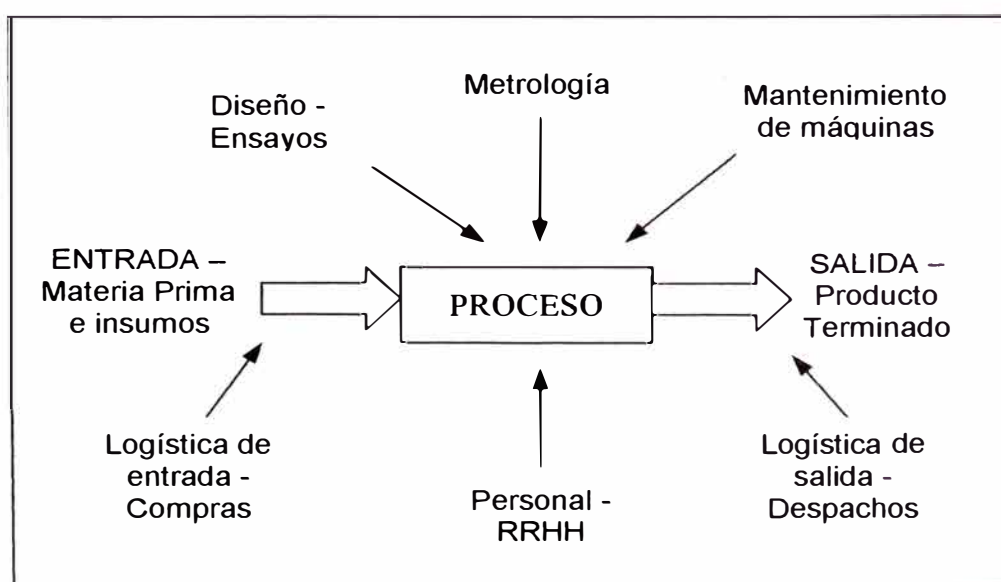


Figura 4.2.3.1.\_ Esquema de las actividades de soporte.

<sup>5</sup> Norma ISO 9000:2000 Sistemas de Gestión de Calidad – Conceptos y Vocabulario, núm. 3.2.11, p.9

El aseguramiento de la calidad está dirigido al control del proceso y sus actividades son ejecutadas por personal de distintas áreas de la empresa, técnicos y profesionales, conocedores de su campo de acción y de su influencia en el desarrollo óptimo del proceso. Es de carácter preventivo, ya que busca anticipar las probables fuentes de error antes de que éste haya ocurrido.

Por lo general, tanto el control como el aseguramiento de la calidad se aplican de forma concreta mediante documentos, elaborados para establecer los pasos o la metodología para verificar el cumplimiento de los requisitos o para realizar actividades de carácter preventivo con el fin de garantizar los resultados. Al respecto, cada organización es libre de elaborar y diseñar la documentación que considere adecuada a sus necesidades y a los controles que desea establecer.

Sin embargo, en líneas generales, casi todas las organizaciones cuentan en primer lugar con procedimientos, los cuáles establecen los pasos generales a seguir dentro de procesos o macroprocesos que agrupan a un conjunto de actividades más específicas. Luego, se tienen los instructivos o instrucciones de trabajo, que abarcan actividades u operaciones específicas y bien definidas dentro del proceso. En este nivel se registra o recopila información mediante el uso de formatos, diseñados según la necesidad de cada actividad y cada puesto de trabajo.

## **CAPÍTULO 5**

### **DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO**

Los elementos que son motivo central de este informe son los productos diamantinos, tales como las brocas, los escariadores y las zapatas. Estos productos involucran procesos de fabricación por arranque de viruta, por medio de operaciones manuales y por fundición de polvos metálicos. A continuación se describen las operaciones de fabricación de los productos diamantinos.

#### **5.1. PROCESO DE FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DIAMANTINOS**

La fabricación de los productos diamantinos involucra cinco procesos principales, que son los siguientes:

- a. Fabricación de moldes de grafito
- b. Montaje de diamantes y matrices
- c. Fundición
- d. Torneado
- e. Acabado

Para el caso de los escariadores y algunos tipos de brocas y zapatas, se realiza un proceso adicional antes del torneado final, denominado refuerzo de casco, según se explica más adelante.

Paralelamente también se lleva a cabo la fabricación del casco primario de acero que, luego del torneado final, llegará a constituir el cuerpo roscado del producto diamantino.

Para las actividades de fabricación, en la línea de Productos Diamantinos se cuenta con las siguientes máquinas y equipos:

- a. Tornos CNC
- b. Tornos convencionales
- c. Taladros
- d. Cámara de arenado
- e. Hornos (de Inducción y de caja)
- f. Prensa hidráulica
- g. Equipo de soldadura oxiacetilénica
- h. Esmeriles

En el gráfico 5.1.1 se presenta el Diagrama de Operaciones del proceso de fabricación de los productos diamantinos. A continuación se describe cada uno de los subprocesos, según el orden en que se ejecutan.

#### **5.1.1. Fabricación de Moldes de Grafito**

La corona diamantina está conformada principalmente por polvo de carburo de tungsteno y polvo de diamante. La unión de esos polvos metálicos con el casco de acero se produce mediante la fusión de un elemento aglomerante, conformado por una aleación cobre-plata, cuyo punto de fusión es menor que el del casco de acero y que el de los polvos metálicos.

Debido a que la fabricación involucra operaciones de fundición en hornos, se utiliza grafito como materia prima de los moldes en los cuales se dará forma a la corona, por su rigidez, ligereza y buena conductividad térmica. De manera general, un molde de grafito está constituido por los siguientes elementos principales:

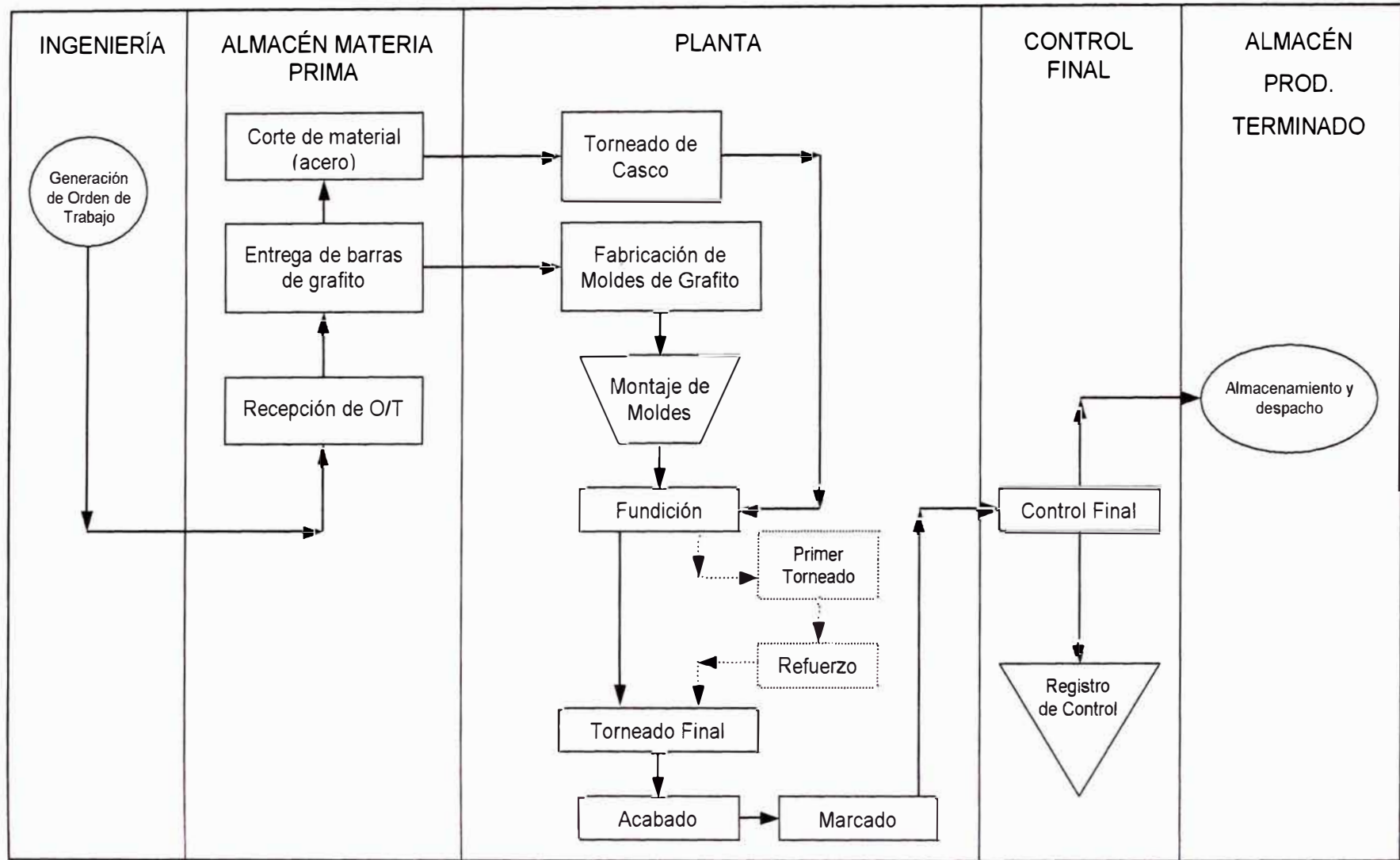


Figura 5.1.1.\_ Diagrama del Proceso de Fabricación de Productos Diamantinos

- a. Base del molde
- b. Centrador
- c. Embudo
- d. Vías de agua

Adicionalmente se fabrica un elemento denominado *Capa* que se utiliza para cubrir al ensamble final listo para la fundición.

El grafito se utiliza en barras de sección circular y los elementos mencionados se fabrican según el modelo de la corona. En las figuras siguientes se muestran las partes principales de los moldes de grafito.



Figura 5.1.1.1.\_ Preparación de molde de grafito.



Figura 5.1.1.2.\_ Fabricación y preparación del centrador.



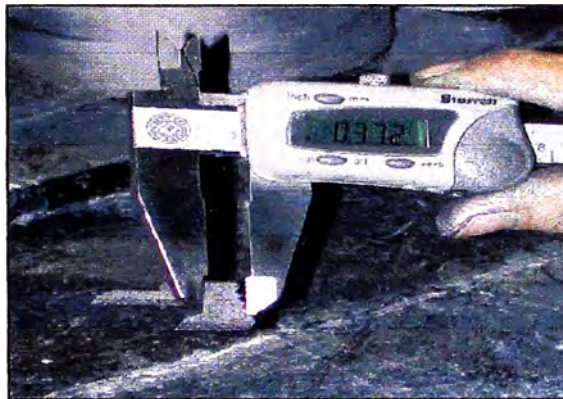


Figura 5.1.1.3.\_ Fabricación y preparación de vía de agua.



Figura 5.1.1.4.\_ Fabricación del embudo.

### 5.1.2. Montaje de Diamantes y Matrices

Una vez fabricados el molde de grafito y sus componentes, son llevados a la Sección de Montaje, donde se realizan las actividades de montaje de insertos y diamantes y la adición de mezclas, según las especificaciones de cada producto diamantino. Estas especificaciones que incluyen la clase, cantidad y distribución de las mezclas, insertos y diamantes, así como los parámetros de montaje y fundición, se encuentran en un documento denominado Tipo, único para cada producto diamantino.

El montaje involucra dos actividades principales: la preparación de mezclas de polvos y el montaje de componentes.

La preparación de mezclas consiste en la selección, separación, pesado, mezcla y distribución de dos componentes fundamentales: *matriz* y polvo de diamante, tal como se muestra en las figuras siguientes. El polvo de diamante, conformado por partículas diminutas de diamante clasificadas según el número de tamiz, constituye el principal elemento cortante. Por otro lado, la *matriz* está conformada por polvo de carburo de tungsteno de tamaño variado y polvos de otros elementos químicos. Por su composición, la *matriz* proporciona a la corona diamantina propiedades abrasivas y de resistencia mecánica.



Figura 5.1.2.1.\_ Derecha: Pesado de matriz. Izquierda: Pesado de polvo de diamante.



Figura 5.1.2.2.\_ Preparación de la mezcla de diamante y matriz.



Figura 5.1.2.3.\_ Distribución de las mezclas para los moldes según Tipo.

El montaje de componentes involucra las siguientes actividades, en el orden que se describe a continuación:

- Pegado de vías de agua y/o insertos especiales en el molde de grafito
- Adición de mezcla de polvos en las cavidades del molde
- Prensado de la mezcla
- Colocación de piedras de diamante e insertos de carburo de tungsteno

Una vez realizadas estas actividades, la operación de montaje ha terminado y el molde se encuentra listo para continuar el proceso de fabricación en la Sección de Fundición. En las figuras 5.1.2.4 hasta 5.1.2.7 se muestran imágenes del proceso de montaje de componentes. Las figuras 5.1.2.8 y 5.1.2.9 muestran el detalle de un molde montado.

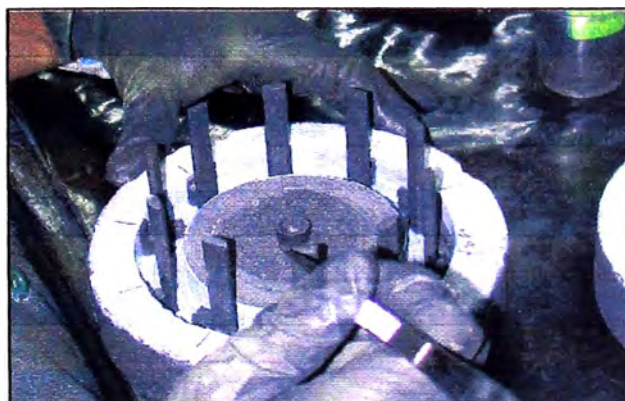


Figura 5.1.2.4.\_ Montaje y pegado de vías de agua.



Figura 5.1.2.5.\_ Colocación de mezcla en el molde.



Figura 5.1.2.6.\_ Prensado de la mezcla de polvos.



Figura 5.1.2.7.\_ Colocación de piedras de diamante y de insertos de carburo de tungsteno.

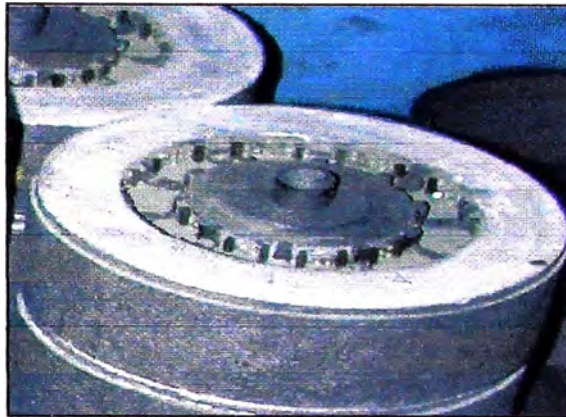


Figura 5.1.2.8. Molde montado.

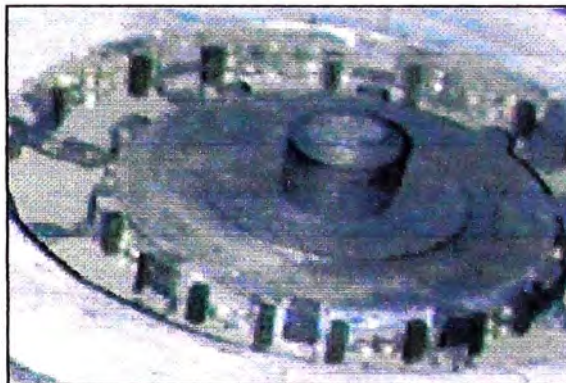


Figura 5.1.2.9. Detalle de piedras de diamante e insertos de carburo.

### 5.1.3. Fundición

El objetivo principal de la fundición es lograr sólo la fusión del elemento aglomerante, el cual, mediante infiltración en los intersticios de la mezcla de polvos, aglutinará a los mismos según la geometría proporcionada por el molde de grafito y los unirá al casco primario de acero, sin llegar a la fusión del acero con el aglomerante ni con los polvos metalúrgicos. La fundición consta de tres pasos principales: la preparación, la fundición y el desmolde.

La preparación consiste en el ensamble del molde montado, el casco de acero, los componentes de grafito y las matrices y agregados que se utilizan en la fundición. Primero se coloca el embudo, luego se adiciona una cantidad de matriz y se coloca el casco de acero. A continuación se vierte el

aglomerante al interior y/o exterior del casco de acero, dependiendo del tipo de producto diamantino. Finalmente y cuando es necesario, se instala la capa de grafito. Las figuras siguientes muestran el proceso de preparación.



Figura 5.1.3.1.\_ Colocación de embudo y matriz.



Figura 5.1.3.2.\_ Instalación de casco de acero.

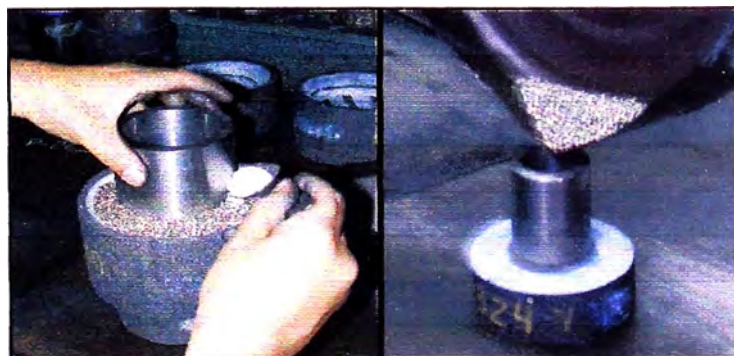


Figura 5.1.3.3.\_ Colocación de aglomerante:  
Izquierda: al exterior de un escañador. Derecha: al interior de una broca.

El siguiente paso es la fundición. Para esto, el ensamble hecho en la preparación se introduce en el horno y se funde según los tiempos y temperaturas especificados en el Tipo del producto. La fundición se puede llevar a cabo en hornos de inducción o en hornos de caja.

La fundición se realiza principalmente en hornos de caja, donde se fabrican cerca del 85% de la producción total. En estos hornos, un conjunto de espiras eléctricas al interior del recinto, hecho de material refractario, irradian calor e incrementan la temperatura del ambiente, transmitiendo calor al ensamble molde-casco a través del grafito. Transcurrido el tiempo especificado, ocurre la fusión del aglomerante y la unión de la mezcla de polvos con el casco de acero. Después de un lapso de tiempo, el horno es apagado y las brocas fundidas se extraen para su enfriamiento lento en un recinto con aire estanco. En las fotos, se muestra la fundición en un horno de caja, por ser el modo de fabricación más representativo.

A su vez, los hornos de inducción se usan para fabricar algunos tipos de escariadores y brocas. El horno de inducción consta básicamente de una prensa hidráulica, una espira conductora, un sistema de potencia eléctrica y elementos de control y medición. La espira genera una corriente eléctrica inducida al interior del conjunto molde-casco que incrementa su temperatura hasta que ocurre la fusión del aglomerante. Mientras tanto, el pistón compacta a los polvos aún calientes, asegurando la penetración del casco primario en el molde de grafito. Al cumplirse el tiempo especificado, se apaga el horno y se libera la presión del pistón, dejando que el producto fundido se enfríe.

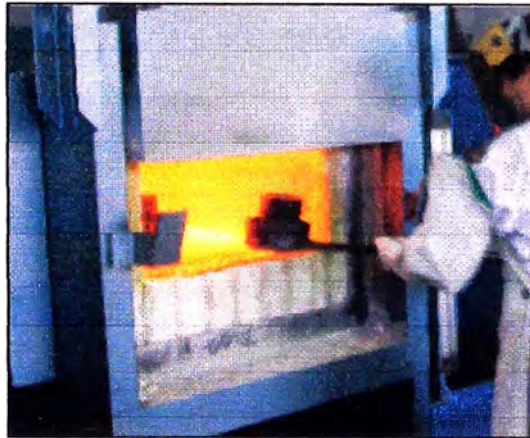


Figura 5.1.3.4.\_ Colocación de brocas en horno de caja.

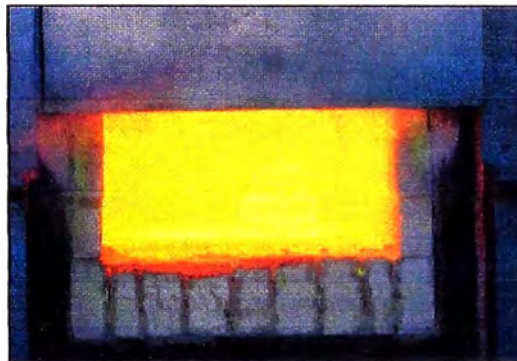


Figura 5.1.3.5.\_ Fundición de brocas en horno de caja.

Una vez que el producto fundido se ha enfriado, se procede al desmolde, que consiste en quitar la totalidad del molde de grafito y los residuos de aglomerante fundido, para luego verificar la conformidad de las dimensiones con las especificaciones.

#### **5.1.4. Torneado Primario**

Consiste simplemente en el torneado exterior del casco de acero para eliminar los restos de aglomerante y residuos del proceso de fundición, tales como escorias y cascarillas, con el fin obtener una superficie uniforme donde se realizará el refuerzo del casco. Se realiza en la fabricación de escariadores y algunos tipos de brocas y zapatas.



### 5.1.5. Refuerzo de Casco

Consiste en la aplicación de una capa de 1 mm de espesor, de partículas trituradas de carburo de tungsteno (tamiz No. 30/40). Esta capa de carburo de tungsteno es altamente abrasiva y tiene el objetivo de proteger al casco de acero de la fricción contra la pared de roca, a fin de incrementar su duración.

El proceso consiste en la aplicación de un líquido adhesivo a base de silicio, sobre el que se espolvorean partículas de carburo de tungsteno. Una vez colocados todos los segmentos de refuerzo, la pieza es precalentada entre 200 y 250 °C, y se aplica una flama neutra sobre los segmentos hasta que éstos se han adherido al casco. Las figuras muestran el proceso de refuerzo.



Figura 5.1.5.1.\_ Preparación de los segmentos de refuerzo. Izquierda: Aplicación de líquido adhesivo. Derecha: Adición de partículas de carburo de tungsteno.



Figura 5.1.5.2.\_ Proceso de refuerzo. Izquierda: Precalentamiento de la pieza. Derecha: Quemado del refuerzo de carburo de tungsteno.

### 5.1.6. Torneado Final

Cuando se ha verificado todas las dimensiones del producto fundido y/o reforzado, se procede al torneado final en el cual se maquinan los diámetros exteriores e interiores del casco primario y la rosca, según el plano de maquinado. Las roscas que se fabrican son hembras, a excepción de algunas brocas del sistema *convencional*. La mayoría de roscas que se fabrican son rectas, de 4 y 8 hilos por pulgada; contándose también con roscas cónicas para tubería de perforación de 4 hilos por pulgada y 1° de inclinación, utilizadas usualmente en algunos tipos de zapatas. Las figuras siguientes muestran el torneado de la rosca recta.

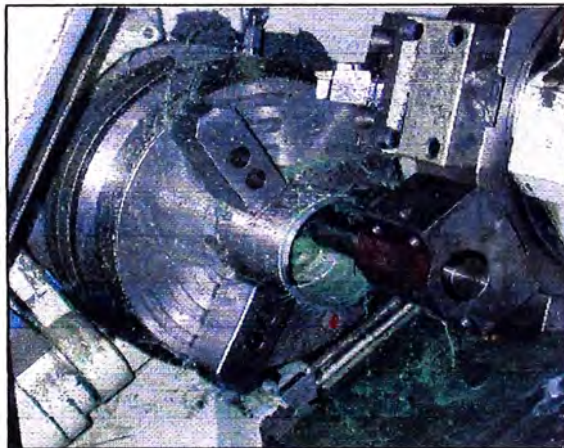


Figura 5.1.6.1.\_ Torneado final de producto diamantino.

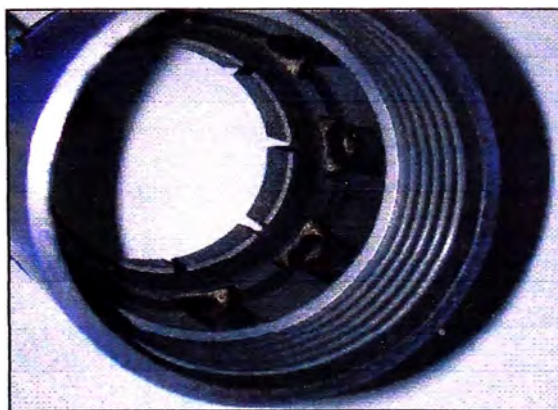


Figura 5.1.6.2.\_ Broca después del torneado final.

### 5.1.7. Acabado

Constituye el paso final del proceso de fabricación. Al producto ya torneado, se efectúa la limpieza de la corona para extraer los últimos restos de grafito de las vías de agua y para eliminar remanentes del aglomerante de los entre los dientes de la corona. Finalmente el casco metálico es pintado y marcado con un código de trazabilidad para la identificación del producto durante el servicio en la unidad de perforación. Las figuras siguientes muestran algunas actividades del acabado.

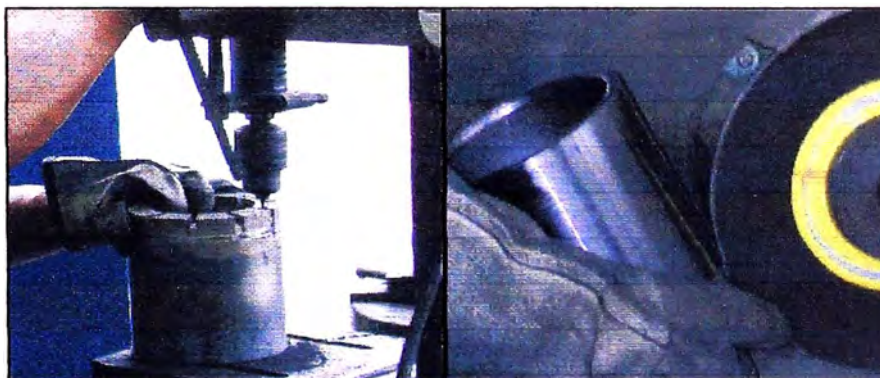


Figura 5.1.7.1.\_ Actividades de acabado. Izquierda: Extracción de residuos de grafito. Derecha: Limpieza de vías de agua.

### 5.1.8. Control Final

Cuando el acabado del producto diamantino ha sido completado, el producto terminado, es llevado a la Sección de Control Final para la última verificación y posterior aprobación y liberación, de modo que pueden ser despachados al Almacén de Productos Terminados. La figura 5.1.8.1 ilustra uno de los controles finales y la figura 5.1.8.2 muestra una broca completamente terminada y entregada en el almacén.



Figura 5.1.8.1.\_ Control de calidad final. Verificación de dimensiones.

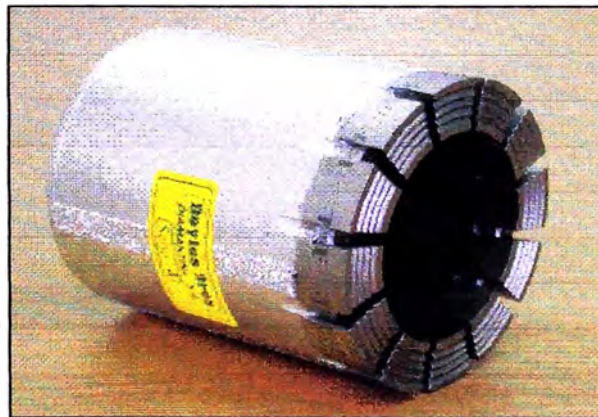


Figura 5.1.8.2.\_ Broca completamente terminada.

## 5.2. PROBLEMÁTICA DE LA LÍNEA DE PRODUCTOS DIAMANTINOS

Como se ha visto, el proceso de fabricación implica varios procesos sucesivos, los cuales introducen variables a controlar y representan potenciales fuentes de error, por lo que es indispensable definir correctamente las entradas y salidas de los procesos, los parámetros a controlar, las desviaciones permitidas y las tolerancias a aplicar. Todo ello basado en especificaciones estándares y no en criterios empíricos.

De esta manera, se puede brindar confiabilidad y consistencia al proceso productivo, desde el ingreso de materia prima con la calidad adecuada hasta la salida del

producto diamantino terminado, fabricado conforme a las especificaciones técnicas y los requisitos definidos por el cliente.

Por ello surge la necesidad de definir procedimientos o métodos en los que se señale y se identifique claramente los parámetros, tolerancias, forma de control y otros requisitos a cumplir, para garantizar que los procesos y sus elementos de entrada y salida den como resultado productos que cumplan las especificaciones establecidas y para prevenir posibles desviaciones de las condiciones requeridas para el correcto desempeño de los procesos.

## CAPÍTULO 6

### DISEÑO DE PLANES DE CALIDAD

Ante la problemática presentada en el capítulo anterior, se hace necesario implementar algún mecanismo que permita ejercer influencia sobre las variables controlables, con el fin de lograr que el proceso de fabricación se encuentre bajo Control Estadístico, es decir, que las variaciones sólo dependan de las variables no controlables y sean, por lo tanto, de muy pequeña magnitud. Por lo general, este mecanismo se establece e implementa mediante los *planes de calidad*.

Los planes de calidad son documentos que especifican qué procedimientos y recursos asociados deben aplicarse, quién debe aplicarlos, cuándo y cómo deben aplicarse a un proyecto, proceso, producto o contrato específico<sup>1</sup>. Usualmente un plan de calidad es un resultado de la planificación de la calidad, entendiéndose la misma como la parte de la gestión de la calidad enfocada al establecimiento de los objetivos de la calidad y a la especificación de los procesos operativos necesarios y de los recursos relacionados para cumplir los objetivos de la calidad<sup>2</sup>.

Los planes de calidad son aplicables a todo tipo de proceso o producto y están dirigidos a garantizar que se cumplan un conjunto de requisitos previamente especificados para los mismos. Esto es posible mediante actividades de control de las características del producto (control de calidad) y de control de las variables controlables del proceso (aseguramiento de la calidad).

---

<sup>1</sup> Norma ISO 9000:2000 Sistemas de Gestión de Calidad-Conceptos y Vocabulario, núm. 3.2.10, p.9

<sup>2</sup> Norma ISO 9000:2000 Sistemas de Gestión de Calidad-Conceptos y Vocabulario, núm. 3.2.9, p.9

El control de calidad está enfocado en la supervisión o verificación del cumplimiento de ciertas características o parámetros definidos previamente y considerados críticos, de manera que su incumplimiento constituye un riesgo significativo para la calidad del producto.

Por otro lado, el aseguramiento de la calidad apunta a definir una serie de actividades preventivas sobre las condiciones en que se desarrollan los procesos y la aptitud de los factores que afectan a los procesos (maquinaria, mano de obra, método, diseño, etc.).

En el caso de Boyles Bros. Diamantina, el alcance proyectado del control y del aseguramiento de la calidad es el siguiente:

- a. El control de calidad de los procesos de inspección de materia prima, de fabricación de productos diamantinos y de control final de producto terminado.
- b. El aseguramiento de la calidad de los procesos de fabricación por medio de actividades de soporte.

## **6.1. PLANES DE CONTROL DE CALIDAD**

Boyles Bros. Diamantina verifica la calidad de sus productos mediante el Sistema de Control de Calidad – Línea Productos Diamantinos, el cual está basado en planes de control y en procedimientos de control. Los Planes de Control de Calidad son los siguientes:

- Plan de Control de Calidad de Materia Prima
- Plan de Control de Calidad de Producto en Proceso
- Plan de Control de Calidad de Producto Terminado

Los Planes de Control de Calidad están diseñados de modo que incluyan toda la información necesaria para identificar, inspeccionar y dar aprobación al producto. Define los criterios de control y aceptación, el lugar y el responsable del control, entre otros. Los procedimientos e instructivos, por su parte, hacen referencia a los planes de calidad y guardan la información en registros, mediante el uso de formatos.

El esquema del Sistema de Control de Calidad y su jerarquía documentaria se presentan en el gráfico 6.1.1, página 62, y los Planes de Control de Calidad se presentan en los cuadros 6.1.1, 6.1.2 y 6.1.3 en las páginas subsiguientes. A manera de ejemplo, en el Anexo 5 se presenta el modelo de un procedimiento y en el Anexo 6 el modelo de un instructivo de control.

## **6.2. PLAN DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD**

El aseguramiento de calidad de Boyles Bros. Diamantina se centra en cinco procesos de soporte relacionados con el proceso productivo, que son:

- Dirección de Recursos Humanos
- Mantenimiento
- Diseño
- Logística de Entrada
- Control Metrológico

El Sistema de Aseguramiento de Calidad – Línea Productos Diamantinos se basa en el Plan de Aseguramiento de Calidad – Línea Productos Diamantinos con código PD – PAC – 001 – 06, el cual se fundamenta en cinco procedimientos que son:

- Procedimiento de Selección y Evaluación de Personal (P-RRHH-001-06)
- Procedimiento de Mantenimiento Preventivo (P-PRD-001-06)
- Procedimiento de Control de Diseños de Nuevos Productos (P-DIS-001-06)
- Procedimiento de Selección y Evaluación de Proveedores (P-LOG-001-06)
- Procedimiento de Control de Instrumentos de Medición (P-CC-001-06)

Cada uno de estos procedimientos a su vez, involucra el uso de instructivos y formatos. Los instructivos de trabajo se crean e implementan según las necesidades específicas de cada área, función o puesto de trabajo. Los formatos se crean y utilizan para el control y registro de la información producida por las actividades descritas por los procedimientos y/o los instructivos. A continuación se describe brevemente el objetivo y alcance de cada procedimiento mencionado.



### **6.2.1. Procedimiento de Selección y Evaluación de Personal (P-RRHH-001-06)**

Este procedimiento marca las directrices para la convocatoria, recepción de documentación, evaluación y selección de personal para cubrir los requerimientos en las estaciones de trabajo. Abarca la evaluación del personal que se encuentra laborando en los puestos de trabajo, considerando la formación y el entrenamiento y define los pasos a seguir, los responsables, la documentación requerida y las acciones a tomar. Este procedimiento se cumple mediante la aplicación de los formatos F-RRHH-001, F-RRHH-002, F-RRHH-003 y F-RRHH-004. En ellos se recopila información del perfil del puesto de trabajo, del nivel de entrenamiento y/o capacitación y de los resultados de la evaluación.

### **6.2.2. Procedimiento de Mantenimiento Preventivo (P-PRD-001-06)**

Este procedimiento define los pasos a seguir para ejecutar el mantenimiento preventivo de las máquinas involucradas en la fabricación de los productos diamantinos. Establece los responsables, el nivel de reporte de acciones y la documentación requerida. Incluye información técnica de la maquinaria mencionada. Para tal efecto, se ha elaborado los formatos F-MNT-001, F-MNT-002, F-MNT-003 y F-MNT-004. En ellos se identifica la maquinaria a usar, se indican las verificaciones a realizar y se establece una Orden de Mantenimiento en caso de una intervención para reparación, a fin de hacer un ordenamiento de los costos involucrados.

### **6.2.3. Procedimiento de Control de Diseño de Producto Nuevo (P-DIS-001-06)**

Establece en control y seguimiento de los Tipos para nuevos productos diamantinos, así como las pruebas durante la fabricación y las pruebas en campo. Para ello se elaboraron los formatos F-DIS-001, F-DIS-002 y F-DIS-003, los cuales recopilan la información referida al nuevo producto en estudio.

**6.2.4. Procedimiento de Selección y Evaluación de Proveedores (P-LOG-001-06)**

Incluye los pasos a seguir para realizar contratos con empresas suministradoras de insumos y materia prima consideradas críticas (incluidas dentro del plan de control de calidad de materia prima). Incluye la información técnica por producto requerido, así como los datos de las empresas postoras, de la evaluación para la selección y de la evaluación de seguimiento. Se aplican los formatos F-LOG-001, F-LOG-002 y F-LOG-003.

**6.2.5. Procedimiento de Control de Instrumentos de Medición (P-CC-001-06)**

Abarca todos los pasos, las acciones a tomar y los responsables delegados para asegurar que los instrumentos de medición arrojen resultados confiables. Por ello se establecen los formatos F-CC-001, F-CC-002 y F-CC-003 para la identificación, comparación y/o calibración de los instrumentos.

El esquema del Sistema de Aseguramiento de Calidad, basado en el Plan de Aseguramiento de Calidad – Línea Productos Diamantinos, se presenta en el gráfico 6.2.1 (pág. 70). En las páginas subsiguientes se incluyen los formatos propuestos para cada proceso de soporte, siendo aquéllos los mínimos necesarios para prevenir el buen desempeño del proceso productivo y para asegurar la aptitud de los factores de influencia.

No se expone el contenido de los procedimientos ni de los instructivos debido a que este informe no busca la elaboración detallada de los mismos, sino la diagramación del plan de aseguramiento y la propuesta de formatos aplicables, comprendidos en los procedimientos descritos, los cuáles son pasibles de acondicionamientos o mejoras según las necesidades específicas de cada proceso y cada puesto de trabajo. Se incluye, a manera de ejemplo, en el Anexo 7 un modelo de procedimiento y en el Anexo 8, un modelo de instructivo relacionado al aseguramiento de la calidad.

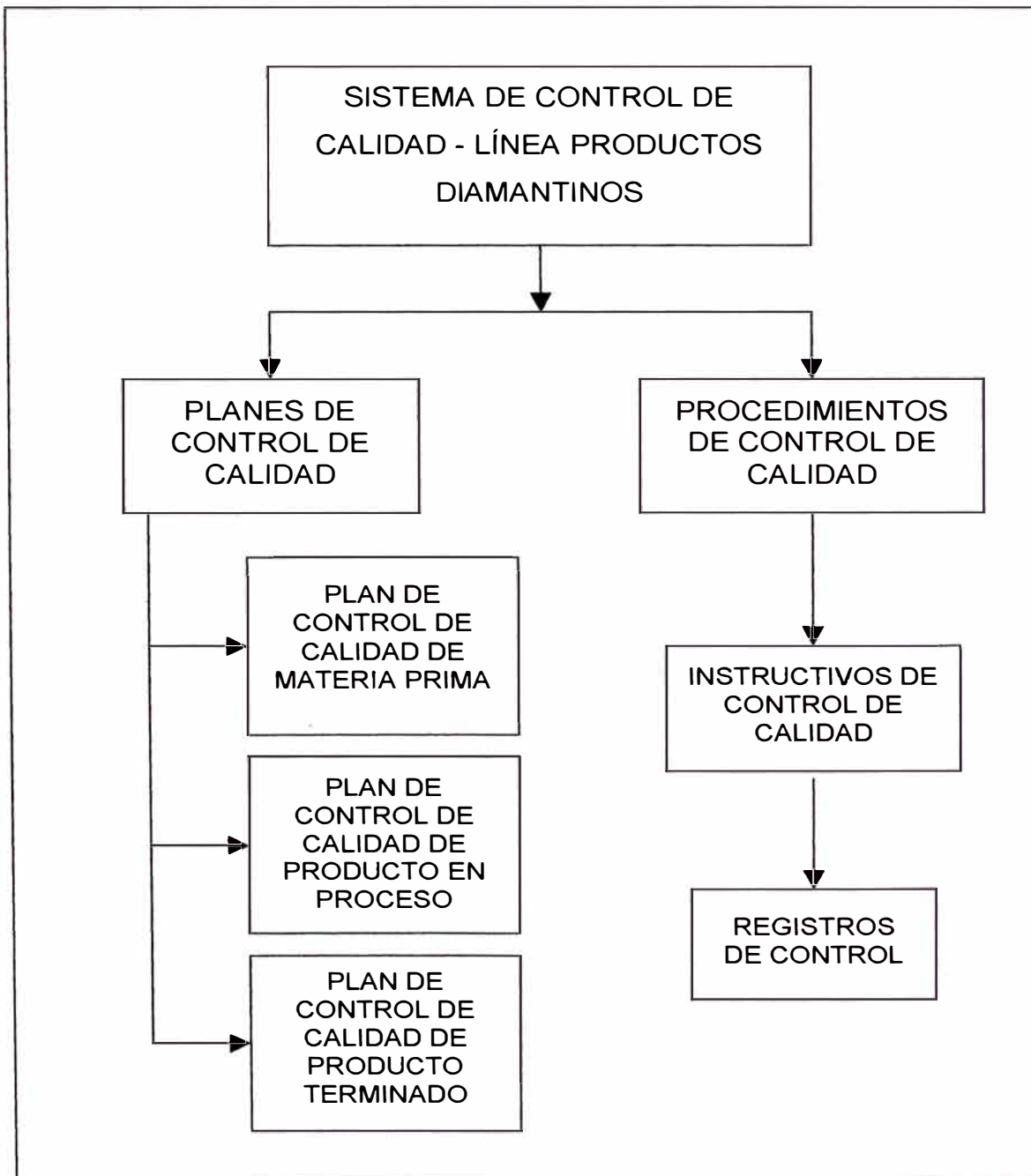


Gráfico 6.1.1.\_ Estructura documentaria del Sistema de Control de Calidad

## PLANES DE CONTROL DE CALIDAD

PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIA PRIMA															
NUMERAL	PRODUCTO	NOMBRE O ESPECIFICAC.	CARACT. A INSPECCIONAR	INSPECC. A REALIZAR	DIMEN./ CARACT. NOMINAL	TOLERANCIA	INSTRUMENTO A UTILIZAR	RANGO	RESOLUCIÓN	UNIDAD DE PROD.	TIPO DE MUESTREO	PLAN DE MUESTREO	CRITERIOS DE ACEPTACION	LUGAR/TIPO DE INSPECCIÓN (Externa/Interna)	RESPONSABLE
1.0	BARRA PERFORADA DE 120" DE LONGITUD (Acero AISI 4130 - Diámetro según tamaño)	Todos	Cantidad	Conteo	---	---	---	---	---	Piezas	Inspección al 100%	-----	Según lo indicado en Orden de Compra	Almacén de Materia Prima - BBD S.A.	Encargado de Almacén Materia Prima
		Øe 2,250" × Øi 1,500" × 120"	Diámetros exteriores e interiores	Medición	2,250"	+/- 0.010"	Calibrador Pie de Rey	0"- 6"	0.001"	Piezas	Simple	Tabla de Muestreo Simple, Nivel I, NCA 1% por cada lote de producto	Según lo indicado en Plan de Muestreo y tolerancias	Almacén de Materia Prima - BBD S.A.	Inspector de Control de Calidad
		1,500"			+/- 0.010"										
		Øe 3,000" × Øi 2,000" × 120"			3,000"	+/- 0.010"									
		2,000"			+/- 0.010"										
		Øe 3,250" × Øi 2,250" × 120"			3,250"	+/- 0.010"									
		2,250"			+/- 0.010"										
		Øe 4,000" × Øi 2,875" × 120"			4,000"	+/- 0.010"									
		2,875"			+/- 0.010"										
		Øe 5,250" × Øi 4,000" × 120"	5,250"	+/- 0.010"											
		4,000"	+/- 0.010"												
		Todos	Longitud		120"	+/- 0.5"	Cinta Métrica	0 - 250"	1/32"	Piezas					
Todos	Composición Química	Análisis Químico	C: 0.28 - 0.33% Cr: 0.8 - 1.1% Mn: 0.4 - 0.6% Mo: 0.15 - 0.25% Si: 0.15 - 0.35% P: Máx. 0.035% S: Máx. 0.04%	---	Certificado de Análisis Químico de Terceros	---	---	Piezas	Simple	1 muestra (Tamaño de Muestra: 1 pza) por cada 3 lotes por proveedor y tipo de material (primeros 15 lotes). 1 muestra (Tamaño de Muestra: 1 pza) por cada 5 lotes por proveedor y tipo de material (lotes sucesivos).	Según especificaciones de producto indicadas en estándar de referencia AISI 4130	Servicio Externo - Laboratorio de Materiales de Terceros	Jefe de Control de Calidad		
Todos	Esfuerzo de fluencia	Verificación	500 MPa	min.	Certificado de Inspección del Proveedor	---	---	Piezas	---	---	---	---	Oficina de Control de Calidad - BBDS.A.		
Todos	Esfuerzo de rotura	Verificación	800 MPa	min.											
Todos	Elongación	Verificación	23%	---											

Cuadro 6.1.1.\_ Plan de Control de Calidad de Materia Prima

PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIA PRIMA															
NUMERAL	PRODUCTO	NOMBRE O ESPECIFICAC.	CARACT. A INSPECCIONAR	INSPECC. A REALIZAR	DIMEN./ CARACT. NOMINAL	TOLERANCIA	INSTRUMENTO A UTILIZAR	RANGO	RESOLUCIÓN	UNIDAD DE PROD.	TIPO DE MUESTREO	PLAN DE MUESTREO	CRITERIOS DE ACEPTACION	LUGAR/TIPO DE INSPECCIÓN (Externa/Interna)	RESPONSABLE
2.0	DIAMANTES SINTÉTICOS	Todos	Cantidad	Pesado	---	---	Balanza Electrónica	0 - 6 Kg	0,1 gr.	Kilates	Inspección al 100%	-----	Según lo indicado en Orden de Compra	Almacén de Diamantes - BBD S.A.	Responsable de Almacén Diamantes
		BBS-87	Tamaño de partículas	Tamizado	150 - 106 µm	5% en peso mayor a 150 µm	Tamiz No. 100/140	---	---	Kilates	Simple	Tabla de Muestreo Simple, Nivel I, NCA=4% por lote de producto (primeros 5 lotes) y por proveedor. Tabla de Muestreo Simple, Nivel I, NCA=4% por cada 3 lotes de producto (lotes sucesivos) y por proveedor.	Especificaciones de producto según catálogo y Certificado de Calidad del Proveedor	Almacén de Diamantes - BBD S.A.	Responsable de Almacén Diamantes
		BBS-97			106 - 75 µm	5% en peso mayor a 106 µm	Tamiz No. 140/200								
		BBS-107			75 - 63 µm	5% en peso mayor a 75 µm	Tamiz No. 200/230								
		BBS-117			63 - 53 µm	5% en peso mayor a 63 µm	Tamiz No. 230/270								
		Todos	Forma de las partículas	Visual	Aristas afiladas	Según plantillas patrón de forma	Estereoscopio binocular	---	Magnificación X20	Kilates	Simple	1 muestra (Tamaño de Muestra: 10 kilates) por lote de producto y por proveedor	Según plantillas patrón de diamantes - experiencia del inspector de Control de Calidad	Almacén de Diamantes - BBD S.A.	Inspector de Control de Calidad
		Todos	Fisuras en las aristas		Condición de las aristas	Según plantillas patrón de fisuras									
3.0	DIAMANTES NATURALES	Todos	Cantidad	Pesado	---	---	Balanza Electrónica	0 - 6 Kg	0,1 gr.	Kilates	Inspección al 100%	-----	Según lo indicado en Orden de Compra	Almacén de Diamantes - BBD S.A.	Responsable de Almacén Diamantes
		SUPERGRIT-18	Tamaño de partículas	Tamizado	1 - 0.850 mm	15% en peso fuera del rango	Tamiz No. 18/20	---	---	Kilates	Simple	Tabla de Muestreo Simple, Nivel I, NCA=4% por lote de producto (primeros 5 lotes) y por proveedor. Tabla de Muestreo Simple, Nivel I, NCA=4% por cada 3 lotes de producto (lotes sucesivos) y por proveedor.	Especificaciones de producto según catálogo y Certificado de Calidad del Proveedor	Almacén de Diamantes - BBD S.A.	Responsable de Almacén Diamantes
		SUPERGRIT-20			0.850 - 0.710 mm	15% en peso fuera del rango	Tamiz No. 20/25								
		SUPERGRIT-25			0.710 - 0.600 mm	15% en peso fuera del rango	Tamiz No. 25/30								
		SUPERGRIT-30			0.600 - 0.500 mm	15% en peso fuera del rango	Tamiz No. 30/35								
		Todos	Forma de las partículas	Visual	Aristas afiladas	Según plantillas patrón de forma	Estereoscopio binocular	---	Magnificación X20	Kilates	Simple	1 muestra (Tamaño de Muestra: 10 kilates) por lote de producto y por proveedor	Según plantillas patrón de diamantes - experiencia del inspector de Control de Calidad	Almacén de Diamantes - BBD S.A.	Inspector de Control de Calidad
		Todos	Fisuras en las aristas		Condición de las aristas	Según plantillas patrón de fisuras									

Cuadro 6.1.1.\_ Plan de Control de Calidad de Materia Prima (Continuación)

PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIA PRIMA															
NUMERAL	PRODUCTO	NOMBRE O ESPECIFICAC.	CARACT. A INSPECCIONAR	INSPECC. A REALIZAR	DIMEN./ CARACT. NOMINAL	TOLERANCIA	INSTRUMENTO A UTILIZAR	RANGO	RESOLUCIÓN	UNIDAD DE PROD.	TIPO DE MUESTREO	PLAN DE MUESTREO	CRITERIOS DE ACEPTACION	LUGAR/TIPO DE INSPECCIÓN (Externa/Interna)	RESPONSABLE
4.0	AGLOMERANTE PARA MATRICES	Todos	Cantidad	Pesado	---	---	Balanza Electrónica	0 - 60 Kg	5 g	Gramos	Inspección al 100%	-----	Según lo indicado en Orden de Compra	Almacén de Matrices y Aglomerantes - BBD S.A.	Responsable de Almacén de Matrices y Aglomerantes
		Todos	Apariencia	Visual	Condición de los pellets	---	---	---	---	Gramos	Simple	1 muestra (Tamaño de Muestra: 20 gramos) por lote de producto y por proveedor	Experiencia del inspector	Almacén de Matrices y Aglomerantes - BBD S.A.	Responsable de Almacén de Matrices y Aglomerantes
		BINDER 60/40	Composición Química	Análisis Químico	60% Cu 40% Ag	Cu: 59 - 61% Ag: 39 - 41% Otros: 1% máx	Certificado de Análisis Químico de Terceros	---	---	Gramos	Simple	1 muestra (Tamaño de Muestra: 20 gramos) por lote de producto y por proveedor (primeros 3 lotes). 1 muestra (Tamaño de Muestra: 20 gramos) por cada 3 lotes de producto y por proveedor (lotes sucesivos)	Según especificaciones de producto	Servicio Externo - Laboratorio de Materiales de Terceros	Responsable de Almacén de Matrices y Aglomerantes ----- Jefe de Control de Calidad
		BINDER 55/45			55% Cu 45% Ag	Cu: 54 - 56% Ag: 44 - 46% Fe: 2% máx Otros: 2% máx									
BINDER 516	50% Cu 40% Ag 5% Ni 5% Fe	Cu: 48 - 52% Ag: 38 - 42% Ni: 4 - 6% Fe: Remanente Otros: 1% máx													

Cuadro 6.1.1.\_ Plan de Control de Calidad de Materia Prima (Continuación)

PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIA PRIMA																
NUMERAL	PRODUCTO	NOMBRE O ESPECIFICAC.	CARACT. A INSPECCIONAR	INSPECC. A REALIZAR	DIMEN./ CARACT. NOMINAL	TOLERANCIA	INSTRUMENTO A UTILIZAR	RANGO	RESOLUCIÓN	UNIDAD DE PROD.	TIPO DE MUESTREO	PLAN DE MUESTREO	CRITERIOS DE ACEPTACION	LUGAR/TIPO DE INSPECCIÓN (Externa/Interna)	RESPONSABLE	
5.0	MATRICES (Polvos metalúrgicos)	Todos	Cantidad	Pesado	---	---	Balanza Electrónica	0 - 60 Kg	5 g	Gramos	Inspección al 100%	-----	Según lo indicado en Orden de Compra	Almacén de Matrices y Aglomerantes - BBD S.A.	Responsable de Almacén de Matrices y Aglomerantes	
		Todos	Limpieza	Visual	Presencia de cuerpos extraños	---	---	---	---	Gramos	Simple	1 muestra (Tamaño de Muestra: 20 gramos) por lote de producto y por proveedor	Experiencia del inspector			
		KENFACE 121A	Composición Química	Análisis Químico	50% WC 100/140 47% WC 140/200 3% Ni 200/325	0.5% otros elementos	Certificado de Análisis del Proveedor	---	---	Gramos	---	---	---	Especificaciones de producto según catálogo y Certificado de Calidad del Proveedor	Oficina de Control de Calidad - BBDS.A.	Jefe de Control de Calidad
		MACROBOND 90			30% WC 100/140 48% WC 140/200 12% Ni 200/250 10% Fe	0.5% otros elementos										
		AMPERIT 160.3			100% Nb >325	Máx. 0.1% otros elementos										
		KENFACE GRAY 63			40% WC 140/200 45% WC 200/230 12% Ni 200/325 3% CrC 140/200	0.5% otros elementos										
		KENFACE BLACK 64			45% WC 140/200 45% WC 200/400 5% CrC 200/250 5% SiC 200/250	0.5% otros elementos										
		KENFACE 121A	Tamaño de partículas	Tamizado	50% WC 100/140 47% WC 140/200 3% Ni 200/325	20% en peso con número de malla <100	Tamices No. 100 / 140 / 200 / 230 / 325 (Nueva Serie Americana)	---	---	Gramos	Simple	1 muestra (Tamaño de Muestra: 20 gramos) por lote de producto y por proveedor (primeros 3 lotes). 1 muestra (Tamaño de Muestra: 20 gramos) por cada 3 lotes de producto y por proveedor (lotes sucesivos)	Especificaciones de producto según catálogo y Certificado de Calidad del Proveedor	Almacén de Matrices y Aglomerantes - BBD S.A.		
		MACROBOND 90			30% WC 100/140 48% WC 140/200 12% Ni 200/230 10% Fe	20% en peso con número de malla <100										
		AMPERIT 160.3			100% Nb >325	5% en peso con número de malla <325										
		KENFACE GRAY 63			40% WC 140/200 45% WC 200/230 12% Ni 200/325 3% CrC 140/200	10% en peso con número de malla <160										
		KENFACE BLACK 64			45% WC 140/200 45% WC 200/325 5% CrC 200/230 5% SiC 200/230	10% en peso con número de malla <160										
		Todos	Tamaño prom. de partícula	Ensayo de Fisher	Según Certificado de Análisis del Proveedor	---	Certificado de Análisis del Proveedor	---	---	Gramos	---	Según Estándar MPIF 01	Estándar MPIF 32 - ASTM B330	Oficina de Control de Calidad - BBDS.A.		
		Todos	Porosidad	Ensayo de compresibilidad									Estándar MPIF 45 - ASTM B331			

Cuadro 6.1.1.\_ Plan de Control de Calidad de Materia Prima (Continuación)

PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIA PRIMA															
NUMERAL	PRODUCTO	NOMBRE O ESPECIFICAC.	CARACT. A INSPECCIONAR	INSPECC. A REALIZAR	DIMEN./ CARACT. NOMINAL	TOLERANCIA	INSTRUMENTO A UTILIZAR	RANGO	RESOLUCIÓN	UNIDAD DE PROD.	TIPO DE MUESTREO	PLAN DE MUESTREO	CRITERIOS DE ACEPTACION	LUGAR/TIPO DE INSPECCIÓN (Externa/Interna)	RESPONSABLE
6.0	BARRAS DE GRAFITO (100" de longitud)	Todos	Cantidad	Conteo	---	---	---	---	---	Piezas	Inspección al 100%	-----	Según lo indicado en Orden de Compra	Almacén de Materia Prima - BBD S.A.	Responsable de Almacén Materia Prima
		Øe 4,5" x 100	Diámetros exteriores	Medición	4,5"	+/- 0.050"	Calibrador Pie de Rey	0" - 6"	0.001"	Piezas	Simple	Tabla de Muestreo Simple, Nivel I, NCA 1% por cada lote de producto	Según lo indicado en Plan de Muestreo y tolerancias	Almacén de Materia Prima - BBD S.A.	Inspector de Control de Calidad
		Øe 6" x 100			6"			0" - 9"							
		Øe 8" x 100			8"			0" - 9"							
		Øe 10" x 100			10"			0" - 12"							
		Todos			Longitud			100"							
		Todos	Densidad	Verificación	Mín. 1.78 g/cm <sup>3</sup>	---	Certificado de Inspección del Proveedor	---	---	Piezas	---	---	Según valores indicados en el Certificado de Inspección del proveedor	Oficina de Control de Calidad - BBDS.A.	Inspector de Control de Calidad
		Todos	Resistencia a la flexión	Verificación	Mín. 50 MPa	---									
		Todos	Resistencia a la compresión	Verificación	Mín. 35 MPa	---									

Cuadro 6.1.1.\_ Plan de Control de Calidad de Materia Prima (Continuación)



## PLANES DE CONTROL DE CALIDAD

PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTO EN PROCESO															
SECCIÓN	ENTRADA	PROCESO	SALIDA	CARACT. A INSPECCIONAR	INSPEC. A REALIZAR	DIMEN./ CARACT. NOMINAL	TOL.	INSTR. DE MEDICIÓN A UTILIZAR	RANGO	RESOL.	UNIDAD DE PROD.	TIPO DE MUESTREO	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	LUGAR DE INSPECCIÓN	RESP.
CORTE	Barra perforada de acero	Corte	Tochos de acero	Dimensiones	Medición	Según plano	Según plano	Calibrador Pie de Rey	0"-8"	0.001"	Pieza	100%	Según plano	Máquina de corte	Operario
MÁQUINAS CNC	Tochos de acero	Torneado de cascos de acero	Cascos torneados (blancks)	Dimensiones	Medición	Según plano	Según plano	Calibrador Pie de Rey	0"-8"	0.001"	Pieza	100%	Según plano	Torno CNC	Operario
GRAFITO	Barras de grafito	Fabricación de moldes de grafito	Moldes de grafito	Dimensiones	Medición	Según plano	Según plano	Calibrador Pie de Rey	0"-8"	0.001"	Pieza	100%	Según plano	Torno	Operario
MONTAJE	Moldes de grafito	Preparación de moldes	Moldes de grafito preparados	Pesos de mezclas	Medición	Según tipo	Según plano	Balanza	0 - 200gr	0.001 gr.	Pieza	100%	Según tipo	Sección Montaje	Operario
				Configuración de diamantes	Visual	Según tipo	Según tipo	---	---	---	Pieza	100%	Según tipo		Operario
FUNDICIÓN	Moldes preparados	Fundición, desescoriado y limpieza	Producto diamantino fundido y limpio	Dimensiones	Medición	Según plano	Según plano	Calibrador Pie de Rey	0"-8"	0.001"	Pieza	100%	Según plano	Sección Fundición	Operario
				Temperatura	Medición	Según tipo	Según tipo	Termocupla tipo R	250 - 2000°C	1 °C	Pieza	100%	Según tipo		Operario
				Tiempo	Medición	Según tipo	Según tipo	Cronómetro	---	1 s	Pieza	100%	Según tipo		Operario
PRIMER TORNEADO *	Producto diamantino fundido y limpio	Torneado exterior	Producto con diámetro exterior torneado	Dimensiones	Medición	Según plano	Según plano	Calibrador Pie de Rey	0"-8"	0.001"	Pieza	100%	Según plano	Torno CNC	Operario
				Acabado superficial	Visual	Acabado pulido	---	---	---	---			Según experiencia del operario		Operario
REFUERZO *	Producto con diámetro exterior torneado	Refuerzo con flama	Producto con segmentos de refuerzo de carburo de tungsteno	Dimensiones	Medición	Según plano	Según plano	Calibrador Pie de Rey	0"-8"	0.001"	Pieza	100%	Según plano	Sección Soldadura	Operario
TORNEADO FINAL	Producto diamantino fundido y limpio y/o con refuerzos de carburo	Torneado	Producto diamantino torneado completo	Dimensiones	Medición	Según plano	Según plano	Calibrador Pie de Rey	0"-8"	0.001"	Pieza	100%	Según plano	Torno CNC	Operario
				Funcionalidad		Diámetro máximo y mínimo de rosca	Según plano	Patrones Pasa - no Pasa	Según tipo de rosca	---			Según plano		
ACABADO	Producto diamantino torneado completo	Limpieza final y pintado	Producto diamantino terminado	Apariencia	Visual	Uniformidad de los dientes de la corona	---	---	---	---	Pieza	100%	Según experiencia del operario	Sección Acabado	Operario
MARCADO	Producto diamantino terminado	Marcado de código de trazabilidad	Producto diamantino marcado	Apariencia de logotipos	Visual	Uniformidad en profundidad de las letras y números	---	---	---	---	Pieza	100%			

\* Estos procesos se realizan cuando el tipo de producto diamantino requiere de refuerzos de carburo de tungsteno.

Cuadro 6.1.2.\_ Plan de Control de Calidad de Producto en Proceso

## PLANES DE CONTROL DE CALIDAD

PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTO FINAL												
PRODUCTO	CARACT. A INSPECCIONAR	INSPECC. A REALIZAR	DIMEN./ CARACT. NOMINAL	TOLERANCIA	INSTR. A UTILIZAR	RANGO	RESOLUCIÓN	UNIDAD DE PROD.	TIPO DE MUESTREO	CRITERIOS DE ACEPTACION	LUGAR DE INSPECCIÓN	RESPONSABLE
PRODUCTOS DIAMANTINOS	Cantidad	Conteo	----	----	----	----	----	Piezas	Inspección al 100%	Según lo indicado en Orden de Trabajo	Sección Control Final y Liberación	Inspector de Control de Calidad
	Dimensiones	Medición	Según plano	Según plano	Calibrador Pie de Rey	0"- 6"	0.001"			Plano y tolerancias		
					Micrómetro de interiores	0"- 6"	0.0001"					
	Funcionalidad	Medición	Diámetro máximo y mínimo de rosca	Según plano	Patrones Pasa - no Pasa	Según tipo de rosca	----			Según plano		
	Apariencia	Visual	Uniformidad de los dientes de la corona	---	---	---	---			Experiencia del inspector		
	Logotipos marcados	Visual	Forma y nitidez de letras y números	---	---	---	---			Experiencia del inspector		

**Cuadro 6.1.3.\_ Plan de Control de Calidad de Producto Terminado**

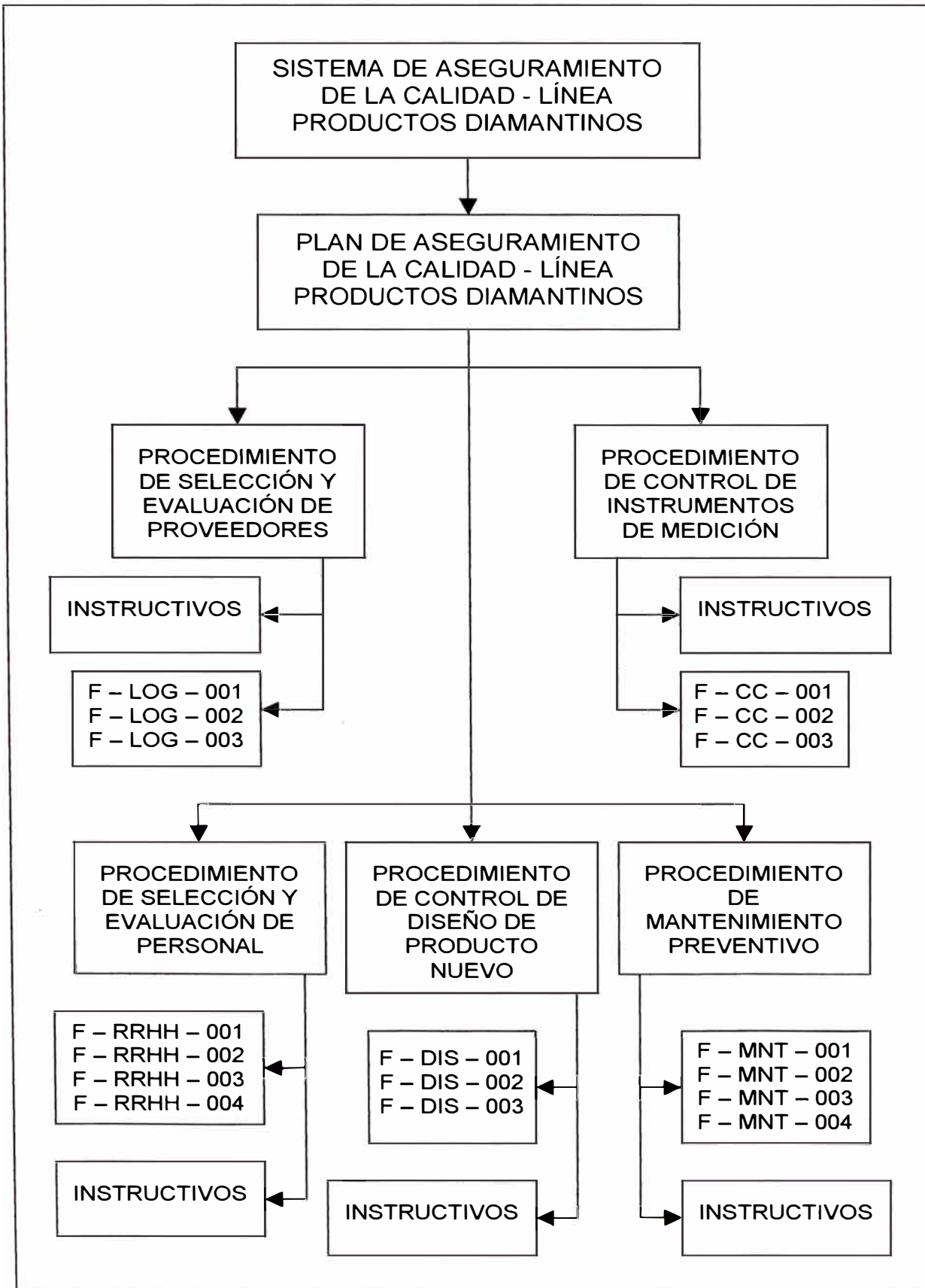


Gráfico 6.2.1.\_ Estructura documentaria del Sistema de Aseguramiento de la Calidad

PLAN DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD - FORMATOS

ITEM	ASPECTO	DETALLE A CONTROLAR	FORMATO	CÓDIGO
1	Mano de Obra	Perfil del puesto de trabajo	Perfil de Puesto de Trabajo	F - RRHH - 001
		Capacitación	Registro de Capacitación de Personal	F - RRHH - 002
		Certificación de Competencias	Calificación de Competencias para Puesto de Trabajo	F - RRHH - 003
		Necesidades de Capacitación	Identificación de Necesidades de Capacitación/Entrenamiento	F - RRHH - 004
2	Equipos y Máquinas	Descripción de la máquina	Tarjeta de Identificación de Máquina	F - MNT - 001
		Mantenimiento preventivo	Mantenimiento Preventivo Diario	F - MNT - 002
		Historial de Máquina	Historial de Intervenciones	F - MNT - 003
		Actividad de mantenimiento	Orden de Mantenimiento	F - MNT - 004
3	Instrumentos	Registro de Instrumentos	Lista Maestra de Instrumentos	F - CC - 001
		Frecuencia de Calibraciones y Verificaciones	Plan de Verificación y Calibración de Instrumentos de Control	F - CC - 002
		Verificación de Instrumento	Verificación de Instrumentos de Medición	F - CC - 003
4	Diseño	Parámetros de diseño	Parámetros para Fabricación de Producto Nuevo - Productos Diamantinos	F - DIS - 001
		Verificación del diseño	Control de Pruebas de Producto Nuevo - Productos Diamantinos	F - DIS - 002
		Validación del diseño	Control de Pruebas en Campo para Producto Nuevo - Productos Diamantinos	F - DIS - 003
5	Logística	Selección de proveedores	Selección de Nuevos Proveedores	F - LOG - 001
		Evaluación de proveedores	Evaluación de Proveedores	F - LOG - 002
		Especificaciones Técnicas de Producto	Especificaciones Técnicas de Producto	F - LOG - 003

**PERFIL DE PUESTO DE TRABAJO**

Cargo: \_\_\_\_\_

**F - RRHH - 001**

Área: \_\_\_\_\_

Sección: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

ITEM	COMPETENCIAS	SUBCOMPETENCIAS	OBSERVACIONES
1			
2			
3			
4			
5			

\_\_\_\_\_  
Vo.Bo. RR.HH.

\_\_\_\_\_  
Vo.Bo. Gte./Jefe de Área

REGISTRO DE CAPACITACIÓN Y/O ENTRENAMIENTO DE PERSONAL

F - RRHH - 002

Nombre: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

Código: \_\_\_\_\_

Sección: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

ITEM	COMPETENCIA	CURSO / SEMINARIO / TALLER	INSTITUCIÓN	FECHA	OBSERVACIONES
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

\_\_\_\_\_  
Vo.Bo. RR.HH.

\_\_\_\_\_  
Vo.Bo. Gte./Jefe de Área

<b>CALIFICACIÓN DE COMPETENCIA PARA PUESTO DE TRABAJO</b>	
<b>F - RRHH - 003</b>	
<b>TRABAJADOR</b>	
Nombre:	Código:
Cargo:	Sección:
Área:	Fecha:
<b>EVALUADOR</b>	
Nombre:	
Especialidad:	
Institución:	
<b>PROCEDIMIENTO Y EVALUACIÓN</b>	
<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b>	
<b>RESULTADO DE LA EVALUACIÓN</b>	
<b>CONCLUSIONES</b>	
<b>OBSERVACIONES / RECOMENDACIONES</b>	
<hr/> Vo.Bo. Evaluador	<hr/> Vo.Bo. Gte./Jefe de Área

**IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES DE CAPACITACIÓN/ENTRENAMIENTO**

**F - RRHH - 004**

NOMBRE DE TRABAJADOR: \_\_\_\_\_ CÓDIGO: \_\_\_\_\_

SECCIÓN: \_\_\_\_\_ ÁREA: \_\_\_\_\_

Item	Materia / Técnica	Requiere Capacitación?			Capacitación Requerida			Institución Propuesta		
		Muy necesario	Algo necesario	No necesario	Avanzado	Intermedio	Inicial			
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

\_\_\_\_\_  
Vo.Bo. RR.HH.

\_\_\_\_\_  
Vo.Bo. Gte./Jefe de Área



### IDENTIFICACIÓN DE MÁQUINA

F - MNT - 001

Tipo de Máquina:

Código:

Marca:

Modelo:

Velocidad máxima:

Intensidad de Corriente (A):

Capacidad máxima:

Tensión (V):

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO DIARIO**

F - MNT - 002

MÁQUINA: \_\_\_\_\_  
 CÓDIGO: \_\_\_\_\_

	Lunes	noche	dia	Martes	noche	dia	Miércoles	noche	dia	Jueves	noche	dia	Viernes	noche	dia	Sábado	noche	dia	Domingo	noche	dia
--	-------	-------	-----	--------	-------	-----	-----------	-------	-----	--------	-------	-----	---------	-------	-----	--------	-------	-----	---------	-------	-----

Limpieza de:

Chuck	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contrapunta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Torreita	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tool Eye	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Herramientas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Guías y sensores de las puertas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Inspección de:

Montaje de las quijadas del chuck	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Suave apriete/desapriete del chuck	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sujeción de las herramientas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nivel de aceite de lubricación Bancadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nivel de aceite de lubricación Torreita (*)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nivel de aceite Caja de Cambios (*)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nivel de aceite hidraulico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Presión hidraulica (**)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adecuada presión de aire (chuck)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nivel de acáitera de línea de aire	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nivel de refrigerante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Otros

Mover la contrapunta entre extremos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Engrase de los chucks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones

Firma/ Vo.Bo. Operario																							
------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

NOTA: El operario deberá realizar la limpieza al final de su jornada  
 (\*) Solo en el caso del ST40N  
 (\*\*) 500 psi en QT28N, 700 psi en QT30 y 1150 psi en ST40N

Refractometro	Fecha	Firma
Refractometro	Fecha	Firma
Refractometro	Fecha	Firma

### HISTORIAL DE INTERVENCIONES

F - MNT - 003

Máquina:

Código:

Marca:

Modelo:

ITE	M	# O/M	FECHA	TIPO DE INTERVENCIÓN	SISTEMA	BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	OBSERVACIONES	Vo.Bo. MANT.
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

**ORDEN DE MANTENIMIENTO**

F - MNT - 004

FECHA DE EMISION: \_\_\_\_\_

O/M No.

FECHA DE INICIO: \_\_\_\_\_

FECHA DE FINALIZACIÓN: \_\_\_\_\_

EQUIPO: \_\_\_\_\_

MARCA: \_\_\_\_\_

MODELO: \_\_\_\_\_

CÓDIGO: \_\_\_\_\_

PROBLEMA REPORTADO

TIPO DE MANTENIMIENTO

CORRECTIVO

PREVENTIVO

OTRO \_\_\_\_\_

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

REPUESTOS UTILIZADOS / INSUMOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	CANTIDAD

OBSERVACIONES

\_\_\_\_\_  
Vo. Bo. OPERARIO  
NOMBRE:

\_\_\_\_\_  
Vo.Bo. MANTENIMIENTO  
NOMBRE:

**PARAMETROS PARA FABRICACIÓN  
DE PRODUCTO NUEVO  
PRODUCTOS DIAMANTINOS**

**F - DIS - 001**

RESPONSABLE DE PRUEBA : \_\_\_\_\_

CARGO: \_\_\_\_\_ FECHA : \_\_\_\_\_

**PRODUCTO**

CLASE: \_\_\_\_\_ TAMAÑO: \_\_\_\_\_ VARIEDAD: \_\_\_\_\_

DESCARGA: \_\_\_\_\_ PROTOTIPO: \_\_\_\_\_ SERIE: \_\_\_\_\_

**MOLDE**

DIÁMETRO EXTERIOR: \_\_\_\_\_ DIÁMETRO INTERIOR: \_\_\_\_\_

NÚM. VÍAS DE AGUA: \_\_\_\_\_ ANCHO DE VÍA DE AGUA: \_\_\_\_\_

TIPO DE INFILTRADO: \_\_\_\_\_

**MATRIZ**

COMBINACIÓN: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

PESO: \_\_\_\_\_ DENSIDAD: \_\_\_\_\_

CONCENTRACIÓN: \_\_\_\_\_ FUERZA DE COMPACTACIÓN: \_\_\_\_\_

ALTURA DE IMPREGNACIÓN: \_\_\_\_\_ VOLUMEN TOTAL: \_\_\_\_\_

DENSIDAD DE IMPREGNACIÓN: \_\_\_\_\_ ÁREA: \_\_\_\_\_

CONFIGURACIÓN DE DIAMANTES: \_\_\_\_\_

**FUNDICIÓN**

TIPO DE AGLOMERANTE: \_\_\_\_\_ CÓDIGO: \_\_\_\_\_

DENSIDAD: \_\_\_\_\_ VOLUMEN DE IMPREGNACIÓN: \_\_\_\_\_

TEMPERATURA DE INICIO: \_\_\_\_\_ TIEMPO DE ESTABILIZACIÓN: \_\_\_\_\_

TEMPERATURA MÁXIMA: \_\_\_\_\_ TIEMPO DE FUNDICIÓN: \_\_\_\_\_

**OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES**

\_\_\_\_\_  
Vo.Bo. Jefe Línea de  
Productos Diamantinos

\_\_\_\_\_  
Responsable de Pruebas

**CONTROL DE PRUEBAS DE PRODUCTO NUEVO**  
**PRODUCTOS DIAMANTINOS**

**F - DIS - 002**

RESPONSABLE DE PRUEBA : \_\_\_\_\_

CARGO: \_\_\_\_\_

FECHA : \_\_\_\_\_

**PRODUCTO DIAMANTINO**

CLASE: \_\_\_\_\_ TIPO: \_\_\_\_\_ SERIE: \_\_\_\_\_

TAMAÑO: \_\_\_\_\_ VIAS DE AGUA: \_\_\_\_\_ ALT. IMPREGNAC.: \_\_\_\_\_

CÓDIGO: \_\_\_\_\_

**HORNO**

MATRIZ: \_\_\_\_\_ AGLOMERANTE: \_\_\_\_\_

TIPO DE HORNO: \_\_\_\_\_

TEMPERATURA DE INICIO: \_\_\_\_\_ TIEMPO DE ESTABILIZACIÓN: \_\_\_\_\_

TEMPERATURA MÁXIMA: \_\_\_\_\_ TIEMPO DE FUNDICIÓN: \_\_\_\_\_

**CARACTERÍSTICAS VISUALES**

(Apariencia y uniformidad de los dientes y la corona)

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

(Interior de los dientes de la corona)

**OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES**

\_\_\_\_\_  
 Vo.Bo. Jefe Línea de Productos  
 Diamantinos

\_\_\_\_\_  
 Responsable de Pruebas

**CONTROL DE PRUEBAS EN CAMPO PARA PRODUCTO NUEVO**

PRODUCTOS DIAMANTINOS

**F - DIS - 003**

RESPONSABLE DE PRUEBA : \_\_\_\_\_

CARGO: \_\_\_\_\_

FECHA : \_\_\_\_\_

**PRODUCTO DIAMANTINO**

CLASE: \_\_\_\_\_ TIPO: \_\_\_\_\_ SERIE: \_\_\_\_\_

TAMAÑO: \_\_\_\_\_ VIAS DE AGUA: \_\_\_\_\_ ALT. IMPREGNAC.: \_\_\_\_\_

CÓDIGO: \_\_\_\_\_

**LUGAR DE PRUEBA**

DEPARTAMENTO: \_\_\_\_\_ PROVINCIA: \_\_\_\_\_

DISTRITO: \_\_\_\_\_ EMPRESA: \_\_\_\_\_

YACIMIENTO MINERO: \_\_\_\_\_

LOCACIÓN GEOGRÁFICA: \_\_\_\_\_

No. UNIDAD DE EXPLORACIÓN: \_\_\_\_\_

**UNIDAD DE EXPLORACIÓN**

DESCRIPCIÓN DEL TERRENO: \_\_\_\_\_

TIPO DE MÁQUINA: \_\_\_\_\_

MARCA: \_\_\_\_\_ MODELO: \_\_\_\_\_

LÍNEA DE PERFORACIÓN-TAMAÑOS: \_\_\_\_\_

**PRUEBA**

RPM: \_\_\_\_\_ AVANCE: \_\_\_\_\_ TORQUE: \_\_\_\_\_

CAUDAL DE LODO DE PERFORACIÓN: \_\_\_\_\_

METRAJE INICIAL: \_\_\_\_\_ METRAJE FINAL: \_\_\_\_\_

**OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES**

\_\_\_\_\_  
Vo.Bo. Jefe Línea de Productos Diamantinos

\_\_\_\_\_  
Responsable de Pruebas

### LISTA MAESTRA DE INSTRUMENTOS

F - CC - 001

Actualizado en: \_\_\_\_\_

Impreso en: \_\_\_\_\_

Item	Código	Descripción	Rango	Resolución	N° Serie	Marca	Area	Responsable	Condición	Observaciones
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										



**PLAN DE CALIBRACIÓN Y VERIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS DE CONTROL**

**F - CC - 002**

Actualizado en: \_\_\_\_\_

Impreso en: \_\_\_\_\_

Item	Código	Descripción	Rango	Resolución	N° Serie	Marca / Característ.	Responsable	Area	Ultima Calibración	Periodo de Calibración (días)	Próxima.Calib.		Estado de Calibración
											Semana	Año	
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													

\_\_\_\_\_  
Vo.Bo. JEFE DE CONTROL DE CALIDAD

**CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN**

F - CC - 003

DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO: \_\_\_\_\_

CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN: \_\_\_\_\_ No. SERIE: \_\_\_\_\_

FABRICANTE: \_\_\_\_\_ MODELO: \_\_\_\_\_

RANGO: \_\_\_\_\_ RESOLUCIÓN: \_\_\_\_\_

FECHA DE VERIFICACIÓN: \_\_\_\_\_ SEMANA: \_\_\_\_\_

RESPONSABLE DE VERIFICACIÓN: \_\_\_\_\_ UBICACIÓN: \_\_\_\_\_

TIPO DE VERIFICACIÓN

PROGRAMADA                       CORRECTIVA

**DESCRIPCIÓN DE LA INSPECCIÓN**

**VERIFICACIÓN DEL ERROR**

IDENTIFICACIÓN DEL PATRÓN: \_\_\_\_\_ CÓDIGO: \_\_\_\_\_

MODELO: \_\_\_\_\_ RESOLUCIÓN: \_\_\_\_\_ RANGO: \_\_\_\_\_

Valor del Patrón	Valor Medido	Error de Indicación	Intervalo de Medición	Error Máximo Permisible +/-

**OBSERVACIONES**

**RESULTADOS DE LA VERIFICACIÓN**

CONFORME                       NO CONFORME

\_\_\_\_\_  
Vo.Bo. CONTROL DE CALIDAD

## SELECCIÓN DE NUEVOS PROVEEDORES

F - LOG - 001

NOMBRE/RAZÓN SOCIAL : \_\_\_\_\_

D.O.I. (RUC/DNI) : \_\_\_\_\_

GIRO / ACTIVIDAD : \_\_\_\_\_

REPRESENTANTE/CONTACTO : \_\_\_\_\_

DATOS : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## PRODUCTO

NOMBRE: \_\_\_\_\_

CARACTERÍSTICAS: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Adjunta especificaciones técnicas?  Sí \_\_\_\_\_  NO¿Adjunta Certificados de Calidad?  Sí \_\_\_\_\_  NO

## PRESTACIÓN DE SERVICIOS

## PROPUESTA ECONÓMICA / FINANCIERA

## OBSERVACIONES / OTROS

## EVALUACIÓN (A llenar por el Área de Logística)

\_\_\_\_\_  
Vo.Bo. LOGÍSTICA\_\_\_\_\_  
PROVEEDOR

REP./CONTACTO:

<b>EVALUACIÓN DE PROVEEDORES</b>										
			<b>F - LOG - 002</b>							
NOMBRE/RAZÓN SOCIAL : _____										
D.O.I. (RUC/DNI) : _____										
GIRO / ACTIVIDAD : _____										
REPRESENTANTE/CONTACTO : _____										
<b>PRODUCTO</b>										
Nombre/Descripción: _____										
¿Adjunta especificaciones técnicas?	<input type="checkbox"/> Sí _____	<input type="checkbox"/> NO								
¿Cumple con especificaciones técnicas?	<input type="checkbox"/> Sí _____	<input type="checkbox"/> NO								
¿El producto está codificado/identificado?	<input type="checkbox"/> Sí _____	<input type="checkbox"/> NO								
¿Adjunta Certificados de Calidad de Producto?	<input type="checkbox"/> Sí _____	<input type="checkbox"/> NO								
¿Sobrepasa las expectativas?	<input type="checkbox"/> Sí _____	<input type="checkbox"/> NO								
<b>PRESTACIÓN DE SERVICIOS</b>										
Plazos de entrega	Más de 10 días	5 a 10 días	Menos de 5 días							
Prestación en tiempo acordado	Retraso > 1 sem.	Retraso de 1 semana	En la fecha o antes							
Conformidad del servicio	No conforme	Parcial	Total							
Conformidad de cantidad	No conforme	Parcial	Total							
Informe del servicio	Incompleto	Pequeños errores	100% correcto							
Documentación	Incompleta/errores	Pequeños errores	100% correcta							
Embalaje	Malo	Aceptable	Muy bueno							
Nivel de comunicación	Deficiente	Aceptable	Inmediata							
Certificación de Calidad	No tiene	Por certificar	Certificado SGC							
<b>ASPECTO ECONÓMICO / FINANCIERO</b>										
Precio	Superior al promedio	Igual al promedio	Inferior al promedio							
Condiciones de pago	Contra entrega, por adelantado	30 a 60 días	Sobre 60 días							
<b>CALIFICACIÓN</b>										
<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px 10px;">Deficiente</td> <td style="padding: 2px 10px;">Malo</td> <td style="padding: 2px 10px;">Regular</td> <td style="padding: 2px 10px;">Aceptable</td> <td style="padding: 2px 10px;">Bueno</td> <td style="padding: 2px 10px;">Muy Bueno</td> <td style="padding: 2px 10px;">Excelente</td> </tr> </table>				Deficiente	Malo	Regular	Aceptable	Bueno	Muy Bueno	Excelente
Deficiente	Malo	Regular	Aceptable	Bueno	Muy Bueno	Excelente				
¿Qué nota corresponde al proveedor evaluado? _____										
<b>OBSERVACIONES / OTROS</b>										
Vo.Bo. LOGÍSTICA		GTE. DE PRODUCCIÓN								

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PRODUCTO

F - LOG - 003

PRODUCTO: \_\_\_\_\_

CÓDIGO: \_\_\_\_\_ TAMAÑO: \_\_\_\_\_

CLASE/TIPO: \_\_\_\_\_ PESO: \_\_\_\_\_

GRADO: \_\_\_\_\_ CALIDAD: \_\_\_\_\_

ESPECIFICACIONES: \_\_\_\_\_

NORMA DE PRODUCTO: \_\_\_\_\_

NORMA DE FABRICACIÓN: \_\_\_\_\_

DIMENSIONES Y GEOMETRÍA  Aplica  No Aplica

No. PLANO: \_\_\_\_\_

PROPIEDADES MECÁNICAS  Aplica  No Aplica

NORMA DE REFERENCIA: \_\_\_\_\_

PROPIEDADES FÍSICAS  Aplica  No Aplica

NORMA DE REFERENCIA: \_\_\_\_\_

COMPOSICIÓN QUÍMICA  Aplica  No Aplica

MATERIAL: \_\_\_\_\_

NORMA DE REFERENCIA: \_\_\_\_\_

CARACTERÍSTICAS VISUALES

CRITERIO: \_\_\_\_\_

CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

\_\_\_\_\_  
Vo.Bo. LOGÍSTICA

\_\_\_\_\_  
Vo.Bo. PRODUCCIÓN

## **CAPÍTULO 7**

### **RELACIÓN BENEFICIO – COSTO**

Los planes de calidad son documentos que especifican un conjunto de actividades y recursos que deben aplicarse a un proceso, quiénes deben aplicarlos, cuándo y cómo deben aplicarse. La aplicación concreta de los planes de calidad implica inversión en documentación, medios físicos, personal, capacitación y otros aspectos. A raíz de ello, es necesario realizar una comparación entre el costo de la inversión en los planes y los beneficios que se proyectan obtener y el tiempo en el cual tales beneficios traerán mejoras concretas a la empresa.

#### **7.1. COSTOS**

En principio, el costo de implementar los planes de calidad se evalúa desde cuatro aspectos principales que se explican a continuación:

- a. Aspecto económico
- b. Aspecto estructural
- c. Aspecto organizacional
- d. Aspecto cultural

Cada uno de ellos influye de manera distinta en diversos ámbitos de la organización, por lo que es necesario evaluar los cuatro aspectos al mismo tiempo, viendo a la empresa desde el punto de vista sistémico.

##### **7.1.1. Aspecto Económico**

Es el aspecto más importante, considerando que la empresa siempre buscará invertir en algo que revierta beneficios económicos. Aquí se incluyen todas las

inversiones monetarias o financieras, que se evalúan principalmente en cuanto a su rentabilidad o al tiempo de retorno, el cual se da generalmente en forma de ahorro de recursos o en mejora de los procesos.

El cuadro 7.1.1.1 indica los recursos físicos requeridos para el control de calidad y el cuadro 7.1.1.2 muestra los costos de los recursos y servicios necesarios para cumplir los planes.

### **7.1.2. Aspecto Estructural**

En el aspecto estructural, la implementación de los planes de calidad implica definir, o redefinir, las funciones del personal en los puestos de trabajo y organizar la jerarquía de funciones en torno a una estructura que permita el funcionamiento adecuado del aparato productivo y que facilite la aplicación de los planes. Por ello, el aspecto estructural demanda que las Gerencias deleguen y/o asignen funciones adecuadamente, y que las áreas operativas, asimilen las nuevas funciones y los controles establecidos.

### **7.1.3. Aspecto Organizacional**

Tradicionalmente, las empresas peruanas han tenido estilos de gestión y operación basados en funciones o en departamentos, donde muchos de ellos pasan el tiempo concentrados en hacer bien su trabajo sin importar la situación de sus similares, haciendo que el desempeño de la empresa, como un todo, se vea afectado y no tenga posibilidades de mejorar. En contraste a ello, el enfoque de procesos establece que las actividades, controles, autoridades y responsabilidades sean desempeñadas de forma continua entre las estaciones de trabajo relacionadas directamente con el proceso, eliminando las barreras generadas por los cargos y los departamentos,

El costo en el aspecto organizacional discurre entonces, muchas veces, en el ámbito de paradigmas de tipo gerencial, como por ejemplo el énfasis en la burocracia, la concentración de la autoridad y el poder, el celo por la información considerada “importante”, entre otros. Por el contrario, el enfoque de procesos tiende a dispersar el ejercicio del poder, delegando autoridad y responsabilidad en los lugares y personas directamente vinculados al proceso y distribuyendo la información donde es necesario tenerla.

#### **7.1.4. Aspecto Cultural**

Representa el aspecto más difícil de manejar, debido a que implica lidiar con las costumbres, la idiosincrasia y la forma de pensar de los trabajadores, en todo nivel de la empresa. Por ello, la implementación y cumplimiento de los planes de calidad requiere una labor continua en dos puntos importantes: formación/entrenamiento y sensibilización.

La formación y entrenamiento del personal apunta al hecho de que los planes de control requieren de personal operativo dotado de conocimientos y un cierto nivel de experiencia en el uso y aplicación de instrumentos, conceptos, métodos y técnicas específicas, todo ello necesario para un correcto funcionamiento del puesto en el que se desempeña.

Por otro lado, la aplicación de los planes implica un cambio en la forma de pensar y en la perspectiva de la calidad del personal operativo, lo que demanda labores de sensibilización por parte de los niveles superiores, a fin de dejar muy clara, entendida y asimilada la importancia de aplicar y buscar la calidad de los procesos y de los productos. Para ello es preciso abandonar formas, maneras o métodos de trabajo que no contribuyan con el objetivo perseguido por los planes. Usualmente se invierten cierto número de horas de



sensibilización y entrenamiento, por medio de charlas y exposiciones referidas a los planes de calidad.

## **7.2. BENEFICIOS**

Los beneficios que se obtendrían de la implementación y aplicación de los planes de calidad se pueden enfocar desde los siguientes aspectos, que a continuación se explican:

- Aspecto económico
- Aspecto organizacional
- Aspecto estructural
- Aspecto cultural

### **7.2.1. Aspecto Económico**

Los beneficios esperados en este aspecto se centran principalmente en la disminución de mermas por productos fallados y por reprocesos, lo cual es ahorro de tiempo y dinero. El cuadro 7.2.1.1 muestra la comparación entre los costos de pérdidas por fallas antes y después de implementar los planes, mientras que el cuadro 7.2.1.2 muestra la comparación final de costos y el ahorro posible de conseguir después de la implementación, quedando justificado este primer punto.

### **7.2.2. Aspecto Organizacional**

En el aspecto organizacional, el principal beneficio que se obtiene es el cambio de mentalidad de la empresa como organización, debido a que quedaría centrada en procesos continuos, dinámicos y flexibles, sin las barreras de los cargos y las jerarquías burocráticas, incrementando así la efectividad de todas las operaciones, en especial las de producción, que son las que más influyen en la capacidad de la empresa.

### **7.2.3. Aspecto Estructural**

El establecimiento de una estructura funcional bien definida contribuye de forma notable al mejor desenvolvimiento de las funciones del personal en general, debido a que se delegan funciones y se definen las responsabilidades, quedando todo ello precisado mediante documentos oficiales de la empresa.

### **7.2.4. Aspecto Cultural**

Definitivamente el cambio en la perspectiva de calidad del personal representa una mejora sustantiva, debido a que, al tener conciencia de la influencia de la calidad en los procesos y en los productos, se trabajará por dar la importancia adecuada al cumplimiento de los requisitos, como un medio para asegurar la calidad del producto y de contribuir a la mejora de la competitividad de la empresa. Usualmente los resultados en este aspecto se ven en el mediano y largo plazo.

**REQUERIMIENTOS DE RECURSOS**  
(Por estación de trabajo)

<b>1. Inspección de Materia Prima</b>		
Sección de control de calidad	Inspector CC	01
Sección de control de calidad	Pie de rey digital	02
Resp. Almacén de Materia Prima	Cinta métrica	01
Resp. de Almacén Diamantes	Balanza electrónica	01
Resp. de Almacén Diamantes	Tamices varios	08
Sección de control de calidad	Estereoscopio	01
Todas las secciones involucradas	Formatos de control	500
<b>2. Inspección de producto en proceso</b>		
Sección Corte	Pie de rey mecánico	01
Sección Torno CNC	Pie de rey mecánico	02
Sección Torno CNC	Patrones P-NP	10
Sección Grafito	Pie de rey mecánico	03
Sección Montaje	Pie de rey mecánico	01
Sección Fundición	Pie de rey mecánico	01
Sección Fundición	Termocupla R	02
Sección Fundición	Cronómetro	02
Sección Soldadura	Pie de rey mecánico	01
Sección Soldadura	Termómetro infrarrojo	01
Todas las secciones	Formatos	2000
<b>3. Inspección Final</b>		
Sección Control de Calidad	Micrómetro Interiores	06
Sección Control de Calidad	Patrones P – NP	10
Sección Control de Calidad	Formatos	500

Cuadro 7.1.1.1.\_ Listado de Requerimientos Físicos

### COSTOS DIRECTOS DE IMPLEMENTACIÓN

ITEM	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	ACTIVIDAD	PERÍODO	PRECIO UNITARIO (\$)	CANT.	PRECIO TOTAL (\$)
<b>INSTRUMENTOS</b>							
1	Calibrador pie de rey digital	Inspector Control de Calidad	Compra	Eventual	180.00	2	360.00
			Calibración	Anual	40.00	2	80.00
			Verificación	Semestral	15.00	4	60.00
2	Calibrador pie de rey mecánico	Operario	Compra	Dos años	120.00	10	1200.00
			Calibración	Anual	40.00	10	400.00
			Verificación	Semestral	15.00	20	300.00
3	Cinta métrica	Resp. Almacén Materia Prima	Compra	Eventual	15.00	1	15.00
4	Balanza electrónica	Resp. Almacén de Diamantes / Sección Montaje	Compra	—	800.00	1	800.00
			Calibración	Anual	45.00	2	90.00
5	Tamices	Inspector Control de Calidad	Compra	Dos años	180.00	8	1440.00
6	Esteroscopio	Inspector Control de Calidad	Compra	---	450.00	1	450.00
7	Patrones Pasa - No Pasa	Inspector C.C. / Sección Torno CNC	Compra	Cinco años	20.00	250	5000.00
			Verificación	Anual	15.00	20	300.00
8	Termocupla R	Sección Fundición	Compra	Cinco años	150.00	2	300.00
			Calibración	Anual	45.00	2	90.00
9	Termómetro infrarrojo	Sección Soldadura	Compra	Cinco años	200.00	1	200.00
			Calibración	Anual	45.00	1	45.00
10	Cronómetro	Sección Fundición	Compra	Dos años	20.00	2	40.00
11	Micrómetros de interiores (0.75 - 6")	Inspector Control de Calidad	Compra	Cinco años	200.00	6	1200.00
			Calibración	Anual	45.00	20	900.00
12	Formatos (100 hojas desglosables)	Jefe de Control de Calidad	Diseño y Compra	Trimestral	5.00	30	150.00
<b>SUBTOTAL:</b>							<b>13420.00</b>

Cuadro 7.1.1.2. \_ Costos directos

### COSTOS DIRECTOS DE IMPLEMENTACIÓN

ITEM	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	ACTIVIDAD	PERÍODO	PRECIO UNITARIO (\$)	CANT.	PRECIO TOTAL (\$)
<b>MANTENIMIENTO</b>							
1	Formatos (100 hojas desglosables)	Jefe de Mantenimiento	Diseño y Compra	Trimestral	5.00	10	50.00
2	Herramientas, equipos y accesorios	Jefe de Mantenimiento	Compra	Presupuesto según planificación del Área de Mantenimiento			
<b>SUBTOTAL:</b>							<b>50.00</b>
<b>DISEÑO</b>							
1	Formatos (100 hojas desglosables)	Jefe de Ingeniería	Diseño y Compra	Trimestral	5.00	12	60.00
2	Viaje a unidad de perforación	Jefe de Ingeniería	Viaje	Semestral	800.00	2	1600.00
<b>SUBTOTAL:</b>							<b>1660.00</b>
<b>RECURSOS HUMANOS</b>							
1	Formatos (100 hojas desglosables)	Gerente de Recursos Humanos	Diseño y Compra	Trimestral	5.00	12	60.00
2	Contrato de especialista	Gerente de Recursos Humanos	Contrato	Eventual	300.00	1	300.00
3	Contrato de inspector de control de calidad	Gerente de Recursos Humanos	Contrato	Anual	4800.00	1	4800.00
4	Contrato de ingeniero mecánico	Gerente de Recursos Humanos	Contrato	3 meses	3000.00	1	3000.00
5	Charlas de formación y concientización	Gerente de Recursos Humanos	Charla	Bimestral	40.00	6	240.00
<b>SUBTOTAL:</b>							<b>8400.00</b>
<b>PROVEEDORES</b>							
1	Formatos (100 hojas desglosables)	Jefe de Ingeniería	Diseño y Compra	Trimestral	5.00	12	60.00
<b>SUBTOTAL:</b>							<b>60.00</b>

**PRESUPUESTO ANUAL TOTAL (\$) : 23590.00**

Cuadro 7.1.1.2.\_ Costos directos (continuación)

## EVALUACIÓN DE REDUCCIÓN DE COSTOS POR FALLAS

### COSTOS DE PÉRDIDAS POR FALLAS

#### En la actualidad

PERÍODO: Ene-05 Ene-06

No. TOTAL DE PIEZAS FABRICADAS: 10000

PRODUCTO	% DE LA PRODUCCIÓN TOTAL	No. TOTAL DE PIEZAS	COSTO UNITARIO PROMEDIO (\$)	PRECIO UNITARIO PROMEDIO (\$)	No. PIEZAS FALLADAS	COSTO DE PIEZAS FALLADAS (\$)
BROCAS	60	6000	190	340	458	87020
ESCARIADORES	30	3000	120	230	225	27000
ZAPATAS	10	1000	95	170	120	11400

COSTOS TOTALES POR FALLAS (Ver detalles en anexos): **\$125,420**

% ACTUAL DE PIEZAS FALLADAS (Ver detalles en anexos): **8%**

### COSTOS DE PÉRDIDAS POR FALLAS

#### Una vez implementados los Planes de Calidad

OBJETIVO: Al implementar los planes de calidad, se calcula reducir el porcentaje de piezas falladas a 4.0%

META % PIEZAS FALLADAS: 4.00%

PRODUCTO	% DE LA PRODUCCIÓN TOTAL	No. TOTAL DE PIEZAS	No. PIEZAS FALLADAS	COSTO UNITARIO PROMEDIO (\$)	COSTO DE PIEZAS FALLADAS (\$)
BROCA	60	6000	240	190	45600
ESCARIADOR	30	3000	120	120	14400
ZAPATA	10	1000	40	95	3800

COSTOS TOTALES POR FALLAS: **\$63,800**

% PIEZAS FALLADAS: **4%**

#### COMPARACIÓN DE COSTOS

Costo de pérdida inicial: \$125,420

Costo de pérdida final: \$63,800

**REDUCCIÓN DE COSTO DE PÉRDIDAS: \$61,620**

Cuadro 7.2.1.1.\_ Comparación de Costos de Pérdidas antes y después de implementar los Planes de Calidad

### BALANCE FINAL COSTO - BENEFICIO

#### COSTOS

##### COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DE PLANES DE CALIDAD

TOTAL DE COSTOS DIRECTOS: **\$23,590**  
(Ver cuadro 7.1.2)

COSTOS INDIRECTOS (APROX. 5%): **\$1,180**

TOTAL DE COSTOS: **\$24,770**

#### BENEFICIOS

##### REDUCCIÓN DE COSTO POR PÉRDIDAS:

TOTAL DE REDUCCIÓN DE COSTOS POR FALLAS : **\$61,620**  
(Ver Cuadro 7.2.1.1)

#### TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN

UN 01 AÑO

#### RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

UN 01 AÑO

Cuadro 7.2.1.2.\_ Comparación Final de Costos Vs.  
Beneficios después de implementar los Planes de  
Calidad

## CONCLUSIONES

1. El proyecto presentado es económicamente viable dado que durante el primer año se requiere de una inversión de US\$ 24770 frente al beneficio de poder obtener un ahorro de US\$ 61620, como consecuencia de reducir conservadoramente el porcentaje de fallas del 8% al 4%.
2. Para que el beneficio antes mencionado se logre, es necesario considerar que no basta con tener los Planes de Calidad en el ámbito documentario, sino que es necesario implementarlos, lo que requiere tener en cuenta los siguientes aspectos:
  - a. Liderazgo e involucramiento del jefe del área
  - b. Capacitación del personal directamente involucrado
  - c. Proceso de sensibilización al personal indirectamente involucrado
  - d. Cambio de algunos elementos de la cultural organizacional

Estos cuatro aspectos deberán de ser trabajados a la par a fin de garantizar el cambio.

3. La implementación de los planes de calidad para la línea de productos diamantinos es sumamente rentable debido a que su elevado margen de ganancia, en algunos casos superior al 50%, permite que la recuperación de la inversión sea posible en un año.
4. Dependiendo del número de documentos implementados, el manejo de los mismos puede ser manual. Si el número de documentos se incrementara, también es factible adquirir software de gestión de documentos, tal como Mipsis, GEISO o DocManager®, los cuales permiten un manejo óptimo y sencillo de la



documentación, con la ventaja enorme de contar con la información protegida, actualizada y debidamente aprobada.

5. La elaboración e implementación de los planes de calidad trae como consecuencia las siguientes ventajas:
  - a. Se establecen parámetros de control específicos para cada producto o proceso.
  - b. Se estandarizan las actividades y controles, evitando que dependan únicamente del criterio humano, muchas veces sesgado o limitado.
6. Los planes de calidad deben aplicarse, en primer lugar, a los productos más importantes o más críticos para la empresa, de manera que los beneficios sean los más notorios.
7. La inversión en la capacitación, entrenamiento y sensibilización del capital humano es fundamental, ya que cuando el personal asimila como suya la responsabilidad de velar por el cumplimiento de los requisitos del producto, el control de la calidad se vuelve inherente al trabajo diario.

## BIBLIOGRAFÍA

- Norma ISO 9000:2000, Sistemas de Gestión de Calidad – Conceptos y Vocabulario, Traducción Certificada, © ISO 2000, Suiza, 2000.
- Norma ISO 9001:2000, Sistemas de Gestión de Calidad – Requisitos, Qualitas del Perú, Documento de Trabajo, Lima, 2001
- Norma NTP – ISO 2859-1, Procedimientos de Planes de Muestreo para Inspección por Atributos. Parte 1. Planes de muestreo clasificados por nivel de calidad aceptable (NCA) para inspección lote por lote, INDECOPI, Primera Edición, Lima, Perú, 1999.
- Standard Test Methods for Metal Powders and Powder Metallurgy Products, Metal Powder Industries Federation, 105 College Road East, Princeton, New Jersey, USA, 1998.
- Quality Assurance (1) y (2), Masashi Asao - Akikazu Kako, Institute of Management Ability, The Association for Overseas Technical Scholarships, Japan, 1998.
- Material de estudio, Curso Gestión Integral de la Calidad, VIII Ciclo de Actualización de Conocimientos, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Mecánica, Lima, Noviembre 2005.
- Diamond Tools Catalog, DEV Group, California, USA, 2000.
- Página Web *MatWeb*, Material Property Data, [www.matweb.com](http://www.matweb.com)
- Página Web GE-Superabrasives, General Electric Company, USA, 2000. [www.AbrasivesNet.com](http://www.AbrasivesNet.com)

**ANEXOS**

## ANEXO 1

### PARÁMETROS DE OPERACIÓN

TAMAÑO	ROTACIÓN (RPM)		FUERZA DE EMPUJE (LBS)		FLUJO DE FLUIDO (GPM)
	TERRENO SUAVE	TERRENO DURO	TERRENO SUAVE	TERRENO DURO	
AQ	1250	2000	1800	2700	3 - 6
BQ	1000	1700	2500	3800	5 - 7
NQ	750	1250	3600	5400	7 - 11
HQ	600	1000	4700	7000	11 - 15
PQ	400	800	6000	9000	15 - 20

## ANEXO 2

### DIMENSIONES ESTÁNDAR SISTEMA WIRELINE

BROCAS		
TAMAÑO	DIÁMETRO EXTERIOR (pulg)	DIÁMETRO INTERIOR (pulg)
AQ	1.875	1.062
BQ3	2.345	1.320
BQ	2.345	1.433
NQ3	2.965	1.775
NQ	2.965	1.875
NQ2	2.965	1.995
HQ3	3.763	2.406
HQ	3.763	2.500
PQ3	4.805	3.270
PQ	4.805	3.345

ESCARIADORES		
TAMAÑO	DIÁMETRO EXTERIOR (pulg)	DIÁMETRO INTERIOR (pulg)
AQ	1.890	---
BQ	2.360	---
BQ Oversize	2.440	---
NQ	2.980	---
NQ Oversize	3.032	---
HQ	3.783	---
HQ Oversize	3.850	---
PQ	4.828	---

ZAPATAS		
TAMAÑO	DIÁMETRO EXTERIOR (pulg)	DIÁMETRO INTERIOR (pulg)
AW	2.345	1.905
BW	2.965	2.375
NW	3.615	3.000
HW/HWT	4.625	3.900
HW/HWT Oversize	4.875	3.925
PW	5.650	4.858

### ANEXO 3

#### TABLA DE SELECCIÓN DE BROCAS

DUREZA DE LA ROCA			
SUAVE	MEDIA	DURA	ULTRADURA
CARÁCTERÍSTICAS DE LA ROCA			
Muy abrasiva	Abrasividad media	Muy poco abrasiva	No abrasiva
Grano grueso	Grano medio	Grano medio a fino	Grano muy fino
Muy fracturada	Compacto a fracturado	Poco fracturada	Compacto
<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 30%; margin: 0 auto; padding: 5px;">Serie 2</div> <div style="border: 1px solid black; width: 40%; margin: 5px auto; padding: 5px;">Serie 4</div> <div style="border: 1px solid black; width: 30%; margin: 5px auto; padding: 5px;">Serie 6</div> <div style="border: 1px solid black; width: 25%; margin: 5px auto; padding: 5px;">Serie 7</div> <div style="border: 1px solid black; width: 15%; margin: 5px auto; padding: 5px;">Serie 8</div> <div style="border: 1px solid black; width: 10%; margin: 5px auto; padding: 5px;">Serie 9</div> <div style="border: 1px solid black; width: 8%; margin: 5px auto; padding: 5px;">Serie 10</div> </div>			

## ANEXO 4

### DIMENSIONES ESTÁNDAR SISTEMA CONVENCIONAL

BROCAS		
TAMAÑO	DIÁMETRO EXTERIOR (pulg)	DIÁMETRO INTERIOR (pulg)
XRT	1.175	0.735
XRPS	1.295	0.890
IEW	1.470	0.995
TT - 46	1.811	1.389
LTK48	1.875	1.389
BWG	2.345	1.655

ESCARIADORES		
TAMAÑO	DIÁMETRO EXTERIOR (pulg)	DIÁMETRO INTERIOR (pulg)
XRT	1.175	---
XRPS	1.295	---
IEW	1.485	---
TT - 46	1.823	---
LTK48	1.890	---
BWG	2.360	---

## ANEXO 5

	<b>PROCEDIMIENTO CONTROL DE CALIDAD DE MATERIA PRIMA</b>	Código: P-CC-002-06 Revisión: 1.0 Página 1 de 6 Fecha: 04/07/2006
--	--	--

## INDICE

	Página
INDICE	1
1. OBJETIVO	2
2. ALCANCE	2
3. RESPONSABILIDADES	2
4. PRODUCTOS CRÍTICOS	2
5. ENTRADAS Y SALIDAS	2
6. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	2
7. PRODUCTOS OBSERVADOS O RECHAZADOS	3
8. ROTULADOS	4
9. ANEXOS	5

Anexo N°1 – Rótulo de Identificación

Anexo N°2 – Formato de Inspección de Productos Críticos



**ANEXO 5**  
(Continuación)

	PROCEDIMIENTO CONTROL DE CALIDAD DE MATERIA PRIMA	Código: P-CC-002-06 Revisión: 1.0 Página 2 de 6 Fecha: 04/07/2006
<p><b>1. OBJETIVO</b></p> <p>Establecer las pautas para llevar a cabo el control de la calidad de la materia prima requerida para la fabricación de productos diamantinos, y que sea considerada crítica.</p>		
<p><b>2. ALCANCE</b></p> <p>Aplicable a todos los insumos y productos considerados críticos y especificados en el numeral 4.</p>		
<p><b>3. RESPONSABILIDADES</b></p> <p>3.1 El Jefe de Control de Calidad es responsable de la elaboración, revisión, actualización y aprobación del presente procedimiento, en coordinación con el Jefe de Ingeniería.</p> <p>3.2 El Jefe de Ingeniería es responsable de la revisión de los productos críticos comprendidos en el presente procedimiento.</p>		
<p><b>4. PRODUCTOS CRÍTICOS</b></p> <p>El presente procedimiento considera los siguientes productos críticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Barras perforadas Acero AISI 4130</li> <li>- Diamantes naturales</li> <li>- Diamantes sintéticos</li> <li>- Aglomerantes de matrices</li> <li>- Matrices</li> <li>- Barras de grafito</li> </ul>		
<p><b>5. ENTRADAS Y SALIDAS</b></p> <p>Entradas:      Materia prima sin inspeccionar</p> <p>Salidas:        Materia prima inspeccionada</p>		
<p><b>6. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES</b></p> <p>El control de calidad de la materia prima se lleva a cabo mediante las siguientes actividades principales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de materia prima</li> </ul>		

**ANEXO 5**  
(Continuación)

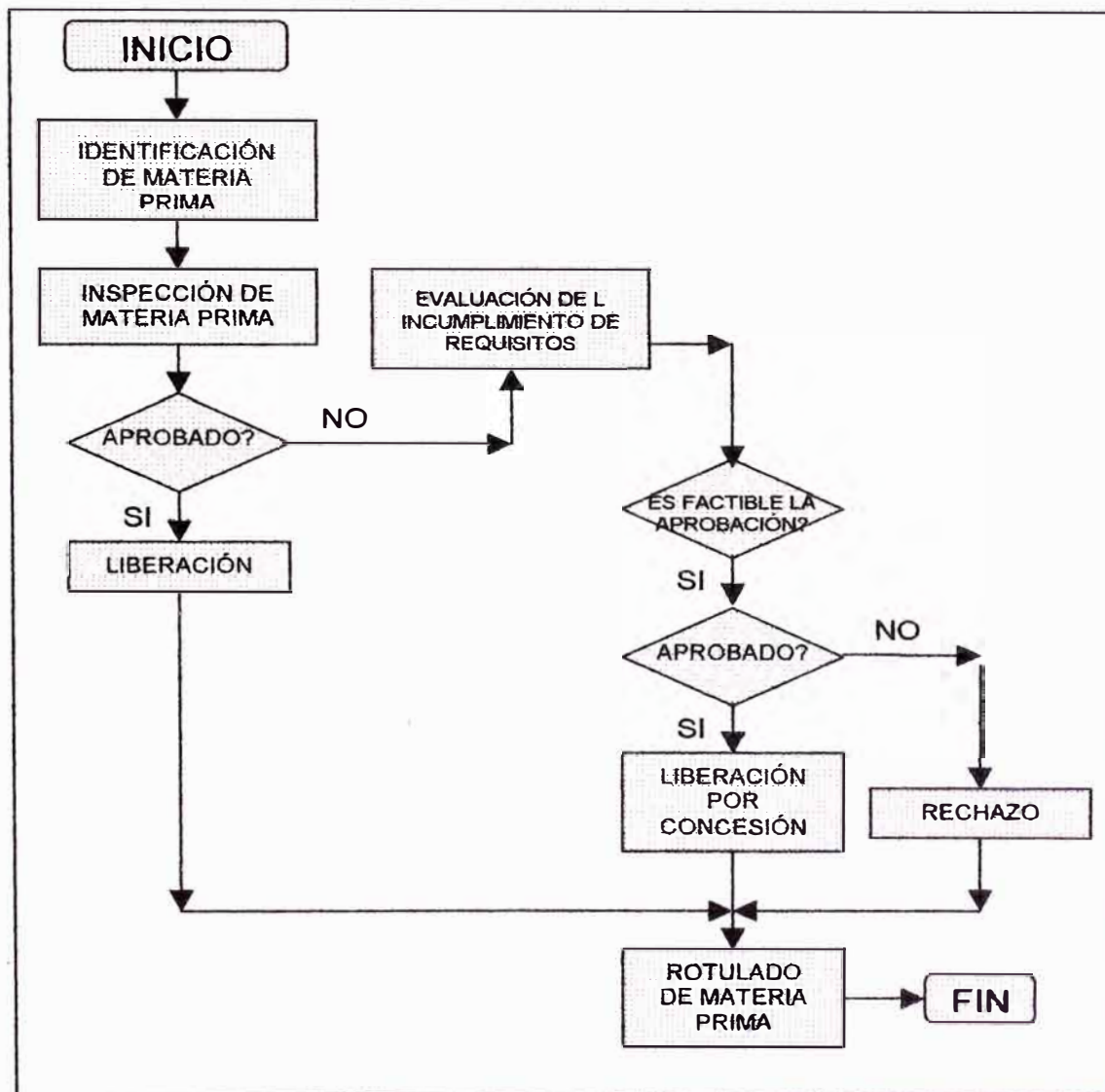
	<p><b>PROCEDIMIENTO</b> <b>CONTROL DE CALIDAD DE MATERIA</b> <b>PRIMA</b></p>	<p>Código: P-CC-002-06 Revisión: 1.0 Página 3 de 6 Fecha: 04/07/2006</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección y de materia prima</li> <li>• Liberación de materia prima</li> </ul> <p>Estas actividades se describen a continuación:</p> <p><b>6.1 Identificación de materia prima</b> La identificación de la materia prima a inspeccionar se realizará dentro de las instalaciones del Almacén de Materia Prima, en las afueras del mismo o, de ser necesario, en el transporte del proveedor. El responsable de Almacén es el encargado de verificar que la materia prima recibida corresponde con la especificaciones o indicaciones de los documentos de compra (guías de remisión, facturas u otros)</p> <p><b>6.2 Inspección y de materia prima</b> Una vez que la materia prima ha sido plenamente identificada, el inspector de control de calidad procederá a realizar el control o inspección de los productos, según el instructivo que corresponda. Cuando sea necesario, debido a que las inspecciones pueden requerir de un tiempo prolongado, el responsable de Almacén podrá recibir los productos sin inspeccionar, dejando constancia en los documentos comerciales que el producto es recibido sin el visado o aprobación del Área de Control de Calidad.</p> <p><b>6.3 Liberación de materia prima</b> Una vez que el producto ha sido inspeccionado y si ha cumplido con todos los requisitos especificados en el Plan de Control de Calidad de Materia Prima, el inspector puede liberar el producto, calificándolo como <i>producto aprobado</i> en el Formato de Inspección de Productos Críticos (F-CC-MP-001-06).</p> <p><b>7. PRODUCTOS OBSERVADOS O RECHAZADOS</b></p> <p>Cuando se ha recibido materia prima y, luego de la inspección, se ha determinado que no cumple con los requisitos especificados, se le califica como <i>producto rechazado</i> y es rotulado según el numeral 8.</p> <p>Cuando el producto ha sido rechazado pero, bajo ciertas condiciones, su aprobación sería factible, el inspector de control de calidad podrá calificarlo como <i>producto bajo observación</i>. Entonces, la evaluación del defecto y su liberación serán responsabilidad del Jefe de Control de Calidad, del Jefe de Ingeniería o del Jefe de Planta. Si el producto es aceptado, se le indica como producto <i>liberado por concesión</i>.</p>		

**ANEXO 5**  
(Continuación)

**PROCEDIMIENTO  
CONTROL DE CALIDAD DE MATERIA  
PRIMA**

Código: P-CC-002-06  
Revisión: 1.0  
Página 4 de 6  
Fecha: 04/07/2006

**DESPLIEGUE**



**8. ROTULADOS**

Los productos serán rotulados utilizando las etiquetas de identificación que son suministradas por el Responsable de Almacén, indicando el nombre del producto, código de identificación, proveedor o procedencia y la calificación.

Los rótulos irán colocados en zonas visibles y de fácil acceso, adheridos al producto de manera que no sea posible el extravío, la separación o caída del rótulo.

**ANEXO 5**  
(Continuación)

PROCEDIMIENTO  
CONTROL DE CALIDAD DE MATERIA  
PRIMA

Código: P-CC-002-06  
Revisión: 1.0  
Página 5 de 6  
Fecha: 04/07/2006

9. ANEXOS

ANEXO N°1  
FORMATO: RÓTULO DE IDENTIFICACIÓN

IDENTIFICACION DE MATERIA PRIMA

F-CC-MP-001

PRODUCTO: \_\_\_\_\_

CODIGO: \_\_\_\_\_

PROVEEDOR: \_\_\_\_\_

LOTE: \_\_\_\_\_

CALIFICACIÓN: \_\_\_\_\_

INSPECTOR: \_\_\_\_\_

## ANEXO 05

### PROCEDIMIENTO CONTROL DE CALIDAD DE MATERIA PRIMA

Código: P-CC-002-06  
Revisión: 1.0  
Página 6 de 6  
Fecha: 04/07/2006

#### ANEXO N°2 : FORMATO DE INSPECCIÓN DE PRODUCTOS CRÍTICOS

INSPECCION DE PRODUCTOS CRITICOS											
								F-CC-MP-002			
DESCRIPCION						CODIGO					
PROVEEDOR						LOTE					
/ \	CONFORME	NO CONFORME	NO APLICA	OBSERVACIONES				RESPONSABLE DE INSPECCION			
	CANTIDAD										
	DIMENSION										
	ESTADO										
INSPECCION VISUAL / CONCENTRICIDAD		INSPECCION QUIMICA		INSPECCION METALOGRAFICA		INSPECCION DE DUREZA		INSPECCION POR MALLA			
APLICA?: _____		APLICA?: _____		APLICA?: _____		APLICA?: _____		APLICA?: _____			
TAMAÑO DE LOTE	TAMAÑO DE MUESTRA	TAMAÑO DE LOTE	TAMAÑO DE MUESTRA	TAMAÑO DE LOTE	TAMAÑO DE MUESTRA	TAMAÑO DE LOTE	TAMAÑO DE MUESTRA	TAMAÑO DE LOTE	TAMAÑO DE MUESTRA		
RESULTADO:		RESULTADO:		RESULTADO:		RESULTADO:		Malla	Peso en kilates	%	
								TOTAL			
REALIZADO POR:		REALIZADO POR:		REALIZADO POR:		REALIZADO POR:		REALIZADO POR:			
FECHA		FECHA		FECHA		FECHA		FECHA			
CONCLUSION		ACEPTAR	RECHAZAR			OBSERVACIONES					
V°B° RESPONSABLE:					FECHA:						

## ANEXO 6

	<b>INSTRUCTIVO CONTROL DE CALIDAD DE DIAMANTES SINTÉTICOS Y NATURALES</b>	Código: I-CC-MP-001-06 Revisión: 1.0 Página 1 de 2 Fecha: 04/07/2006
--	---	---

## INDICE

	Página
INDICE	1
1. OBJETIVO	2
2. ALCANCE	2
3. RESPONSABILIDADES	2
4. DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS	2

**ANEXO 6**  
(Continuación)

	<b>INSTRUCTIVO CONTROL DE CALIDAD DE DIAMANTES SINTÉTICOS Y NATURALES</b>	Código: I-CC-MP-001-06 Revisión: 1.0 Página 2 de 2 Fecha: 04/07/2006
<p>1. <b>Objetivo</b> Establecer los pasos para el control de las características de los diamantes naturales y sintéticos utilizados en la fabricación de productos diamantinos.</p> <p>2. <b>Alcance</b> Se aplican para todos los tipos de diamantes especificados por el Plan de Control de Calidad de Materia Prima, numerales 2.0 y 3.0 .</p> <p>3. <b>Responsabilidades</b> Es responsable por la elaboración, actualización e implementación de este instructivo el Jefe de Control de Calidad.</p> <p>4. <b>Descripción de las Tareas</b></p> <p>4.1. Para el pesado de los diamantes, asegurar que la balanza marque <i>cero</i> cuando no tiene ninguna carga. De lo contrario, buscar el punto <i>cero</i>.</p> <p>4.2. Verificar el peso de los diamantes de acuerdo al Plan de Control de Calidad, numerales 2.0 y 3.0, según corresponda a diamantes sintéticos y diamantes naturales.</p> <p>4.3. Para inspeccionar el tamaño de las partículas, limpiar cuidadosamente los tamices a utilizar, sin forzarlos ni presionarlos. Utilizar cepillos plásticos o escobillas sintéticas. Asegurarse que no queden partículas extrañas atrapadas en los tamices.</p> <p>4.4. Colocar el conjunto de tamices en la máquina vibradora, verificando que los tamices estén perfectamente encajados unos sobre otros.</p> <p>4.5. Efectuar la operación durante 10 minutos por cada muestra a controlar.</p> <p>4.6. Al terminar el tamizado, separar cuidadosamente los tamices y pesar el remanente de las partículas de diamante. Limpiar los tamices y almacenarlos en su lugar designado.</p> <p>4.7. Completar el formato de Inspección de Productos Críticos (formato F-CC-MP-002).</p> <p>4.8. Según los resultados, aprobar o rechazar el lote que está siendo inspeccionado.</p> <p>4.9. Proceder según los numerales 6.3, 7 y 8 del Procedimiento de Control de Calidad de Materia Prima (P-CC-002-06).</p> <p>El formato de Inspección de Productos Críticos (formato F-CC-MP-002) se encuentra en el Anexo No.2 del Procedimiento de Control de Calidad de Materia Prima (P-CC-002-06).</p>		

## ANEXO 7

	<b>PROCEDIMIENTO CONTROL DE INSTRUMENTOS DE MEDICION</b>	Código: P-CC-001-06 Revisión: 1.0 Página 1 de 8 Fecha: 04/07/2006
--	--	--

## INDICE

	Página
INDICE	1
1. OBJETIVO	2
2. ALCANCE	2
3. RESPONSABILIDADES	2
4. DEFINICIONES	2
5. ENTRADAS Y SALIDAS	3
6. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	3
7. FLUJOGRAMA	4
8. DESPLIEGUE	5
9. ANEXOS	6
Anexo N°1 – Frecuencia de Control	
Anexo N°2 – Tabla de Errores Máximos Admisibles	
Anexo N°3 – Formato de Certificado de Calibración	



**ANEXO 7**  
(Continuación)

	PROCEDIMIENTO CONTROL DE INSTRUMENTOS DE MEDICION	Código: P-CC-001-06 Revisión: 1.0 Página 2 de 8 Fecha: 04/07/2006
<p><b>1. OBJETIVO</b></p> <p>Establecer las pautas para llevar a cabo el control de los instrumentos de medición, la identificación, calibración, verificación, ajuste y protección; con el fin de lograr que los resultados con errores inaceptables permanezcan dentro de límites admisibles.</p>		
<p><b>2. ALCANCE</b></p> <p>Aplicable a todos los instrumentos de medición utilizados para proporcionar evidencia de la conformidad de los productos diamantinos.</p>		
<p><b>3. RESPONSABILIDADES</b></p> <p>3.1 El Jefe de Control de Calidad es responsable de la elaboración, revisión, actualización y aprobación del presente procedimiento.</p> <p>3.2 El Jefe de Control de Calidad es responsable de la selección de los instrumentos a controlar, de la asignación de los mismos a los usuarios que corresponda y del control de todos los registros relacionados.</p> <p>3.3 El Jefe de Control de Calidad es responsable de realizar el mantenimiento, calibración, verificación, ajuste y reparación de los instrumentos controlados y de la generación de los documentos que evidencien el control, de manera directa o por servicio de terceros.</p>		
<p><b>4. DEFINICIONES</b></p> <p>4.1 Medición: Conjunto de operaciones cuyo objetivo es determinar el valor de una magnitud, ejemplo: longitud, masa, temperatura, etc.</p> <p>4.2 Alcance de Indicación (Rango): Conjunto de valores limitado por las indicaciones extremas.</p> <p>4.3 Incertidumbre: Parámetro asociado al resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que podrían razonablemente ser atribuidos al mensurando.</p> <p>4.4 Mensurando: Magnitud sujeta a medición.</p> <p>4.5 Precisión: Grado de concordancia entre los resultados del ensayo obtenidos independientemente bajo condiciones estipuladas.</p>		

**ANEXO 7**  
(Continuación)

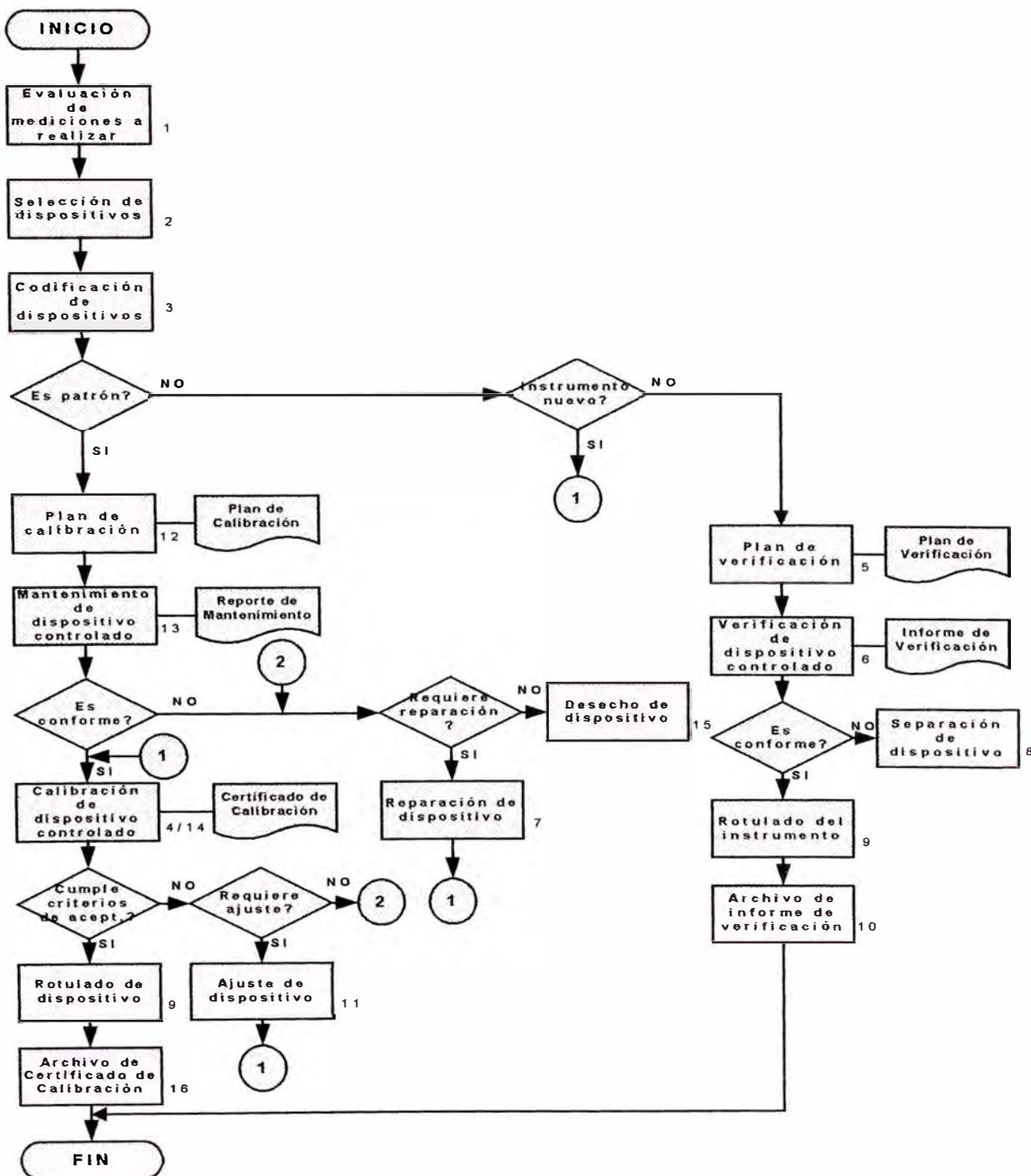
	PROCEDIMIENTO CONTROL DE INSTRUMENTOS DE MEDICION	Código: P-CC-001-06 Revisión: 1.0 Página 3 de 8 Fecha: 04/07/2006
4.6	Trazabilidad: Propiedad del resultado de una medición o de un patrón, tal que pueda relacionarse con referencias determinadas (patrones nacionales o internacionales), por medio de una cadena ininterrumpida de comparaciones teniendo todas las incertidumbres determinadas	
4.7	Calibración: Conjunto de operaciones que establece bajo condiciones especificadas, la relación entre los valores indicados por un instrumento de medición o sistema de medición o valores representados por un material de referencia, y los valores correspondientes de las magnitudes establecidas por patrones.	
4.8	Verificación: Confirmación mediante la aportación de evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos especificados.	
4.9	Ajuste: Operación destinada a hacer que un instrumento de medición tenga un desempeño conveniente para su uso.	
5.	<b>ENTRADAS Y SALIDAS</b>	
	Entradas:	Dispositivos de seguimiento y medición no controlados
	Salidas:	Dispositivos de seguimiento y medición controlados
6.	<b>DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES</b>	
	El control de los instrumentos de medición se lleva a cabo mediante las siguientes actividades principales:	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de Instrumentos de Medición</li> <li>• Calibración y Verificación de Instrumentos de Medición</li> <li>• Disposición de Instrumentos fuera de Calibración</li> </ul>	
	Estas actividades están contenidas dentro del proceso completo, descrito por el siguiente flujograma. Cada subproceso a su vez se relaciona con un conjunto de instructivos, creados según las necesidades de cada actividad.	

**ANEXO 7  
(Continuación)**

**PROCEDIMIENTO  
CONTROL DE INSTRUMENTOS DE  
MEDICION**

Código: P-CC-001-06  
Revisión: 1.0  
Página 4 de 8  
Fecha: 04/07/2006

**7. FLUJOGRAMA**



**ANEXO 7**  
(Continuación)

PROCEDIMIENTO CONTROL DE INSTRUMENTOS DE MEDICION		Código: P-CC-001-06 Revisión: 1.0 Página 5 de 8 Fecha: 04/07/2006
<b>8. DESPLIEGUE</b>		
FASE	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
1	Evaluación y determinación de mediciones a realizar para demostrar la conformidad del producto y determinación de la exactitud de las mismas.	Jefe de Control de Calidad
2	Selección de instrumentos de medición utilizados para demostrar la conformidad del producto (críticos).	Jefe de Control de Calidad
3	Codificación de instrumentos sujetos a control metrológico.	Jefe de Control de Calidad
4	Calibración de instrumentos de medición nuevos	Subcontratista
5	Planificación de la Verificación de instrumentos de medición en función al estado y al tiempo real de uso.	Jefe de Control de Calidad
6	Verificación de instrumentos de medición controlados, siempre que después de realizado el mantenimiento se determine que el instrumento es conforme. Generación de Reporte de Verificación para el instrumento calibrado.	Subcontratista
7	Reparación de instrumento, si es que se determinara luego del mantenimiento que éste no es conforme pero puede ser reparado. Luego de ello, el instrumento ingresa a ser Calibrado.	Subcontratista
8	Desecho de instrumento en caso se determine luego del mantenimiento que el instrumento no es conforme y a su vez no puede ser reparado.	Jefe de Control de Calidad
9	Rotulado de instrumento de medición luego de realizado el mantenimiento del mismo y de haberse determinado como producto de la Verificación que cumple con los criterios de aceptación. El rotulado indica el código del instrumento y la fecha de Verificación.	Jefe de Control de Calidad
10	Archivo de Reporte de Verificación de Instrumento Verificado.	Jefe de Control de Calidad
11	Ajuste de instrumento en el caso que se determine producto de la verificación, que no cumple con los criterios de aceptación y puede ser ajustado. Luego de realizado el ajuste del instrumento, éste pasa a ser nuevamente verificado. En caso de no poder ajustarse, se evalúa si puede ser reparado o debe desecharse.	Subcontratista y/o Jefe de Control de Calidad
12	Plan de Calibración de los Patrones de medición Controlados	Jefe de Control de Calidad
13	Mantenimiento preventivo de instrumento previo a la calibración. Generación de Reporte de Mantenimiento	Subcontratista y/o Jefe de Control de calidad
14	Calibración del instrumento. Generación de Certificado de Calibración.	Jefe de Control de Calidad
15	Separación de instrumento, en caso de determinarse luego de realizada la Calibración que éste no es conforme, y rotulación como no conforme. Seguir procedimiento desde el punto 7.	Jefe de Control de Calidad
16	Archivo del Certificado de Calibración para el Patrón Calibrado conforme.	Jefe de Control de Calidad

**ANEXO 7**  
(Continuación)

**PROCEDIMIENTO  
CONTROL DE INSTRUMENTOS DE  
MEDICION**

Código: P-CC-001-06  
Revisión: 1.0  
Página 6 de 8  
Fecha: 04/07/2006

**9. ANEXOS**

**Anexo N°1  
FRECUENCIA DE CONTROL**

EQUIPO DE MEDICION		FRECUENCIA DE CALIBRACIÓN (Semanas)	FRECUENCIA DE VERIFICACIÓN (Semanas)	
			Patrones	EMC
Pie De Rey análogo, digital y de profundidad			18	26
Reloj Comparador			26	26
Micrómetros	Externos hasta 5"		18	26
	Externos encima de 5"		26	N. A.
	Internos de varillas intercambiables		26	26
	Internos de tres puntas	N. A.	18	N. A.
Alexómetro			26	N. A.
Balanzas Electrónicas			18	26
Dinamómetro			N. A.	N. A.
Durómetro		N. A.	18	N. A.
Goniómetros			26	26
Manómetros		N. A.	26	26
Patrones de masa	Hasta 1000 gr.	156	N. A.	N. A.
	Encima de 1000 gr.	104	N. A.	N. A.
Calibrador de Termocuplas		104	N. A.	N. A.
Termocupla patrón		104	N. A.	N. A.
Termo higrómetro			56	N. A.
Hornos		N. A.	56	N. A.
Bloques Patrón		260	N. A.	N. A.
Anillos Patrón		260	N. A.	N. A.

**ANEXO 7**  
(Continuación)

**PROCEDIMIENTO  
CONTROL DE INSTRUMENTOS DE  
MEDICION**

Código: P-CC-001-06  
Revisión: 1.0  
Página 7 de 8  
Fecha: 04/07/2006

**ANEXO N°2  
TABLA DE DESVIOS MÁXIMOS PERMISIBLES**

Descripción del Equipo	Rango	Error máximo Admisible
Micrómetro de Exteriores	0"- 1"	En el Tambor $\pm 0,0001"$ y en Paralelismo $0,0001"$
	1"- 2"	En el Tambor $\pm 0,00015"$ y en Paralelismo $0,0001"$
	2"- 3"	En el Tambor $\pm 0,00015"$ y en Paralelismo $0,00015"$
	3"- 6"	En el Tambor $\pm 0,0002"$ y en Paralelismo $0,0002"$
	6"- 9"	En el Tambor $\pm 0,00025"$ y en Paralelismo $0,00025"$
	9"- 12"	En el Tambor $\pm 0,0003"$ y en Paralelismo $0,0003"$
Micrómetro de Interiores con Varillas conectables	0" – 10"	$\pm 0,0001"$ para el Tambor micrométrico de 1,5" a 2" $\pm(0,00015-0,00005n+0,00005(L/2))"$ para extensiones, donde L= longitud total (Pulg), n= N° de extensiones
Micrómetro de Tres Puntas (puntas intercambiables)	0" – 6"	$\pm 0,00025"$ para el rango de hasta 6"
Pie de Rey Analógico	0"- 6"	$\pm 0,0010"$ para lecturas de 0,001"
	6" – 12"	$\pm 0,0020"$ para lecturas de 0,001"
Pie de Rey Digital	0"- 8"	$\pm 0,0010"$ para lecturas de 0,0005"
	8" – 12"	$\pm 0,0015"$ para lecturas de 0,0005"
Reloj Comparador	0"- 0.25"	$\pm 0,001"$ entre avance y retorno
Termo higrómetro	-14 a 160 °F 10 a 100% HR	$\pm 10\%$ V.T.E. para ambos casos
Balanzas Electrónicas	0 – 160 g Clase I	$\pm 1$ mg En pesaje y repetibilidad de 0.1 g a 50 g $\pm 2$ mg En pesaje y repetibilidad de 50,001g a 160 g
	0 – 510 g Clase III	$\pm 0,1$ g En pesaje y repetibilidad de 0,5 g a 50 g $\pm 0,2$ g En pesaje y repetibilidad de 50,01g a 200 g $\pm 0,3$ g En pesaje y repetibilidad de 200,01g a 510 g
	0 – 5100 g Clase III	$\pm 1$ g En pesaje y repetibilidad de 5 g a 500 g $\pm 2$ g En pesaje y repetibilidad de 501 g a 2 000 g $\pm 3$ g En pesaje y repetibilidad de 2 001 g a 5 100 g
	0 – 11 kg Clase II	$\pm 1$ g En pesaje y repetibilidad de 0,05 kg a 5 kg $\pm 2$ g En pesaje y repetibilidad de 5,001 kg a 11 kg
	0 – 30 kg Clase III	$\pm 5$ gr. En pesaje y repetibilidad hasta 2,5 kg $\pm 10$ gr. En pesaje y repetibilidad de 2,5 kg a 10 kg $\pm 15$ gr. En pesaje y repetibilidad de 10 kg a más
	0 – 60 kg Clase II	$\pm 5$ g En pesaje y repetibilidad de 0.25 kg a 25 kg $\pm 10$ g En pesaje y repetibilidad de 25,005 s 60 kg
Termocuplas tipo R	0 – 2200 °F	$\pm 15$ °F
Termocupla Patrón	0 – 2200 °F	$\pm 10$ °F
Gages de Roscas	Triangulares	Indicados en sus respectivos reportes Calibración
Gages de Roscas	Cuadradas	Tolerancias descritas en los planos de fabricación

**ANEXO 7**  
(Continuación)

**PROCEDIMIENTO  
CONTROL DE INSTRUMENTOS DE  
MEDICION**

Código: P-CC-001-06  
Revisión: 1.0  
Página 8 de 8  
Fecha: 04/07/2006

**ANEXO N°3  
FORMATO DE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS**

**F - CC - 003**

DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO: \_\_\_\_\_

CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN: \_\_\_\_\_ No. SERIE: \_\_\_\_\_

FABRICANTE: \_\_\_\_\_ MODELO: \_\_\_\_\_

RANGO: \_\_\_\_\_ RESOLUCIÓN: \_\_\_\_\_

FECHA DE VERIFICACIÓN: \_\_\_\_\_ SEMANA: \_\_\_\_\_

RESPONSABLE DE VERIFICACIÓN: \_\_\_\_\_ UBICACIÓN: \_\_\_\_\_

TIPO DE VERIFICACIÓN

PROGRAMADA

CORRECTIVA

**DESCRIPCIÓN DE LA INSPECCIÓN**

**VERIFICACIÓN DEL ERROR**

IDENTIFICACIÓN DEL PATRÓN: \_\_\_\_\_ CÓDIGO: \_\_\_\_\_

MODELO: \_\_\_\_\_ RESOLUCIÓN: \_\_\_\_\_ RANGO: \_\_\_\_\_

Valor del Patrón	Valor Medido	Error de Indicación	Intervalo de Medición	Error Máximo Permissible +/-

**OBSERVACIONES**

**RESULTADOS DE LA VERIFICACIÓN**

CONFORME

NO CONFORME

\_\_\_\_\_  
Vo.Bo. CONTROL DE CALIDAD

**ANEXO 8****INSTRUCTIVO  
VERIFICACIÓN METROLÓGICA DE PIE  
DE REY**

Código: I-CC-001-06  
Revisión: 1.0  
Página 1 de 2  
Fecha: 04/07/2006

**INDICE**

	Página
INDICE	1
1. OBJETIVO	2
2. ALCANCE	2
3. RESPONSABILIDADES	2
4. DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS	2



**ANEXO 8**  
**(Continuación)**

	<b>INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN METROLÓGICA DE PIE DE REY</b>	Código: I-CC-001-06 Revisión: 1.0 Página 2 de 2 Fecha: 04/07/2006
--	---	--

**1. Objetivo**

Establecer la secuencia de verificación de los instrumentos pie de rey pertenecientes a todas las secciones de Boyles Bros Diamantina S.A.

**2. Alcance**

Se aplican para todas las secciones de la planta.

**3. Responsabilidades**

Es responsable por la elaboración, actualización e implementación de este instructivo el Jefe de Control de Calidad.

**4. Descripción de las Tareas**

- 4.1. Limpiar cuidadosamente el instrumento antes de efectuar la verificación. De ser necesario, se hará un mantenimiento y/o ajuste.
- 4.2. Colocar el instrumento en la mesa de mediciones, utilizando el correcto apoyo de la base de aquél.
- 4.3. Disponer de los bloques patrón respectivos tanto para dimensiones exteriores, interiores como de profundidad, según requiera la verificación.
- 4.4. Efectuar la verificación de las dimensiones. Tomar las precauciones para obtener las lecturas de manera correcta, evitando en todo momento tener lecturas erróneas causadas por errores de paralelismo. Efectuar las mediciones en el centro de las quijadas para evitar errores por deflexión.
- 4.5. Se recomienda efectuar mediciones rápidas en la base y en el extremo de las quijadas para detectar posibles desgastes del instrumento.
- 4.6. Emitir el Certificado de Verificación de Instrumentos de Medición (formato F-CC-003) correspondiente.

La tolerancia general para todos los instrumentos se encuentra en los anexos del Procedimiento de Control de Instrumentos de Medición (P-CC-001-06)

## ANEXO 9

**ESTADÍSTICA DE PIEZAS FALLADAS  
PRODUCTOS DIAMANTINOS**

(Por tipo de producto)

PERÍODO:

Ene-05

Ene-06

No. TOTAL DE PIEZAS FABRICADAS: 10000

PRODUCTO: <b>BROCAS</b>					
ESTACIÓN DE TRABAJO	PROCESO	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	No. TOTAL DE PIEZAS PROCESADAS	No. PIEZAS FALLADAS	%
GRAFITO	Fabricación de moldes	Según planos y tipo	6000	68	1.1%
MONTAJE	Montaje de componentes	Según tipo	6000	37	0.6%
FUNDICIÓN	Fundición	Según tipo	6000	123	2.1%
PRIMER TORNEADO	Torneado exterior	Según plano	6000	53	0.9%
REFUERZO	Refuerzo	Según plano	6000	64	1.1%
TORNEADO FINAL	Torneado final	Según plano	6000	85	1.4%
ACABADO	Acabado	Experiencia de operario	6000	28	0.5%
<b>TOTAL</b>			<b>6000</b>	<b>458</b>	<b>7.6%</b>
PRODUCTO: <b>ESCARIADORES</b>					
ESTACIÓN DE TRABAJO	PROCESO	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	No. TOTAL DE PIEZAS PROCESADAS	No. PIEZAS FALLADAS	%
GRAFITO	Fabricación de moldes	Según planos y tipo	3000	25	0.8%
MONTAJE	Montaje de componentes	Según tipo	3000	18	0.6%
FUNDICIÓN	Fundición	Según tipo	3000	97	3.2%
PRIMER TORNEADO	Torneado exterior	Según plano	3000	14	0.5%
REFUERZO	Refuerzo	Según plano	3000	34	1.1%
TORNEADO FINAL	Torneado final	Según plano	3000	25	0.8%
ACABADO	Acabado	Experiencia de operario	3000	12	0.4%
<b>TOTAL</b>			<b>3000</b>	<b>225</b>	<b>7.5%</b>

## ANEXO 9

**ESTADÍSTICA DE PIEZAS FALLADAS  
PRODUCTOS DIAMANTINOS**

(Por tipo de producto)

PERÍODO:

Ene-05

Ene-06

No. TOTAL DE PIEZAS FABRICADAS: 10000

PRODUCTO: <b>ZAPATAS</b>					
ESTACIÓN DE TRABAJO	PROCESO	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	No. TOTAL DE PIEZAS PROCESADAS	No. PIEZAS FALLADAS	%
GRAFITO	Fabricación de moldes	Según planos y tipo	1000	16	1.6%
MONTAJE	Montaje de componentes	Según tipo	1000	12	1.2%
FUNDICIÓN	Fundición	Según tipo	1000	46	4.6%
PRIMER TORNEADO	Torneado exterior	Según plano	1000	11	1.1%
REFUERZO	Refuerzo	Según plano	1000	7	0.7%
TORNEADO FINAL	Torneado final	Según plano	1000	23	2.3%
ACABADO	Acabado	Experiencia de operario	1000	5	0.5%
<b>TOTAL</b>			<b>1000</b>	<b>120</b>	<b>12.0%</b>

## CUADRO RESUMEN

PRODUCTO	TOTAL DE PIEZAS PRODUCIDAS	No. DE PIEZAS FALLADAS	% FALLA
BROCAS	6000	458	7.63%
ESCARIADORES	3000	225	7.50%
ZAPATAS	1000	120	12.00%
<b>TOTALES</b>	<b>10000</b>	<b>803</b>	<b>8.03%</b>

## ANEXO 10

TABLA DE SELECCIÓN DE SERIES DE BROCAS

TENDENCIA DE LA ROCA	CARACTERÍSTICAS DE LA ROCA	EJEMPLOS	SERIE	DESCRIPCIÓN
FRAGMENTADA ABRASIVA SUAVE COMPACTA NO ABRASIVA DURA	Extremadamente abrasivo, de grano mediano a grueso, de blanda a muy dura, altamente fracturado, fallas y derrumbes	Caliza, Arenisca, Conglomerado	2A	Para terreno más duro y más fracturado
			2	Estándar
	Dureza suave a media, abrasiva de grano medio a grueso, fracturada y quebrada	Aluvial, Arenisca, Pizarra, Serpentina	4A	Estándar
	dureza media, abrasiva de grano mediano a grueso, fracturada	Gabro, Pizarra, Andesita, Basalto	6B	Estándar
	Dureza de media a dura, moderadamente abrasiva, de grano medio a grueso, de formación sólida o levemente fracturada	Pegmatita, Gabro, Monzonita, Andesita	7	Estándar
			7B	Alta penetración
	Dura de grano fino a mediano, de formación sólida, muy poco abrasiva	Pórfido, Granito, Gneis, Gabro	8	Para terreno más abrasivo y fracturado
			8B	Estándar
			8C	Versátil
	Muy dura y compacta, formaciones de grano fino y no abrasivas	Diorita, Taconita, Gabro, Granito	9C	Estándar
9D			Alta penetración	
Extremadamente dura y compacta, de grano fino y no abrasiva	Chert, Riolita, Cuarzo	10A	Estándar	
		10D	Prototipo	
		10C	Alta penetración	

**ANEXO 11**

TABLA DE TAMAÑOS DE ABERTURA DE TAMICES

No. TAMIZ	ABERTURA DE TAMIZ (Micras)
16	1.18 mm
18	1 mm
20	850
25	710
30	600
35	500
40	425
45	355
50	300
60	250
70	212
80	180
100	150
120	125
140	106
170	90
200	75
230	63
270	53
325	45

## ANEXO 12

DIMENSIONES Y PESOS DE  
DIAMANTES NATURALES

TAMAÑO	Tamaño de malla		Piedras Redondas por Quilate	Exposición Estándar (Máx.)		Peso por 100 Piedras		Tamaño de Barreno recomendado		Dimensiones de barreno		
	Pulg.	mm		Pulg.	mm	A	B	Face	Nº	Pulg.	mm	
<b>C</b>	0.043	1.10	77	0.015	0.38	1.30	1.20	1		1	0.041	1.05
<b>B</b>	0.045	1.15	70	0.015	0.38	1.45	1.35	1		2	0.047	1.20
<b>A</b>	0.047	1.20	62	0.015	0.38	1.60	1.45	1		3	0.053	1.35
<b>1</b>	0.049	1.25	58	0.015	0.38	1.70	1.55	2		4	0.059	1.50
<b>2</b>	0.051	1.30	50	0.015	0.38	2.00	1.80	2		5	0.067	1.70
<b>3</b>	0.055	1.40	40	0.020	0.50	2.50	2.25	3		6	0.075	1.90
<b>4</b>	0.059	1.50	30	0.020	0.50	3.35	3.00	3		7	0.083	2.10
<b>5</b>	0.065	1.65	25	0.020	0.50	4.20	4.00	4		8	0.090	2.30
<b>6</b>	0.700	1.80	20	0.020	0.50	5.30	5.00	5		9	0.098	2.50
<b>7</b>	0.760	1.95	15	0.025	0.65	6.65	6.00	5		10	0.106	2.70
			12	0.025	0.65					11	0.114	2.90
<b>8</b>	0.820	2.10	11	0.025	0.65	9.00	8.00	6		12	0.122	3.10
<b>9</b>	0.900	2.30	9.1/2	0.030	0.76	11.75	10.50	7	8/CT			
			8	0.030	0.76				# 9	14	0.138	3.50
<b>10</b>	0.980	2.50	7	0.030	0.76	14.75	13.50	8	B	15	0.149	3.90
<b>11</b>	0.106	2.70	5.2/3	0.035	0.90	18.00	16.50	9		16	0.157	4.00
<b>12</b>	0.114	2.90	4.1/2	0.040	1.00	22.25	20.25	10		17	0.169	4.30
<b>19</b>	0.169	4.30	1.1/3	0.055	1.40	65.00	64.00	16				



<b>Number of Particles Per Carat</b>		
U.S. mesh	micron size	approximate number of particles / carat (0.2 gm)
16	1190	33
18	1000	57
20	841	97
25	707	160
30	595	282
35	500	460
40	420	770
45	354	1,334
50	297	2,080
60	250	3,240
70	210	6,140
80	177	10,400
100	149	17,140
120	125	20,920
140	105	49,400
170	88	83,400
200	74	140,000
230	63	252,000
270	53	384,000
325	44	660,000
400	37	1,130,000

<b>Conversion of Micron/ U.S. Mesh</b>	
Micron	U.S. Mesh
80-125	270/325
54-80	325/400
40-60	400/500
30-40	500/600
20-40	500/800
20-30	600/800
10-20	1200
8-12	1800
5-10	2200
4-8	3000
2-4	8000
1-2	13000
0-1	60000
0-1/2	100000

micron size	number of particles per carat X 1000
60	264
45	620
30	2,046
15	16,960
9	78,600
6	262,000
3	2,050,000
1	62,000,000

Source:  
Generally accepted in  
the Industry.



### Conversion of U.S. Mesh into FEPA

U.S Mesh	FEPA
16/18	D-1181
18/20	D-1001
20/25	D-851
25/30	D-711
30/35	D-601
35/40	D-501
40/45	D-426
45/50	D-356
50/60	D-301
60/70	D-251
70/80	D-213
80/100	D-181
100/120	D-151
120/140	D-126
140/170	D-107
170/200	D-91
200/230	D-76
230/270	D-64
270/325	D-54
325/400	D-46

### Standard Table For Micron Sizes

Size Designation	Normal Size Range
1/4	0-1/2
1/2	0-1
1	0-2
2	1-3
3	2-4
4	2-6
5	4-6
6	4-8
8	6-10
10	8-12
12	8-16
15	10-20
17	12-22
20	15-25
25	20-30
30	22-36
35	30-40
45	36-54
50	40-60
67	54-80

### Wide Range

U.S Mesh	FEPA
16/20	D-1182
20/30	D-852
30/40	D-602
40/50	D-427
60/80	D-252

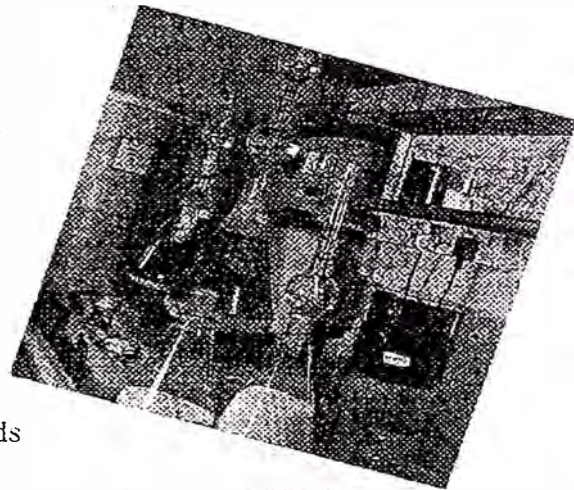
Source:  
Generally accepted in  
the industry.



## Generally Acceptable Terms Used By User & Supplier In The Diamond Tool Industry



- Octahedron** : A solid eight sided Diamond with maximum of six points.
- Cube** : A six sided diamond with parallel sides.
- Crystal** : A Octahedron shaped diamond with flat sides and come to relatively sharp points at their intersection.
- Elongated** : A diamond generally cylindrical in shape.
- Maacles** : A triangular shaped diamond with parallel flat sides.  
: A generally triangular shaped diamond with convex sides.
- Round** : Spherical but with a cubic crystalline structure.
- Dodecahedron:** A twelve sided diamond with rounded surfaces having six major & eight minor points.



### **DEFINITIONS:**

#### **Micron Powder:**

Diamond powder usually prepared by methods of separation other than sieving.

#### **Undersize Particle:**

Any diamond particle smaller than the minimum of any specific size.

#### **Sliver's:**

Fragile diamond particles of needle or rod like shape.

#### **Shales:**

Diamond particles of thin plate like shape, which when seen through microscope, appear transparent.

#### **Over Size:**

Those diamond particles exceeding the maximum permissible size for any specific size range, they might be harmful to performance of the size range involved.

#### **Particle Size:**

Particle size determined by diameter of a circumscribed circle.

#### **Size determined by:**

- (1) Circumscribed circle or
- (2) Mutually agreeable to buyer and seller.

# General Information II

---

## Test Methods — Standards Classification

---

### STANDARD NUMBER

#### Testing of Metal Powders

- 01 Sampling Finished Lots of Metal Powders
- 02 Loss of Mass in Hydrogen for Metal Powders (Hydrogen Loss)
- 03 Flow Rate of Free-Flowing Metal Powders Using the Hall Apparatus
- 04 Apparent Density of Free-Flowing Metal Powders Using the Hall Apparatus
- 28 Apparent Density of Non-Free Flowing Metal Powders Using the Carney Apparatus
- 48 Apparent Density of Metal Powders Using the Arnold Meter
- 05 Sieve Analysis of Metal Powders
- 32 Average Particle Size of Metal Powders Using the Fisher Subsieve Sizer
- 06 Acid Insoluble Matter in Iron and Copper Powders
- 39 Properties of Sintered Bronze P/M Filter Powders
- 45 Compressibility of Metal Powders
- 46 Tap Density of Metal Powders
- 49 Testing Copper Base Infiltrating Powders

#### Testing of P/M Products

- 10 Tensile Specimens of Powder Metallurgy Materials
- 15 Green Strength of Compacted Metal Powder Specimens
- 40 Impact Energy of Unnotched Powder Metallurgy Test Specimens
- 41 Transverse Rupture Strength of Powder Metallurgy Materials
- 42 Density of Compacted or Sintered Powder Metallurgy Products
- 43 Apparent Hardness of Powder Metallurgy Products
- 44 Dimensional Change from Die Size of Sintered Metal Powder Specimens
- 50 Metal Injection Molded Debound and Sintered Tension Test Specimens
- 51 Microhardness of Powder Metallurgy Materials
- 52 Effective Case Depth of Powder Metallurgy Products
- 56 Rotating Beam Fatigue Endurance Limit

#### Other Testing

- 53 Volume of the Apparent Density Cup—Hall/Carney Apparatus

## METAL POWDER INDUSTRIES FEDERATION

Method for  
Determination of Sieve Analysis  
of Metal Powders

MPIF Standard 05

Issued 1945, Revised 1949, Adopted 1949,  
Revised 1962, 1973, 1985, 1992S  
T  
A  
N  
D  
A  
R  
D

05

**1. SCOPE**

- 1.1 This standard describes a method for determining the dry sieve analysis of granular metal powders.
- 1.2 *This standard may involve hazardous materials, operations and equipment. This standard does not purport to address all of the potential safety problems associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and to determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

**2. APPARATUS**

- 2.1 Sieves: A set of calibrated sieves should be selected based upon the mesh size of powders being evaluated. The sieves shall be 8 in. (200 mm) in diameter and either 1 or 2 in. (25 or 50 mm) in depth and fitted with brass, bronze, stainless steel, or other suitable wire. The new U.S. Series standard sieves are the preferred series to use.

NOTE 1—For more detailed information, refer to ASTM Standard E 11.

NOTE 2—The new U.S. Series was adopted in 1970. The old U.S. Series standard sieves and equipment sieves manufactured by other companies, such as Tyler, may also be used if the new U.S. Series is not available. Care should be taken to make sure that sieve opening sizes are correct when performing standardization work.

**Table 1 Testing Sieves According to the U.S. Standard Series and Tyler Standard Screen Scale Sieve Series.**

Mesh Designation Number	Sieve Opening ( $\mu\text{m}$ )		
	New U.S. Series	Old U.S. Series	Tyler Series
20	850	840	833
35	—	—	417
40	425	420	—
60	250	250	246
80	180	177	175
100	150	149	147
140	106	105	—
150	—	—	104
200	75	74	74
230	63	62	—
250	—	—	61
325	45	44	43

- 2.2 Sieve Shaker: A mechanically operated single eccentric sieve shaker which imparts to the nest of sieves a rotary motion of  $285 \pm 15$  rpm and a tapping action of  $150 \pm 10$  taps per minute. The sieve shaker shall be fitted with a plug to receive the impact of the tapping device. The entire apparatus shall be mounted rigidly, and preferably shall be provided with a time switch to insure accuracy of duration of the test.

NOTE 3—Names of manufacturers of this apparatus are listed in General Information IV.

- 2.3 A balance having a capacity of at least 150 g and a sensitivity of 0.01 g.

NOTE 4—Use of a sound-proof enclosure is recommended.

**3. TEST SPECIMEN**

- 3.1 The test specimen, obtained in accordance with MPIF Standard 01 and having an apparent density greater than  $1.5 \text{ g/cm}^3$  as determined by MPIF Standards 04 or 28, shall be 90–110 g. If the apparent density of the powder is less than  $1.50 \text{ g/cm}^3$ , a 40–60 g sample shall be used.

**4. PROCEDURE**

- 4.1 The group of sieves selected shall be assembled in consecutive order based on size of openings. The sieve having the largest opening shall be placed at the top, and the assembly completed by a solid collecting pan placed below the bottom sieve. The test specimen shall be placed on the top sieve, and this sieve closed with a solid cover. The sieve assembly shall then be fastened securely in a suitable mechanical sieve shaking device and operated for 15 minutes.
- 4.2 The sieved fractions shall be removed from the nest of sieves by removing the coarsest sieve from the nest, gently tapping its contents to one side and pouring them on a glazed paper. Any material adhering to the bottom of the sieve and frame shall be brushed with a soft brush into the next finer sieve. The sieve just removed then shall be tapped upside down, on the paper containing the portion that had been retained on it. This fraction shall be weighed to within 0.1 g. This process shall be repeated for each sieve in the nest, and the fraction collected in pan shall also be removed and weighed. The sum of the masses of all the fractions shall be recorded. The difference

between the sum and the total sample mass shall be added to the mass of the fraction collected in the pan, provided the sum of all the fractions is not less than 99% of the original sample mass.

NOTE 5—If the sum is less than 99%, check for weighing errors, pin holes, etc. and repeat the test.

## 5. REPORT

- 5.1 The masses of the fractions retained on each sieve and the mass of the fraction collected in the pan shall be expressed as percentages of the test specimen mass to the nearest 0.1%. Powder specimen whose mass fraction is less than 0.1%, shall be reported as "trace". If fraction is absent, it shall be reported as "0.0".
- 5.2 Form for reporting test data of a typical 100 mesh powder.

Table 2 New U.S. Standard Series

Particle Size ( $\mu\text{m}$ )	Mesh Designation No.	Percentage By Mass
> 180	+ 80	_____
$\leq 180 > 150$	- 80 + 100	_____
$\leq 150 > 106$	- 100 + 140	_____
$\leq 106 > 75$	- 140 + 200	_____
$\leq 75 > 45$	- 200 + 325	_____
$\leq 45$	- 325	_____

Table 3 Old U.S. Standard Series

Particle Size ( $\mu\text{m}$ )	Mesh Designation No.	Percentage By Mass
> 177	+ 80	_____
$\leq 177 > 149$	- 80 + 100	_____
$\leq 149 > 105$	- 100 + 140	_____
$\leq 105 > 74$	- 140 + 200	_____
$\leq 74 > 44$	- 200 + 325	_____
$\leq 44$	- 325	_____

Table 4 Tyler Standard Screen Scale Sieve Series

Particle Size ( $\mu\text{m}$ )	Mesh Designation No.	Percentage By Mass
> 175	+ 80	_____
$\leq 175 > 149$	- 80 + 100	_____
$\leq 149 > 104$	- 100 + 150	_____
$\leq 104 > 74$	- 150 + 200	_____
$\leq 74 > 44$	- 200 + 325	_____
$\leq 43$	- 325	_____

- 5.3 Interpretation of this report should be made with reference to dimensional tolerance of the standard sieves as specified in ASTM E 11.

## 6. PRECISION

- 6.1 An interlaboratory study of the sieve analysis of

metal powders was run in 1993 and 1994 using the procedures contained in MPIF Standard 05 (1992). Each of twelve laboratories made three tests on four powder samples using each of two sets of sieves. One set of sieves was a standard set that was circulated to each laboratory in turn. A second set of sieves was chosen by each laboratory from its in-house sieve stock. ASTM Practice E 691 was followed for the design and analysis of the data. The details are given in MPPA Research Report MPPA R-05-95.

- 6.2 There were five U.S. Series standard sieves in each sieve nest: 80 mesh, 100 mesh, 140 mesh, 200 mesh, and 325 mesh plus a cover and a pan.
- 6.3 The precision information given below covers the percent retained between any pair of sieves, the percent retained on the coarsest sieve, the percent passing the finest sieve, and the cumulative percentages calculated from all sieves of greater openings above any sieve in the set.
- 6.4 The 95% repeatability limit,  $r$ , (within a laboratory) is represented by the equation:  

$$r = 0.4 + 0.03 \times [\text{SF}]$$
 where  
 [SF] is the % retained on the sieve of interest.
- 6.5 The 95% reproducibility limit,  $R$ , (between laboratories) is smaller for the circulated sieves than for the in-house sieves. For in-house sieves  $R$  can be calculated from the following equations:  

$$R = 1.2 + 0.15 \times [\text{SF}] \text{ for } [\text{SF}] \text{ from } 0 \text{ to } 22, \text{ or}$$

$$R = 4.5 \text{ for } [\text{SF}] \text{ from } 22.1 \text{ to } 50, \text{ where}$$
 [SF] is the % retained on the sieve of interest.  
 For circulated sieves (or by analogy matched sieves obtained by two laboratories)  $R$  can be calculated from the following equations:  

$$R = 0.3 + 0.064 \times [\text{SF}] \text{ for } [\text{SF}] \text{ from } 0 \text{ to } 30, \text{ or}$$

$$R = 2.1 \text{ for } [\text{SF}] \text{ from } 30.1 \text{ to } 50, \text{ where}$$
 [SF] is the % retained on the sieve of interest.
- 6.6 Duplicate results from the same laboratory should be considered acceptable at the 95% confidence level unless they differ by more than  $r$ , the repeatability interval.
- 6.7 Duplicate results from the different laboratories should be considered acceptable at the 95% confidence level unless they differ by more than  $R$ , the reproducibility interval.

## APPENDIX

- A1. Certified Sieves — Master Set  
 Sieves conforming to ASTM Standard E 11 can be obtained from the sieve manufacturers, and arrangements can be made through them to have the sieves certified to NIST Standards. If used continually, the sieves will, after a period of time, become less accurate and might no longer be acceptable as certified sieves. The common practice, which would be considered acceptable according to this standard, would be to use the certified sieves as a master set for checking and calibrating other working sets of sieves.
- A2. Matched Sieves  
 The use of a matched set of sieves, established

through use of a standard powder is recommended when closer correlation of tests between supplier and consumer is desired.

A3.

**Table 5 Suggested Sieve Series (New U.S.) for Metal Powders**

Nominal Powder Mesh Size		20	40	60	100	140	200	325
New U.S.	20	✓	✓					
	40	✓	✓	✓				
Sieve	60	✓	✓	✓				
	80				✓			
Series	100	✓	✓	✓	✓	✓		
	140			✓	✓	✓	✓	
(Mesh Sizes)	200	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	230						✓	✓
	325		✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Pan	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

- A4. Report on Precision and Accuracy of MPIF Standard 05. The complete report on this work, MPPA R-05-95, is available in the offices of the Metal Powder Industries Federation.
- A5. COMPARABLE STANDARDS  
ASTM B 214  
ISO 4497

**Disclaimer**

By publication of these standards no position is taken with respect to the validity of any patent rights in connection therewith, and the Metal Powder Industries Federation does not undertake to insure anyone utilizing the standards against liability for infringement of any Letters Patent nor assume any such liability.

MPIF standards are adopted in the public interest and are designed to eliminate misunderstandings between the manufacturer and the purchaser and to assist the purchaser in selecting and obtaining the proper material for his particular product. Existence of an MPIF standard does not in any respect preclude any MPIF member or non-member from manufacturing or selling products not included in this standard or from utilizing procedures or equipment other than those included in this standard.

The metric system conversion factors used in this standard are in accordance with the guidelines provided in ASTM E380-91: Standard Practice for Use of the International System of Units (The Modernized Metric System), published by the American Society for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, W. Conshohocken, PA 19380-2959.

This Standard, prepared by the Metal Powder Industries Federation, is subject to periodic revision. Suggestions for revision should be addressed to the Metal Powder Industries Federation, 105 College Road East, Princeton, N.J. 08540-6692. Users of Standards are cautioned to secure the latest editions. Complete edition of standards may be obtained from the Federation at the above address.

## METAL POWDER INDUSTRIES FEDERATION

Method for

**Determination of Average Particle Size of Metal Powders Using the Fisher Subsieve Sizer**

MPIF Standard 32

Issued 1960, Revised 1972, 1983, 1990, Reapproved 1995

**1. SCOPE**

- 1.1 This standard describes a method for determining the average particle size of a sample of fine metal powders using the Fisher Subsieve Sizer. This method is not generally used for mixed powders. The values obtained may not be absolute, but are reproducible, and are highly useful on a relative basis for control purposes.
- 1.2 *This standard may involve hazardous materials, operations, and equipment. This standard does not purport to address all of the potential safety problems associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and to determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

**2. PRINCIPLE**

- 2.1 The Fisher Subsieve Sizer employs the air permeability method of measuring the average particle size of powders. It is based upon the principle that a current of air flows more readily through a bed of coarse powder than through an otherwise equal bed of fine powder. The pressure drop is related to the total surface area of the powder mass. A measurement is actually made of the envelope specific surface of the powder, but the average particle size is read directly from the scale of the instrument in micrometres ( $\mu\text{m}$ ).

**3. APPARATUS**

- 3.1 Subsieve Sizer: A Fisher Subsieve Sizer complete with air pump, air pressure regulating device, standardized double range air flowmeter, calculator chart and accessory equipment consisting of sample tube and porous brass plugs, plug manipulator, powder funnel, rubber tube support stand and filter paper disks.
- 3.2 Operating Instruction: Manufacturer's directions for the installation, operation, and maintenance of the instrument.
- 3.3 Subsieve sizer calibrator: A jewel with a precision orifice mounted in a tube similar to a sample tube.
- 3.4 Torque Screwdriver: A calibrated screwdriver or torque wrench capable of applying a force of 50 lbf. (222N) through the pinion knob on the instrument.
- 3.5 Balance: An analytical balance having a capacity of 100 g and a sensitivity of 0.01 g.

NOTE 1—Names of manufacturers of this apparatus are listed in General Information IV.

**4. TEST SPECIMEN**

- 4.1 The test specimen shall be a weighed amount of powder equal in grams to the published density of the material within  $\pm 0.01$  g.
- 4.2 The Fisher subsieve sizer is primarily useful for materials less than 50  $\mu\text{m}$  in particle size. The determination should be made on the -325 mesh fraction from the screen analysis of the material. If a minimum of 95% of the material is -325 mesh, the total sample may be used, but this must be reported.

**5. PROCEDURE**

- 5.1 Before measuring the average particle size of a material, the instrument should be standardized and checked per Special Precautions in Appendix. The test procedure is as follows:—
- 5.1.1 Set the range control indicator to the proper range of the instrument. The low range is used if it is suspected that the average particle size is between 0.2 and 20.0  $\mu\text{m}$ . The high range is used for materials from 20.0 to 50.0  $\mu\text{m}$ .
- 5.1.2 The liquid level of the liquid meniscus in the manometer tube located over the calculator chart should be made to coincide exactly with the upper edge of the curved portion of the metal cross bar attached to the rack when the tip of the pointer coincides exactly with the basic line on the calculator chart. This adjustment is made by turning the manometer control knob, and only when no sample tube is in the instrument. After using the instrument, this adjustment should not be attempted until the water has had sufficient time to drain down the walls of the tube.
- 5.1.3 Screw one of the porous plugs to the plug manipulator, lay a paper disk over one end of the sample tube, and push the plug into the sample tube, forcing the paper to crimp around the edges and precede the plug into the sample tube. Push the plug into the tube for about 1/2 in. (10 mm) and then unscrew the plug manipulator. Place the sample tube in a vertical position in the rubber stand with the paper side of the plug up.
- 5.1.4 Using the glass powder funnel, completely transfer the weighed sample into the sample tube, tapping the side of the tube to settle the powder. Lay a second paper disk over the top of the sample tube

(MPIF Standard No. 32 — page 2 of 3)

and force the other plug and paper disk into the sample tube. Place the filled sample tube on the brass post beneath the rack and pinion with the lower plug in contact with the upper end of the brass post.

- 5.1.5 Lower the rack, guiding it until the flar bottom end comes in contact with the upper plug. Pack the sample by turning down the pinion knob with a torque screwdriver. Use a compressive force limited to a maximum of 50 lbf. (222N) or that force necessary to achieve a porosity value of 0.400 whichever is the smaller. The sample tube must not be permitted to contact the block holding the brass post. When using 50 lbf. of force, apply and release this force three times. Make certain the rack does not move upward after final release of pressure.

NOTE 2—Alternate methods of packing the sample may be mutually agreed upon by the parties involved.

- 5.1.6 Shift the calculator chart laterally until the extreme tip of the pointer just coincides with the sample height curve on the chart. The chart must not be moved after this setting until the determination is finished. Record the porosity.

- 5.1.7 Without disturbing the sample in any way, mount the sample tube between the rubber cushioned supports just to the right of the brass post. Clamp the upper cap down onto the sample tube until an airtight seal is obtained at both ends.

- 5.1.8 Turn the electrical switch at the lower right hand corner of the front panel to "on." If necessary adjust the pressure control knob, located near the bubbler observation window at the lower left of the panel, until the bubbles rise in the standpipe at the rate of 2 to 3 bubbles per second. This will cause the water lines to rise above the calibration mark on the upper end of the standpipe. This is normal and does not mean the calibration is in error.

- 5.1.9 The liquid level in the manometer tube will rise slowly and reach a maximum within 30 sec. to several minutes. At the end of this period, using care not to disturb the chart, the rack is turned up until the upper edge of the cross bar coincides with the liquid meniscus in the manometer. The particle size is indicated by the location of the tip of the pointer with relation to the curves on the calculator chart.

- 5.1.10 Test each specimen in duplicate using a freshly prepared bed of the material for each determination.

## 6. REPORT

- 6.1 If the two values agree within 3 percent, report the particle size as the average of the two determinations. Report the average porosity of the packed sample along with the average particle size. If the values do not agree within 3 percent, review the equipment and procedure and repeat the test.
- 6.2 The following table lists the recommended reporting practice:

Range	Chart Divisions	Read & Report to
0.20 to < 4.0 $\mu\text{m}$	0.1 $\mu\text{m}$	0.02 $\mu\text{m}$
4.0 to < 8.0 $\mu\text{m}$	0.2 $\mu\text{m}$	0.05 $\mu\text{m}$
8.0 to < 15. $\mu\text{m}$	0.5 $\mu\text{m}$	0.1 $\mu\text{m}$
15. to < 20. $\mu\text{m}$	1.0 $\mu\text{m}$	0.2 $\mu\text{m}$
20. to < 50. $\mu\text{m}$	5.0 $\mu\text{m}$	1. $\mu\text{m}$

## APPENDIX

### A1. STANDARDIZATION OF APPARATUS

- A1.1 The standardization of the Fisher Subsieve Sizer shall be made using the Fisher jewel orifice as the primary standard. Standardization should be made at both ranges of the machine.

NOTE 3—Because only one flowmeter is used for the low (0.2 to 20.  $\mu\text{m}$ ) range while both flowmeters are used for the high (20. to 50.  $\mu\text{m}$ ) range, the low range should be standardized first. After the low range is standardized, the high range is then standardized, making adjustments only to the one flowmeter opened up by the range-control knob.

NOTE 4—Care should be taken to keep the calibrator tube clean as any slight obstruction can cause a significant shift in values. Periodic microscopic examination of the actual orifice is necessary.

- A1.2 With the subsieve sizer properly adjusted and set to the proper range, proceed as follows:

A1.2.1 Mount the Fisher jewel orifice tube between the rubber cushioned supports just to the right of the brass post. Clamp the upper cap down onto the tube so that airtight seal is obtained at both ends.

A1.2.2 Adjust the calculator chart so that the porosity reading corresponds to the value indicated on the tube.

A1.2.3 Proceed with the standardization as is described in paragraphs 5.1.8 and 5.1.9 of the test procedure.

A1.2.4 The value obtained in this manner must correspond to the particle size indicated on the jewel orifice tube within  $\pm 3$  percent.

A1.2.4.1 If the average particle size value as indicated on the chart does not correspond to  $\pm 3$  percent of the particle size value indicated on the jewel orifice tube, calibrate the subsieve sizer as follows: Remove the rear panel and loosen the set screw securing the needle valve or tungsten wire (depending on the model of subsieve sizer used) in the flowmeter and adjust as required to bring the average particle size indicated on the chart to the value indicated on the jewel orifice tube. Check adjustment by repeating test.

A1.2.4.2 Standardization with the Fisher jewel orifice is required before and after any series of determinations and at least every four hours of continued operation.

### A2. SPECIAL PRECAUTIONS

A2.1 The following items should be checked at regular intervals per the Fisher operating instructions:

A2.1.1 The water level in the pressure regulator standpipe must be maintained.

(MPIF Standard No. 32 — page 3 of 3)

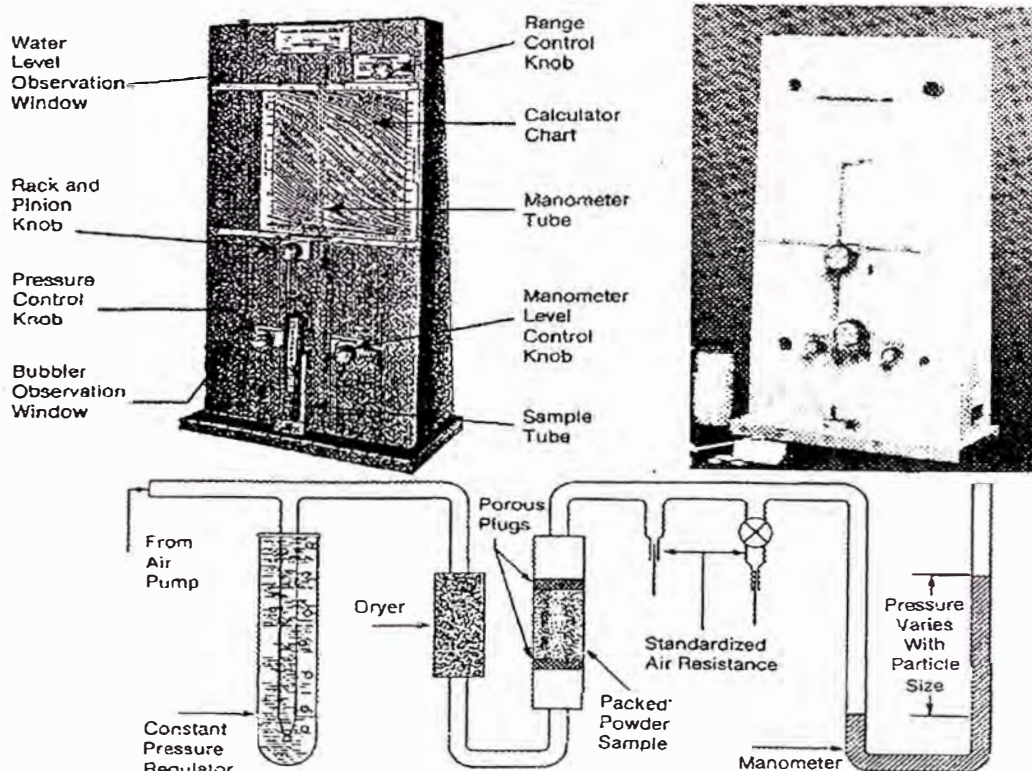
- A2.1.2 The sample packing assembly must be adjusted for wear. This is best done as described in the manufacturer's directions with the exception that the plugs and paper disks are not inserted in the sample tube but are merely stacked together and placed between the brass support and the "flat" of the bottom of the rack.
- A2.1.3 The chart must be properly aligned horizontally with the indicator pointer.
- A2.1.4 The rack and pinion must be properly aligned vertically with the chart.
- A2.1.5 The sample tube or plugs must not be worn. (The sample tube and plugs will eventually wear and be the cause of faulty values.) When this condition is suspected, a spare unused tube and plugs should be substituted and a determination repeated on a sample of known particle size.
- A2.1.6 The manometer and air resistors must be free of dirt.
- A2.1.7 The rubber sample tube cushions must not be worn to the point where leakage occurs.
- A2.1.8 The drying agent must be in proper condition.
- A2.1.9 All particle size determinations shall be made within  $\pm 5^\circ\text{F}$  ( $3^\circ\text{C}$ ) of the temperature, measured within the cabinet, at which the standardizations were made.
- A2.1.10 The torque screwdriver should be standardized at least once every month.
- A3. REFERENCE MATERIAL  
Where a vendor and customer wish to use the Fisher Subsize Size number as a specified property it is helpful to split and share a properly mixed sample of a stable metal powder, with an average particle size near the specified value, to serve as a referee standard.
- A4. COMPARABLE STANDARDS  
ASTM B 330  
ASTM C 721  
MIL-STD-1233

**Disclaimer**

By publication of these standards no position is taken with respect to the validity of any patent rights in connection therewith, and the Metal Powder Industries Federation does not undertake to insure anyone utilizing the standards against liability for infringement of any Letters Patent nor assume any such liability.

MPIF standards are adopted in the public interest and are designed to eliminate misunderstandings between the manufacturer and the purchaser and to assist the purchaser in selecting and obtaining the proper material for his particular product. Existence of an MPIF standard does not in any respect preclude any MPIF member or non-member from manufacturing or selling products not included in this standard or from utilizing procedures or equipment other than those included in this standard.

The metric system conversion factors used in this standard are in accordance with the guidelines provided in ASTM E380-91; Standard Practice for Use of the International System of Units (The Modernized Metric System), published by the American Society for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, W. Conshohocken, PA 19428-2959.



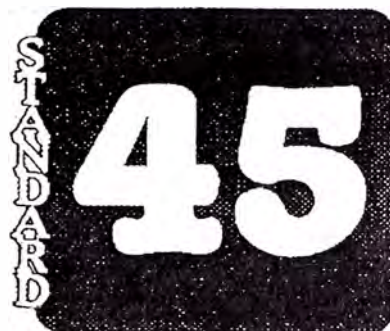
This Standard, prepared by the Metal Powder Industries Federation, is subject to periodic revision. Suggestions for revision should be addressed to the Metal Powder Industries Federation, 105 College Road East, Princeton, N.J. 08540-6692. Users of Standards are cautioned to secure the latest editions. Complete edition of standards may be obtained from the Federation at the above address.



## METAL POWDER INDUSTRIES FEDERATION

Method for  
**Determination of Compressibility  
of Metal Powders**

MPIF Standard 45  
Issued 1975, Revised 1982, 1988, 1994  
(Formerly included in Standard 13)

**1. SCOPE**

- 1.1 This standard describes a test which determines the compressibility of metal powders by measuring the green density of a test specimen resulting from subjecting metal powder to a uniaxial compressive loading in a confining die.
- 1.2 Compressibility may be determined by either of the following methods:
- 1.2.1 Method A—Using a cylindrical die to produce a specimen 1 inch (25.4 mm) in diameter.
- 1.2.2 Method B—Using the standard rectangular transverse rupture die to produce a specimen 1.25 X 0.50 inches (31.8 X 12.7 mm).
- 1.3 *This standard may involve hazardous materials, operations and equipment. This standard does not purport to address all of the potential safety problems associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and to determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

**2. APPARATUS**

- 2.1 Either of the following tooling is required depending on the method selected:
- 2.1.1 Method A—A set of tools with a cylindrical cavity 1.0 inch (25.4 mm) in diameter. An example is shown in Fig. 1.
- 2.1.2 Method B—A set of tools to produce a test specimen 1.25 X 0.50 inches (31.8 X 12.7 mm) similar to that shown in Fig. 2.
- 2.2 A press or compression testing machine capable of applying a specified load with a *minimum* accuracy of  $\pm 1.0\%$  at a rate of approximately 30 tsi/min. (400 (N/mm<sup>2</sup>)/min.).
- NOTE 1—The alignment of the press and the construction of the tooling must be capable of producing test specimens with faces parallel within 0.001 inch (0.025 mm).
- 2.3 A balance suitable for determining the mass of the compacted test specimen to the nearest 0.01 g. (This requires the use of a balance capable of weighing to 0.001 g.)
- 2.4 Micrometers or other suitable measuring apparatus capable of measuring the green compacts to the nearest 0.0002 inch (0.005 mm).

NOTE 2—Names of manufacturers of this apparatus are listed in General Information IV.

**3. TEST SPECIMEN**

- 3.1 Method A—requires a cylindrical test specimen to be compacted from a sufficient weight metal powder either as virgin powder or as a mix containing lubricant which will produce a test specimen 0.270 to 0.290 inch (6.9 to 7.4 mm) in height.
- 3.2 Method B—requires a rectangular test specimen to be compacted from a sufficient weight metal powder either as virgin powder or as a mix containing lubricant which will produce a test specimen 0.240 to 0.260 inch (6.1 to 6.6 mm) thick.

**4. PROCEDURE**

- 4.1 Lubrication is necessary to assist the ejection of the compacted test specimen from the die. Either die wall lubrication or powder lubrication may be used. The green density will be different depending upon the method of lubrication chosen.
- 4.1.1 Die wall lubrication method.
- 4.1.1.1 Lightly coat the die wall by means of a lubricant-solvent mixture (e.g. 100 grams per liter of methanol using lubricants such as a metallic stearate, stearic acid, or synthetic wax) or a mold release aerosol. Allow the adhered lubricant to dry on the die walls. A new die wall coating should be applied for each test specimen.
- 4.1.1.2 With the lower punch inserted, position the die cavity to the desired filling height by using supporting spacers between the die and lower press platen. (It is recommended that the lower punch be inserted in the die to a depth of at least 0.25 inch (6.4 mm) to prevent tool damage during compacting.) Pour the powder sample into the die cavity and level off with a non-magnetic straight edge to obtain a uniform distribution.
- 4.1.1.3 Insert the top punch and apply a preliminary pressure of approximately 5,000 psi (35 N/mm<sup>2</sup>) simultaneously to top and bottom punches. Remove the spacers supporting the die. If the die is supported by springs or some similar method, it is unnecessary to apply the preliminary pressure. The required compacting pressure should be applied at an approximate rate of 30 tsi/min. (400 (N/mm<sup>2</sup>)/min.). Release the pressure as soon as the required pressure is attained. Dwelling at pressure for as little as 10 seconds can increase iron powder compacted density by 0.3%.

- 4.1.1.4 Powder samples may be pressed either at a single specified pressure or at a series of incremental pressures. In the latter case, the densities obtained may be illustrated as a compressibility curve of the powder, such as, a plot of density as a function of compacting pressure. Alternatively, the powder may be compacted to a specified green density, and the compacting pressure be expressed as a measure of its compressibility.
- 4.1.1.5 The green compact is ejected from the die by removing the upper punch, placing a spacer between the upper surface of the die and the upper press platen, and applying pressure. (It is advisable to place a rubber pad above the lower punch base or the lower platen to prevent tool damage when the die drops as the compact clears the upper die surface.)
- 4.1.1.6 The ejected compact is weighed to the nearest 0.01 g, and the dimensions are measured to the nearest 0.0002 inch (0.005 mm).
- 4.1.1.7 After each test specimen has been completed, the die and punches should be thoroughly cleaned. For example, use a paper towel soaked with a solvent (e.g. methanol or acetone).
- 4.1.2 Powder lubrication method.
- 4.1.2.1 The powder is lubricated by thoroughly mixing into it a dry, powdered lubricant such as a metallic stearate, stearic acid, or synthetic wax.
- 4.1.2.2 The die cavity should be thoroughly cleaned. For example, use a paper towel soaked with a solvent (e.g. methanol or acetone).
- 4.1.2.3 The balance of the test is conducted as described in 4.1.1.2 through 4.1.1.6.

## 5. CALCULATIONS

5.1 Calculate the density of the test specimen as follows:

5.1.1 Method A—Cylindrical Test Specimen.

$$D = 0.0777 \frac{M}{d^2 \times h}$$

where:

D = Green Density in g/cm<sup>3</sup>

M = Mass of test cylinder in g

d = diameter of test cylinder in inches

h = height of test cylinder in inches

Note: Where the test specimen is measured in mm, the formula

$$D = 1273 \frac{M}{d^2 \times h}$$

5.1.2 Method B—Transverse Rupture Test Specimen.

$$D = 0.0610 \frac{M}{l \times l \times w}$$

where:

D = Green Density in g/cm<sup>3</sup>

M = Mass of test cylinder in g

l = length of test specimen in inches

t = thickness of test specimen in inches

w = width of test specimen in inches

Note: Where the test specimen is measured in mm, the formula

$$D = 1000 \frac{M}{l \times l \times w}$$

## 6. REPORT

- 6.1 Compressibility is reported as the density in g/cm<sup>3</sup> to the nearest 0.01 g/cm<sup>3</sup> at a given compacting pressure. The arithmetic average of three test specimens shall be reported (e.g. 6.50 g/cm<sup>3</sup> at 30 tsi). Alternatively, the compacting pressure used to obtain a specific green density shall be reported to the nearest 0.5 tsi (e.g. 30.0 tsi for a green density of 6.50 g/cm<sup>3</sup>).
- 6.2 The following supplementary information must also be reported for clarification.
- 6.2.1 Identification of test specimen, i.e., cylindrical or transverse rupture bar.
- 6.2.2 Identification of powder by brand, grade and lot number.
- 6.2.3 Composition of powder mix used if other than elemental powders are being tested.
- 6.2.4 Identification of method of die lubrication used, i.e., whether die wall lubrication or lubricant admixed in the powder.
- 6.2.4.1 Identification of die wall lubricant type or brand.
- 6.2.4.2 Identification of type or brand of lubricant if admixed.
- 6.2.5 Identification of die wall material, i.e., whether carbide or steel.
- 6.3 Compressibility may also be reported in graphic form showing the density as the ordinate as a function of at least four different compacting pressures as the abscissa. Alternatively, a line may be drawn through points which represent the averages of three determinations at three different compacting pressures.

## APPENDIX

A1. COMPARABLE STANDARDS

ASTM B 331

ISO 3927

### Disclaimer

By publication of these standards no position is taken with respect to the validity of any patent rights in connection therewith, and the Metal Powder Industries Federation does not undertake to insure anyone utilizing the standards against liability for infringement of any Letters Patent nor assume any such liability.

MPIF standards are adopted in the public interest and are designed to eliminate misunderstanding between the manufacturer and the purchaser and to assist the purchaser in selecting and obtaining the proper material for his particular product. Existence of an MPIF standard does not in any respect preclude any MPIF member or non-member from manufacturing or selling products not included in this standard or from utilizing procedures or equipment other than those included in this standard.

The metric system conversion factors used in this standard are in accordance with the guidelines provided in ASTM E380-91, Standard Practice for Use of the International System of Units (The Modernized Metric System), published by the American Society for Testing and Materials, 300 Barr Harbor Drive, W. Conshohocken, PA 19380-1539.

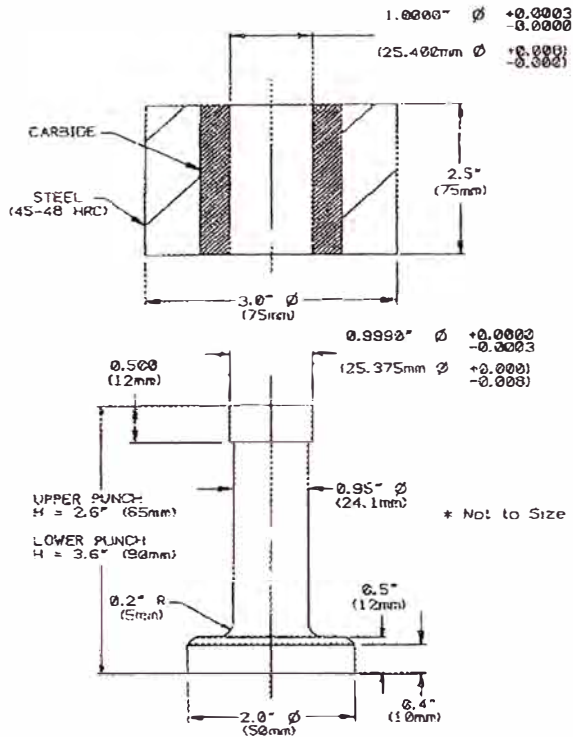


FIGURE 1: Example of Tooling to Produce the Circular Test Specimen.

Note: The outer ring may be AISI H-11 hardened to 45-48 HRC. The punches may be AISI A-7 hardened to 60-62 HRC. The die insert should be die grade tungsten carbide. Mating parts should be fitted and lapped to a 4 microinch (N3) finish or better.

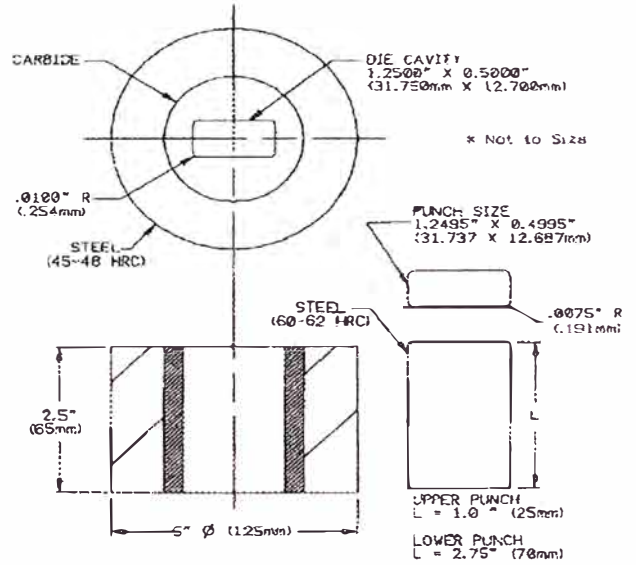


FIGURE 2: Example of Tooling to Produce a Rectangular Test Specimen.

Note: The dimensions for the cavity shall be  $0.500 \pm 0.004$  wide (12.70 ± 0.10mm) by  $1.250 \pm 0.004$  long (31.75 ± 0.10mm). The mating parts shall fit freely and should be finished to a 4 microinch (N3) or better, to dimensions of 0.0005 (0.013mm) to 0.0010 (0.025mm) smaller than the die cavity in each dimension. The dimensions given in the drawing typify the die cavity and punch within the stated tolerance at the normal width and length.

This Standard, prepared by the Metal Powder Industries Federation, is subject to periodic revision. Suggestions for revision should be addressed to the Metal Powder Industries Federation, 105 College Road East, Princeton, N.J. 08540-6692. Users of Standards are cautioned to secure the latest editions. Complete edition of standards may be obtained from the Federation at the above address.

**SGL CARBON, LLC.**

900 THERESIA STREET, ST MARYS, PA 158571030

Phone: (814) 781-2642

Fax: (814) 781-2786

**QUALITY ASSURANCE DEPARTMENT PRODUCT CERTIFICATION**

SHIPPED TO: BOYLES BROS DIAMANTINA S.A.  
 AVE. SANTA ANA 180, ATE  
 LIMA 100  
 PERU

**PRODUCT DESCRIPTION**

HLM85 ROD  
 6.000 OD X 72.000 LN

Customer PO: 2005-147	Customer Part Number:	N/A
Blue Print: N/A	Sales Order:	310535-08
Specification: AS IS	Work Order:	310535
Ship Date: 3/14/2006	Quantity Shipped:	1 EACH

Certification Type: P PROPERTY CERTIFICATION

CHARACTERISTICS	RESULTS
AD g/cc	1.80 ✓
ER ohm-in	.000256 ✓
THERMAL	199
CONDUCT W/m-K	
LOT #	F007

THIS IS TO CERTIFY THAT THIS SHIPMENT HAS BEEN TESTED AND/OR MEASURED TO MEET OR EXCEED CUSTOMER SPECIFIED REQUIREMENTS, OR WHEN NOT SPECIFIED, TESTED AND/OR MEASURED TO MEET OR EXCEED SGL INTERNAL REQUIREMENTS. THE ORIGINAL DOCUMENTS ARE ON FILE AND AVAILABLE FOR YOUR INSPECTION.

QUALITY ASSURANCE SIGNATURE: 

REF SGL QPC 18736 Rev A

NAME: Cathy Wehler

DISTRIBUTION:

WITH SHIPMENT

TWO COPIES FOR EXPORT



# Hayden Drilling Supplies Ltd.

#3 - 12180 Horseshoe Way, Richmond, BC, Canada, V7A 4V5  
Phone: 604-341-6941, 604-271-6941 Fax: 604-271-6944

Date: Dec 16, 2005

To: Boyless Bros Diamantina S.A.

From: Hayden Drilling Supplies Ltd

PO #: 2005-155

High Grade  
6 1/2" x 8"

Item	Ash Content	Density	Folding Strength	Compressive Strength	Resistivity
Standard	≤700ppm	≥1.78g/cm <sup>3</sup>	≥50mpa	≥35mpa	≤13μΩ-m
Actual Value	500	1.82	65	41	9

MARC: HAYDEN

MANUFACTURE: HAYDEN

DIAMOND INNOVATIONS

Fax:0035318037864

24 Feb 2006 16:01

P.02/02

**CERTIFICATE OF QUANTITY AND QUALITY**

ORDER /CONTRACT NUMBER: O/I 2006-029

DATE: 24/02/06

INVOICE NUMBER: 00777918

**BILLED / SHIPPED TO:**

BOYLES BROS. DIAMANTINA S.A.

AV. SANTA ANA 80, ATE VITERTE

CASILLA POSTAL 5166

CASILLA

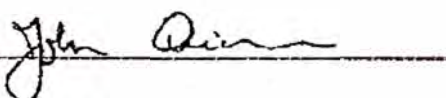
PERU

Our products are manufactured under a Quality System approved by the British Standards Institution, as ISO9002 Registered Firm, numbers FM14757 and M466. We further certify that the products shipped meet or exceed the internationally accepted standards for sizing as outlined in the ANSI and FEPA specifications. All products are certified to meet all Diamond Innovations engineering specifications for purity, toughness, shape and consistency.

The Quality Policy of Diamond Innovations is to attain statistical capability and monitor on an ongoing basis, using the appropriate statistical technique, for every critical-to-quality product attribute. Capability is defined as a minimum CP of 1.33. The specifications are based on customer requirements and our knowledge of product attributes versus product performance. Any product that does not conform to the above standard is 100% inspected by the Product Testing Area prior to shipment. We guarantee the product will meet any agreed to specifications or we will replace it or refund the purchase price in accordance with the terms and conditions documenting this transaction.

Product:	Qty:	Lot # :
BBS-97 25/35	10000	874001
BBS-97 30/40	10000	873935

GLOBAL Shipping Representative  
Diamond Innovations





# CERTIFICADO DE INSPECCION

(BS EN 10204 3.1: 2004 - ISO 10474 3.1B: 1991)

Siderca S.A.I.C.  
Dr Jorge A. Simini 250  
(B2804MHA) Campene  
Buenos Aires, Argentina  
(54) 3489 433100 tel  
(54) 3489 433405 fax

Cliente / Customer <b>BOYLES BROS DIAMANTINA S.A.</b>				Expediente/ Manufacturing Order <b>5/5312.01</b>		Número / Number <b>250265</b>		Fecha / Date <b>18/03/2005</b>		Pág./Page <b>1 / 4</b>	
Producto / Product <b>PARA CUERPO DE BARRA DE PERFORACION</b>				Orden de Compra/ Purchase Order <b>2005-04</b>		Item <b>1</b>		Referencia del Cliente / Customer Reference			
Norma / Standard <b>ASTM A 519</b>				Grado / Grade <b>4130</b>				Extremos / Ends <b>LISO REBABADO</b>			
Dimensiones / Dimensions <b>70.00 x 6.30 mm</b> <b>2.756 x 0.248 inches</b>		Schedule	Peso Nominal / Nominal Weight <b>9.92 KG/MT</b> <b>6.65 LB/FT</b>		Longitud / Length <b>MF 5750 mm</b>		Superficie Externa / External Surface <b>BARNIZADO</b>		Cantidades / Quantities <b>375 Pz 2168.94 m 21771 Kg</b> <b>375 Pcs 7115.94 Ft 47997 Lb</b>		

## ENSAYOS DE TRACCION / TENSILE TEST

Colada	N° rta Ensayo	Condición de la probeta							Temp de Ens	Dimensiones	Sección	Fluencia / Yield Strength						Rotura/U.T.S			Relación F/R	Alargamiento Elongation			Red. de area	Dureza / Hardness Tipo / type:								
		Specimen condition										Test Temp	Size	Area	Offset Method		EUL Method					Req. V. Max	Req. V. Min	Req. V. Max		YSUTS Ratio	Lo 2"	Req. V. Min	Req. V. Max	Area Red.	Req. Min	V. Obt.	Req. Max	
		Zone	Estado	Ext.	N° P/T	Tipo	Ori	°C							mm	mm <sup>2</sup>	Req. Min	V. obt.	EUL	Req. Min														V. obt.
	35570	481265	C/B	PRO				ST	L	TA/RT	19.32 X 6.16	120.93		507.7						810.4				60.8		25.1								

TEST TECNOLÓGICO / TECHNOLOGICAL TEST						NOTA / NOTE:													
Anillamiento Flattening Test	Curvado Bend test	Abocardado Flaring Test	Pestañado Flange Test	Ens. De anillo expandido Ring expanding Test		Ens. De Tracción de anillo Ring tensile Test													
N.A	N.A	N.A	N.A	N.A		N.A													
PRO = Proceso/ Process N = Normalizada/ Normalized DIST = Distensionada / Stress Relief Q & T = Templado y Revenido/ Quenched & Tempered TA/RT = Temp. Ambiental/ Room Temperature				RE = Rectangular CI = Cilíndrica/ Cylindrical ST = Segmento Tubular / Tubular segmen TU = Transversal				C/B = Cuerpo / Body R/U = Recalque / Upset P / A = Promedio / Average Min = Mínimo / minimum Max = Máximo / Maximum				L = Longitudinal T = Transversal P/T = Tubo/ Pipe EXT = Extremo/ End M = Medio/ Middle				V.Obt. = Valor Obtenido / Obtained value E = Comienzo de marcación/ Stenciling starting O = Extremo opuesto al E/ Opposite extreme to E C/H = Ensayos en Caliente / Hot Testing			





## CERTIFICADO DE INSPECCION

(BS EN 10204 3.1: 2004 - ISO 10474 3.1B: 1991)

Siderca S.A.I.C  
Dr Jorge A. Sinirol 250  
(B2804MHA) Campana  
Buenos Aires, Argentina  
(54) 3489 433100 tel  
(54) 3489 433405 fax


<i>Cliente / Customer</i> <b>BOYLES BROS DIAMANTINA S.A.</b>				<i>Expediente/ Manufacturing Order</i> 5/5312.01		<i>Número / Number</i> 250265		<i>Fecha / Date</i> 18/03/2005		<i>Pág / Page</i> 3 / 4		
<i>Producto / Product</i> <b>PARA CUERPO DE BARRA DE PERFORACION</b>				<i>Orden de Compra/ Purchase Order</i> 2005-04		<i>Item</i> 1		<i>Referencia del Cliente / Customer Reference</i>				
<i>Norma / Standard</i> <b>ASTM A 519</b>				<i>Grado / Grade</i> 4130				<i>Extremo / Ends</i> <b>LISO REBABADO</b>				
<i>Dimensiones / Dimensions</i> 70.00 x 6.30 mm 2.756 x 0.248 inches		<i>Schedule</i>	<i>Peso Nominal / Nominal Weight</i> 9.92 KG/MT 6.65 LB/FT		<i>Longitud / Length</i> MF 5750 mm		<i>Superficie Externa / External Surface</i> <b>BARNIZADO</b>		<i>Cantidades / Quantities</i> 375 Pz 2168.94 m 21771 Kg 375 Pcs 7118.94 Ft 47897 Lb			
<b>Marcas / Marking</b>												
& = Monograma / Monogram SIDERCA			NNNNN = Número de tubo / Nbr of pipe			LLL = Longitud / length			PPP = Peso / Weight		@ = Monograma / Monogram API	
MM.YY = Mes / Año Month / Year			Y/T = Año / Trimestre Year / Quarter			HNXXXXX = Colada / Heat						
<b>Estarcido (Tubo) / Stencilling (Pipe)</b>												
NNNNN LLLL TENARIS SD MM.YY ASTM A 519 4130 SEAMLESS 70 X 6.3 NDE BOYLES BROS DIAMANTINA P/O N 2005-004 5/5312.01 MADE IN ARGENTINA HNXXXXX												
*FABRICADO POR SIDERCA*						*MANUFACTURED BY SIDERCA*						
*PROCESO DE ACERACIÓN*						*ACIERAGE PROCESS*						
FABRICACIÓN DE ACERO: FUNDICIÓN POR ARCO ELECTRICO Y COLADO CONTINUO - ACERO CALMADO AL ALUMINIO.						STEEL MAKING PROCESS: E.A.F./L.F. AND CONTINUOUS CASTING - FULL ALUMINIUM KILLED AND FINE GRAIN PRACTICE.						
-LA PRÁCTICA DE AFINO EN EL HORNO - CUCHARA INCLUYE UNA INYECCIÓN FINAL DE UNA VARILLA DE SILICIURO DE CALCIO PARA OBTENER UNA FORMA GLOBULAR DE EVENTUALES MICROINCLUSIONES.						-THE LF PRACTICE INCLUDES A FINAL INJECTION OF CALCIUM SILICIDE WIRE FOR MICROINCLUSION SHAPE CONTROL.						
-MATERIAL LIBRE DE CONTAMINACIÓN DE MERCURIO.						-MATERIAL FREE FROM MERCURY CONTAMINATION.						
*PROCESO DE LAMINACIÓN*						*ROLLING PROCESS*						
-FABRICACIÓN DE TUBO: LAMINADO EN CALIENTE Y SIN COSTURA. ✓						-MANUFACTURING PROCESS : SEAMLESS HOT ROLLED.						
*CONTROLES*						*CONTROLS*						
-CONTROL VISUAL Y DIMENSIONAL: SATISFACTORIO.						-VISUAL AND DIMENSIONAL INSPECTION : SATISFACTORY.						
*CONDICIONES DEL MATERIAL*						*MATERIAL CONDITIONS*						
-NO REPARADO POR SOLDADURA.						-NO REPAIR BY WELDING.						
*NORMAS*						*STANDARDS*						
-EDICION DE LA NORMA : ASTM A519/03						-EDITION OF REGULATION: ASTM A519/03						
<b>Observaciones / Remarks</b>												
TRATAMIENTO TERMICO: DIRECTO DE LAMINACION												
CND. SATISFACTORIO.												

## CERTIFICADO DE INSPECCION

(BS EN 10204 3.1: 2004 - ISO 10474 3.1B: 1991)

Siderca S.A.I.C  
 C/ Jorge A. Simini 250  
 (B2B04MHA) Campana  
 Buenos Aires, Argentina  
 (54) 3489 433100 :tel  
 (54) 3489 433405 :fax

<i>Cliente / Customer</i> <b>BOYLES BROS DIAMANTINA S.A.</b>				<i>Expediente / Manufacturing Order</i> <b>515312.01</b>	<i>Número / Number</i> <b>250265</b>	<i>Fecha / Date</i> <b>18/03/2005</b>	<i>Pág./Page</i> <b>4 / 4</b>
<i>Producto / Product</i> <b>PARA CUERPO DE BARRA DE PERFORACION</b>				<i>Orden de Compra / Purchase Order</i> <b>2005-04</b>	<i>Item</i> <b>1</b>	<i>Referencia del Cliente / Customer Reference</i>	
<i>Norma / Standard</i> <b>ASTM A 519</b>				<i>Grado / Grade</i> <b>4130</b>		<i>Extremo / Ends</i> <b>LISO REBABADO</b>	
<i>Dimensiones / Dimensions</i>	<i>Schedule</i>	<i>Peso Nominal / Nominal Weight</i>	<i>Longitud / Length</i>	<i>Superficie Externa / External Surface</i>		<i>Cantidades / Quantities</i>	
70.00 x 8.30 mm		8.92 KG/MT	MF 5750 mm	<b>BARNIZADO</b>		375 Pz	2168.84 m
2.756 x 0.248 inches		6.65 LB/FT				375 Pcs	7115.94 Ft
<b>METODO DE INSPECCION: EMI LONG. EXT. NOTCH 12.5%</b>							

<p>Por la presente certificamos que el material aquí descrito ha sido fabricado de acuerdo con las normas y especificaciones solicitadas en vuestra orden y satisfacen los correspondientes requerimientos.</p>	<p>We hereby certify that material herein described has been manufactured in accordance with the standards and specifications required in your order and satisfies the corresponding requirements.</p>	  <b>QUALITY CERTIFICATION DEPT.</b> <b>DTO CERTIFICACION DE CALIDAD</b> <b>EDUARDO A. AYERBE</b>
<p>Este certificado se emite mediante un sistema computarizado y es válido con firma electrónica. El certificado original presentará el logo Tenaris (verde claro), impreso en la parte inferior de la hoja. En caso que el poseedor del certificado entregue una copia del mismo, deberá garantizar la conformidad con el original, haciéndose responsable por cualquier uso ilegal o indebido.</p>	<p>This certificate is issued by a computerized system and it is valid with electronic signature. On the original certificate the trade-mark Tenaris light-green coloured at the bottom of the page is stamped. In case the owner of the certificate would release a copy of it, he must attest its conformity to the original one taking upon himself the responsibility for any unlawful or not allowed use.</p>	
<p>Cualquier alteración y / o falsificación estará sujeta a la ley. Si necesita asegurar la autenticidad de este certificado, contactarse con Siderca SAIC, e-mail: aye@siderca.com</p>	<p>Any alteration and / or falsification will be subject to the law. If you need to assure the authenticity of this certificate, please do not hesitate to contact Siderca SAIC through this e-address: aye@siderca.com</p>	



# Buffalo Tungsten Inc.

2 MAIN STREET, P.O. BOX 397, DEPEW, NEW YORK 14043  
 TELEPHONE 716-683-9170 FAX 716-683-0471

## CERTIFICATE OF ANALYSIS:

TO: BOYLES BROS

Date: 12/29/05

Quantity: 5.0 KGS

Customer's Order No. SAMPLE  
 P/N: WX-C80-Ni3%

TYLER SHOWALTER *Tyler Showalter*  
 Quality Control Manager

LOT NO: WX-C80Ni3-014

MATERIAL: TUNGSTEN POWDER w/ 3% Ni

CHEMICAL and SPECTROGRAPHIC				PHYSICAL							
ELEM.	%	ELEM.	%	Fisher No.	As Supplied	Lab. Milled					
Al	<0.001	NH <sub>3</sub>		Av. Microns	33.0	19.8					
As		Na	0.001	Porosity	.539	.414					
Bi		Ni		Scott Density	104.3	gm/cu. in.					
C <sub>T</sub>	0.025	O/LOR	0.076	Tap Test	7.94	gm/cc.					
C <sub>F</sub>		P	<0.001	Hall Flow	17.5 sec						
Ca	<0.001	Pb	<0.001	<b>PARTICLE SIZE DISTRIBUTION            (LAB MILLED)            BY MALVERN</b>							
Cb		S									
Co	<0.001	Sb									
Cr	0.009	Si	<0.001								
Cu	<0.001	Sn	<0.001					Micron Range	Wt. %	Micron Range	Wt. %
Fe	0.005	Ta	<0.001					0-10	5	75-100	15
K	<0.001	Tb						10-20	7	>100	15
Mg	<0.001	Ti	<0.001					20-30	10		
Mn	<0.001	W						30-40	9		
Mo	<0.001	V	<0.001					40-50	12		
N		Zn	<0.001	50-75	27						
				SCREEN ANALYSIS							
				MESH SIZE		Wt. %					
				+80		9.9					
				-80 +100		6.8					
				-100+140		23.9					
				-140 +200		21.2					
				-200 +325		17.0					
				-325		20.4					



## QUIMICA GERMANA S.A.C.

LABORATORIO Y OFICINAS  
Calle Las Fábricas Mz. "B" Lote 20 Urb. La Villa - Chorrillos  
Telefax : 251-0442 / 251-0443  
E-mail: qgermana@qnet.com.pe

### CERTIFICADO DE ENSAYE

Fecha : 03 / 02 / 06

Certificado N° 6018

Muestra de los Señores :

**BOYLES BROS DIAMANTINA**

Ref. REQUISICIÓN DE COMPRA 56166

Material : SOLDADURA

Muestras recibidas : 01

~~Lacrados~~ X

Sellados X

~~Abiertos~~ X

No. Lab	CLIENTE	Cu %	Ag %
9280	Lote 11599 20g	60.01	39.84



*Jan Q.*  
QUIMICA GERMANA S.A.C.

**CERTIFICATE OF  
PRODUCT QUALITY**

**产品质量证明书**



THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA  
ZHUZHOU CEMENTED CARBIDE GROUP CO., LTD.  
中华人民共和国  
株洲硬质合金集团有限公司

钻石牌  
中国驰名商标

产品名称: 铸造碳化钨粉  
Product: CAST TUNGSTEN CARBIDE POWDER  
规格: 80-100 mesh  
批号: H501Y-5-409  
净重: 400.0 kg  
Net Weight:  
化学成分  
Chemical Composition(%):

W	95.63	C	3.89	F.C	0.020	Fe	0.26
Chlorination residue	0.030	Cr	0.023	V	0.020		
Ti+Ta+Nb	0.060	Co+Ni+Mo			0.060		

出厂日期  
Date: 2005.7

质检员  
Controlled by:



Diamond Road, Zhu Zhou, Hunan, P.R. China PC: 412000

地址 湖南株洲钻石路 邮编 412000

# H.C. Starck



H.C. Starck GmbH

im Schloß 78-64, 38542 Goslar  
Postfach 25 40, 38615 Goslar  
Telefon 05321/751-0  
Telefax 05321/751-6-92

Werkszeugnis 2.2

Test Report 2.2

gemäß/per EN 10204

Datum/Date 18.01.2006 KNE

Kunde/Customer  
BOYLES BROS. DIAMANTINA S.A.

Produkt/Product  
Amperit 160.3  
Niob  
-325 mesh + 5.6 µm

Ihre Bestell-Nr. vom/Your Order No. Dated  
2006-003

Unsere Auftrags-Nr./Our Order No.  
4150019 Pos. 10

Liefermenge/Quantity Delivered  
20,00 Kg

Lot-Nr./Lot No.  
20041124

### Analysenergebnisse/Analytical Results

**Analysenergebnisse nach vorschriftsmäßiger Probenahme und Prüfung/Analytical results by specified sampling and testing**

C	24 ppm	Mg	<	1 ppm
H	12 ppm	Ca	<	3 ppm
N	81 ppm	Si		20 ppm
O	1978 ppm	Mo	<	4 ppm
Fe	7 ppm	Ta		260 ppm
Cr	< 2 ppm	W	<	5 ppm
Ni	< 2 ppm			
Mn	< 1 ppm			
Na	1 ppm			
K	2 ppm			
		Nb	min.	99,9 %*

### Siebanalyse / Screen analysis :

> 325 mesh	0,00 %
325 mesh - 5 µm	99,10 %
< 5 µm	0,90 %

Master-Sizer : D 10 % 14,14 µm  
D 50 % 30,19 µm  
D 90 % 53,92 µm

REM 100,500,1000

### Bemerkungen/Remarks


\*Gas content excluded

Authorized inspection representative GB EOP, Dr. Becker



Geschäftsführung: Sitz der Gesellschaft, Goslar  
Dr. Herz Heumüller Eintragung: Amtsgericht Braunschweig HRB 110660  
Ernst N. Jürg Vorsitzender des Aufsichtsrates:  
Dr. Hagen Noerberg

Sitz der Niederlassung Lautenburg, Lautenburg  
Eintrag. Amtsgericht Waldshut-Tengen, HRB 913 SA

Ein  Bayer MaterialScience Unternehmen



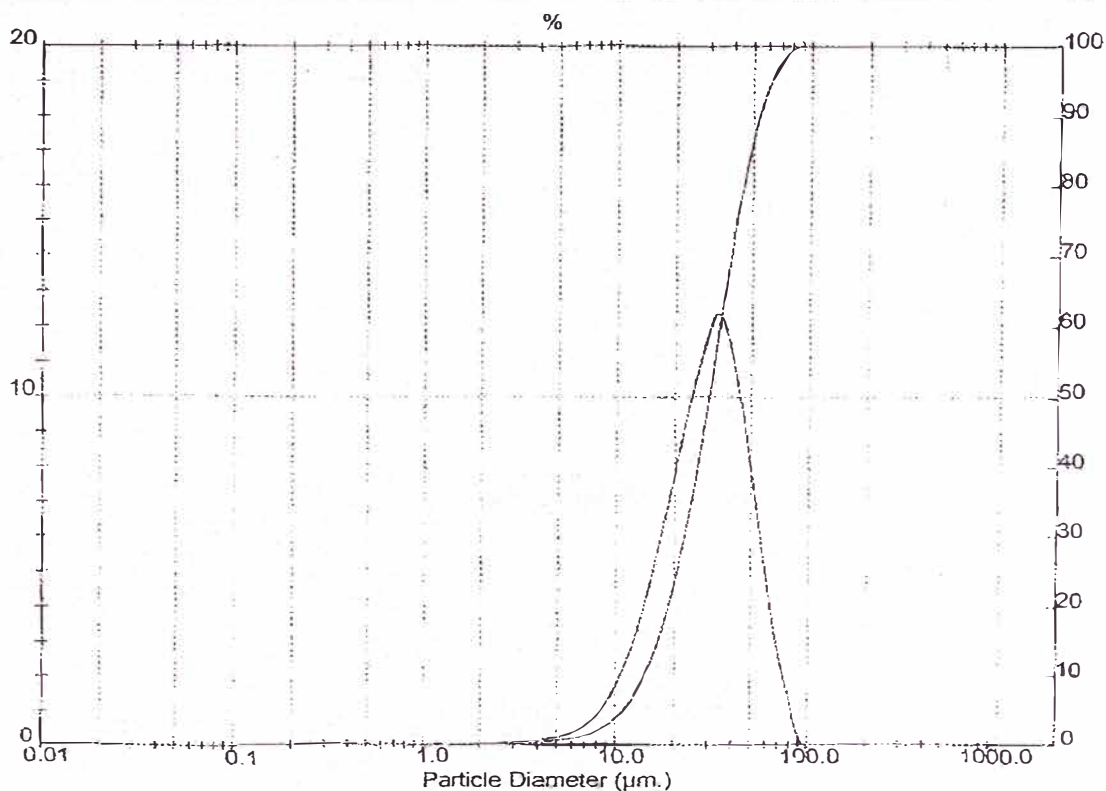
H.C. Starck

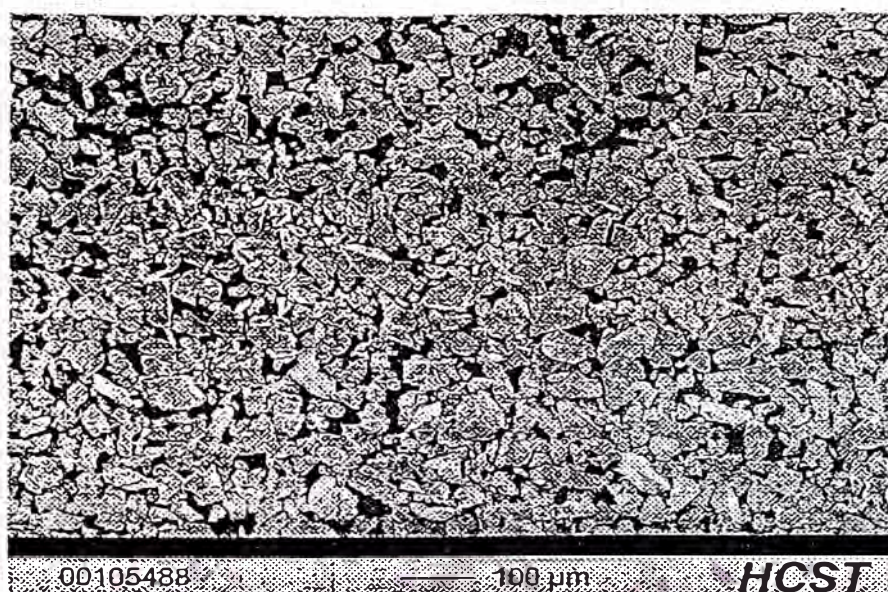


100-028/07.95

### MasterSizer S - Grain Size Distribution

Analyse: 610994/0 Nb-Metall		Sample Details		Measured: 18 Jan 2006 09:30	
Probe: P.:20041124		Run Number: 1	Record Number: 351		
5 min US-Bad + Daxad 11				Analysed: 18 Jan 2006 09:30	
Analytiker : Pommerenke				Result Source: Analysed	
Empfänger : GB-EO, Herr Kühn					
System Details					
Range Lens: 300RF mm	Beam Length: 2.40 mm	Sampler: MS17		Obscuration: 16.9 %	
Presentation: 3\$\$D	[Fraunhofer]			Residual: 0.315 %	
Analysis Model: Polydisperse					
Modifications: None					
Result Statistics					
Concentration = 0.0620 %Vol		Density = 1.000 g / cub. cm		Specific S.A. = 0.2494 sq. m / g	
Distribution Type: Volume					
Mean Diameters:		$D(v, 0.1) = 14.14 \mu\text{m}$	$D(v, 0.5) = 30.19 \mu\text{m}$	$D(v, 0.9) = 53.92 \mu\text{m}$	
$D[4, 3] = 32.38 \mu\text{m}$		$D[3, 2] = 24.06 \mu\text{m}$	Span = 1.318E+00		Uniformity = 4.102E-01
Distribution Percentiles (um) - Volume					
Percentile	Size	Percentile	Size	Percentile	Size
5.0 %	11.03	60.0 %	34.19		
10.0 %	14.14	70.0 %	38.82		
15.0 %	16.57	75.0 %	41.58		
20.0 %	18.70	80.0 %	44.79		
25.0 %	20.69	85.0 %	48.72		
30.0 %	22.60	90.0 %	53.92		
35.0 %	24.48	95.0 %	61.97		
40.0 %	26.36	98.0 %	71.10		
45.0 %	28.26	99.5 %	80.32		
50.0 %	30.19	100.0 %	88.91		

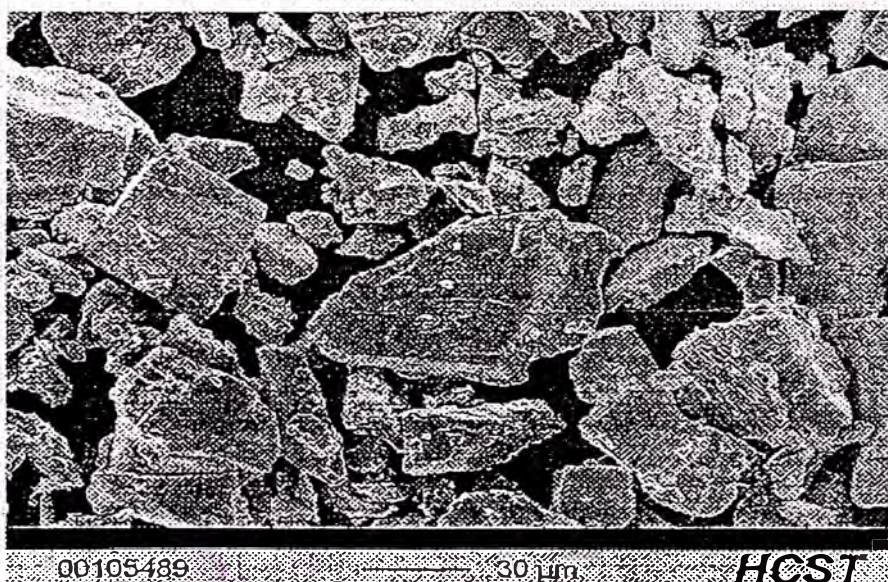




00105488

Acc : 20KV  
Mag : X100  
WD : 25mm  
Cl.No : 12  
Mode : PHOT  
Scan Mode :  
Iteration :  
Date : 17.01.2006  
Image : SEI

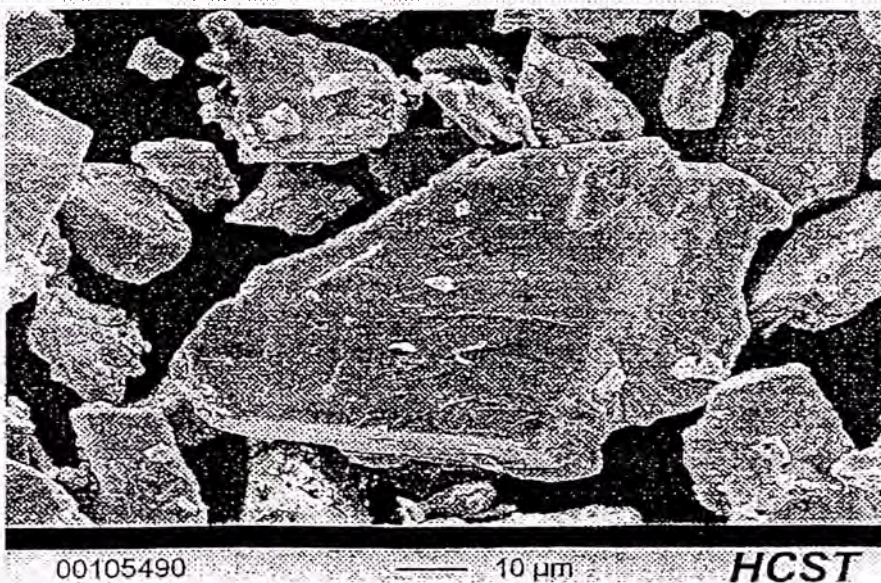
Probe : Nb-Metall  
Zusatzkenn : 20041124 5-45μm  
Operator : SUB/Koe  
Bereich : GB-EO  
Analysennr. : 610994/0  
Prüflos Nr. :



00105489

Acc : 20KV  
Mag : X600  
WD : 25mm  
Cl.No : 12  
Mode : PHOT  
Scan Mode :  
Iteration :  
Date : 17.01.2006  
Image : SEI

Probe : Nb-Metall  
Zusatzkenn : 20041124 5-45μm  
Operator : SUB/Koe  
Bereich : GB-EO  
Analysennr. : 610994/0  
Prüflos Nr. :



00105490

Acc : 20KV  
Mag : X1,000  
WD : 25mm  
Cl.No : 12  
Mode : PHOT  
Scan Mode :  
Iteration :  
Date : 17.01.2006  
Image : SEI

Probe : Nb-Metall  
Zusatzkenn : 20041124 5-45μm  
Operator : SUB/Koe  
Bereich : GB-EO  
Analysennr. : 610994/0  
Prüflos Nr. :