

CARACTERIZACIÓN OCUPACIONAL

*Cadena Productiva*  
de la *Joyería*



SERVICIO NACIONAL  
DE APRENDIZAJE



Caracterización Ocupacional  
Cadena Productiva de la Joyería

MESA SECTORIAL DE JOYERÍA

Bucaramanga, enero de 2005

Copyright@Servicio Nacional de Aprendizaje SENA  
Dirección del Sistema Nacional de Formación para el Trabajo 2005

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA  
Dirección del Sistema Nacional de Formación para el Trabajo  
Caracterización Ocupacional de la Cadena Productiva de la Joyería en Colombia  
SENA 2005

130 páginas  
Caracterización Ocupacional  
de la Cadena Productiva de la Joyería en Colombia  
/Colombia/

**Ministerio de Protección Social**



**Caracterización Ocupacional de la Cadena Productiva de la Joyería en Colombia**

**DARÍO MONTOYA MEJÍA**

Director General SENA

**JUAN BAYONA FERREIRA**

Director Sistema Nacional de Formación para el Trabajo

**WILLIAM AMAYA GALVIS**

Presidente Mesa Sectorial de Joyería  
Gerente Produjoyas Ltda.

**JOSE IGNACIO OROZCO MARTINEZ**

Coordinador Grupo de Normalización  
Dirección Sistema Nacional de Formación para el Trabajo

**AYDA LUZ MARTÍNEZ GEMADE**

Profesional Grupo Normalización  
Dirección Sistema Nacional de Formación para el Trabajo

**HUMBERTO RANGEL LIZCANO**

Director SENA Regional Santander

**HERNANDO URIBE MARQUEZ**

Secretario Técnico Mesa Sectorial de Joyería  
Subdirector Centro Industrial de Floridablanca

**RAFAEL RODRIGUEZ VALENCIA**

Asesor Metodológico Normalización

Mesa Sectorial de Joyería  
ENTIDAD DE APOYO  
CENTRO DE DESARROLLO PRODUCTIVO DE JOYERIA  
Bucaramanga

INTEGRANTES EQUIPOS TECNICOS:

Aristóbulo Vega  
Bernardo Vera  
Daniel Mejía  
Domingo Guaracao  
Elvis Javier Niño  
Emilce Tirado  
Fabio Gálvis  
Gilberto Reyes  
Gisella Mejía  
Humberto Díaz  
Humberto Roa Valdivieso  
Iván Fernando Sánchez  
Jacinto González  
Jairo Ruiz Luna  
Jorge Güiza  
Juan David Pizano  
Liliana Ortega Rueda  
Luis Alberto Bohórquez  
Luis Carlos Saavedra  
Luis Eduardo Sierra  
Luz Aydee Salazar  
Luz Dary Arias Gamboa  
Martha Cecilia Plata  
Myriam Cecilia Joya  
Pedro Alejandro Vasquez  
Pedro Pinto  
Sandra Cuevas  
Santiago Rugeles  
Senen Pardo  
William Amaya Galvis

BUCARAMANGA, ENERO DE 2005

# Tabla de Contenido

---

<b>Introducción</b> .....	<b>11</b>
<b>1. Entorno Organizacional</b> .....	<b>13</b>
1.1. Organización Empresarial .....	13
1.2. Contratación, Seguridad social y Remuneración .....	13
1.3. Administración .....	14
1.4. Entidades de Apoyo .....	14
1.4.1. Agremiaciones, Asociaciones .....	15
1.4.2. Entidades Gubernamentales .....	16
1.4.3. Entidades de Fomento .....	17
1.4.4. Entidades de control y regulación .....	19
1.4.5. Entidades de Formación Especializada .....	20
1.4.6. Entidades de investigación, Desarrollo Tecnológico .....	21
1.4.7. Otras entidades de apoyo .....	23
1.5. Política .....	23
1.6. Ubicación Geográfica .....	24
1.7. Tipos de Empresas .....	26
1.9. Clasificación de los talleres .....	26
1.10. Productos Elaborados .....	27
1.11. Comportamiento de las Ventas durante el año .....	28
1.12. Remuneración .....	28
1.13. Relación con clientes y proveedores .....	29

## **2. Entorno Económico ..... 31**

2.1.	Producción .....	31
2.2.	Comercialización y Distribución de Joyas .....	34
2.3.	Consumidor Final .....	37
2.4.	Estado actual de la Minería .....	37
2.5.	Estado actual del eslabón de la Joyería .....	41
2.6.	Estado actual del eslabón de la comercialización .....	41
2.7.	Desarrollo de los esquemas de financiación .....	44
2.8.	Acuerdos Comerciales .....	45

## **3. Entorno Tecnológico ..... 49**

3.1.	Programación y control de la Producción .....	49
3.2.	Proceso productivo, nivel tecnológico e impacto ambiental .....	49
3.3.	Consecución de Insumos .....	55
3.4.	Comercialización de insumos, maquinaria y equipos .....	55
3.5.	Extracción, beneficio y comercialización del oro .....	56
3.6.	Numero de minas .....	57
3.7.	Aspectos Productivos .....	58
3.8.	Insumos .....	59
3.9.	Fabricación de joyas en metales preciosos .....	59
3.10.	Número de Empresas .....	60
3.11.	Número de unidades productivas .....	60
3.12.	Consecución de materia prima .....	60
3.13.	Producción .....	61
3.14.	Tipos de Productos .....	61
3.15.	Organización Productiva .....	61
3.16.	Aspectos productivos .....	61
3.16.1.	Refinación con ácido nítrico .....	62
3.16.2.	Proceso de Armado .....	62
3.16.3.	Proceso de Microfusión .....	64
3.16.4.	Costos .....	66
3.17.	Impulso a la innovación y el desarrollo tecnológico .....	66
3.18.	Modelo en cadena para el proceso de innovación .....	67
3.18.1.	Diseño .....	70
3.19.	Sistemas de gestión de la calidad .....	71
3.19.1.	Fortalecimiento de la calidad .....	71
3.20.	Proveedores de tecnología .....	72
3.21.	Indicadores de productividad y competitividad .....	72
3.22.	Número de unidades productivas .....	73

<b>4.</b>	<b>Entorno Ocupacional</b>	<b>75</b>
4.1.	Dinámica del empleo	75
4.2.	Características Demográficas	78
4.2.1.	Sexo de los Joyeros	78
4.2.2.	Edad de los Joyeros	78
4.3.	Ocupaciones existentes CON	79
4.4.	Ocupaciones existentes	81
4.5.	Nivel de calificación de la Mano de obra	82
4.6.	Ocupaciones emergentes	82
4.7.	Normas de competencia laboral	83
<b>5.</b>	<b>Entorno Educativo</b>	<b>85</b>
5.1.	Educación	85
5.2.	Nivel educativo	85
5.3.	Capacitación	86
5.4.	Aprendizaje de la Joyería	87
5.5.	Talento humano, nivel educativo y capacitación	87
5.6.	Entidades de capacitación	88
5.7.	Entidades de investigación, desarrollo tecnológico	89
5.8.	Otras entidades de apoyo	91
5.9.	Requerimientos de formación	91
<b>6.</b>	<b>Entorno Ambiental</b>	<b>93</b>
6.1.	El problema de la contaminación ambiental	94
6.1.1.	Vertimientos	95
6.1.2.	Residuos sólidos	95
6.1.3.	Emisiones gaseosas	95
6.2.	Disminución del impacto ambiental	96
6.3.	Prácticas requeridas para implementar proceso de proa. Limpia	96
6.4.	Problemas ambientales	97
6.5.	Alternativas Tecnológicas	102
6.6.	Sistemas de control de óxidos nitrosos	102
6.6.1.	Descripción del proceso	102
6.6.2.	Ventajas del método	103
6.6.3.	Descripción del Sistema	103
6.7.	Filtro para gases Nitrosos	105
6.7.1.	Descripción del Sistema	105
6.8.	Electro refinación	111



<b>6.9.</b>	<b>Procesos electrolíticos sin disolución de oro</b> .....	<b>111</b>
<b>6.10.</b>	<b>Procesos electrolíticos con disolución de oro</b> .....	<b>114</b>
6.10.1.	Reacciones anódicas .....	114
6.10.2.	Reacciones catódicas .....	115
<b>6.11.</b>	<b>Proceso de Wohl Hill modificado</b> .....	<b>115</b>
<b>6.12.</b>	<b>Tratamiento de los vertimientos de Joyería</b> .....	<b>117</b>
<b>6.13.</b>	<b>Método de cloración alcalina</b> .....	<b>117</b>
<b>6.14.</b>	<b>Intercambio iónico</b> .....	<b>118</b>
6.14.1.	Intercambio iónico .....	118
6.14.2.	Intercambio del ciclo hidrogeno .....	120
6.14.3.	Procesos con intercambio de aniones .....	120
<b>6.15.</b>	<b>Cambios tecnológicos</b> .....	<b>120</b>
<b>6.16.</b>	<b>Planes de manejo Ambiental</b> .....	<b>121</b>
<b>7.</b>	<b>Tendencias</b> .....	<b>123</b>
7.1.	Visión de la Cadena productiva de la Joyería .....	123
<b>8.</b>	<b>Glosario</b> .....	<b>125</b>
<b>9.</b>	<b>Bibliografía</b> .....	<b>127</b>

## LISTA DE GRAFICOS

1.	Clasificación de los Talleres .....	27
2.	Productos Elaborados .....	27
3.	Comportamiento de las Ventas .....	28
4.	Participación de la Prod. de oro de Santander en el total Nal. ....	32
5.	Producción de oro/ Dpto. año 2002 .....	33
6.	Exportaciones de Santander en el 2002 .....	34
7.	Participación de Santander en las Exportaciones Nacionales .....	35
8.	Exportaciones de Santander artículos de Joyería .....	36
9.	Exportaciones de Santander / País destino .....	36
10.	Principales destinos de exportación de Joyería y bisutería .....	42

11.	Principales destinos de exportación de metales y piedras preciosas .....	42
12.a	Mapa del Cluster de Joyería en Colombia .....	43
12.b	Mapa del Cluster de Joyería en Colombia .....	44
13.	Cadena Productiva de la Industria de la Joyería .....	45
14.	Sexo de los Joyeros .....	78
15.	Edad de los Joyeros .....	78
16.	Nivel educativo de los Joyeros .....	85
17.	Puntajes de capacitación vs. Áreas .....	86
18.	Aprendizaje de la Joyería .....	87
19.	Sistema de remoción de NO <sub>2</sub> .....	104
20.	Sistema de ducha del tanque de neutralización .....	106
21.	Laberinto para la distribución de gases .....	107
22.	Vista superior del tanque de oxidación .....	108
23.	Tanque de Oxidación .....	109
24.	Esquema filtro para gases nitrosos .....	110
25.	Diagrama de procesos de electrolisis .....	116
26.	Equipo de electro pulido sin cianuro .....	121

## LISTA DE TABLAS

1.	Sistema de Remuneración .....	28
2.	Producción de oro / Dpto. 1996 - 2002 .....	31
3.	Producción de oro / Dpto. 1997- 2001 .....	38
4.	Exportación del Sector de Joyería y piedras preciosas .....	42
5.	Polivalencias ocupacionales en artesanías en Joyería .....	83
6.	Capacitación .....	86
7.	Resultados de los análisis de laboratorio de vertimientos .....	98
8.	Caracterización solución de recuperación .....	98
9.	Resultados de los análisis de laboratorio de muestras bomba .....	99
10.	Consumos de reactivos en la etapa de pulimento químico .....	99
11.	Caracterización tipo de las aguas de lavado .....	100
12.	Rangos de concentración en vertimientos .....	100
13.	Promedio de los Agentes contaminantes de vertimientos .....	101
14.	Parámetros de operación para la electro refinación de plata .....	112
15.	Parámetros de operación para la electro refinación de oro .....	115



# Introducción

---

Una de las estrategias para dinamizar la economía actual del Gobierno Nacional, se da en el apoyo a las Cadenas Productivas. Una de las prioritarias para lograr este objetivo esta enmarcada en la industria de la Joyería, metales preciosos, piedras y bisutería.

Dentro de las líneas estratégicas para cumplir esta meta, se encuentra el fortalecimiento de las empresas a través de su capital humano. Resultado de esta iniciativa es la Mesa Sectorial de Joyería, que busca definir las áreas de atención de la cadena, para elaborar normas de competencia que mejore la oferta del talento humano y que estandarice los procesos reconocidos por la Cadena.

Este esfuerzo se logra a través de los diferentes actores de la Cadena y el Cluster que voluntariamente participan de este proceso para calificar el talento humano y posicionar la Cadena con procesos adecuados a los requerimientos nacionales e internacionales.

El siguiente documento da a conocer el estado del arte de la cadena y su respectiva caracterización a través de seis entornos identificados: Organizacional, Económico, Tecnológico, Ocupacional, Educativo, Ambiental y las Tendencias que enmarcan el desarrollo de la cadena.

El entorno Organizacional muestra los tipos de empresas que se encuentran, sus productos y servicios, los sistemas de gestión, su relación con clientes y proveedores, ubicación, entidades de apoyo y su marco legal.

El entorno Económico revela los volúmenes de producción, el mercado actual, sus exportaciones y los acuerdos comerciales logrados hasta la fecha.

El entorno Tecnológico describe sus procesos productivos, las principales tecnologías utilizadas, sus proveedores y los sistemas de calidad que existen o que deben implementarse para lograr un producto competitivo.

El entorno Ocupacional se refiere a la dinámica de empleo, las ocupaciones existentes y emergentes, la distribución del personal por ocupaciones y niveles y las normas de competencia laboral.

El entorno educativo refleja la oferta y demanda actual de capacitación y formación y el Mapa funcional de la cadena, el cual busca representar el propósito clave “Fabricar joyas con criterios de productividad y competitividad, cumpliendo con las exigencias de los mercados Nacionales e internacionales”.

El Entorno Ambiental identifica la problemática existente en la cadena en el área ambiental y postula las posibles alternativas tecnológicas para mitigar el impacto y obtener procesos productivos limpios.

Finalmente se identifican las tendencias de las empresas, productos y servicios, mercados, tecnologías, normatividad, ocupaciones y requerimientos de capacitación y formación para fortalecer y posicionar a la cadena productiva, de acuerdo a la visión de la cadena en el corto, mediano y largo plazo.



# 1

## **Entorno Organizacional**

# 1. Entorno Organizacional

---

## 1.1. ORGANIZACIÓN EMPRESARIAL

La ubicación de los microempresarios no es la adecuada en términos de ordenamiento territorial, la mayoría de los joyeros tienen ubicado su taller en el mismo sitio de vivienda por motivos de seguridad y de disminución de costos, lo que priva al empresario de situarse en zonas más cercanas al mercado y de organizar en forma más funcional su empresa.

## 1.2. CONTRATACIÓN, SEGURIDAD SOCIAL Y REMUNERACIÓN

Aproximadamente el 19% de los trabajadores del sector está vinculado en forma temporal, de los cuales casi el 99% son operarios. La mayoría de las personas vinculadas al sector son hombres (69%) y sólo en el área administrativa las mujeres sobrepasan levemente la cantidad de hombres (54%). En general, la jornada laboral de los operarios siempre es más larga de la establecida legalmente.

Muchos trabajadores desarrollan su labor en condiciones inseguras, sin estabilidad laboral y con bajas remuneraciones. Sólo el 43% de los trabajadores poseen algún tipo de seguridad social proporcionado por la empresa. Los operadores del nivel operativo y administrativo tienen una escala salarial promedio de dos salarios mínimos legales mensuales.

A la mayoría de los operarios temporales se les paga a destajo (61%) o por gramos de metal procesado (29%). Por el contrario, una considerable parte de los operarios fijos recibe un salario fijo mensual (26.01%), pero la remuneración a destajo (32.97%) y por gramos (36.63%) siguen siendo las predominantes. La remuneración de la mayoría de los operarios administrativos es fija.

Los dueños-operarios reciben mensualmente una cantidad variable de ingresos como resultado de la venta de la producción del taller, con los que cubren sus gastos personales y los gastos del taller. Este ingreso de los dueños en promedio es entre 3 y 4 salarios mínimos mensual, pero es variable dependiendo del estado del negocio.

El porcentaje de microempresas del sector que recibe asistencia técnica de personal experto es del 7%, debido a que la mayoría de empresarios es renuente a permitir que personas externas ingresen a su organización para brindar algún tipo de asesoría.

### **1.3. ADMINISTRACIÓN**

El sector de joyería cuenta con sistemas tradicionales de dirección, en donde el gerente-propietario es la única autoridad en materia administrativa, por lo que el apoyo empleado para administrar la empresa es de orden familiar. Para la mayoría de estos microempresarios, en el aspecto gerencial lo válido son la experiencia y el criterio personal.

La carencia de activos significativos en los cuales avalar sus préstamos y la presencia de un margen de utilidad muy variable (debido a los movimientos de la demanda) son la causa de que el sistema financiero no otorgue fácilmente crédito al sector. Además, los empresarios conocen poco sobre las políticas gubernamentales de apoyo financiero, capacitación y de servicios tecnológicos, lo que acentúa esta situación; y por el lado de la oferta, se presentan factores como la ausencia de fondos regionales de garantías dirigidos al sector, montos insuficientes, exceso de trámites y tasas de interés alta que desmotivan al empresario a solicitar crédito.

El estilo administrativo prevaleciente en los directivos del sector joyero es de corte tradicional, con énfasis principal en los procesos de producción. En un número considerable de casos la cultura empresarial ha sido transmitida a los hijos.

Esta marcada la ausencia de una cultura empresarial orientada a la calidad, la cual se refleja en la falta de determinación de estándares de producción.

Los sistemas contables de que disponen las empresas son ineficientes por que no tienen una estructura adecuada para sustentar la toma de decisiones confiables en cuanto a producción y venta de productos.

El nivel de motivación por pertenecer a una agremiación es escaso ya que sólo una pequeña proporción de empresarios se encuentran agremiados y la agremiación esta prácticamente inactiva.

### **1.4. ENTIDADES DE APOYO**

Que entidades apoyan el sector a nivel Regional y Nacional. Las entidades de apoyo a la cadena productiva se clasificaron en las siguientes categorías:



- Agremiaciones, Asociaciones o Cooperativas de Empresarios o Profesionales.
- Entidades Gubernamentales.
- Entidades Públicas y Privadas de Fomento.
- Entidades Públicas y Privadas de Control y Regulación.
- Entidades de Formación Especializada.
- Entidades de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación.
- Otras Entidades de Apoyo: Entidades Financieras, Transportadoras de Valores e Instituciones de Seguridad.

A continuación se detalla cada una de estas categorías.

#### **1.4.1. Agremiaciones, Asociaciones o Cooperativas de Empresarios o Profesionales**

Las principales asociaciones de la cadena productiva son: la Asociación de Mineros de Vetas – ASOMINEROS, la Asociación de Mineros de California – ASOMICAL, ACOLJOYAS y PROMISANDER. El nivel de integración entre actores de la cadena es bajo y algunas asociaciones existentes están inactivas.

##### *1.4.1.1. Agremiación Colombiana de Joyeros y Actividades Afines – ACOLJOYAS*

ACOLJOYAS es una organización sin ánimo de lucro que constituye una agremiación de personas y empresas dedicadas al oficio de la joyería y actividades afines, que buscan mejorar su productividad, ante el reto que tienen de ser competitivos en los mercados nacionales e internacionales. Aunque ha perdido representatividad debido a la disminución de sus socios, los logros alcanzados en el pasado mantienen el interés de los empresarios por procurar su reactivación.

##### *1.4.1.2. Asociación de Profesionales de la Minería en Santander – PROMISANDER*

La Asociación de Profesionales de la Minería en Santander – PROMISANDER, es un grupo académico, científico y gremial sin ánimo de lucro, constituido como persona jurídica de derecho privado, cuya misión es el mejoramiento de la calidad de vida de las personas involucradas en la actividad económica de la minería.

Aunque se conformó recientemente (febrero de 2003), cuenta entre sus integrantes con personas con una muy buena experiencia en el sector. Entre los objetivos de PROMISANDER está el de planear y ejecutar programas, planes, proyectos y actividades aplicando conocimientos de Ingeniería de Minas, Geología, Ingeniería Metalúrgica, Ingeniería Química, Ingeniería de Sistemas, Ingeniería Civil, Ingeniería Ambiental, Ingeniería Forestal, así como del campo empresarial, social y demás áreas que se relacionan con la minería, con el fin de generar procesos racionales de interacción del hombre con su entorno, buscando el mejoramiento integral del ser humano y la protección del medio ambiente.

##### *1.4.1.3. Asociaciones de Mineros*

La Asociación de Mineros de Vetas – ASOMINEROS y la Asociación de Mineros de California – ASOMICAL son organizaciones que fueron constituidas fundamentalmente

para facilitar la compra y abastecimiento de los explosivos que se requieren para la actividad de explotación mediante la administración de un polvorín. A partir de esta función básica las asociaciones han ido desempeñado otras funciones de representación y fomento sectorial, siendo actualmente parte del Consejo Regional de la Cadena.

#### **1.4.2. Entidades Gubernamentales**

Como entidades de apoyo a la cadena productiva se encuentran el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Ministerio de Minas y Energía, las Gobernaciones, y Alcaldías de las regiones relacionadas con la explotación de minerales y Fabricación de Joyas.

##### *1.4.2.1. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo*

El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo tiene como objetivo primordial dentro del marco de su competencia formular, adoptar, dirigir y coordinar las políticas generales en materia de desarrollo económico y social del país, relacionadas con la competitividad, integración y desarrollo de los sectores productivos de la industria, la micro, pequeña y mediana empresa, el comercio exterior de bienes, servicios y tecnología, la promoción de la inversión extranjera, el comercio interno y el turismo; y ejecutar las políticas, planes generales, programas y proyectos de comercio exterior.

En cumplimiento de este objetivo y con el liderazgo del Viceministerio de Desarrollo Empresarial el Ministerio desarrolló la Política Nacional de Apoyo a la Cadena Productiva de la Industria de la Joyería, Metales, Piedras Preciosas y Bisutería en Colombia. Dentro de esta política se establece el fortalecimiento de la cadena productiva norte de la cual hace parte Santander. Adicionalmente, el Ministerio a través del Fondo Colombiano de Modernización y Desarrollo Tecnológico de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas – FOMIPYME cofinanció la suscripción del Acuerdo o Convenio de Competitividad de la Cadena Productiva de la Joyería de Santander.

##### *1.4.2.2. Gobernación de Santander*

La Gobernación de Santander a través del Grupo de Desarrollo Económico apoya el fortalecimiento de la Cadena Productiva mediante la cofinanciación de proyectos y programas de fortalecimiento sectorial.

En la parte de minería, la Gobernación de Santander ha actuado como interventor y ha patrocinado el desarrollo de los Proyectos de Adecuación de Áreas de Pequeña Minería.

En la parte de joyería, la Gobernación de Santander en actividad conjunta con el CARCE Santander ha publicado el portafolio de productos y servicios “Oferta Exportable de Santander” en la que se incluye la Joyería como un sector estratégico para el desarrollo socioeconómico regional. Además, la Gobernación de Santander esta apoyando el fortalecimiento del sector joyería cofinanciando la ejecución del Programa de Competitividad del Sector Joyería “OROCO”, Convenio de Cooperación Técnica Internacional establecido entre el CDP de Joyería y el Banco Interamericano de Desarrollo – BID (Convenio ATN / ME – 8204 – CO).

#### 1.4.2.3. *Alcaldía de Bucaramanga*

La Alcaldía de Bucaramanga a través de la Secretaría de Planeación ha apoyado el fortalecimiento de la Cadena Productiva mediante la cofinanciación de proyectos y programas desarrollados por el CDP para el mejoramiento de la productividad y competitividad del sector joyería. En particular esta cofinanciando la ejecución del Programa de Competitividad del Sector Joyería “OROCO”, Convenio de Cooperación Técnica Internacional establecido entre el CDP de Joyería y el Banco Interamericano de Desarrollo – BID (Convenio ATN / ME – 8204 – CO).

#### 1.4.3. **Entidades de Fomento**

Entre las entidades de fomento que contribuyen al desarrollo de la cadena productiva se encuentran: Banco Interamericano de Desarrollo – BID, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD, IMEBU, el CARCE Santander, PROEXPORT Regional Santander y la Cámara de Comercio de Bucaramanga.

##### 1.4.3.1. *BID-FOMIN*

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) es la principal fuente de financiamiento multilateral para programas y proyectos de desarrollo económico, social e institucional de América Latina y el Caribe, incluidas las reformas de políticas y sectores y la promoción de inversiones públicas y privadas. El Fondo Multilateral de Inversiones (FOMIN) es un mecanismo especial del Grupo del Banco Interamericano de Desarrollo para promover el crecimiento económico participativo en América Latina y el Caribe.

Con recursos no reembolsables de asistencia técnica y mecanismos de inversión, el FOMIN financia pequeños proyectos piloto, en conjunto con asociaciones empresariales, organizaciones no gubernamentales (ONG) y entidades del sector público con sólida trayectoria en la región. El FOMIN busca mejorar los sistemas de capacitación y normas de competencias para los trabajadores, ampliar la participación económica de la pequeña empresa y fortalecer el clima para hacer negocios.

El total compromiso del BID – FOMIN con el fortalecimiento de la cadena productiva es tangible en la cofinanciación de “OROCO”, Programa de Competitividad del Sector Joyería BID-FOMIN Convenio ATN / ME – 8204 – CO.

##### 1.4.3.2. *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD*

El 29 de Mayo de 1974 el Gobierno Colombiano firmó el Acuerdo Básico de Cooperación con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo a través del cual se solicita la asistencia del PNUD en beneficio de su población, animados de un espíritu de cooperación amistosa para apoyar y complementar los esfuerzos nacionales de los países en desarrollo por solucionar los problemas más importantes de su desarrollo económico, fomentar el progreso social y mejorar el nivel de vida de los colombianos.

El objetivo de la cooperación del PNUD para el período 2002-2006 es “Promover la creación de un ambiente propicio para la paz y la reconciliación”. Con el fin de concretar este objetivo el PNUD gestionará el acceso a fuentes internacionales de cooperación técnica y financiera para el desarrollo y facilitará la ejecución de acciones innovadoras que puedan desencadenar en modelos de desarrollo sectoriales replicables, entre otras.

Es en este marco que el PNUD promueve la iniciativa de Agencias de Desarrollo Económico Local – ADEL como modelo probado en países industrializados y específicamente en Santander lidera el establecimiento de tres ADEL, siendo una de estas la correspondiente a la Provincia de Soto y la Cadena Productiva de la Joyería una de las más opcionadas como estratégica para el mercadeo territorial.

#### *1.4.3.3. Instituto Municipal de Empleo y Fomento Empresarial de Bucaramanga – IMEBU*

El IMEBU es una entidad oficial, con autonomía administrativa y financiera, que apoya la ejecución de proyectos orientados al desarrollo de la política municipal de generación de empleo y fomento empresarial.

El Instituto Municipal de Empleo y Fomento Empresarial de Bucaramanga – IMEBU ha proporcionado ayuda al sector joyería mediante el fortalecimiento del CDP de Joyería, el establecimiento de una línea de crédito micro-empresarial, la ejecución de programas de capacitación, el apoyo en la suscripción del presente acuerdo y la ejecución de “OROCO”, Programa de Competitividad del Sector Joyería BID-FOMIN Convenio ATN / ME – 8204 – CO.

#### *1.4.3.4. Comité Asesor Regional de Comercio Exterior – CARCE Santander*

El CARCE es un instrumento de articulación entre el sector público y privado para facilitar el intercambio de información y la elaboración de propuestas y proyectos en aspectos de Comercio Exterior y Competitividad. Esta labor es adelantada a través de mesas de trabajo especializadas. El CARCE Santander ha contribuido con la formulación de la Visión Exportadora y el Plan Estratégico Exportador para el subsector Joyería y hace parte del Consejo Regional de la Cadena.

Es importante resaltar la función del CARCE en cuanto a asesorar a las entidades gubernamentales en aspectos relacionados con el fortalecimiento del entorno empresarial, el fomento de una cultura exportadora regional y la construcción de ventajas competitivas.

#### *1.4.3.5. PROEXPORT Regional Santander*

PROEXPORT es la entidad encargada de la promoción comercial de las exportaciones no tradicionales colombianas, brindando apoyo y asesoría integral a los empresarios nacionales en sus actividades de mercadeo internacional mediante servicios dirigidos a facilitar el diseño y ejecución de su estrategia exportadora.

Entre estos servicios se encuentran: centro de información de comercio exterior ZEIKY, sistema de inteligencia de mercados INTELEXPORT, servicio de información en logística de transporte, programa EXPOPYME, programa de aseguramiento de calidad, acompañamiento en la formulación de planes exportadores, proyectos asociativos de exportación, misiones comerciales de promoción comercial y de inversión y coordinación de agendas comerciales.

El acercamiento que ha tenido PROEXPORT con la cadena productiva ha consistido en apoyo para la participación de empresarios interesados en misiones comerciales internacionales.

#### *1.4.3.6. Centro de Desarrollo Empresarial – CDE de la Cámara de Comercio de Bucaramanga*

Los CDE están liderados en Colombia por la Confederación Colombiana de Cámaras de Comercio – CONFECAMARAS– y el Banco Interamericano de Desarrollo – BID, en una alianza estratégica con las principales cámaras de comercio del país, la asociación Colombiana de Pequeños Industriales – ACOPI - y el soporte de 40 instituciones públicas y privadas.

Entre las funciones que presta el CDE se encuentran la evaluación de la productividad y competitividad de una empresa, consultoría en direccionamiento estratégico y mejoramiento de la productividad, capacitación en gestión empresarial y desarrollo de competencias y seguimiento de las iniciativas de mejoramiento implementadas.

Con el Centro de Desarrollo Empresarial de la Cámara de Comercio de Bucaramanga se han hecho acercamientos para empezar a trabajar con un grupo de empresarios de la cadena.

#### **1.4.4. Entidades de Control y Regulación**

Como entidades de control y regulación en minería se encuentra el INGEOMINAS, en la parte de seguimiento de títulos mineros, la CDMB como autoridad ambiental e INDUMIL en lo relacionado con el manejo de los explosivos. En joyería tenemos la Secretaría de Hacienda, la DIAN y la Cámara de Comercio como encargados de la parte tributaria y registro; las Secretarías de Planeación del Área Metropolitana de Bucaramanga como autoridades en materia de los Planes de Ordenamiento Territorial; las Secretarías de Salud y de Medio Ambiente y la CDMB como autoridades en materia ambiental; y el ICONTEC y Artesanías de Colombia, como promotores de la normalización técnica y el establecimiento de esquemas de certificación.

##### *1.4.4.1. INGEOMINAS Regional Bucaramanga*

El Instituto Colombiano de Geología y Minería – INGEOMINAS es la entidad estatal encargada de investigar y generar la información básica para el conocimiento geocientífico y aprovechamiento del subsuelo del territorio colombiano, incluyendo el manejo del inventario minero nacional.

A partir del 12 de marzo de 2004 mediante el Decreto 252 de 2004 al Instituto Colombiano de Geología y Minería – INGEOMINAS le fueron delegadas las funciones de administración de los recursos minerales del subsuelo, lo que incluye el otorgamiento de títulos mineros y en especial la suscripción de las propuestas de contratos de concesión, el seguimiento y control a dichos títulos mineros.

En reemplazo de la función de MINERCOL queda la expectativa respecto a la continuidad en el apoyo a los Proyectos de Adecuación de Áreas de Pequeña Minería para Integración en el distrito minero de Vetas-California, mediante los cuales se pretende agrupar a los pequeños mineros con el fin de que puedan modernizar sus plantas de beneficio. No obstante, se presupone que por las limitaciones de presupuesto las actividades de prospección minera, asistencia técnica e interventoría no cubran las necesidades existentes.

#### *1.4.4.2. DIAN Dirección Nororiental*

La Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia es la responsable de facilitar y controlar el cumplimiento de las normas que integran el Sistema Tributario, Aduanero y Cambiario, con el fin de agilizar las operaciones de comercio exterior, propiciar condiciones de competencia leal, proveer información confiable y oportuna, y contribuir al bienestar social y económico de los colombianos.

Aunque no existen antecedentes de trabajo con esta institución, es política de la Dirección Nacional y compromiso de la Dirección Nororiental apoyar el desarrollo de una campaña de formalización.

#### *1.4.4.3. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación - ICONTEC*

El ICONTEC es el organismo nacional de normalización de Colombia y entre sus funciones están: 1) Coordinar y promover la normalización. 2) Elaborar y difundir normas nacionales. 3) Adopción y aplicación de normas internacionales. 4) Promover o desarrollar actividades de certificación y 5) Proteger al consumidor y productor interno.

El ICONTEC respalda la cadena productiva con el establecimiento de una normatividad técnica sectorial a través de la Unidad Sectorial de Normalización CDP de Joyería en el ámbito de la calidad de los metales preciosos, gemas y procesos relacionados con la joyería.

### **1.4.5. Entidades de Formación Especializada**

Las instituciones que proveen capacitación especializada a nivel regional son la Corporación Escuela Tecnológica del Oriente Colombiano – CETO, el SENA Regional Santander y el CDP de Joyería con el reconocimiento que tiene como entidad de educación no formal por parte del Ministerio de Desarrollo Económico.

#### *1.4.5.1. Corporación Escuela Tecnológica del Oriente Colombiano - CETO*

Institución universitaria que cuenta con el programa de Tecnología en Joyería y con la Especialización en Gemología y Tasación de Joyas.



La Tecnología en Joyería inició labores en el segundo semestre de 2000; en agosto de este año se espera que se gradúe la primera promoción y en el programa se encuentran inscritas un total 25 personas. En este programa la formación técnica se complementa con formación en administración empresarial.

La Corporación también desarrolla cursos en forma permanente de joyería básica, armado y ajuste, microfusión, cadenería, engaste y talla de piedras.

#### *1.4.5.2. SENA Regional Santander*

El SENA también ha mostrado su apoyo a la cadena productiva con el establecimiento en Santander de la Mesa Sectorial de Joyería, con el objetivo de formar mano de obra competente para la cadena en coordinación con los actores de las diferentes regiones del país.

En la parte de minería, aunque el SENA ha colaborado con programas de capacitación en el distrito minero de Vetas-California, hace falta formación más especializada en lo que respecta a procesos de beneficio como la molienda, concentración, cianuración y amalgamación y en la parte de extracción en los procesos de arranque con explosivos, transporte del mineral, entre otros.

#### **1.4.6. Entidades de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación**

Entre las entidades de apoyo en este campo se encuentran el Centro de Desarrollo Productivo de Joyería, la Universidad Industrial de Santander, la Universidad Pontificia Bolivariana, el SENA y las Unidades Tecnológicas de Santander, UTS.

##### *1.4.6.1. Centro de Desarrollo Productivo de Joyería*

El CDP de Joyería desde 1999 ha sido partícipe en la gestión y ejecución de programas y actividades de fortalecimiento del sector joyería y aportante al incremento de la productividad y competitividad, a través de la prestación de servicios técnicos y tecnológicos, y la gestión y ejecución de proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, promoviendo el desempeño con calidad, flexibilidad y respeto al medio ambiente.

El reconocimiento del CDP de Joyería como Centro de Desarrollo Tecnológico – CDT evidencia su compromiso con la promoción y realización de actividades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación que contribuyan en forma sustancial a solucionar problemáticas sectoriales. El CDP de Joyería ha ejecutado y esta en proceso de formulación y gestión de proyectos de este tipo cofinanciados por instituciones como COLCIENCIAS y el SENA entre otras entidades, en convenio con diferentes facultades y centros de investigación de la UIS (Ingeniería Química, Ingeniería Metalúrgica, Diseño Industrial, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Industrial, Centro de Investigación en Minerales, Biohidrometalurgia y Medio Ambiente, Nodo Regional de Producción más Limpia, CEIAM, entre otros), la UPB (Ingeniería Ambiental) y la UTS (Tecnología Ambiental), con el fin de aprovechar la infraestructura, personal y experiencia de que éstos disponen.

#### 1.4.6.2. Universidad Industrial de Santander - UIS

La Universidad Industrial de Santander constituye un soporte fundamental para la actividad de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación considerando los siguientes puntos: 1) Infraestructura en laboratorios. 2) Disponibilidad de personal con alto grado de formación científica. 3) Existencia de Centros de Investigación Especializados y 4).Antecedentes de algunas facultades y centros de atención a la cadena productiva.

En el campo de la minería, la UIS ha venido cumpliendo una labor importante con el desarrollo de abundantes proyectos de investigación desarrollados por las Escuelas de Ingeniería Química, Ingeniería Metalúrgica, Diseño Industrial, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial, entre otras. Desafortunadamente por falta de presupuesto importantes investigaciones sobre procesamiento y otros usos de minerales conocidos y explotados en el departamento, reposan en las bibliotecas.

En el campo de la Joyería, es de resaltar el logro que se ha obtenido en convenio con la Escuela de Diseño Industrial con el proyecto “Diseño de Joyería con Esmeralda Colombiana a partir de las Características de la Orfebrería Precolombina” y en el Diseño de ciertos prototipos.

También pertenece a la UIS el Centro de Investigación en Minerales, Biohidrometalurgia y Medio Ambiente, cuyo objetivo es proponer alternativas de solución adecuadas y pertinentes a necesidades y problemas nacionales y/o regionales de tipo minero/metalúrgico/ambiental, mediante el desarrollo de proyectos de investigación científica y tecnológica, adecuando y generando conocimientos en relación con la preparación y producción de materias primas de origen mineral, la implementación y el desarrollo de tecnologías limpias y de descontaminación, en especial la biotecnología.

En beneficio de la cadena productiva este centro ha participado en:

“Estudio de Tecnologías Alternativas para Reducir la Contaminación en los Efluentes de los Procesos de Refinación y Pulimento Químico”, el cual también involucra la participación del CDP de Joyería y la UPB.

“Aplicación de Tecnologías Limpias para el Beneficio de Metales Preciosos y Control de la Contaminación del Río Suratá”, convenio interadministrativo entre el municipio de California y la UIS.

Es importante también mencionar el Grupo de Investigación en Desarrollo y Tecnología de Nuevos Materiales de la UIS, quien se encuentra desarrollando con la participación del CDP de Joyería el proyecto de Optimización del Sistema de Llenado en Microfusión Utilizando el Programa de Simulación AFSOLID200, cuyo objetivo es diseñar, calcular y desarrollar la forma de armar los árboles de réplicas de cera para obtener las mejores piezas de oro de 750 milésimas (18 quilates) y de plata de 950 milésimas por microfusión considerando la geometría de las piezas.



#### **1.4.7. Otras Entidades de Apoyo: Entidades Financieras, Transportadoras de Valores e Instituciones de Seguridad**

Como entidades de apoyo en la parte financiera se encuentra la Corporación Fondo de Apoyo de Empresas Asociativas – CORFAS, entidad financiera que apoya la población vulnerable que presenta potencial de desarrollo a través de asesorías, capacitación socio-empresarial, asistencia técnica y créditos; el CORFAS ofrece créditos a los microempresarios del sector joyería con recursos de la Alcaldía de Bucaramanga y del IMEBU. También cuentan como entidades financieras de apoyo el Fondo Regional de Garantías, BANCOLDEX y todos los Bancos, Corporaciones, Cooperativas y afines, de los cuales se encuentra una amplia oferta en Bucaramanga.

En la parte de seguridad se encuentran las instituciones privadas que prestan servicios de vigilancia y la Policía Nacional de Santander, con la que se esta gestionando la puesta en marcha del Frente de Seguridad de la Cadena Productiva de la Joyería de Santander. Como entidades de apoyo en la transportación de joyas se encuentran una oferta suficiente de empresas privadas que prestan este servicio.

### **1.5. POLITICA**

Dentro de las estrategias que el Gobierno Nacional viene impulsando para incentivar la generación de un mayor valor agregado en los productos colombianos, en especial en lo referente a los metales y piedras preciosas que se extraen en el país, se encuentra el apoyo y fortalecimiento de la cadena de la joyería, como una de las acciones específicas para lograr el ordenamiento competitivo del sector minero industrial y enfrentar con mayores posibilidades de éxito los retos que imponen los mercados y la economía global.

En el caso de Colombia, que avanza en las negociaciones del ALCA y se trabaja bajo el enfoque de cadenas productivas, una política para la industria de la joyería se convierte en una necesidad, toda vez que el Acuerdo de Libre Comercio puede representar oportunidades como desafíos para el país, porque ello significa, en términos de mercado, 800 millones de habitantes, es decir el 13.4% de la población mundial, US\$10.000 millones de PIB y más del 20% del comercio global.

En este sentido, la Política Nacional de la Cadena Productiva de la Industria de la Joyería, Metales, Piedras Preciosas y Bisutería en Colombia, pretende facilitar la gestión estratégica de las empresas, mediante:

- A) la articulación interinstitucional,
- B) la reforma de esquemas regulatorios
- C) la integración de la cadena, de tal forma que la sinergia entre las organizaciones públicas y privadas pueda generar la convergencia para la creación de ventajas competitivas, el mejoramiento de la productividad, el desarrollo de capacidades distintivas y el posicionamiento exitoso de los productos en el mercado nacional e internacional.

Por lo anterior, los objetivos y estrategias que contempla la Política de la Cadena Productiva de la Industria de la Joyería, Metales, Piedras preciosas y Bisutería en Colombia reflejan un entendimiento sobre lo que necesitan las empresas y el resultado de la concertación entre el sector productivo y el público, buscando con ello conducirla hacia escenarios más optimistas y competitivos.

## **1.6. UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

El Censo Nacional Joyero, realizado en el año 2002, permitió identificar que la provisión de las materias primas (minerales) en Colombia se realiza con una gran influencia de intermediarios, con el consecuente incremento de los costos y la falta de garantías para el suministro y calidad, además de los consabidos problemas de seguridad.

Es importante anotar que en el país una gran proporción de las empresas de minería, en especial las pequeñas y medianas, que extraen los metales y las piedras preciosas, tienen limitaciones para el acceso a líneas de financiación que les permitan invertir en el desarrollo de procesos productivos eficientes, prácticamente no se agrega valor a los metales, son informales, presentan baja productividad y un alto grado de deterioro ambiental, ocasionando con ello un escaso beneficio socio económico. Por lo tanto, se hace necesaria la intervención y acompañamiento del Estado para propiciar mejores impactos productivos y económicos e impulsar formas asociativas que permitan formalizar buena parte de esta actividad.

### **Eslabón de la Joyería**

El mercado mundial de la joyería oscila alrededor de los 72.000 millones de dólares/año. Colombia exporta alrededor de US\$ 19 millones en artículos de joyería y bisutería, menos del 1% del mercado total; no obstante es el primer país productor de esmeraldas y uno de los principales de oro en el mundo. Estos datos reflejan el gran potencial que representa el crecimiento de dicha industria en el país, como alternativa para generar crecimiento en el PIB nacional.

Es importante anotar que en Colombia de acuerdo con el tipo de producto, la joyería se puede segmentar en: tradicional, de diseño y artística. Ver Anexo No. 2. La joyería tradicional del país se encuentra localizadas en Mompós (Bolívar), Barbacoas (Nariño) y Santa Fe de Antioquia, destacándose en ellas la aplicación de la filigrana; la joyería de diseño se localiza en las grandes ciudades del país como, Bogotá, Medellín y Bucaramanga, y la artística o no tradicional se produce en los talleres de las pequeñas localidades y en ciudades intermedias, como: Caucasia (Antioquia), Quinchía (Risaralda) y Marmato (Caldas).

Las siguientes Cadenas productivas son las que el Gobierno Nacional impulsara mediante la aplicación de la estrategia de articulación y regionalización de Cadenas Productivas:

**CADENA PRODUCTIVA CENTRAL:**

Con jurisdicción en Bogotá D.C., Cundinamarca, Boyacá, Tolima y el Oriente del país. En esta región se encuentra la zona esmeraldífera cundiboyacense, la producción aurífera del Tolima, Vaupés y Guainía. También se tiene un gran suministro de oro reciclado en Bogotá D.C., con ello se aprovecha el jalonamiento que ejerce el comercio de esmeraldas y joyería en la ciudad capital sobre toda la región central y oriental del país.

**CADENA PRODUCTIVA NOROCCIDENTAL:**

Cubre Antioquia, Caldas, Risaralda, Quindío, Córdoba y Chocó. Estas zonas se han consolidado debido a la gran influencia que ejerce el comercio de oro y la moda, que colocan a Medellín como el epicentro del comercio de joyas y accesorios del noroccidente del país.

**CADENA PRODUCTIVA NORTE:**

Con jurisdicción en los Departamentos de Bolívar y Santander principalmente, y a partir de ese eje, los departamentos circunvecinos. Esta región tiene como epicentro las zonas auríferas del Sur de Bolívar y de Vetas-California en Santander, también se integran con la producción orfebre y joyera de Mompós, Cartagena y Bucaramanga, éste último cada vez se ha ido constituyendo en un importante centro científico, tecnológico y académico de la cadena productiva y como canal de comercialización hacia el centro del país. Por su parte Cartagena se constituye en importante centro de ventas a turistas y de exportación de esmeraldas y joyas.

**1.7. TIPOS DE EMPRESAS**

Según un estudio realizado por AJOCOLSI en 1994 el número de unidades productivas existentes se estimó en más de 1000 talleres, con una producción mensual de 4000 kilos y ventas superiores a los 3400 millones de pesos.

Cruzando la información de la Cámara de Comercio con la de los usuarios del CDP se realizó una estimación de 700 talleres con un promedio de 5 personas ocupadas por taller, lo que equivale a 3.500 empleos directos.

En este eslabón se presentan dos tipos de unidades productivas:

- Los talleres artesanales que son “famiempresas” en general de tipo informal que vienen desarrollando esta actividad basadas en la transmisión de conocimientos y técnicas de mayores a jóvenes, en los cuales la utilización de mano de obra es intensiva y el valor agregado al producto es poco. La mayoría de las unidades productivas clasifican en esta categoría.
- Los talleres semiindustrializados en su mayoría de carácter formal poseen procesos de fabricación semiautomatizados que permiten alcanzar mayores volúmenes de

producción y con la capacidad innovadora de proveer una amplia gama en diseños de productos.

## **1.8. NÚMERO DE EMPRESAS**

La joyería es un sector industrial y comercial con una importante tradición en Bucaramanga; incluye más de 340 microempresas<sup>1</sup>, que van desde talleres artesanales en los que se aplican técnicas tradicionales, hasta empresas con tecnologías de fabricación de punta y desde pequeños puntos de venta a grandes joyerías ubicadas en zonas comerciales de la ciudad. Además, la joyería genera más de 500 empleos directos y las ventas promedio del sector ascienden a más de dos mil millones de pesos mensuales<sup>2</sup>. Por estas razones la joyería constituye un sector de gran importancia socioeconómica.

Bucaramanga se encuentra, entre los centros que más generan actividad de producción y comercialización de joyas a nivel nacional.

El hecho de que la mayoría de las unidades sean microempresas tiene grandes implicaciones en el comportamiento del sector ya que no disponen de la capacidad instalada para atender pedidos grandes y carecen de suficientes recursos para acceder a nuevas tecnologías.

La tecnología existente en Bucaramanga para la fabricación de joyas se divide en dos:

- Joyería artesanal: procesos de fabricación intensivos en mano de obra y que agregan poco valor al producto, ejecutados en general por un trabajador con ayuda de su familia, con habilidades transmitidas de padre a hijo o de maestro a aprendiz.
- Joyería industrial: procesos de fabricación más automatizados, que agregan mayor valor al producto, facilitan la innovación y adaptabilidad a otros procesos y productos y permiten alcanzar mayores volúmenes de producción. Utiliza maquinaria, equipos y herramientas y una estructura productiva y administrativa organizada para el desarrollo de la actividad.

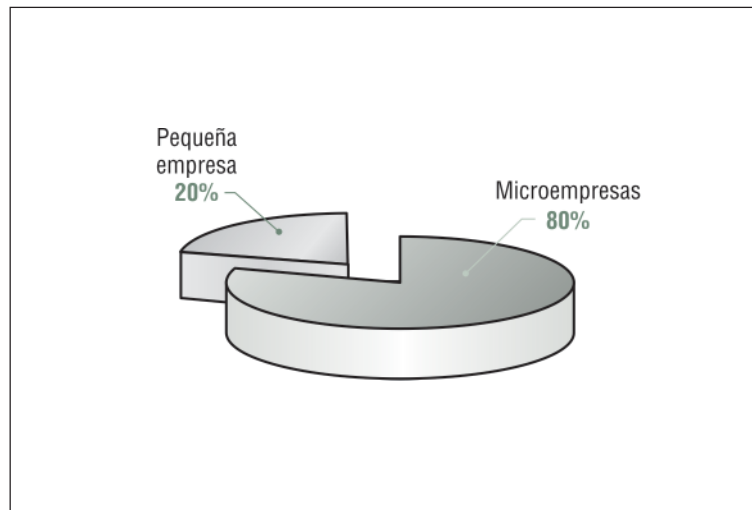
## **1.9. CLASIFICACIÓN DE LOS TALLERES**

La ley 590 de 2000(MIPYMES) clasifica las unidades productivas según la planta de personal en:

- Medianas empresas de 51 a 200 trabajadores
- Pequeñas empresas de 11 a 50 trabajadores
- Microempresas no superior a 10 trabajadores

1. Base de datos Cámara de Comercio de Bucaramanga, junio de 2003

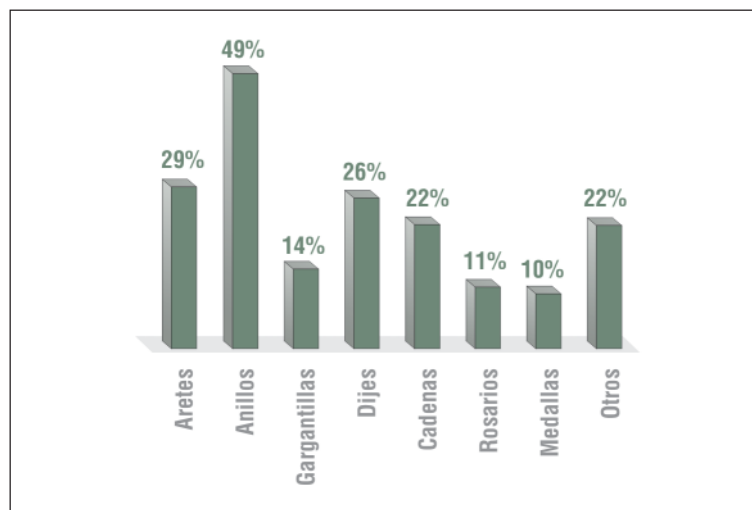
2. Base de datos Cámara de Comercio de Bucaramanga, junio de 2003



**Gráfico 1. Clasificación de los talleres.**

Como se observa, el 88% de los talleres se clasifican como microempresas con un promedio de 3 a 4 trabajadores y el 22% restante son pequeñas empresas con un promedio de 17 empleados. Estas unidades de explotación económica son a pequeña escala, permanentes; de producción de bienes o servicios orientadas prioritariamente al mercado, frente al cual tienen un mínimo de regularidad, en las que no existe separación clara entre la propiedad sobre los medios de producción y la fuerza de trabajo aportada por los propietarios y en la que una parte de las actividades del proceso de producción es realizada por los operarios, que en su mayoría ejecutan más de una de ellas (Ubernel Arboleda, José 1997).

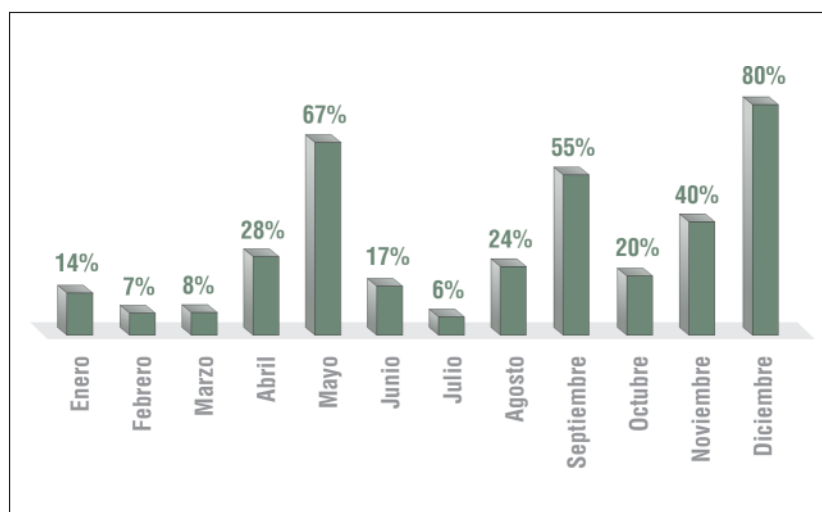
## 1.10 PRODUCTOS ELABORADOS



**Gráfico 2. Joyas que elaboran.**

Según la gráfica anterior, en los talleres las piezas que más se elaboran son: anillos 49%, aretes 29%, dijes 26%, con igual porcentaje cadenas y otros 22%, gargantillas 14%, rosarios 11% y medallas 10%.

### 1.11. COMPORTAMIENTO DE LAS VENTAS DURANTE EL AÑO



**Gráfico 3. Meses en que aumentan las ventas**

Los meses de mayor ventas son en su orden: diciembre (80 empresas y un 82% de incremento promedio por empresa), mayo (67 empresas - 77% de incremento promedio por empresa), septiembre (55 empresas - 86%) y noviembre (40 empresas – 71%). Por ser las fechas comercialmente más importantes, la gran mayoría de los talleres trabajan al máximo de su capacidad por estas épocas.

### 1.12. REMUNERACIÓN

REMUNERACIÓN	UTILIDADES	SALARIO	PIEZA	GRAMO
DUEÑOS OPERARIOS	100%			
ADMINISTRATIVOS	12%	88%		
OPERARIOS		21%	58%	21%

**Tabla 1. Sistema de remuneración.**

En cuanto al sistema de remuneración se identificó que:

- Los dueños operarios, reciben las utilidades de su trabajo.
- Los administrativos, salario (88%) y utilidades (12%).
- Los operarios, por piezas (58%), por gramo (36%) y salario (21%).

En lo referente al salario por piezas para Louis y Jean Danty, corresponde a lo que se denomina también salario por tarea o remuneración por labor. El salario por pieza, exige una perfecta organización de los aprovisionamientos, de la marcha de los productos, de la llegada del utillaje, etc.; de manera que el obrero no sufra en ningún momento una parada en su esfuerzo hacia lo que quiere conseguir.

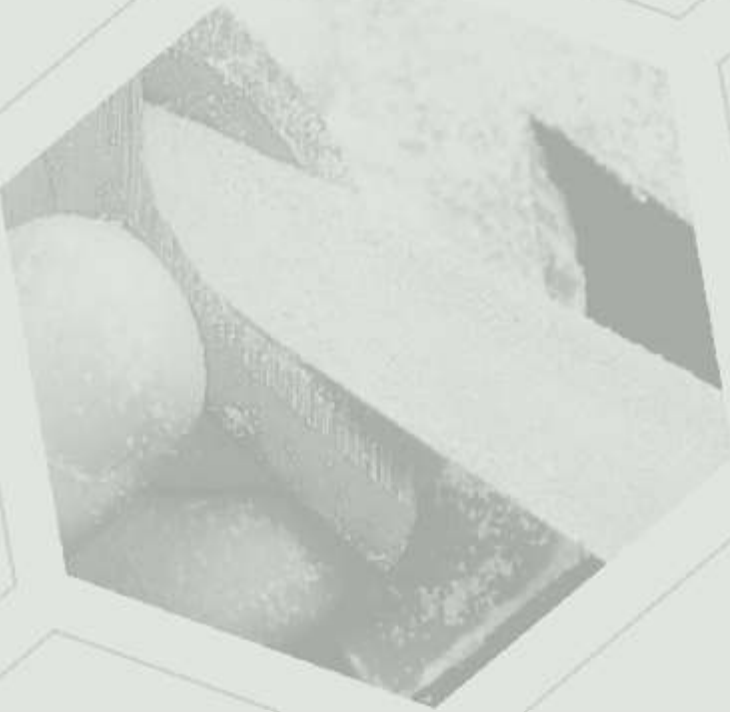
### **1.13. RELACION CON CLIENTES Y PROVEEDORES**

Con respecto a los canales de distribución estos son variados; anteriormente el más usado era la venta por muestrario con la realización de pedidos o con la venta directa de las muestras: los agentes viajeros se trasladaban por el país con hasta tres y cuatro maletas llenas de productos. Debido al alto volumen de robos que se presentaban por el traslado de la mercancía, esta modalidad ha desaparecido limitándose ahora a la toma de pedidos.

Otro canal bastante utilizado es el punto de venta: grandes y pequeñas joyerías en locales independientes y en centros comerciales especializados o de comercio generalizado. Aunque en la Cámara de Comercio de Bucaramanga se encuentran registrados 191 establecimientos comerciales, son más debido a que muchos de estos no se encuentran registrados o se encuentran registrados bajo otros CIU. Se debe resaltar que los puntos de venta establecidos por grupos de empresarios son difíciles de consolidar porque generalmente se presentan conflictos de intereses entre ellos.

Otro canal de gran importancia lo constituye la venta a domicilio, llevada a cabo en general por mujeres con un pequeño muestrario que llevan en un paño, visitando casas de amigos y recomendados, empresas, colegios y organizaciones y que dan facilidad de fraccionar el pago.

Últimamente se ha desarrollado la venta por catálogo y por internet, aunque sin mucha acogida ya que la gente prefiere apreciar en forma física las joyas.



# 2

**Entorno Económico**



## 2. Entorno Económico

### 2.1. PRODUCCIÓN

Según un estudio del INGEOMINAS<sup>3</sup> los municipios de Suratá, Vetas y California constituyen zonas con potencial geológico para nuevos proyectos de oro de filón. En contraste con este potencial, la producción de oro del departamento ha descendido vertiginosamente pasando de ocupar en la década de los 90 uno de los 6 primeros puestos en volumen de producción a ocupar en el 2002 el puesto 12, con una participación del 0.13%. En la tabla 1 se encuentran los valores de producción de oro por departamento desde el año 1996 hasta el año 2002.

DEPARTAMENTO	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	TOTALES
ANTIOQUIA	9.221	8.745	5.448	14.496	15.098	10.022	7.573	70.603
CORDOBA	2.805	5.055	10.489	15.380	17.267	6.742	5.486	63.223
BOLIVAR	7.745	3.747	768	3.445	1.540	2.179	1.869	21.293
CALDAS	708	477	1.316	516	605	645	771	5.037
CHOCO	457	198	504	290	1.001	855	585	3.890
CAUCA	405	176	116	148	423	451	391	2.111
NARIÑO	123	58	43	48	575	253	160	1.260
VALLE DEL CAUCA	255	165	0	66	74	350	191	1.100
SANTANDER	105	67	0	141	281	23	23	640
OTROS*	105	0	29	37	65	195	96	526
TOLIMA	66	38	0	16	31	32	135	318
RISARALDA	0	67	0	13	58	61	67	266
GUAINIA	78	13	46	2	2	3	1	145
HUILA	0	4	51	2	1	4	1	63
<b>TOTALES</b>	<b>22.073</b>	<b>18.810</b>	<b>18.810</b>	<b>34.599</b>	<b>37.019</b>	<b>21.815</b>	<b>17.348</b>	<b>170.475</b>

\*En el año 2002, el 88% de la producción de oro de otros departamentos corresponde a Sucre.

Fuente: Ministerio de Minas y Energía, Memorias al Congreso 2.001 – 2.002; MINERCOL, División de Recaudo y Distribución, Producción de Oro 2002.

**Tabla 2. Producción de Oro por Departamento 1996-2002 en Kilogramos.**

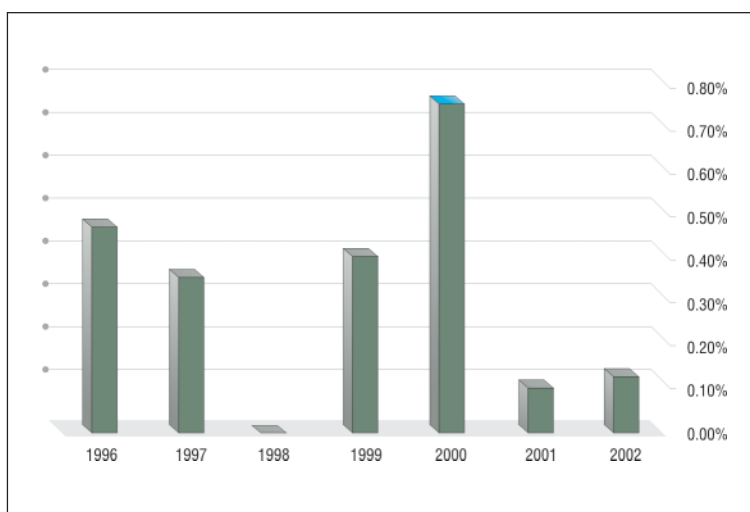
3. Plan de Ordenamiento Territorial, Información disponible para el departamento de Santander, Ingeominas, 1999.

Sin embargo, es necesario subrayar que estos datos de producción de oro no son confiables. La existencia de un número creciente de fundidoras informales, en Bucaramanga y en época más reciente en el distrito minero de Vetas-California cerca a las minas, conlleva a que la mayoría de la producción no este cuantificada.

Además, existe complicidad de algunas alcaldías de municipios de Antioquia y Bolívar que permiten legalizar el oro que se extrae del distrito minero de Vetas-California a menor precio, apoyando la evasión de impuestos con miras en recibir un beneficio económico, lo cual seguramente tiene un efecto negativo significativo en la exactitud de las cifras.

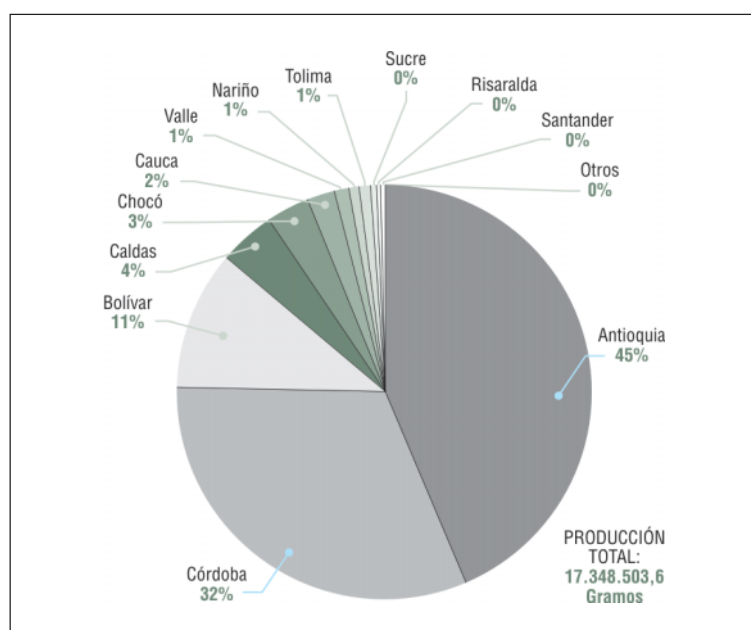
En el Grafico 4 se visualiza la participación de Santander en la producción nacional de oro desde el año 1996 hasta el año 2002. En el Gráfico 5 se detalla porcentualmente la producción de oro por departamento para el año 2002.

Sin duda la tendencia de aumento en el precio del oro en los últimos años ha tenido repercusiones favorables, lo cual explica por que empresas como la Greystar Resources Ltda. han reiniciado sus actividades de exploración en la zona.



**Gráfico 4. Participación de la Producción de Oro de Santander en el Total Nacional**

En general ha habido una baja de producción debido principalmente a la falta de exploración, ya que los yacimientos que actualmente se están explotando se están agotando. Además, actualmente no existen estadísticas correspondientes a las minas que hayan sido abandonadas por baja o nula producción que permitan cuantificar el estado de agotamiento del mineral. Al igual que a nivel nacional, el conocimiento sobre el potencial aurífero de Santander es muy limitado y no se tiene un inventario real de reservas de metal.



**Gráfico 5. Producción de Oro por Departamento en el Año 2002**

## Comercialización

El proceso de comercialización del oro comienza en algunos casos cuando el minero le vende a un comerciante independiente la pelusa (oro en bullión) o el oro refinado –en el caso de los mineros que han empezado a desarrollar actividades de refinación-. En otros casos los mineros venden la pelusa a una fundidora informal o formal quien se encarga de refinarlo. La fundidora lo vende a empresas comercializadoras, a comercializadores independientes o directamente a los joyeros de Bucaramanga; también, lo vende al Banco de La República en Medellín o a otras fundidoras como C.I. Metales Preciosos Ltda., que exportan altos volúmenes de oro.

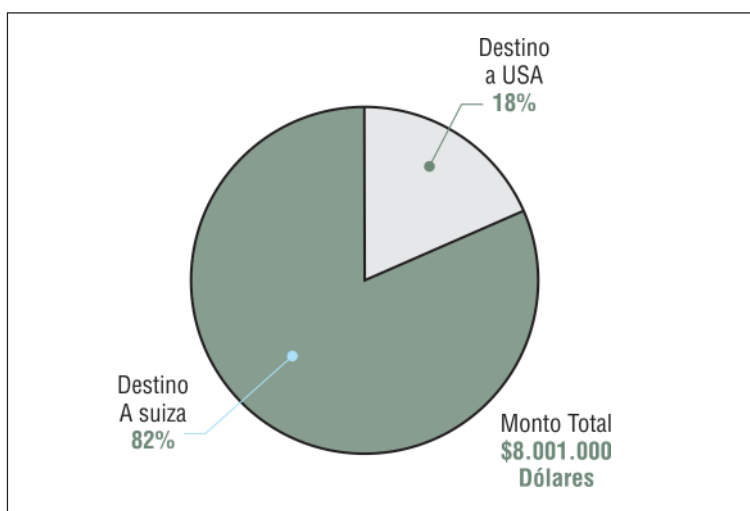
Cabe mencionar que existen un gran número de fundidoras informales a las que los intermediarios además de llevar el oro en bullión, llevan el retal de oro con el fin de refinarlo para comercializarlo.

No existe información confiable acerca del volumen de producción que se comercializa por cada canal, ya que una u otra opción depende básicamente de la prontitud en el pago, de la confianza que se tenga entre sí los diferentes actores y de la cotización del oro en el mercado.

La demanda del mercado interno en Colombia fue de 8.5 toneladas anuales durante el período 1996-1999, integrada por las demandas parciales de las principales ciudades con actividad joyera: Bucaramanga con una demanda de 5 toneladas, Medellín con 3.27 y Bogotá con 0.23<sup>4</sup>.

4. Análisis del mercado nacional del oro. Héctor Castro y Alfonso Calderón, 2000.

Según información suministrada por la oficina regional de la DIAN, las exportaciones de oro de Santander han sido muy limitadas y son iniciativa de sólo un par de empresas (Esladyr Ltda. y C.I. Metales Preciosos Ltda.). No obstante, en los últimos dos años Santander ha registrado un volumen de exportaciones de oro sin precedente, pasando de un promedio de 3 kilogramos en los años 2000 y 2001 a 900 Kilogramos (capítulo arancelario 71 partida 8 subpartida 120000: oro en bruto para uso no monetario, excluyendo el oro en polvo e incluyendo el oro platinado), con destino a Suiza y a Estados Unidos.



**Gráfico 6. Exportaciones de Santander en el 2002 correspondientes a la partida arancelaria 7108120000**

Considerando que la producción de oro registrada de Santander en el año 2002 sólo ascendió a 22 kilogramos, lo más probable es que una parte de este oro haya provenido de otras regiones del país (por ejemplo, sur de Bolívar).

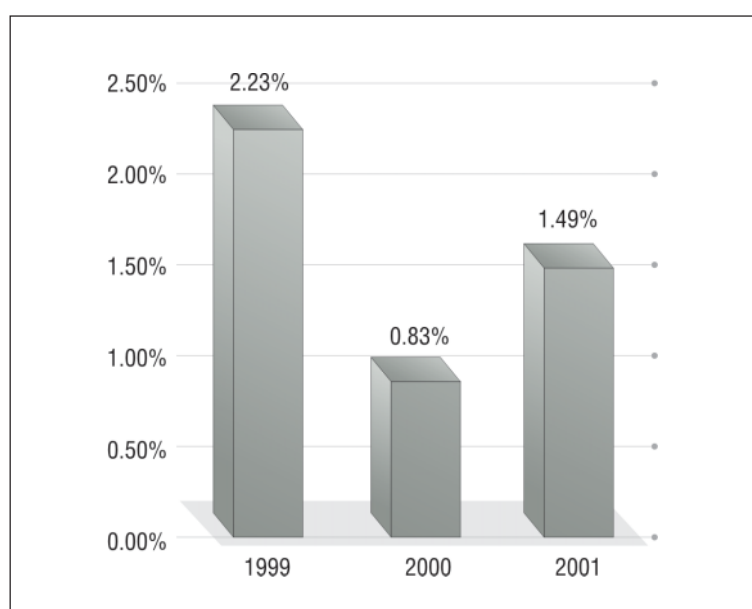
## **2.2. COMERCIALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE JOYAS**

Las ventas de piezas elaboradas en Bucaramanga y su Área Metropolitana superan los dos mil millones de pesos mensuales. Los principales artículos vendidos corresponden a los principales artículos producidos como es de esperarse. Las ventas mensuales de joyas en oro corresponden al 70.2% del total, las de oro plata al 20.7% y el resto de joyas comercializadas son de plata.

Más del 90% de la joyería de Santander es consumida en el mercado nacional. Las exportaciones son sólo realizadas por empresas grandes y por comercializadores internacionales a países como Venezuela, Panamá, Estados Unidos, entre otros.

Muchas de las comercializadoras constituyen empresas unipersonales, con un único dueño y vendedor que trabaja en punto de venta o es agente viajero. Además de la comercialización de joyas, estos comerciantes venden relojes, fantasía y bisutería y reparan joyas. A diciembre del año 2002, 124 comercializadores de joyas reportaron ventas por 14.141 millones de pesos en la Cámara de Comercio de Bucaramanga, de los 191 que se encontraban registrados.

Según el Sistema de Información de Comercio Exterior – SIEX de la DIAN, la participación de Santander en las exportaciones nacionales de artículos de joyería y de sus partes de metal precioso o de chapado de metal precioso (Plaqui) en los últimos años no ha superado el 2.5% de las exportaciones nacionales, como se aprecia en la gráfica 6.

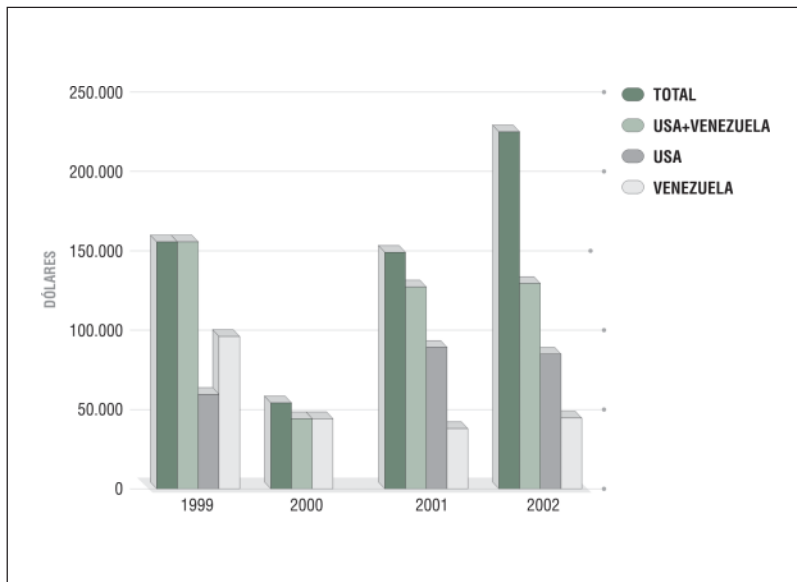


**Gráfico 7. Participación de Santander en las Exportaciones Nacionales de Artículos de Joyería y de sus Partes de Metal Precioso o de Chapado de Metal Precioso (Plaqui).**

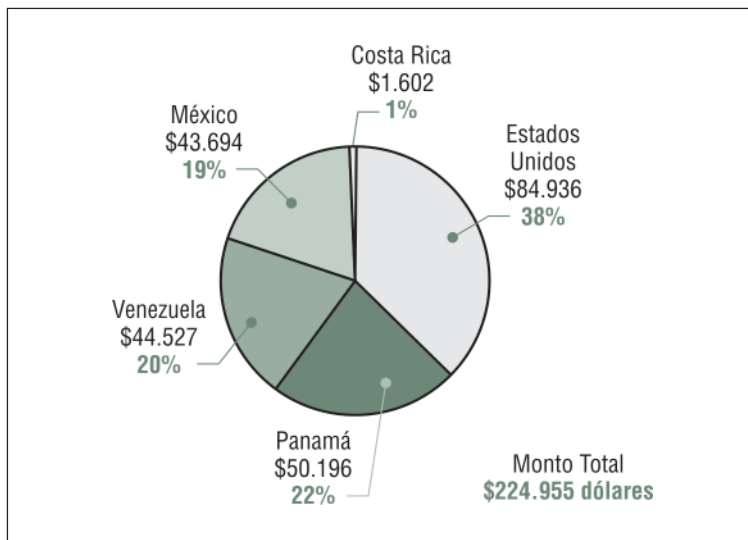
Según el SIEX, las exportaciones de Santander de artículos de joyería y de sus partes de metal precioso o de chapado de metal precioso (Plaqui) en los últimos años han venido creciendo levemente, exceptuando en el año 2000. Esta tendencia se puede apreciar en la gráfica 7.

Sin embargo, como se aprecia en la gráfica 7, este aumento de exportaciones no ha sido causado por un incremento de las exportaciones a Estados Unidos y Venezuela; por el contrario, se ha logrado gracias a una diversificación de mercados, específicamente con el ingreso a los mercados de México y Panamá (Gráfica 9).

Es importante señalar que más del 80% de las exportaciones han sido realizadas por tan sólo 4 empresas y que el número de empresas exportadoras no ha ascendido en los últimos tres años por encima de 10.



**Gráfico 8. Exportaciones de Santander de artículos de joyería y de sus partes de metal precioso o de chapado de metal precioso (Plaqui) entre 1999 y 2002.**



**Gráfico 9. Exportaciones de Santander por País de Destino en el año 2002**

Con respecto a los canales de distribución estos son variados. Anteriormente el más usual era la venta por muestrario con la realización de pedidos o con la venta directa de las muestras; los agentes viajeros se trasladaban por el país con hasta tres y cuatro maletas llenas de muestras. Debido a alto volumen de robos que se presentaban por el traslado de la mercancía, esta modalidad se ha disminuido significativamente. Actualmente este tipo de venta solo se limita a la toma de pedidos.

Otro canal bastante utilizado es el punto de venta: grandes y pequeñas joyerías en locales independientes y en centros comerciales especializados o de comercio generalizado. En la Cámara de Comercio de Bucaramanga se encuentran registrados 191 establecimientos comerciales, pero son muchos más debido a que muchos de estos no se encuentran registrados o se encuentran registrados bajo otros CIU. Se debe resaltar que los puntos de venta establecidos por grupos de empresarios son difíciles de consolidar porque generalmente se presentan conflictos de intereses entre ellos.

Otro canal de gran importancia lo constituye la venta a domicilio, llevada a cabo en general por mujeres con un pequeño muestrario que llevan en un paño, visitando casas de amigos y recomendados, empresas, colegios y organizaciones, con la característica que facilitan el pago fraccionándolo en módicas cuotas.

Últimamente se ha desarrollado la venta por catálogo y por internet, aunque sin mucha acogida ya que la gente prefiere apreciar en forma física las joyas.

La mayoría de la gestión de mercadeo de las microempresas es deficiente. La falta de fuentes de información y el desconocimiento de los mercados tanto internos como externos es uno de los principales obstáculos para el ingreso a éstos; éstos factores sumados a la carencia de capital y al desconocimiento y aplicación de normas técnicas internacionales han dificultado la obtención de un mayor volumen de ventas y una mayor participación de las ventas externas.

### **2.3. CONSUMIDOR FINAL**

La mayor parte de las ventas, corresponden a los artículos fabricados en oro-plata a menor costo que los de sólo oro y con un aceptable nivel de terminación, destinados a consumidores de clase social media. Esto se debe a la disminución del poder adquisitivo del consumidor y al aumento de precios que han sufrido los productos fabricados en oro. Al respecto, el fabricante fija los precios de venta del producto, teniendo como determinante principal el costo del metal.

### **2.4. ESTADO ACTUAL DE LA MINERÍA (PROVISIÓN DE MATERIA PRIMA)**

El Censo Nacional Joyero, realizado en el año 2002, permitió identificar que la provisión de las materias primas (minerales) en Colombia se realiza con una gran influencia de intermediarios, con el consecuente incremento de los costos y la falta de garantías para el suministro y calidad, además de los consabidos problemas de seguridad.

Es importante anotar que en el país una gran proporción de las empresas de minería, en especial las pequeñas y medianas, que extraen los metales y las piedras preciosas, tienen limitaciones para el acceso a líneas de financiación que les permitan invertir en el desarrollo de procesos productivos eficientes, prácticamente no se agrega valor a los

metales, son informales, presentan baja productividad y un alto grado de deterioro ambiental, ocasionando con ello un escaso beneficio socio económico. Por lo tanto, se hace necesaria la intervención y acompañamiento del Estado para propiciar mejores impactos productivos y económicos e impulsar formas asociativas que permitan formalizar buena parte de esta actividad.

A continuación se presenta el comportamiento económico de cada uno de los principales productos que conforman este eslabón:

## Oro

Para el período 1997 – 1998, los principales productores mundiales de oro fueron Sudáfrica, USA, Australia y Canadá. La demanda mundial de este producto en el 2000 fue de 2.902 toneladas, siendo el principal país comprador la India con 855. En la actualidad Colombia produce alrededor de 30 toneladas anuales de oro, de las cuales la demanda proviene básicamente del sector manufacturero y de las empresas dedicadas a la exportación. Es así como el oficio de la joyería consume aproximadamente 6 toneladas, es decir, alrededor del 20% de la producción aurífera nacional, lo que demuestra que existe una baja capacidad de absorción de la materia prima extraída en el país.

Por otra parte, la falta de organización, estándares de calidad, cantidad, precio y tiempo de suministro, por parte de quienes extraen el oro, ha originado que hoy no se tengan en Colombia alianzas estratégicas, que valgan la pena resaltar, entre quienes demandan oro y las empresas que lo transforman. En el país, la única región en donde se integra directamente la producción minera con el sector joyero se encuentra en las principales

Departamento	1997	1998	1999	2000	2001
Córdoba	5055	10489	15380	17267	6742
Antioquia	8745	5448	14496	15098	10022
Bolívar	3747	768	3445	1539	2179
Caldas	477	1316	515	605	645
Chocó	198	504	290	1001	855
Cauca	176	116	148	423	451
Nariño	58	43	48	574	253
Valle de Cauca	165	0	66	74	350
Santander	67	0	141	281	23
Otros	0	28	37	65	195
Risaralda	67	0	13	58	61
Tolima	38	0	16	31	32
Guainía	13	46	2	2	3
Huila	4	51	2	1	4
<b>Total</b>	<b>18810</b>	<b>18809</b>	<b>34599</b>	<b>37019</b>	<b>21815</b>

**Tabla 3. Producción de oro por departamento 1997 - 2001 (Miles de Gramos)**

*Fuente: Memorias al Congreso 2001 - 2002. Ministerio de Minas y Energía.*



empresas de explotación aurífera del Departamento de Antioquia y las maquiladoras de joyería en la ciudad de Medellín.

Sobre este particular, también se resalta que los empresarios de los países más competitivos en joyería, utilizan mecanismos de cobertura de riesgos para la comercialización del oro que les permiten obtener precios más competitivos en el largo plazo; mientras que en Colombia esta industria lo adquiere teniendo como referencia el precio internacional del metal.

En cuanto a la producción minera de oro en Colombia, ésta se mantuvo estable en los años 1997 y 1998, creció en el período 1999-2000 y decreció en 2001.

## **Plata**

En Colombia la minería de plata está ligada esencialmente con la producción de oro de filón. No existe en el país una compañía que tenga como único propósito su producción.

El total de la producción de plata del país es de aproximadamente 7 toneladas/año. En el año 2001, los principales departamentos productores fueron: Antioquia con 59%, Córdoba 19%, Caldas 16% y Bolívar 2%, que representan el 96% del total nacional. La joyería colombiana utiliza alrededor de 1.4 toneladas/año, equivalente al 20%, lo que demuestra que existe la suficiente disponibilidad de esta materia prima.

En lo referente a la demanda mundial de plata, ésta ha sido creciente en los últimos 15 años con excepción de 1998, cuando decreció ligeramente y volvió a incrementarse en el período 1999 – 2000, en más del 5% logrando una cifra record de 28.642 toneladas. Los tres grandes componentes de la demanda aún son la fotografía, joyería y artesanías en plata.

En cuanto al precio del metal en el país, éste ha estado ligado directamente con la cotización internacional.

## **Platino**

En Colombia la explotación del platino se realiza en depósitos de origen aluvial, catalogada como pequeña y mediana minería. En la primera, intervienen grupos de trabajadores o barequeros mediante motobombas y elevadores. En la segunda, mediante inversiones en maquinaria como volquetas, retroexcavadoras y buldózers.

La industria del platino en Colombia prácticamente no existe, ésta se reduce a la extracción por los métodos de la minería aluvial, que presenta problemas ambientales y de ilegalidad en su explotación. La producción es mezclada con oro que es adquirido por los compradores a los barequeros en los lugares en donde están ubicados los depósitos o directamente de la mina. Los compradores a su vez, después de separarlo manualmente, lo venden a otros intermediarios sin dar ningún valor agregado.

La producción de platino del país proviene en un 99% del departamento del Chocó, de los municipios de Tadó, Istmina, Condoto, Sipí, Novita y el 1% de otros departamentos, como: Nariño, Cauca y Antioquia.

Los metales del grupo del platino, a partir del nuevo milenio, han tenido en el mercado de los metales preciosos, precios internacionales favorables alcanzando crecimientos del 45% y un tope de US\$ 545/Oz.

Este incremento se debe al déficit de la oferta frente a la demanda<sup>5</sup>, que se explica por la moderada producción registrada en Sudáfrica, la estabilidad en Norteamérica y un pequeño incremento en Rusia. El aumento en la demanda obedece al alto uso en la industria automotriz, la joyería y electrónica.

Es importante mencionar que las perspectivas del mercado del platino a corto plazo, lo enmarcan en un mercado firme con estabilidad favorable en sus precios, cumpliendo un papel estratégico en el mundo actual por su gran impacto en la tecnología moderna<sup>6</sup>.

En el mercado internacional joyero, la demanda de piezas elaboradas en platino tiene una tendencia favorable, que puede convertirse en una oportunidad siempre y cuando se agregue valor a la producción minera nacional.

## Esmeraldas

En Colombia la producción de esmeraldas se utiliza entre el 1 y el 5%, especialmente en la industria de la joyería, el restante se exporta sin ningún valor agregado<sup>7</sup>. Esta piedra preciosa le reporta al país alrededor de US\$100 millones anuales.

En lo que hace referencia al precio para la comercialización internacional, éste se denomina primario para gemas en bruto y secundario para las talladas y engastadas. El precio primario para esmeraldas colombianas ha variado entre US\$0,28 y 0,40 por quilate en los años 1998 – 1999, mientras que en el mismo período las piedras talladas han variado según los datos oficiales de exportación entre US\$118 y US\$151 y las engastadas entre US\$53 y US\$63.

En los mercados internacionales, aproximadamente el valor del quilate de esmeralda supera en más de diez veces con el que sale esta gema del territorio colombiano. Lo anterior demuestra que existe una pérdida de ingresos por valor agregado de tipo nacional, debido a la falta de organización del comercio de la gema al interior del país y la cantidad de intermediarios que participan en la comercialización de la misma.

Si a lo anterior se suma, que es poca la esmeralda colombiana integrada a la industria joyera nacional, es fácil ver la necesidad de establecer una estrategia para el

5. Para el año 2.000 la oferta fue de 5.860.000 Oz, frente a una demanda de 6.210.000 Oz, presentando un déficit de 350.000 Oz. "Minino Annual Review 2.001"

6. De acuerdo con Minercol Ltda la demanda del platino en el período 1998 – 2000 la demanda promedio de la industria joyera mundial es de 2.730.000 Oz/año.

7. UT Manrique Ospina & Asociados Ltda. – Geoconsulta Ltda., "Industrialización y Comercialización de Minerales", 1995.

aprovechamiento de las posibilidades de riqueza que ofrece el mercado mundial de esta piedra preciosa.

En lo relacionado con la oferta, Colombia es el mayor proveedor mundial de esmeraldas de alta calidad (60%), lo siguen en esta oferta Zambia (15%), Brasil (12%), Rusia (4%), Zimbawe (3%), Madagascar 3% y otros 3%.

## **2.5. ESTADO ACTUAL DEL ESLABÓN DE LA JOYERÍA**

El mercado mundial de la joyería oscila alrededor de los 72.000 millones de dolares/año. Colombia exporta alrededor de US\$19 millones en artículos de joyería y bisutería<sup>8</sup>, menos del 1% del mercado total; no obstante es el primer país productor de esmeraldas y uno de los principales de oro en el mundo. Estos datos reflejan el gran potencial que representa el crecimiento de dicha industria en el país, como alternativa para generar crecimiento en el PIB nacional.

Es importante anotar que en Colombia de acuerdo con el tipo de producto, la joyería se puede segmentar en: tradicional, de diseño y artística. Ver Anexo No. 2. La joyería tradicional del país se encuentra localizadas en Mompóx (Bolívar), Barbacoas (Nariño) y Santa Fe de Antioquia, destacándose en ellas la aplicación de la filigrana; la joyería de diseño se localiza en las grandes ciudades del país como, Bogotá, Medellín y Bucaramanga, y la artística o no tradicional se produce en los talleres de las pequeñas localidades y en ciudades intermedias, como: Cauca (Antioquia), Quinchía (Risaralda) y Marmato (Caldas).

Por otra parte, y de acuerdo con los resultados arrojados por el Censo Nacional Joyero del año 2002, los principales problemas que enfrenta la industria de la joyería en Colombia son: la falta de una organización empresarial para la producción y comercialización, e inclusive para la adquisición de materias primas e insumos, bajo estándares de calidad, utilización de tecnologías obsoletas que dificultan sustancialmente el mejoramiento de los procesos productivos, falta de diseño en los productos y predominio de la copia de modelos, entre otros.

## **2.6. ESTADO ACTUAL DEL ESLABÓN DE LA COMERCIALIZACIÓN**

En lo que hace referencia a la comercialización de los productos de la cadena, el comportamiento de las exportaciones de la industria de la joyería y piedras preciosas para el período de 1999 al 2002, ha presentado en su conjunto un decrecimiento del 4%. Al 2002 no se superaban las cifras alcanzadas al final de la década anterior. Ver Cuadro No. 3. Sin embargo, si se comparan las exportaciones del 2002 con el año 2001, se observa un crecimiento del (10%) explicado por el aumento en las exportaciones de joyería (32%), metales preciosos (12%) y bisutería (7%).

Las exportaciones se concentran principalmente en dos subsectores: Metales preciosos (73%) y Piedras preciosas (22%).

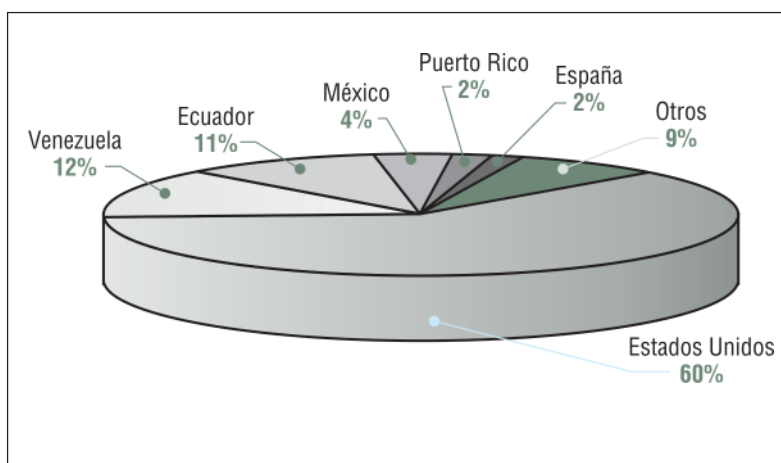
8. Dane, y Cálculos de Proexport.

SUBSECTOR	VALOR FOB 1999	VALOR FOB 2000	VALOR FOB 2001	VALOR FOB 2002	% PART. 02
METALES PRECIOSOS	320.205.925	337.123.942	277.610.118	310.593.563	73%
PIEDRAS PRECIOSAS	107.803.047	97.148.516	89.907.887	92.410.634	22%
JOYERIA	7.716.579	7.083.504	10.611.136	14.050.966	3%
BISUTERIA	3.053.688	3.593.003	4.976.515	5.321.290	1%
RELOJERIA	1.021.670	554.667	480.514	365.421	0%
<b>TOTAL</b>	<b>439.800.909</b>	<b>445.503.632</b>	<b>383.586.170</b>	<b>422.741.874</b>	<b>100%</b>

**Tabla 4. Exportaciones del sector de joyería y piedras preciosas 1999 – 2002**

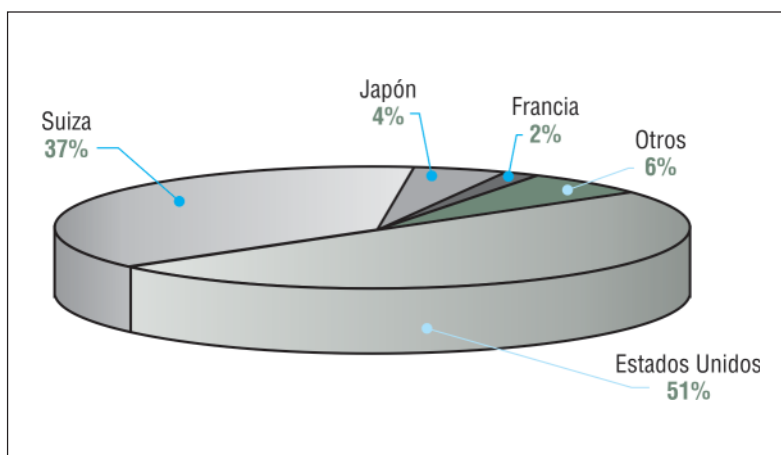
*Fuente: Dane, Cálculos Proexport Colombia.*

Para el año 2002, los principales destinos de las exportaciones de joyería y bisutería fueron Estados Unidos, Venezuela, Ecuador, México y España. Ver Grafico No. 10.



**Gráfico 10. Principales destinos de exportación de joyería y bisutería.**

*Fuente: Dane, Cálculos Proexport Colombia.*



**Gráfico 11. Principales destinos de exportación de metales y piedras preciosas.**

*Fuente: Dane, Cálculos Proexport Colombia.*

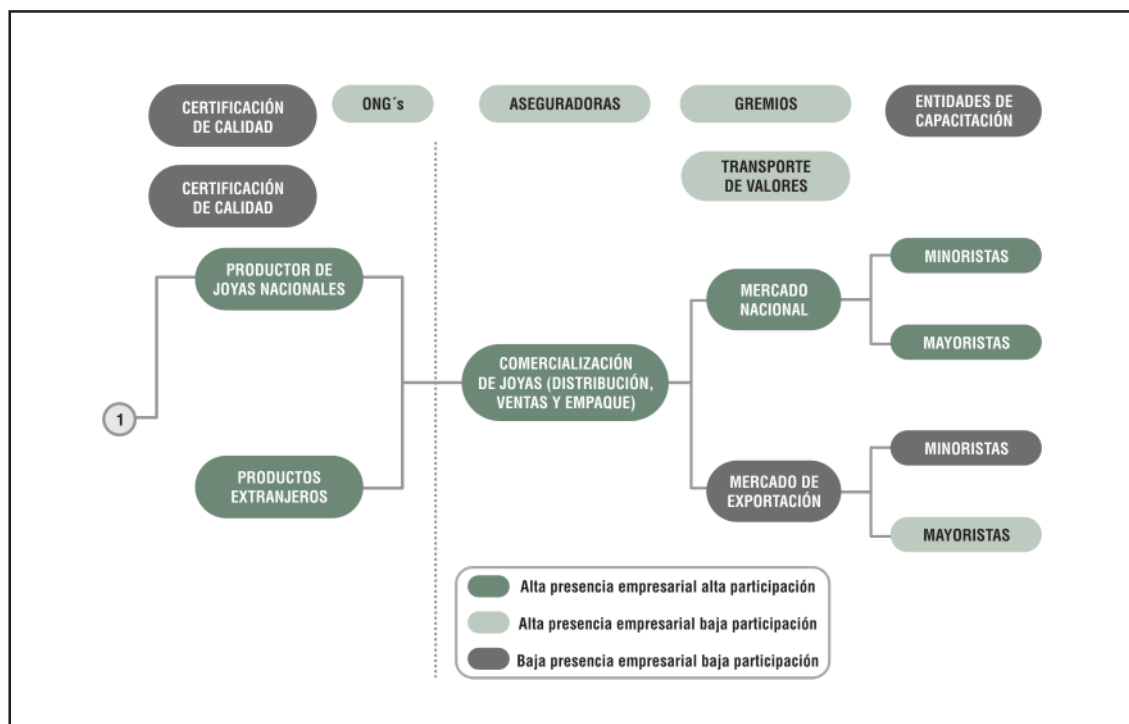
Con respecto a las exportaciones de metales y piedras preciosas para el año 2002, los principales destinos fueron: Estados Unidos, Suiza, Japón y Francia. Ver Grafico No. 11.

De las exportaciones son responsables 333 empresas de las cuales el 40% exportó más de USD\$100.000 durante el año 2002. Es importante anotar, que las empresas colombianas con mayor participación en el mercado externo de la joyería son las maquiladoras de Medellín y las comercializadoras internacionales especializadas.

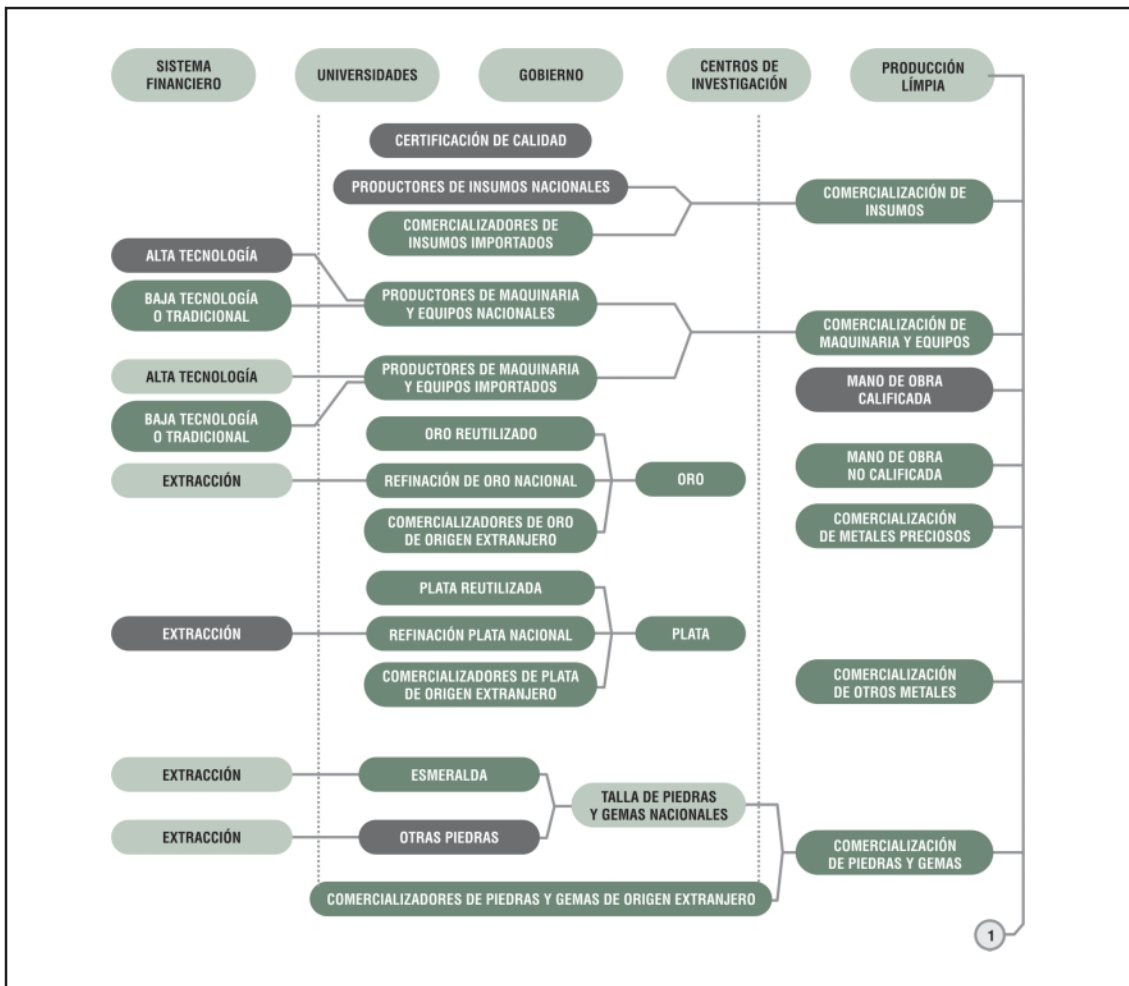
La costumbre de regalar artículos de joyería no es demasiado frecuente, presentándose sólo incrementos significativos de la demanda en los meses de diciembre, mayo y septiembre, en orden de importancia.

La cadena productiva de la industria de la joyería, metales, piedras preciosas y bisutería en Colombia, así como los eslabones que hacen parte de ella no está integrada. Es así como en la actualidad las empresas enfrentan limitaciones de tipo organizacional, tecnológico, económico, entre otras, y como consecuencia de lo anterior se presenta una falta de articulación, encadenamiento y de una organización productiva eficiente que incida en el mejoramiento y superación de esos obstáculos.

Con el ánimo de dar una visión global del desempeño competitivo de esta cadena productiva en el país, a continuación se presenta una *caracterización de la misma teniendo en cuenta* los eslabones que hacen parte de ella ( Ver Grafico No. 12) y los aspectos más relevantes de cada uno.



**Gráfico 12A.** Mapa del cluster de joyería en Colombia.



**Gráfico 12B. Mapa del cluster de joyería en Colombia.**  
 Fuente: Estudio del Cluster Sectorial. CDP de Joyería, 2001

En términos generales en la cadena se aglutinan tres (3) actividades básicas: Minería (provisión de materias primas) – Joyería – Comercialización. Ver Grafico No. 13

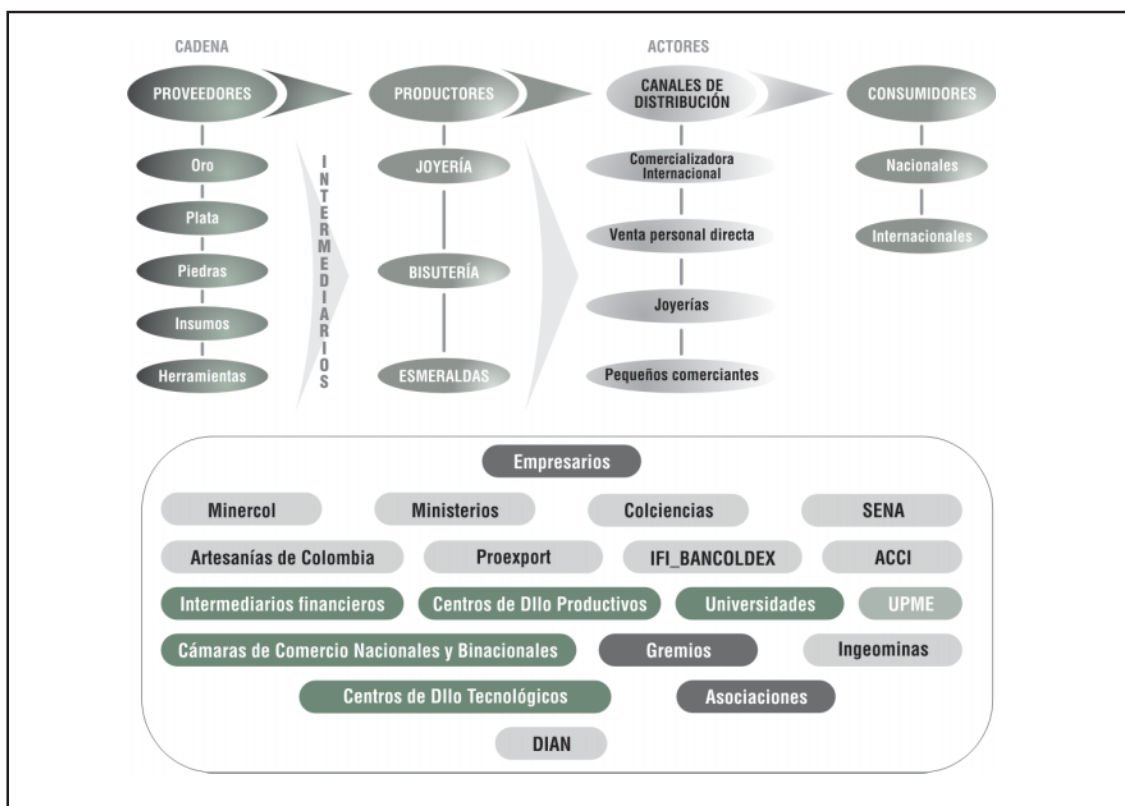
## 2.7. DESARROLLO DE ESQUEMAS DE FINANCIACIÓN

### Objetivo Específico:

Propender que el sistema financiero y las entidades que brindan apoyo a través de la cofinanciación, se constituyan en una verdadera palanca para la modernización, productividad y competitividad de la cadena de la joyería.

### Actividades a desarrollar:

El IFI conjuntamente con Bancoldex y el Fondo Nacional de Garantías realizarán en las regiones señaladas en la política, talleres de divulgación de las diferentes líneas de crédito existentes, que puedan acceder los empresarios del sector joyero.



**Gráfico 13.** Cadena productiva de la industria de la joyería, Metales, piedras preciosas, bisutería en Colombia

Las cámaras de comercio, con el apoyo del IFI-Bancoldex y los Alcaldes, propenderán por el establecimiento de líneas de crédito especiales en las regiones identificadas en esta política.

Fedesmeraldas apoyará la cofinanciación de proyectos empresariales, sociales y ambientales con los recursos recaudados a través del Fondo Parafiscal por concepto de exportaciones de esmeraldas.

El sector privado diseñará mecanismos para la captación de recursos parafiscales, para que conjuntamente con el Estado y la cooperación de organismos multilaterales establezcan un fondo de capital de riesgo para inversiones en la cadena.

## 2.8. ACUERDOS COMERCIALES

El actual entorno global exige que las empresas cuenten con la información y el conocimiento sobre la naturaleza de los mercados, sus tendencias, el papel y comportamiento de cada uno de los agentes, las legislaciones nacionales e internacionales y las variables que intervienen en el ámbito macro, micro, meso y meta económico, todo ello con el fin de disminuir la incertidumbre y afrontar los cambios y retos que implica vivir en un ambiente competitivo.

En este sentido, y con el fin de identificar oportunidades de negocios y empresariales de una manera estructurada y constructiva, la política de la cadena productiva de la industria de la joyería, metales, piedras preciosas y bisutería de Colombia ha establecido el siguiente objetivo con sus correspondientes acciones prioritarias.

### **Objetivo Especifico:**

Incrementar la comercialización de los productos de la cadena en los mercados actuales, nacionales e internacionales, e incursionar en nichos no explorados con productos diferenciadores y con valor agregado, buscando aumentar y renovar la oferta nacional siempre en función de los requerimientos de la demanda, mediante acciones orientadas hacia la Promoción y Mercadeo, el mejoramiento de los productos, la consecución de negocios y las alianzas estratégicas.

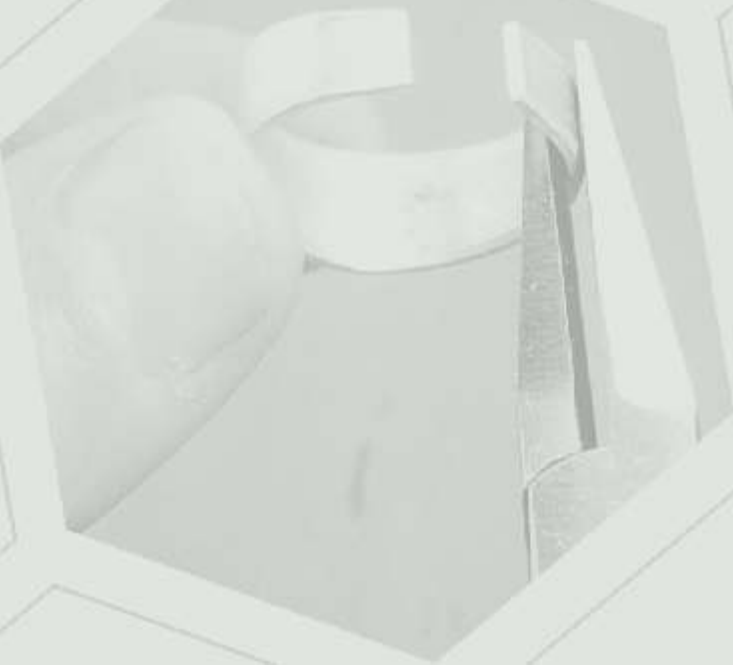
Acciones a Desarrollar para el logro del objetivo:

- MINERCOL y Proexport Colombia anualmente desarrollarán seminarios – talleres en las diferentes regiones del país, que se identifican en esta política, orientados a la divulgación de los trámites y pasos para la exportación de joyería y bisutería
- Proexport Colombia a través del Sistema de Inteligencia de Mercados - INTELEXPORT, ofrecerá información sobre aquellos mercados potenciales hacia los cuales dirigir la oferta colombiana de joyería y bisutería. Así mismo, identificará nichos de mercados y profundizará la información específica sobre la demanda y sus requerimientos, a través del desarrollo de estudios de mercados sectoriales, o en aquellos que le sean requeridos por la comunidad empresarial.
- Los empresarios de la cadena fortalecerán y propiciarán la creación de comercializadoras internacionales. Para ello el Gobierno dispondrá de recursos de cofinanciación, mediante el Programa Nacional de Productividad y Competitividad, para apoyar los proyectos que en este sentido se planteen, siempre y cuando cumplan con los requisitos exigidos.
- El Estado, a través de Fomipyme, destinará recursos por un monto total de 1000 millones de pesos, en los próximos cinco años, para cofinanciar misiones de negocios (people to people) de doble vía, la consecución de alianzas estratégicas en mercados externos y la generación de negocios. Para ello, los empresarios vinculados directamente con las cadenas productivas regionales y las redes de proveedores nacionales, que se establezcan mediante la ejecución de esta política, deberán presentar las propuestas de proyectos a Fomipyme, para su correspondiente evaluación.

Así mismo, contarán con la asesoría y seguimiento, para las actividades mencionadas anteriormente de Proexport, las Cámaras de Comercio regionales y binacionales y los CRIIT's, con el fin de concretar negocios y posicionar productos en los diferentes mercados.



- Los Empresarios de la cadena con el acompañamiento de Artesanías de Colombia, mediante el Sistema Integrado de Información y Asesoramiento para la Artesanía –SIART-, cofinanciarán la realización de un estudio de benchmarking en el mercado que determinen como prioritario para el sector de la joyería. Para esta actividad se buscará la colaboración de las Cámaras binacionales.
- Proexport cofinanciará la participación de las empresas de joyería y bisutería, que cumplan con los requisitos exigidos por la entidad, en actividades de promoción comercial en los principales mercados de exportación. Igualmente promoverá misiones de compradores a Colombia, previamente acordadas con el sector productivo nacional.
- Las Cámaras de Comercio y los Centros Regionales de Inversión, Información y Tecnología (CRIIT), conjuntamente con el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, realizarán anualmente ruedas de negocios en diferentes regiones del país, en las cuales se debe contar con la participación de empresarios nacionales e inversionistas internacionales.
- Los empresarios de la cadena productiva de la industria de la joyería, metales, piedras preciosas y bisutería, conjuntamente con Proexport formularán planes de exportaciones al año. Para la puesta en marcha de los mismos, los empresarios podrán fondearse y/o financiarse con recursos de las líneas de crédito IFI – Bancoldex, mediante el cumplimiento de los requisitos exigidos por estas instituciones.
- Proexport acompañará los procesos de nuevas empresas exportadoras o potencialmente exportadoras, a través de la vinculación de las mismas en el Programa Expopyme, para apoyar la elaboración e implementación de planes de negocio y la capacitación en temas de exportación.
- El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo divulgará y promoverá en las diferentes regiones, que se identifican en esta política, las ventajas de los acuerdos de Integración y del ATPDEA, que se constituyen en una ventaja sectorial importante para la comercialización del sector joyero en el ámbito internacional. Así mismo, se realizarán talleres en esas regiones para dar a conocer los beneficios del régimen de zonas francas.
- Proexport Colombia, a través de la Subdirección de Logística y las demás entidades relacionadas con la cadena, propenderán por establecer convenios y encontrar esquemas que faciliten el transporte de valores, principalmente para la vía aérea. Así mismo, en asocio con el SENA, realizarán seminarios de capacitación en logística de exportación.
- Los empresarios con el apoyo de Proexport y Artesanías de Colombia, buscarán la vinculación de los productos de las cadenas productivas con las ferias de moda como: Colombiamoda, ColombiaTex y Bogotá Fashion, entre otras, de reconocido prestigio nacional e internacional, para que estos eventos también jalonen la cadena de la joyería y bisutería.



3

**Entorno Tecnológico**

## 3. Entorno Tecnológico

---

### 3.1. PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

En general todo el proceso de extracción y beneficio se efectúa sin controles, por la carencia de instrumentos que permitan medir las concentraciones adecuadas de cianuro, los porcentajes de gruesos y finos y el contenido de oro en los relaves. La explotación se realiza sin un diseño y planeamiento minero definido, utilizando métodos con bajo nivel de recuperación y de alto impacto ambiental.

### 3.2. PROCESO PRODUCTIVO, NIVEL TECNOLÓGICO E IMPACTO AMBIENTAL

Las explotaciones mineras auríferas se clasifican según si la explotación se desarrolla a cielo abierto o si es subterránea y a partir del volumen del material útil o estéril extraído. El tipo de explotación generalizado en el distrito es la subterránea. En cuanto a volumen de material removido se tiene que la mediana minería subterránea es aquella que remueve entre 8.000 y 200.000 toneladas de material útil o estéril por año y la pequeña minería subterránea es aquella que remueve menos de 8.000 toneladas; la mayoría de las minas del distrito clasifican en la categoría de pequeña minería (96%), algunas con plantas de beneficio propias y otras dependiendo de terceros para este proceso.

La pequeña minería subterránea se caracteriza por la utilización de taladros y martillos manuales, vagones, carretillas de mano, cajones aéreos o brekers, trituradoras de mandíbulas, molinos de tipo californiano, mesas estáticas o mesas Wilfley, bateas o barriles de amalgamación y el proceso de cianuración por percolación con precipitación

en zinc. Además de estas modalidades de explotación se encuentra la minería de subsistencia, que se realiza manualmente, utilizando herramientas como la batea, canalones, entre otras y se ejecuta en los lechos de los ríos y en otros terrenos aluviales o en frentes abandonados de minas de filón o veta y se caracteriza por la alta contaminación por mercurio que causa.

Para realizar el seguimiento y búsqueda de nuevas vetas los mineros se apoyan en su sentido común y experiencia, tratando de encontrarlas por medio de sencillas observaciones de campo. En general, el proceso de extracción y beneficio se caracteriza por el rezago tecnológico, bajo rendimiento y considerable impacto ambiental.

El proceso de extracción y beneficio de oro en el distrito minero de Vetas-California, al igual que en la mayoría de las explotaciones auríferas del país, consta de las siguientes etapas:

### **3.2.1 Extracción del mineral del socavón**

El minero busca y extrae el mineral de la roca en general sin la debida asistencia técnica; exceptuando algunas empresas que tienen algún conocimiento sobre las reservas de sus minas, pero bastante limitado.

Al encontrar la veta, filón o aguja, se inicia el proceso de extracción. El arranque del mineral y la elaboración de túneles, guías, sobreguías, tambores, etc., se hace con explosivos (dinamita) y con barrenos de 1/2 o 3/4 de pulgada de diámetro y de 50 o 160 centímetros de longitud accionados manualmente. En algunas minas se utilizan compresores para accionar martillos neumáticos en la preparación de los barrenos.

Este proceso dura aproximadamente entre 2 y 3 horas, dependiendo del número de perforaciones y de la dureza de la roca.

Las paredes de los socavones son sostenidas en parte con madera pero en la mayoría de los casos el sostenimiento es natural y aunque existen instalaciones eléctricas en algunos de ellos, la luz se obtiene principalmente a través del uso de lámparas de carburo.

### **3.2.2 Transporte del mineral a la planta**

Para el transporte interno del material se utilizan carretillas en las sobreguías y vagonetas en las galerías principales de minas más tecnificadas. Para el transporte externo de las bocaminas a las plantas de trituración se utilizan brekers o cajones de madera accionados por cables aéreos y cuando la mina queda lejos de la planta se suelen utilizar volquetas.

### **3.2.3 Trituración**

La trituración del material muy grueso proveniente de la mina se hace con porras y en algunos con ayuda de uno o varias trituradoras de mandíbulas que tienen una capacidad

promedio de 3.2 toneladas por hora. Como el material debe quedar reducido a bloques con diámetros máximos de 4 a 5 pulgadas se suele realizar más de una trituración. El mineral saliente es alimentado al molino, para que este termine la función de trituración y realice la molienda.

### 3.2.4. Molienda

El molino californiano es el más ampliamente utilizado. Este molino casi artesanal y técnicamente obsoleto, tiene una capacidad promedio para procesar una tonelada por hora con los 4 a 6 pisonos (mazos) de que dispone y arroja un producto de tamaño promedio de 2 mm.; Por su baja capacidad estos molinos trabajan en forma continua las 24 horas. Según estudios de los minerales de esta región el oro se presenta tanto libre como en tamaño submicroscópico englobado en sulfuros, evaluándose este proceso de molienda técnicamente como deficiente para liberar la totalidad del oro<sup>9</sup>. El principal impacto ambiental producido por estos equipos es el ruido que puede llegar a 100 decibeles.

Otros métodos utilizados en menor escala son el molino de bolas y el molino de arrastre.

### 3.2.5. Concentración

El oro es un metal que en su estado de impureza tiene una densidad de 15 g/cm<sup>3</sup> mientras que los minerales que lo acompañan tienen una densidad de 2,5 a 5 g/cm<sup>3</sup>, lo cual permite su separación por métodos gravimétricos.

En algunos casos el mineral molido es arrastrado por el agua hasta una mesa estática (mesa rayada o de paños) elaborada en madera. En esta mesa se colocan paños para atrapar el oro grueso y libre, el cual es recuperado posteriormente por amalgamación mientras que las arenas son enviadas al proceso de cianuración.

Un poco más de la mitad de las plantas en funcionamiento en el distrito poseen mesa concentradora Wilfley<sup>10</sup> con una capacidad promedio de 2 toneladas por hora, la cual recibe el material de la mesa estática para eliminarle los estériles y así disminuir la cantidad de arena a cianurar. Las colas (y en algunas plantas los medios) de esta mesa son arrojados al río, aportando a las corrientes de agua sedimentos ricos en oro de diferente naturaleza y tamaño, desde arcillas (partículas de diámetro mayor inferior a 1/16 mm.) hasta arenas de diferente granulometría (partículas de diámetro mayor de 0,125 mm. hasta varios mm.).

Otro aparato utilizado es el Jig o cuba de pistón cuyo principio consiste en mantener en suspensión las partículas ligeras a través de las pulsaciones que suministra un pistón mientras que los granos de oro caen al fondo por gravedad. Por este método la recuperación no es efectiva cuando el tamaño de las partículas de metal es inferior a 0.1

9. Aplicación de tecnologías limpias para el beneficio de metales preciosos y control de la contaminación del río Suratá, Grupo de Investigaciones en Minerales, Biohidrometalurgia y Medio Ambiente de la UIS, 2003.

10. Aunque el uso de este equipo ha sido una de las innovaciones técnicas realizadas en la región y ha permitido una disminución de la cantidad de cianuro utilizado, los mineros no lo están operando adecuadamente.

milímetros y requiere alto uso de energía sobre todo cuando el oro proviene de yacimientos de procesos geológicos.

### **3.2.6. Amalgamación**

La amalgamación se fundamenta en la facilidad que tiene el oro y el mercurio para formar una aleación o solución sólida que luego al fundirse permite la separación del oro por la evaporación del mercurio. Este proceso se puede realizar siempre y cuando las partículas tengan un tamaño entre las 50 micras y los 2 mm. y no estén recubiertas de óxido de hierro, arcillas u otras amalgamas.

Los concentrados ricos en oro libre procedentes de la mesa estática y algunas veces de la mesa Wilfley son contactados durante cierto tiempo en bateas y barriles con mercurio, el cuál se une con las partículas de oro para formar la amalgama; posteriormente, la amalgama es separada de las arenas y llevada a calcinación para volatilizar el mercurio y recuperar el oro. La amalgama tiene una composición de entre 60 a 50% de mercurio y 40 a 50% de oro y la evaporación del mercurio se logra a unos 600°C. Este método es ampliamente utilizado, principalmente en las explotaciones artesanales<sup>11</sup>.

Con este método es imposible recuperar material atrapado en los cuarzos y sulfuros, haciendo que el rendimiento en ocasiones esté por debajo del 60%; además, el mercurio en forma de vapor que va al aire libre, es una contaminación que no parece apreciable pero que afecta directamente a las personas y hogares donde se ejecutan estas operaciones, aunque la población no este consciente del problema.

### **3.2.7. Deslode**

Las arenas o colas de la mesa estática, lo mismo que los medios de la mesa Wilfley cuando ésta se utiliza, siguen el recorrido por canales hasta un tanque deslodador de concreto, en el cual se elimina el lodo por rebose y se vierte en el río.

La eliminación de lodos por rebose es de muy baja eficiencia y deja alta proporción de finos en las arenas, lo que dificulta la posterior percolación. La falta de control de este proceso impide conocer el porcentaje de finos que se elimina y el porcentaje de oro que se pierde.

### **3.2.8. Alcalinización**

En esta etapa del proceso se adiciona cal como neutralizante. En ninguna de las minas la cantidad agregada corresponde a la cantidad exacta necesaria para la neutralización, puesto que el parámetro no esta establecido.

11. En la minería aluvial la amalgamación se efectúa en canalones con rifles en su fondo. En este proceso se pierde mercurio que va a parar a las corrientes de agua al ser arrastrado por la pulpa. En el caso de los barrileros, toda lavada de barril implica fugas de mercurio que al multiplicarlas por las cantidades de barriles que se lavan diariamente llegan a cantidades apreciables que van a contaminar las fuentes hídricas.

### **3.2.9. Cianuración**

La cianuración consiste en mezclar el material triturado con una solución alcalina de cianuro sódico, que disuelve el oro y lo mantiene en solución en forma de una sal compleja soluble.

El material alcalinizado se carga a un tanque de concreto (tina de percolación) que se llena con agua y se deja en reposo aproximadamente 24 horas para eliminar las sales solubles. Luego, se descarga el agua y se agrega cianuro de sodio sólido comercial, recirculando simultáneamente solución pobre de cianuro proveniente de la siguiente etapa (precipitación con Zinc), hasta que se cubra toda la arena. El tanque de cianuración tiene un fondo filtrante compuesto por una malla, madera y costal de fique por donde se filtra la solución de lixiviación con el licor cargado en oro y plata. Este proceso dura aproximadamente 28 días, después de los cuales las arenas o colas residuales son arrojadas a los ríos y quebradas.

La cianuración por percolación es poco eficiente por las fallas técnicas que se presentan en las etapas anteriores del proceso, por lo que en el lavado de las arenas cianuradas se pueden desechar oro disuelto y cianuro libre y contaminar las aguas con metales pesados como cobre, plomo, zinc, hierro y cadmio, causando un impacto negativo. En unas pocas plantas se utilizan métodos como la cianuración por agitación o por flotación, los cuales sin embargo sólo son sustentables para tenores altos debidos a los altos costos de operación asociados.

### **3.2.10. Precipitación con zinc**

El licor o solución rica en metales preciosos que proviene del tanque de cianuración por percolación se hace pasar por cajas de madera o de concreto de 4 o 5 compartimentos que contienen zinc en virutas con el fin de hacer que se precipite el oro y la plata. Este precipitado es retirado de las cajas mensualmente. La solución pobre de cianuro saliente de las cajas de zinc es bombeada a un tanque de depósito y es permanentemente reutilizada en el proceso de cianuración.

El empleo de zinc en viruta para la precipitación del oro es un procedimiento obsoleto en comparación con la precipitación del oro con zinc en las soluciones obtenidas de la cianuración por el proceso Merrill Crowe.

### **3.2.11. Fusión y obtención del bullión**

El lodo negro que se obtiene de la precipitación es calcinado y fundido con ayuda de fundentes apropiados para obtener lo que se conoce como pelusa, bullión u oro en pepa.

### **3.2.12. Refinación**

El proceso de refinación que es más comúnmente utilizado es la refinación con ácido nítrico. Este proceso se basa en la propiedad que tiene el ácido nítrico de diluir los

metales que acompañan al oro. El oro no es atacado por el ácido nítrico, mientras que la plata y el cobre respectivamente forman nitratos solubles. Cabe anotar que el ácido nítrico, además del oro, no logra disolver el platino, el rodio y el iridio.

Las etapas de este proceso son:

#### 3.2.12.1. *Incuartación*

Consiste en obtener la aleación con porcentaje de oro entre 250 y 285 milésimas con el fin de facilitar el ataque de los reactivos, lo cual se logra adicionando cobre de alta pureza a una temperatura aproximada de 1100°C a la aleación a refinar. Esta aleación fundida se vierte despacio y a chorros finos dentro de un tanque con agua a temperatura ambiente. En el fondo del tanque queda la granalla, que se saca, se seca y se pesa para comprobar que no ha hallan pérdidas.

#### 3.2.12.2. *Ataque Químico*

La granalla se somete a calentamiento con ácido nítrico en un recipiente refractario de dimensiones adecuadas con el fin de disolver el cobre y la plata presentes en la aleación. Esta reacción es acompañada por la emisión de gases de óxido nítrico, el cual se combina con el oxígeno del aire para producir gases amarillos, rojos y marrones densos. El cese de estos gases indica la culminación de la reacción por agotamiento del ácido nítrico o por saturación de la solución con iones metálicos.

Se obtiene así una solución fuertemente ácida de color azul intenso y con alto contenido de metales que pueden ser recuperados posteriormente y en el fondo del recipiente permanece un residuo marrón oscuro que es el precipitado de oro. Esta solución se elimina por decantación y el ataque químico se repite cuantas veces sea necesario hasta que no haya desprendimiento de vapores rojos ni el ácido cambie de color.

#### 3.2.12.3. *Lavado y secado*

El precipitado de oro se lava con agua, hasta que el agua que lo contenga permanezca totalmente clara y al mezclarla con un poco de amoníaco no se vuelva azul y permanezca incolora. Posteriormente, el precipitado se deposita en un recipiente metálico para calentarlo a unos 70 o 80°C hasta evaporar el agua presente.

#### 3.2.12.4. *Fundido y afinado*

El oro ya seco se funde a una temperatura de 800°C, en crisoles de grafito, porcelana o cucharas de arcilla. Dependiendo de la cantidad a fundir se agrega sales (sal de nitro – bórax) para retirar trazas de impurezas y afinarlo. El oro contenido en el crisol cambia su color marrón por el color amarillo característico del oro fino. La mayoría de los metales básicos presentes como impurezas se convierten en cloruros que salen convertidos en humos o en escoria formada con el bórax. Finalmente se saca el oro del crisol y se pesa. El lingote resultante será de 990 a 998 milésimas, dependiendo del cuidado que se haya tenido en cada etapa del proceso..



De las soluciones de nitrato de plata y nitrato de cobre, resultantes del ataque químico, previamente sedimentadas y filtradas, se recupera la plata precipitándola como cloruro de plata, (precipitado blanco) mediante la adición de una solución saturada de cloruro de sodio (sal común), repitiendo esta operación tantas veces como sea necesario. Por decantación se separa el cloruro de plata de la solución de nitrato de cobre y de sodio (solución azul). El cloruro de plata se lava varias veces hasta eliminar la acidez completamente (el cloruro de plomo se elimina mediante lavados con agua caliente) y es reducido a plata metálica con ácido sulfúrico al 20% en una cantidad aproximadamente igual al volumen que se tenga de cloruro de plata y con la adición de zinc en forma de viruta o en polvo. La transformación de cloruro de plata a plata metálica se completa cuando el color blanco del cloruro de plata pasa a color gris plomo uniforme. En este proceso se debe tener cuidado con la adición de zinc en exceso que genera la formación de sulfatos, que difícilmente son removidos en los lavados.

La plata recuperada es lavada varias veces para eliminar la acidez y los residuos metálicos de zinc, luego se filtra, se seca y se funde, con la adición de bórax en algunos casos.

### **3.3. CONSECUCCIÓN DE INSUMOS**

Los principales insumos necesarios para la actividad de extracción y beneficio del oro en el distrito son: el cianuro de sodio, la viruta de zinc, el mercurio, el carburo, la cal, algunos combustibles y los explosivos. Los cuatro primeros se consiguen con cierta facilidad en el comercio de Bucaramanga, la cal se consigue en Charta o en Bucaramanga y los explosivos los suministra la Quinta Brigada con sede igualmente en Bucaramanga.

Por cuestiones de orden público la consecución y transporte de los explosivos se dificulta, lo que se ha tratado de resolver mediante la construcción de polvorines en las cabeceras municipales. Es importante mencionar que los permisos para la compra y utilización de explosivos sólo se pueden tramitar en INDUMIL Bogotá y cómo los permisos se expiden por períodos anuales, se debe estimar al momento de la solicitud cuantas toneladas de material se planea remover en el año.

### **3.4. COMERCIALIZACIÓN DE INSUMOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS, PIEDRAS Y GEMAS**

Entre la maquinaria y equipo utilizado en la fabricación de joyas en metales preciosos están:

1. Vulcanizadora
2. Inyectora de cera
3. Vacuum (campana de vacío)
4. Horno
5. Centrífuga
6. Inyectora de metal al vacío
7. Laminador

8. Trefilador
9. Troquelador
10. Cortador mecánico de pedal
11. Motor de mano
12. Equipo de soldadura (fuelle)
13. Equipo de soldadura (gas / oxígeno)
14. Pulidora con sistema de aspiración
15. Aspiradora con filtro
16. Ultrasonido
17. Steam (vaporera)
18. Bombo magnético (barril para oro)
19. Barril (plata)
20. Extractor de aire (campana)

La disponibilidad y precio de los insumos necesarios para el proceso de fabricación es buena, existiendo varias empresas que se dedican a este abastecimiento. Los insumos son principalmente: ceras, cauchos, revestimiento, troqueles, herramientas manuales y químicos.

La comercialización de piedras y gemas es ejercida por comerciantes que se dedican exclusivamente a su distribución y venta o pero principalmente por las mismas empresas que comercializan los insumos. La piedra preciosa más abundante en el mercado es la esmeralda, en concordancia con el primer puesto que ocupa Colombia como productor mundial; otras piedras preciosas como el rubí y el zafiro son utilizadas pero con mucha menor proporción, siendo más común el uso de piedras semipreciosas o sintéticas. Sin embargo, se puede afirmar que el uso de piedras naturales es muy infrecuente con respecto al uso de piedras sintéticas.

### **3.5. EXTRACCIÓN, BENEFICIO Y COMERCIALIZACIÓN DEL ORO**

En primer lugar hay que decir que la producción de oro es especialmente sensible a las variaciones del precio internacional, a la devaluación de la moneda y a las políticas de subsidio del estado.

El descubrimiento del oro en el Departamento de Santander se remonta al siglo XVI, cuando a raíz de la fundación de Pamplona se identificaron (principalmente en la zona de Vetas) ricos e importantes filones de oro que venían siendo explotados por los nativos, situación que llevó a las autoridades de Pamplona a darle a la región la denominación de “Real Minero de Vetas”.

En Santander el oro se encuentra en aluviones<sup>12</sup> y en yacimientos y rocas filonianas<sup>13</sup>. En el departamento la mayor producción de oro proviene de yacimientos de filón que

12. Depósitos formados por la destrucción de rocas y minerales primarios que han sido transportados por corrientes de agua y depositados en el lugar actual.

13. Es un depósito formado por una fractura, grieta o fisura abierta sobre la corteza terrestre, rellena da posteriormente a su formación con soluciones, sustancias o material mineral, a través de procesos conocidos como hidrotermales, pegmatítico, neomineral, meteorización, lixiviación y metamorfismo.

están localizados en el distrito minero de Vetas-California. El distrito constituye la única región de la Cordillera Oriental que contiene depósitos de oro de este tipo que son actualmente explotados.

En el municipio de Sabana de Torres y en algunos otros municipios del departamento desde hace 20 años hay algunas explotaciones de aluvión y de barequeo<sup>14</sup> en los caños de ríos; pero, considerando que la producción de oro que aportan los demás municipios al total departamental es baja, sólo se ha estudiado extensamente la actividad en el distrito.

El distrito minero de Vetas-California está ubicado a 51 kilómetros al nordeste de Bucaramanga, ocupando un área de 50 km<sup>2</sup> aproximadamente y se divide en dos sectores con características diferentes: el que se extiende por la cuenca del río La Baja en el municipio de California y el situado en las cabeceras de la cuenca del río Vetas. El distrito está localizado dentro de los profundos cañones excavados por los ríos La Baja y Vetas, en una zona de topografía muy abrupta. Las alturas varían entre 2.000 metros sobre el nivel del mar en el área de California hasta 3.300 metros en el área de Vetas, por lo que el clima es frío y húmedo, con sólo una estación relativamente seca entre los meses de diciembre a marzo. Es importante mencionar que la mayoría de las carreteras del distrito son difícilmente utilizables en invierno, lo que afecta negativamente el costo y comercialización del producto.

En 1993<sup>15</sup> el municipio de Vetas tenía una población de 2.367 habitantes, con un porcentaje de población urbana de 40.26%; la población proyectada para el año 2002 era 2.685 habitantes en total. En 1993 el municipio de California tenía una población de 1.471 habitantes con un porcentaje de población urbana de 33.17%; la población proyectada para el año 2002 era 1.531 habitantes en total.

### **3.6. NÚMERO DE MINAS**

En California el número de minas en explotación es muy variable, mientras que en Vetas la actividad minera ha sido más continua en cuanto al número de minas y se ha mantenido una cierta continuidad en la actividad de las explotaciones legales.

En 1998 el total de títulos mineros inscritos en la Regional de Minas de Bucaramanga ascendía a 91: 76 con licencia para explotación de oro y otros metales y 15 con licencia para explotación de oro únicamente, de los cuales 26 correspondían al municipio de Vetas y 60 al municipio de California. En el año 2000 el total de títulos mineros vigentes de metales preciosos para Santander era 67<sup>16</sup>. Según la Regional No. 7 de MINERCOL, a junio de 2003 el total de títulos mineros asciende a 67: 51 para explotación de oro y 16 para explotación de metales preciosos. La cantidad de minas activas ha ido disminuyendo vertiginosamente por el agotamiento de las minas existentes.

14. Lavado de arenas por medios manuales sin ninguna ayuda de maquinaria o medios mecánicos y con el objeto de separar y recoger metales preciosos contenidos en dichas arenas.

15. Dane - Proyecciones con base en censo 1993 ajustado

16. Ministerio de Minas y Energía, Memorias al Congreso Nacional 2000-2001

### **3.7. ASPECTOS PRODUCTIVOS**

Las explotaciones mineras auríferas se clasifican a partir del volumen del material útil o estéril extraído y según si la explotación se desarrolla a cielo abierto o si es subterránea. El tipo de explotación generalizado en el distrito es la subterránea. La mediana minería subterránea es aquella que remueve entre 8.000 y 200.000 toneladas de material útil o estéril por año y la pequeña minería subterránea es aquella que remueve menos de 8.000 toneladas.

La pequeña minería se caracteriza por la utilización de taladros y martillos manuales, vagones, carretillas de mano, cajones aéreos o brekes, trituradoras de mandíbulas, molinos de tipo californiano, mesas estáticas o mesas Wilfley, bateas o barriles de amalgamación y el proceso de cianuración por percolación con precipitación en zinc. La mayoría de las minas del distrito clasifican en esta categoría (96%), algunas con plantas de beneficio propias y otras dependiendo de terceros para este proceso.

#### **3.7.1. Refinación**

El oro en pepa es llevado a Bucaramanga o a otro lugar para su refinación y comercialización. Actualmente y con la declaración de libre comercio, se vende a particulares en Vetas y en Bucaramanga.

Además de estas modalidades de explotación se encuentra la minería de subsistencia, que se realiza manualmente, utilizando herramientas como la batea, canalones, entre otras y se ejecuta en los lechos de los ríos y en otros terrenos aluviales o en frentes abandonados de minas de filón o veta y se caracteriza por la alta contaminación por mercurio que causa.

Para realizar el seguimiento y búsqueda de nuevas vetas los mineros se apoyan en su sentido común y experiencia, tratando de encontrarlas por medio de sencillas observaciones de campo.

La explotación se realiza sin un diseño y planeamiento minero definido, utilizando métodos con bajo nivel de recuperación y alto impacto ambiental. En general todo el proceso de extracción y beneficio se efectúa sin controles, por la carencia de instrumentos que permitan medir las concentraciones adecuadas de cianuro, los porcentajes de gruesos y finos y el contenido de oro en los relaves. Actualmente las minas están procesando entre 30 y 80 toneladas por día y el rendimiento alcanza como máximo 4.5 gramos de oro por tonelada de mineral molido. La mayoría de las minas operan bajo la licencia de exploración aunque realmente están desarrollando actividades de explotación, con el objetivo de no tramitar la licencia ambiental exigida para realizar esta actividad.

En general, el proceso de extracción y beneficio se caracteriza por:

- Marcado atraso tecnológico: aún persiste en la casi totalidad de las unidades de explotación la utilización de técnicas de producción introducidas en la región en el siglo XIX por la Empresa Colombian Mining Association como el molino californiano.

- Bajos rendimientos: se han detectado importantes cantidades de metales preciosos en todos los materiales que actualmente se están desechando en el proceso; según estudios técnicos en la mayoría de los casos la recuperación no excede el 55%.
- Alto impacto ambiental: contaminación de agua, suelo y aire con elementos como el mercurio, cianuro y cadmio que inciden significativamente en la calidad de vida de las poblaciones vecinas. Es de principal interés considerar que el río Vetas y la quebrada El Salado en el municipio de Vetas, al igual que la quebrada La Baja en el municipio de California son los principales afluentes del río Suratá, cuyas aguas contaminadas son captadas por la Compañía del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga. La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga — CDMB realizó un estudio en la estación RV-5 Borrero, ubicada 40 m aguas abajo del último vertimiento (Mina La Providencia, vereda Borrero ) sobre el río Vetas en el año 1994; de este estudio se pudo concluir que algunos agentes altamente tóxicos (mercurio, cianuro, cadmio) superan en gran medida las concentraciones límites admisibles en las aguas de consumo humano<sup>17</sup>, sobretodo en horas del mediodía y en épocas de verano. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la concentración de estas sustancias tóxicas disminuye a medida que se unen más afluentes no contaminados al río Suratá (río Charta, río Tona, entre otros) por efecto de la dilución.
- Escasa vinculación de profesionales a la minería, inadecuada legislación minera, débil planeación y coordinación sectorial, deficiente comercialización y mercadeo de los minerales extraídos, entre otras.

## 8.8. INSUMOS

Los principales insumos necesarios para la actividad de extracción y beneficio del oro en el distrito son: el cianuro de sodio, la viruta de zinc, el mercurio, el carburo, la cal, algunos combustibles y los explosivos. Los cuatro primeros se consiguen con cierta facilidad en el comercio de Bucaramanga, la cal se consigue en Charta o en Bucaramanga y los explosivos los suministra la Quinta Brigada con sede igualmente en Bucaramanga. Por cuestiones de orden público la consecución y transporte de los explosivos se dificulta, lo que se ha tratado de resolver mediante la construcción de polvorines en las cabeceras municipales, existiendo ya el de Vetas y estando en proceso el de California.

## 8.9. FABRICACIÓN DE JOYAS EN METALES PRECIOSOS

Desde los años 30 la ciudad de Bucaramanga ha sido polo de desarrollo del sector de la joyería en Colombia, no sólo por el alto número de microempresas y empresas existentes, sino por el volumen de oro procesado. Sin embargo, fue en los años 1940, cuando se crearon los primeros talleres de producción de joyas, entre los cuales se destacan: La

17. Según el Ministerio de Salud (Decreto 1594/84) un agua consumible por el cuerpo humano debe tener las siguientes especificaciones en cuanto a contenido de cianuro y metales pesados: Cianuro 0.2 mg/l, Mercurio 0.2 mg/l, Zinc 15 mg/l, Plomo 0.05 mg/l, Cadmio 0.01 mg/l y Cobre 1 mg/l.

Joyería Rodríguez Hermanos, La Joyería Granados y la Joyería Valentín Torres, considerados como los primeros establecimientos especializados en joyería en el país.

### **3.10. NÚMERO DE EMPRESAS**

La joyería es un sector industrial y comercial con una importante tradición en Bucaramanga; incluye más de 340 microempresas<sup>18</sup>, que van desde talleres artesanales en los que se aplican técnicas tradicionales, hasta empresas con tecnologías de fabricación de punta y desde pequeños puntos de venta a grandes joyerías ubicadas en zonas comerciales de la ciudad. Además, la joyería genera más de 500 empleos directos y las ventas promedio del sector ascienden a más de dos mil millones de pesos mensuales<sup>19</sup>. Por estas razones la joyería constituye un sector de gran importancia socioeconómica.

Bucaramanga se encuentra, entre los centros que más generan actividad de producción y comercialización de joyas a nivel nacional.

El hecho de que la mayoría de las unidades sean microempresas tiene grandes implicaciones en el comportamiento del sector ya que no disponen de la capacidad instalada para atender pedidos grandes y carecen de suficientes recursos para acceder a nuevas tecnologías.

La tecnología existente en Bucaramanga para la fabricación de joyas se divide en dos:

- Joyería artesanal: procesos de fabricación intensivos en mano de obra y que agregan poco valor al producto, ejecutados en general por un trabajador con ayuda de su familia, con habilidades transmitidas de padre a hijo o de maestro a aprendiz.
- Joyería industrial: procesos de fabricación más automatizados, que agregan mayor valor al producto, facilitan la innovación y adaptabilidad a otros procesos y productos y permiten alcanzar mayores volúmenes de producción. Utiliza maquinaria, equipos y herramientas y una estructura productiva y administrativa organizada para el desarrollo de la actividad.

### **3.11. NÚMERO DE UNIDADES PRODUCTIVAS**

Según un estudio realizado por AJOCOLSI en 1994 el número de unidades productivas existentes se estimó en más de 1000 talleres, con una producción mensual de 4000 kilos y ventas de 3400 millones de pesos. En la actualidad es imposible contar con un dato exacto ya que la gran mayoría de estas unidades no se encuentran formalizadas.

### **3.12. CONSECUCIÓN DE MATERIA PRIMA**

El joyero puede comprar el oro puro o en forma de retal. El retal es el más comprado por los microempresarios por su menor costo, a pesar de presentarse el inconveniente

18. Base de datos Cámara de Comercio de Bucaramanga, junio de 2003

19. Base de datos Cámara de Comercio de Bucaramanga, junio de 2003

de no conocerse con exactitud cual es la ley o porcentaje real de oro presente en el material. El retal es suministrado principalmente por las compra-ventas.

### 3.13. PRODUCCIÓN

La producción total promedio mensual del área metropolitana de Bucaramanga asciende a 379.724 gramos de joyas de oro (15.88%), plata (36.09) y oro-plata (48.03%)<sup>20</sup>. Gran parte de esta producción no está contabilizada oficialmente debido a la informalidad característica del sector.

Las joyas en oro-plata constituyen el principal producto que fabrican los talleres debido al menor capital que se requiere para elaborar estas piezas con respecto a las de oro. La mayoría de la producción mensual de joyas de oro es de 18 k (86%) específicamente con tonalidad amarilla (74.71%).

### 3.14. TIPOS DE PRODUCTOS

En orden de importancia, los tipos de productos que más se fabrican son: anillos (31%), aretes (28%), dijes (15%), gargantillas (10%), aros (5%), cadenas y rosarios (4%) y medallas (1%)<sup>21</sup>.

El mayor volumen de la producción es de diseño clásico y la mayoría de los talleres elaboran sólo de 1 a 5 diseños nuevos mensualmente, prefiriendo en la mayoría de los casos la copia de diseños. La copia de diseños extranjeros es un grave problema, considerando que los catálogos muestran piezas obtenidas por técnicas diferentes a las disponibles localmente.

### 3.15. ORGANIZACIÓN PRODUCTIVA

Casi todos los talleres programan su producción por pedidos debido a que los metales preciosos (que constituyen la principal materia prima representando más del 75% del costo) son muy costosos y no están en condiciones financieras de mantener inventarios<sup>22</sup>. Esto tiene la ventaja de permitir satisfacer en forma más efectiva las exigencias de diseño y calidad de los clientes. Sin embargo, algunos de estos talleres prefieren contar además con un inventario que les de mayor seguridad para cumplir con los pedidos. La mayoría de los productores que no fabrican con base en pedidos, son comerciantes que llevan sus productos a otras ciudades.

### 3.16. ASPECTOS PRODUCTIVOS

El nivel de mermas es significativo a través del proceso y es ocasionado básicamente por la falta de maquinaria moderna, estandarización y capacitación.

20. Ibidem

21. Diagnóstico Tecnológico de la Región Oriental, CDP de Joyería – OEI – MINERCOL, 2001

22. Análisis de los Factores Socio-económicos del Subsector Joyería en Bucaramanga, Op. Cit.



A continuación se presenta una breve descripción de los procesos de joyería comúnmente usados. En los talleres de Bucaramanga y su área metropolitana se utiliza el tratamiento con ácido nítrico para refinación y los procesos de armado y microfusión para la conformación de las joyas.

### 3.16.1 Refinación con Ácido Nítrico

Este proceso se basa en la propiedad que tiene el ácido nítrico de diluir los metales que acompañan al oro. El oro no es atacado por el ácido nítrico, mientras que la plata y el cobre respectivamente forman nitratos solubles. Cabe anotar que el ácido nítrico, además del oro, no logra disolver el platino, el rodio y el iridio.

Las etapas de este proceso son:

- 3.16.1.1. *Incuartación*
- 3.16.1.2. *Ataque Químico*
- 3.16.1.3. *Lavado y secado*
- 3.16.1.4. *Fundido y afinado*

Por decantación se separa el cloruro de plata de la solución de nitrato de cobre y de sodio (solución azul). El cloruro de plata se lava varias veces hasta eliminar la acidez completamente (el cloruro de plomo se elimina mediante lavados con agua caliente). El cloruro de plata es reducido a plata metálica con ácido sulfúrico al 20% en una cantidad aproximadamente igual al volumen que se tenga de cloruro de plata y con la adición de zinc en forma de viruta o en polvo. La transformación de cloruro de plata a plata metálica se completa cuando el color blanco del cloruro de plata pasa a color gris plomo uniforme.

Se debe tener cuidado con la adición de zinc en exceso que genera la formación de sulfatos, que difícilmente son removidos en los lavados.

La plata generada es lavada varias veces para eliminar la acidez y los residuos metálicos de zinc, luego se filtra, se seca y se funde con la adición o no de bórax.

### 3.16.2. Proceso de Armado

Las etapas de este proceso, que es el más comúnmente utilizado en las microempresas son:

- a. **Diseño.** El joyero realiza el diseño de la pieza de acuerdo a los requerimientos del cliente y a partir del diseño, se seleccionan las lingoteras de acero donde se vaciará la aleación fundida.
- b. **Fundición.** La fundición se lleva a cabo en cucharas refractarias revestidas con borato de sodio (bórax) ó ácido bórico, con el fin de evitar que el metal se adhiera a la superficie de la misma y acelerar el tiempo de fusión facilitando la licuación de los metales; después, se vierte en lingoteras rectangulares de 5 mm de espesor si



es para barras o en moldes cilíndricos de hasta 10 mm de diámetro si es para alambres. En esta etapa se alcanzan temperaturas desde 900 hasta 1100°C y se trabaja con gas propano y oxígeno ó con oxiacetileno.

- c. **Laminación.** Cuando la temperatura del lingote ha bajado hasta la temperatura ambiente y dependiendo si es un lingote para alambre o para laminar, se pasa por los laminadores para dar la forma requerida que puede ser lámina plana, media caña, alambre, etc. Este proceso físico se realiza mediante el paso manual del material entre los cilindros laminadores.

Estos esfuerzos mecánicos hacen que el material aumente su dureza, fenómeno llamado recrudescimiento, es decir, se vuelve frágil y pierde su maleabilidad y ductilidad. Para seguir trabajando mecánicamente el material se debe someter a un tratamiento térmico de recocido, el cual consiste en calentar la aleación y posteriormente enfriarla con agua, con el fin de recuperar las propiedades de la aleación.

- d. **Corte y troquelado.** La lámina se corta en matrices obteniendo la forma del patrón, para posteriormente ser troquelada, recociendo el material constantemente. Los residuos de la aleación que se está trabajando son utilizados como materia prima para la elaboración de hilos.

Cuando se trata de elaborar alambres o hilos, es necesario lograr mayores reducciones de diámetro mediante el trefilado. Una vez terminado este procedimiento, se deben hacer los cortes y dobleces para la conformación de la pieza.

El corte de las piezas es realizado por medio de cortadoras mecánicas de pedal con aditamentos de fijación para moldes que constan de macho y hembra, entre los cuales se coloca la lamina si son piezas volumétricas, pero si son solo lingotes de sección rectangular se cortan con cizallas con longitudes de corte graduables. El troquelado mecánico o eléctrico permite el repujado de la lámina según la forma requerida.

- e. **Conformación y ensamble.** Algunos procesos de conformación son fabricación de monturas, redondeado de aros, fabricación de argollas para cadenas y pulseras en forma manual por medio de una guía, el agujereado y ensamble de cada tuerca para aretes, entre otros.
- f. **Soldadura.** Los hilos o láminas son ensamblados sobre yeso y se aplica soldadura en las uniones. La soldadura se realiza al tiempo que el joyero está ensamblando la joya.

Cada joyero prepara su soldadura con la mezcla que considera pertinente, puesto que no existe una aleación estándar. Para oro se suele utilizar una mezcla de oro, plata y latón en proporciones de 50%, 25% y 25% respectivamente y para plata se suele utilizar una mezcla de plata y latón en proporciones de 50% cada una.

En la soldadura se utilizan fundentes para evitar la oxidación de las partes a soldar. Además, la selección y el empleo de un fundente adecuado facilitan el contacto y la difusión de la soldadura con las partes a soldar.

- g. **Decapado.** Todos los metales utilizados en joyería al recocerlos o soldarlos, se oxidan y cambian de color, para eliminar los óxidos y los restos de fundentes, se utiliza una solución de ácido sulfúrico. Las cantidades utilizadas de solución son relativamente bajas y son reutilizadas para limpiar varias piezas.
- h. **Limpieza.** La joya debe lavarse con agua – jabón para eliminar los restos del ácido utilizado en el decapado.
- i. **Engaste.** Cuando se trata de piedras muy pequeñas, se utiliza una sustancia llamada comercialmente “lacre” para fijar la piedra, y posteriormente se lava con una solución de hidróxido de sodio y etanol para eliminar los excesos.
- j. **Pulimento.** En esta etapa se le proporciona el brillo final a la joya para salir al mercado, para tal fin, son utilizados dos métodos:
- k. **Pulimento Químico:** se proporciona brillo a la pieza sumergiéndola en una solución de agua, cianuro de sodio ó de potasio y peróxido de hidrógeno al 50 % de pureza; este proceso es denominado “Bomba”. El agua se deja hervir hasta disolver completamente el cianuro, se retira de la llama y se le agregan 10 ml de peróxido de hidrógeno por cada 50 ml. de solución. Este proceso se realiza hasta tres veces por cada pieza, aunque sólo una vez se deja “explotar” en un tiempo aproximado de 30 segundos y las otras dos veces se deja sólo para dar un poco más de brillo.

Esta solución es tratada con aluminio o zinc para recuperar el oro ó la plata que ha sido retirado de la joya, si las cantidades almacenadas son significativas.

- l. **Pulimento Mecánico:** se proporciona brillo a la joya por medio de pulidoras y pastas abrasivas como la W100 y el rojo inglés.

En este tipo de pulimento resultan residuos constituidos por partículas finas de oro o plata y restos de lijado que se mezclan con los residuos del barrido del taller o se recogen por medio de las aspiradoras de las pulidoras. Cuando se logran volúmenes significativos se procesan para recuperar el oro o la plata presentes.

### 3.16.3. Proceso de Microfusión

El proceso de Microfusión consiste en reproducir en metal modelos elaborados en cera (anillos, pendientes y medallas, entre otros); la reproducción generalmente se hace en plata u oro. Este proceso permite mayores volúmenes de producción, es muy difundido e indispensable en la joyería moderna y permite obtener piezas de gran complejidad y definición, así como, una importante reducción en el tiempo de trabajo al estandarizar la producción con solo algunas variantes.

- a. **Elaboración del modelo.** La pieza debe ser modelada a mano en cera de moldeo, la cual se reviste en yeso, para elaborar el modelo en oro o plata.

Vulcanizado. Con el modelo en oro o plata se realiza un molde de caucho vulcanizado ó siliconado, colocando en una formaleta capas de caucho alrededor del modelo. Esta formaleta se coloca en una vulcanizadora a una presión, temperatura y tiempo adecuado para que el caucho adquiriera la forma del modelo. Posteriormente se desmolda y se obtiene el molde del modelo.

- b. **Inyección de cera.** Al molde se le suministra cera de fundición por medio de una inyectora, controlando la temperatura, tiempo y presión de vacío y de inyectado; obteniendo así las réplicas en cera.
- c. **Armado del árbol.** Las reproducciones en cera son adheridas alrededor de un bebedero del mismo material y de mayor diámetro conformando un árbol con todas las piezas. El árbol se coloca en una base de caucho y sobre ella se coloca un cilindro de acero debidamente cubierto con cinta para evitar que se salga el revestimiento.
- d. **Revestimiento.** El cilindro armado se cubre con una mezcla de revestimiento y agua y se somete al vacío para eliminar el aire contenido; un tiempo después (dependiendo de la temperatura del medio ambiente, por lo general entre una y dos horas) el revestimiento se fragua y se retira la base de caucho.

Cuando la pieza lleva muchas piedras y estas son muy pequeñas, para disminuir costos algunos joyeros las incrustan en el molde en cera; en este caso, se agrega un 2% de ácido bórico con el fin de protegerlas en el momento de la fundición.

- e. **Calentamiento.** El cilindro se somete a calentamiento en un horno a temperaturas entre 100 y 900°C que aumentan gradualmente por unos periodos de tiempos controlados con el fin de fundir la cera, eliminar la porosidad y aumentar la dureza del revestimiento. Al final del proceso se obtiene el molde del árbol en revestimiento. Los cilindros pueden permanecer en el horno entre 5 y 8 horas dependiendo de la cantidad de cilindros y el tamaño de estos, y hasta 12 horas para anillos de oro con piedras montadas.
- f. **Inyección de Metal.** El metal fundido es introducido en el molde de revestimiento. Esta operación se puede realizar mediante una centrifugadora o una fundidora por inducción al vacío. Se deja enfriar al ambiente unos 15 minutos si se realizó la inyección en centrifuga o de 6 a 7 minutos si se trabajó con una fundidora por inducción al vacío. Se calcula que la merma debida a la fundición es del orden de 0.5% ó 0.6%.
- g. **Limpieza.** Se introduce el cilindro en agua para que el revestimiento se disuelva y el árbol de metal quede libre de esta mezcla. Luego se eliminan todos los residuos del revestimiento por medio de un chorro de agua a presión en el equipo para limpiar revestimiento.

Alguna veces el árbol de piezas es lavado o limpiado mediante un baño en solución de ácido muriático al 29% que dura aproximadamente 20 minutos.

- h. **Corte, Engaste y Acabado.** Las piezas son cortadas del bebedero central con una segueta o con una cizalla mecánica, se someten a desbarbado para eliminar los restos del bebedero, a pulimento mecánico y se realiza el montaje de las piedras si es necesario.

Para el acabado se utilizan limas, fresas o motores de mano y lijas. Esta operación puede durar entre 5 minutos y ½ hora dependiendo del diseño y complejidad de la pieza.

Para el engaste la joya se asegura en una prensa de madera para poder trabajarla, se hace una “cama” de modo que la piedra encaje y quede a ras con la superficie de la joya, se coloca el grano de metal que fija la piedra y posteriormente se redondean los puntos puliendo la joya.

- i. **Pulimento.** Debido a la complejidad de las piezas en este proceso se emplea el pulimento químico con cianuro descrito en el proceso de armado.
- j. **Recubrimiento galvánico.** Se realiza para preservar la superficie de la joya y resaltar el color de la misma. Esta operación se realiza por medio de electrólisis. Algunos tipos de recubrimientos son el rodinado, para piezas de plata, utilizando una mezcla de platino con cloruro de rodio, agua y ácido sulfúrico y el dorado, para piezas de oro, utilizando una mezcla de cloruro de oro, cianuro y oro. Cuando se va aplicar sobre una porción de una pieza se hace un recubrimiento al resto de la pieza con esmalte de uñas para protegerla.
- k. **Lavado.** Se realiza en un equipo de ultrasonido para eliminar toda la suciedad con soluciones jabonosas, aunque algunos joyeros hacen un lavado preliminar con soda cáustica.

#### 3.16.4. Costos

Respecto a la estructura de costos de los productos, se estima que el metal y la mano de obra constituyen respectivamente el 76.20% y 13.66% del costo total respectivamente. La alta participación del costo del metal en el costo del producto hace vulnerable la producción de las empresas a las fluctuaciones en el precio del oro o de la plata.

### 3.17. IMPULSO A LA INNOVACIÓN Y EL DESARROLLO TECNOLÓGICO

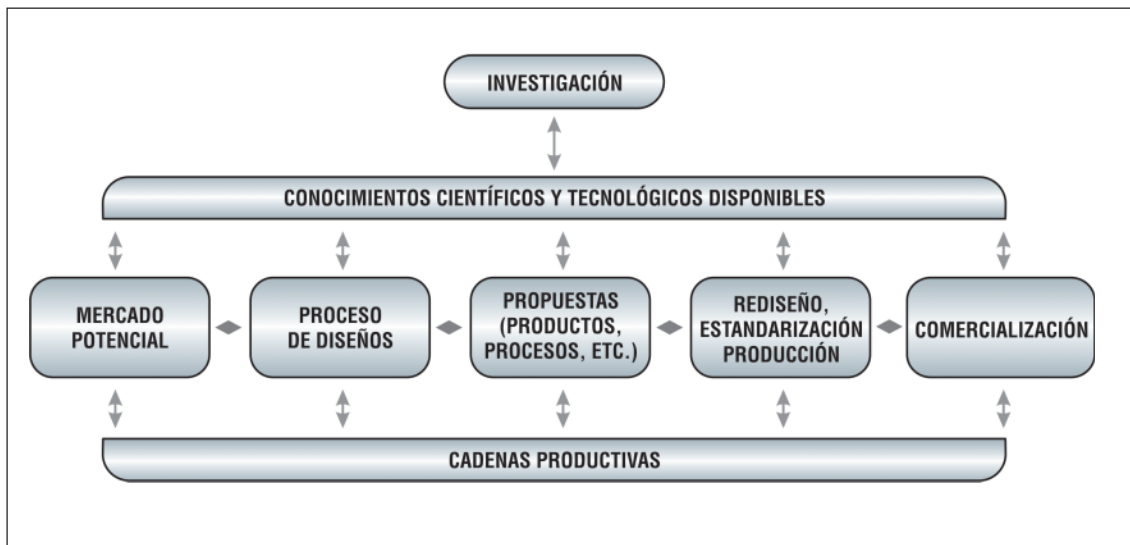
De acuerdo con Schumpeter “uno de los orígenes principales del crecimiento económico es el desarrollo de nuevos productos, la mejora de los actuales y el cambio de los procesos de producción, distribución y venta; es decir, el desarrollo tecnológico y la adecuación a cada circunstancia”<sup>23</sup>. En este sentido, el desafío que tiene el país es desarrollar un sector empresarial con capacidad para utilizar tecnología, identificar y

23. Schumpeter, Joseph. Historia del análisis económico, Ed. Ariel, España, 1994.

aprovechar las oportunidades que le brinda el mercado, y adaptarse a los rápidos procesos de transformación que caracterizan el mundo actual, porque la globalización exige que los productos se adecuen a las exigencias del mercado, se invierta en el conocimiento de la demanda, para saber qué piensan los clientes y consumidores, así como el identificar oportunidades en el mercado y entender a tiempo las necesidades y expectativas que aún no ha sido resueltas<sup>24</sup>.

A continuación se presenta el modelo interactivo, que se plantea para la cadena, donde se aplican los procesos innovadores que surgen de él y se hace énfasis sobre el papel fundamental de la empresa en la concepción de los procesos de innovación, en las retroalimentaciones entre los diferentes actores claves y las diversas interacciones que relacionan la ciencia y la tecnología con cada una de las etapas de los procesos de innovación.

### 3.18. MODELO EN CADENA PARA EL PROCESO DE INNOVACION



Con base en lo expuesto, esta política buscará alcanzar los siguientes objetivos:

Objetivos Específicos:

- Modernizar tecnológicamente a las empresas de la cadena, mediante la implementación y fortalecimiento de mecanismos que contribuyan a la innovación, transferencia de conocimientos, normalización y certificación, con el fin de fortalecer sus capacidades distintivas, integrar los procesos productivos y la canalización del conocimiento dentro de la cadena, que implique un mayor posicionamiento de los productos en los mercados nacionales e internacionales.

24. Benavides, Ernesto Orlando. Tecnología, Desarrollo de Productos y Diseño en Artesanía, Ministerio de Desarrollo Económico, Artesanías de Colombia S.A. P.p.11.

- Integrar los diferentes eslabones que conforman la cadena; minería – joyería - comercialización, mediante el desarrollo de planes de mejoramiento de la producción, transformación y comercialización, la incorporación de tecnología y diseño de joyas, que les permitan a las empresas acceder y posicionarse en los mercados.

Acciones a desarrollar:

- El SENA coordinará la Red de los Centros de Capacitación Técnica, que se conformará dentro del primer año de aprobada esta política, con el apoyo de Artesanías de Colombia.
- MINERCOL se encargará de realizar el inventario de los talleres de joyería y talla, que se hayan creado como resultado del desarrollo de los distintos programas de promoción, para que sean integrados a la red de centros de capacitación técnica, en coordinación con Artesanías de Colombia y el apoyo del SENA.
- Con la coordinación de Conciencias y con el apoyo del Sena, CDP de la Joyería de Bucaramanga y las universidades, dentro de los seis (6) meses siguientes de aprobada esta política, se diseñará un programa de fortalecimiento de Grupos y Centros, mediante la cofinanciación de proyectos y la movilidad internacional de empresarios e investigadores, con el fin de mejorar la calificación del capital humano en la cadena, que permita una mejor apropiación y uso de la tecnología,.
- Los empresarios de las cadenas recibirán el apoyo de la Agencia Colombiana de Cooperación Internacional para obtener información sobre la localización de los diferentes centros de investigación y desarrollo tecnológico en el ámbito internacional, especializados en los temas de joyería, con el fin de propiciar la realización de alianzas estratégicas con sus homólogos internacionales.
- COLCIENCIAS a través del Programa Nacional de Investigaciones en Energía y Minería, con el apoyo de las entidades y actores relacionados orientará y coordinará las acciones necesarias para la promoción y el fomento de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación aplicadas a la cadena productiva de la industria de la joyería, metales, piedras preciosas y bisutería, así como también apoyará mediante recursos de cofinanciación la realización de un Programa de Gestión Tecnológica y de Mercados para la cadena.
- Los empresarios de la cadena con el apoyo del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y Colciencias, cofinanciarán la realización de un Estudio Prospectivo Tecnológico e Industrial para la cadena y/o eslabones de la misma.
- La Red Colombiana de Centros de Subcontratación facilitará encuentros de empresarios de la cadena, con el fin de identificar los requerimientos en cuanto a estándares de calidad, precios y cantidad de materia prima de las empresas del eslabón de la joyería.

- MINERCOL e INGEOMINAS prepararán en un lapso de seis meses un portafolio de proyectos mineros industriales, que conjuntamente con Coinvertir será promovido ante inversionistas privados nacionales y extranjeros, y acompañarán el proceso de vinculación efectiva de esos capitales con la cadena productiva de la joyería y la bisutería.

Cabe mencionar, que paralelo a la elaboración del portafolio, se diseñaran posibles incentivos que se aplicarían para hacer atractiva la vinculación de la producción minera de metales y piedras preciosas en Colombia con la industria nacional de la joyería y bisutería. Incentivos que se integrarán al portafolio de proyectos minero industriales.

- La Agencia Colombiana de Cooperación Internacional (ACCI) suministrará la información sobre la oferta de cooperación tecnológica sobre gemología y joyería en diversos países al Programa Nacional de Capacitación coordinado por el SENA. Así mismo, la ACCI, con el apoyo de la Dirección de Cooperación y Convenios de Proexport, apoyará la elaboración, validación y gestión de proyectos de transferencia tecnológica.
- El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y Colciencias cofinanciarán la realización de una misión tecnológica a los empresarios del sector de la joyería a un país de mayor desarrollo en ese eslabón, dentro del año siguiente de la publicación de la política, previo el cumplimiento de los requisitos exigidos por estas instituciones.
- COLCIENCIAS, el SENA, la ACCI y el Ministerio de Relaciones Exteriores promoverán los espacios para el establecimiento de convenios de cooperación internacional con entidades especializadas, que articularán con los grupos e instituciones de desarrollo tecnológico de la cadena de la joyería, para estructurar o fortalecer la transferencia, vigilancia y orientación tecnológica de las empresas.
- El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, dentro de los seis meses siguientes a la publicación de esta política, formalizará el convenio de competitividad por cada cadena productiva regional, que integrará los diferentes eslabones que conforman la cadena: minería – joyería – comercialización, en el cual se debe incluir el plan estratégico con los correspondientes proyectos, que se desarrollarán en los próximos años.
- La Agenda de Conectividad apoyará a las empresas de la cadena interesadas en mejorar su conectividad con redes nacionales e internacionales.
- El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo conjuntamente con la Corporación para el Desarrollo de la Microempresa apoyarán la creación de Centros de Desarrollo Productivo en las regiones donde se encuentren todos los actores de la cadena: Minería – Transformación – Joyería, y que el sector privado esté dispuesto a invertir en su implementación para facilitar el desarrollo sectorial.



- El Ministerio de Minas y Energía conjuntamente con Minercol realizarán en los próximos seis (6) meses un plan padrino minero metalúrgico, para ser desarrollado por lo menos hasta el año 2005 con el fin de apoyar los procesos de legalización, manejo sostenible y sustentable y el fortalecimiento empresarial, de manera preferible a los mineros vinculados con la ejecución de esta política, bajo el marco y los términos de la Ley 685/01<sup>25</sup> y la Ley de Regalías.
- El Centro de Desarrollo Productivo de la Joyería de Bucaramanga consolidará la información técnica y tecnológica de la cadena, que pondrá a disposición de todos los actores, a través del Sistema de Orientación Tecnológica (SOT).

### 3.18.1. Diseño

El diseño es uno de los principales aspectos a tener en cuenta, para generar valor agregado en los productos de los eslabones de la cadena: minería – joyería – comercialización, porque puede contribuir al desarrollo del sector joyero colombiano, elevando la competitividad y calidad, mediante procesos integrados de desarrollo de productos con innovación, dirigidos hacia los diferentes nichos de mercado.

En este sentido, y específicamente al tema de diseño en el eslabón productivo de la joyería se realizarán las siguientes actividades:

Acciones a desarrollar:

- Artesanías de Colombia y el Programa Nacional de Diseño presentarán, dentro de los seis (6) meses siguientes de aprobada esta política, un plan de acción de asesoría y acompañamiento en diseño a los actores del eslabón de la joyería, que deberá ser concertado con el sector productivo y avalado por el Comité Coordinador de esta política, para presentarlo al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, que analizará la viabilidad de apoyarlo. Este plan también tendrá como finalidad fortalecer los procesos de innovación y el desarrollo de productos en las 32 regiones trabajadas en el Programa Nacional de Joyería, realizado en el marco del convenio entre Minercol y Artesanías de Colombia.
- La Agencia Colombiana de Cooperación Internacional, con el apoyo del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y el Ministerio de Relaciones Exteriores y de Artesanías de Colombia, suministrará la información sobre la oferta de cooperación de diseño de joyería de países como: Estados Unidos, Italia, Alemania, Francia y España, con el apoyo.
- Artesanías de Colombia, a través del Laboratorio Colombiano de Diseño, el CDP de la Joyería de Bucaramanga y otras instituciones, desarrollarán planes en lo relativo al diseño aplicado para lograr una mayor competitividad del sector

25. Código de Minas; Capítulo XVII; "Explotación y Exploración ilícita de minas"; Artículo 165



productivo, con el fin de fortalecer la producción y el desarrollo de productos diferenciados, con carácter cultural-tradicional, con valor agregado, elaborados con base en la demanda del mercado.

- Se implementará el Premio Nacional de Diseño de Joyas, con el fin de terminar con la dispersión actual de concursos. La entidad que coordinará esta actividad será seleccionada por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.
- El SENA, Artesanías de Colombia y las Universidades que actualmente adelantan programas relacionados con Minería, Metalurgia, Gemología y Joyería se articularán para formular un programa de apropiación de las tecnologías de diseño de Joyas.

### **3.19. SISTEMAS DE GESTION DE LA CALIDAD**

#### **3.19.1 FORTALECIMIENTO DE LA CALIDAD**

Objetivo Específico:

Fomentar una cultura hacia la calidad mediante la adopción de diferentes mecanismos y esquemas de trabajo en las empresas, de los diferentes eslabones de la cadena de la joyería, que permitan dar solución a las limitaciones tecnológicas que inciden en la competitividad de los productos.

Acciones a desarrollar:

- El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, a través de la Dirección de Regulación, el Icontec y el Centro de Desarrollo Productivo de la Joyería desarrollan esquemas de trabajo para homologar las normas internacionales exigidas para los productos de la cadena de la joyería.
- Artesanías de Colombia con el apoyo de Icontec diseñará e implantará un esquema de certificación de joyas mediante el sello de “Hecho a Mano”, con calidad; certificación de carácter renovable por un período de tres (3) años, que se otorgará a los productos artesanales ajustados a los mejores estándares de calidad, respondiendo así a la necesidad de distinguir productos artesanales de otros bienes similares hechos por máquinas.

El sello “Hecho a Mano con Calidad” desarrollado por el Icontec y Artesanías de Colombia se convertirá en el respaldo de la Marca Colombia, especialmente para los productos joyeros artesanales.

- Los empresarios del eslabón de las esmeraldas, a través de Fedesmeraldas, con el apoyo del Ministerio de Minas, Proexport, Minercol y el Sena, buscarán mecanismos que permitan el desarrollo e implementación del Laboratorio Colombiano de Servicio Gemológicos, que tendrá como objeto la investigación, identificación y certificación de las esmeraldas colombianas, para incentivar la confianza de los diferentes actores involucrados en la comercialización de estas gemas.

- Mediante el Convenio SENA-PROEXPORT, para la ejecución de Programas de Aseguramiento de Calidad, se atenderán y apoyarán las solicitudes de las empresas para la certificación y/o aseguramiento de la calidad, siempre y cuando exista voluntad por parte de las mismas de vincularse al Programa y cumplan con los requisitos exigidos.

### **3.20. PROVEEDORES DE TECNOLOGIA**

En cuanto a proveedores de maquinaria y equipos existen unos pocos fabricantes de maquinaria nacionales, cuya labor la realizan desmantelando la maquinaria importada y realizando mejoras. El nivel tecnológico de la oferta de maquinaria local es medio-bajo; sin embargo, es de notar que es más adecuado a las necesidades de las unidades productivas que las máquinas importadas, los costos son más accesibles y se puede contar con asistencia técnica en la misma ciudad. La disponibilidad y precio de los insumos necesarios para el proceso de fabricación es buena, existiendo varias empresas que se dedican a este abastecimiento. Los insumos son principalmente: ceras, cauchos, revestimiento, troqueles, herramientas manuales y químicos.

La comercialización de piedras y gemas es ejercida por comerciantes que se dedican exclusivamente a su distribución y venta o pero principalmente por las mismas empresas que comercializan los insumos. La piedra preciosa más abundante en el mercado es la esmeralda, en concordancia con el primer puesto que ocupa Colombia como productor mundial; otras piedras preciosas como el rubí y el zafiro son utilizadas pero con mucha menor proporción, siendo más común el uso de piedras semipreciosas o sintéticas. Sin embargo, se puede afirmar que el uso de piedras naturales es muy infrecuente con respecto al uso de piedras sintéticas.

### **3.21. INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD**

- La cantidad de oro que Santander exporta es aproximadamente el 15% del total nacional.
- Existen en el Área Metropolitana de Bucaramanga cerca de 700 talleres de fabricación de joyas que generan un estimado de 3.500 empleos directos y consumen 5 toneladas de metales preciosos anualmente.
- Las joyas de Santander son las principales abastecedoras del mercado nacional y superan ampliamente los 2.000 millones de pesos mensuales.
- Las exportaciones de joyas de Santander aunque moderadas han ido incrementando y se abren paso a nuevos destinos.

El mercado mundial de la joyería oscila alrededor de los 72.000 millones de dólares/año. Colombia exporta alrededor de US\$19 millones en artículos de joyería y bisutería, menos del 1% del mercado total; no obstante es el primer país productor de esmeraldas y uno de los principales de oro en el mundo. Estos datos reflejan el gran potencial que

representa el crecimiento de dicha industria en el país, como alternativa para generar crecimiento en el PIB nacional.

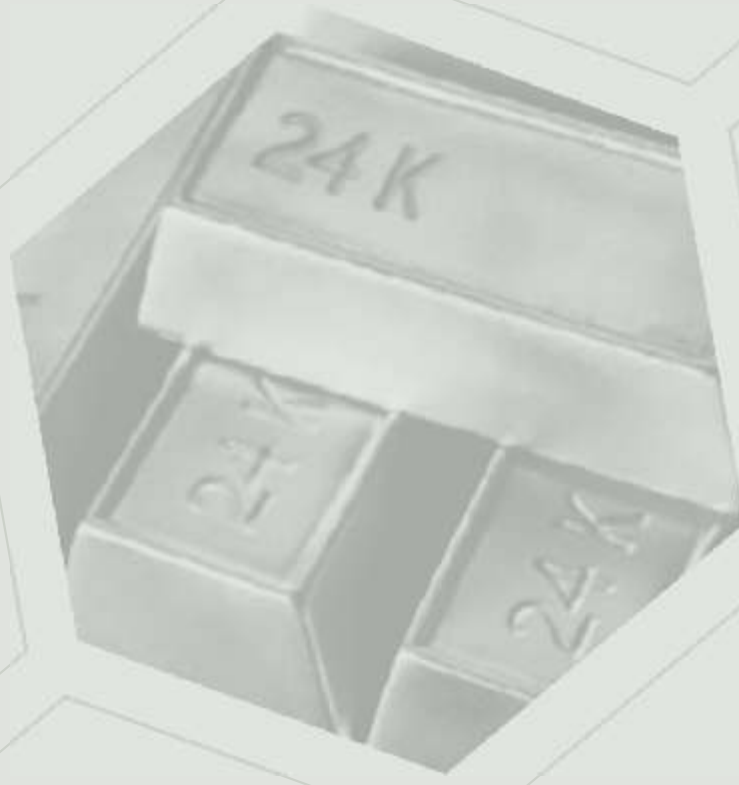
### **3.22. NÚMERO DE UNIDADES PRODUCTIVAS**

En California el número de minas en explotación es muy variable, mientras que en Vetas la actividad minera ha sido más continua en cuanto al número de minas y se ha mantenido una cierta continuidad en la actividad de las explotaciones legales.

En 1998 el total de títulos mineros inscritos en la Regional de Minas de Bucaramanga ascendía a 91: 15 con licencia para explotación de oro y 76 con licencia para explotación de oro y otros metales; 26 del municipio de Vetas y 60 del municipio de California. En el año 2000 el total de títulos mineros vigentes de metales preciosos para Santander era 67<sup>26</sup>. Según la Regional No. 7 de MINERCOL, a junio de 2003 el total de títulos mineros asciende a 67: 51 para explotación de oro y 16 para explotación de metales preciosos. La cantidad de minas activas ha ido disminuyendo vertiginosamente por el agotamiento de las minas existentes y la falta de exploración. La mayoría de las minas operan bajo la licencia de exploración.

---

26. Ministerio de Minas y Energía, Memorias al Congreso Nacional 2000-2001



# 4

**Entorno Ocupacional**

## 4. Entorno Ocupacional

---

### 4.1. DINAMICA DE EMPLEO

#### 4.1.1. Calificación de la Mano de Obra

Las empresas mineras están constituidas por trabajadores que poseen algunos conocimientos técnicos, pero rara vez cuentan con profesionales como ingenieros o geólogos. El personal que se dedica a esta actividad económica es en general de género masculino y el máximo nivel de escolaridad finalizado alcanzado por la mayoría de éstos apenas incluye la educación primaria. Se presenta un alto grado de deserción escolar en las familias de los mineros por la apreciación que se tiene de la minería del oro como una opción rápida y concreta para solucionar sus problemas económicos.

#### 4.1.2. Remuneración y Seguridad Social

La modalidad de contratación predominante es a termino indefinido y de tipo verbal, lo cual le dificultad a los operarios hacer valer sus derechos laborales, los cuales no son pagados oportunamente o sencillamente no se pagan. La remuneración de los operarios oscila entre uno y dos salarios mínimos legales vigentes. En la mayoría de los casos el personal no se encuentra afiliado ni a una entidad promotora de salud ni a una administradora de riesgos profesionales.

#### 4.1.3. Organización Empresarial

Las organizaciones empresariales de Vetas son más consolidadas que las de California, teniendo vinculados entre 10 y 60 personas al trabajo productivo, en contraste con las de California que, aunque en cantidad sobrepasan las de Vetas, tienen menos de 10 trabajadores en promedio.

En las empresas de menos de 20 empleados, el administrador, generalmente socio, asume varias funciones entre ellas la de almacenista y encargado del mantenimiento. En las empresas de menos de 10 trabajadores, las funciones son menos precisas y divididas, y son delegadas por el administrador según las necesidades del día.

#### **4.1.4. Talento Humano, Nivel Educativo y Capacitación**

La joyería genera más de 500 empleos directos, en promedio 3 por unidad empresarial. La mayoría de las personas empleadas son operarios, seguido de una proporción grande de dueños-operarios. El resto de empleados son de tipo administrativo. Es importante subrayar que aunque la mano de obra disponible es abundante, tiene un bajo nivel de capacitación.

Casi la mitad de los dueños-operarios han concluido sus estudios secundarios, pero un porcentaje considerable de éstos apenas cuenta con la educación primaria (23%). La mayoría de los operarios completaron su educación secundaria (73%); pero una proporción representativa sólo completo su ciclo de educación primaria (21%).

La capacitación y el entrenamiento que reciben los operarios son mínimos: sólo se capacita uno de cada 7 empleados y principalmente en el aspecto operativo. Los joyeros reconocen que necesitan capacitación prioritaria en diseño de productos, mercadeo, producción limpia, gestión empresarial y modelación en cera. Además, consideran que necesitan formación complementaria en engaste, control de calidad, gemología, grabado, esmaltado, micro fusión, matricería y joyería básica. Se detecto la falta de una cultura empresarial con respecto a la capacitación evidenciada en la falta de tiempo y de recursos destinados con tal fin. La carencia de formación especializada en aspectos técnicos y gerenciales constituye una gran desventaja competitiva del sector.

#### **4.1.5. Contratación, Seguridad Social y Remuneración**

Aproximadamente el 19% de los trabajadores del sector esta vinculado en forma temporal, de los cuales casi el 99% son operarios. La mayoría de las personas vinculadas al sector son hombres (69%) y sólo en el área administrativa las mujeres sobrepasan levemente la cantidad de hombres (54%). En general, la jornada laboral de los operarios siempre es más larga de la establecida legalmente.

Muchos trabajadores desarrollan su labor en condiciones inseguras, sin estabilidad laboral y con bajas remuneraciones. Sólo el 43% de los trabajadores poseen algún tipo de seguridad social proporcionado por la empresa. Los operadores del nivel operativo y administrativo tienen una escala salarial promedio de dos salarios mínimos legales mensuales.

A la mayoría de los operarios temporales se les paga a destajo (61%) o por gramos de metal procesado (29%). Por el contrario, una considerable parte de los operarios fijos recibe un salario fijo mensual (26.01%), pero la remuneración a destajo (32.97%) y por gramos (36.63%) siguen siendo las predominantes. La remuneración de la mayoría de los operarios administrativos es fija.

Los dueños-operarios reciben mensualmente una cantidad variable de ingresos como resultado de la venta de la producción del taller, con los que cubren sus gastos personales y los gastos del taller. Este ingreso de los dueños en promedio es de \$1,102,442 mensual, pero es variable dependiendo del estado del negocio.

El porcentaje de microempresas del sector que recibe asistencia técnica de personal experto es del 7%, debido a que la mayoría de empresarios es renuente a permitir que personas externas ingresen a su organización para brindar algún tipo de asesoría.

El sector joyero presenta grandes deficiencias en los aspectos ambientales: sitios contaminados por gases, vapores, polvo y ruido; ambientes de trabajo inadecuados; alta polución por residuos de las materias primas empleadas en los procesos productivos; poco uso de elementos protectores; escasa ventilación y problemas de salud ocupacional. Esta problemática se debe a que el empresario no tiene conciencia de los impactos ambientales que esta causando o no quiere incurrir en gastos adicionales.

#### **4.1.6. Administración**

El sector de joyería cuenta con sistemas tradicionales de dirección, en donde el gerente-propietario es la única autoridad en materia administrativa, por lo que el apoyo empleado para administrar la empresa es de orden familiar. Para la mayoría de estos microempresarios, en el aspecto gerencial lo válido son la experiencia y el criterio personal.

La carencia de activos significativos en los cuales avalar sus préstamos y la presencia de un margen de utilidad muy variable (debido a los movimientos de la demanda) son la causa de que el sistema financiero no otorgue fácilmente crédito al sector. Además, los empresarios conocen poco sobre las políticas gubernamentales de apoyo financiero, capacitación y de servicios tecnológicos, lo que acentúa esta situación; y por el lado de la oferta, se presentan factores como la ausencia de fondos regionales de garantías dirigidos al sector, montos insuficientes, exceso de trámites y tasas de interés alta que desmotivan al empresario a solicitar crédito.

El estilo administrativo prevaleciente en los directivos del sector joyero es de corte tradicional, con énfasis principal en los procesos de producción. En un número considerable de casos la cultura empresarial ha sido transmitida a los hijos.

La mayoría de los dueños-operarios pertenecen al estrato social 3 al igual que los operarios, mientras que los administrativos se encuentran ubicados en su mayoría en el estrato 4. No obstante, aproximadamente la tercera parte de los operarios pertenecen al estrato social 2.

Esta marcada la ausencia de una cultura empresarial orientada a la calidad, la cual se refleja en la falta de determinación de estándares de producción.

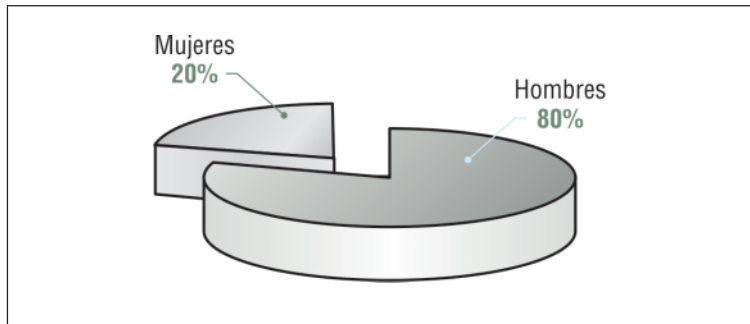
Los sistemas contables de que disponen las empresas son ineficientes por que no tienen una estructura adecuada para sustentar la toma de decisiones confiables en cuanto a producción y venta de productos.

El nivel de motivación por pertenecer a una agremiación es escaso ya que sólo una pequeña proporción de empresarios se encuentran agremiados y las agremiación esta prácticamente inactiva.

## 4.2. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS

La edad y el sexo de la población son las características más básicas de una población. Cada población tiene su composición diferente por edad y sexo. La estructura por edad y sexo está relacionada con el comportamiento social, económico y cultural de los individuos. (Haup, Arthur y Kane, Thomas T. 1980.

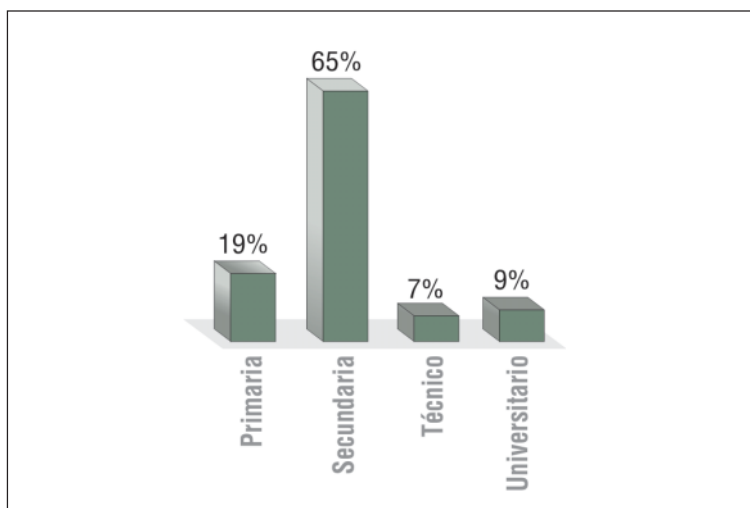
### 4.2.1. SEXO DE LOS JOYEROS



**Gráfico 14.** Sexo de los joyeros.

Los resultados obtenidos nos muestran que el 80% de los joyeros son hombres. En tanto que se presenta un 20% de mujeres.

### 4.2.2. EDAD DE LOS JOYEROS



**Gráfico 15.** Edad de los joyeros.



La distribución de la población por edad indica que el 48% de los joyeros esta en el rango de 18 a 30 años; el 39% en el de 31 a 45 años, un 10% de la población es mayor de 46 años y solo un 3% es menor edad.

Acorde con los anteriores resultados los porcentajes más representativos pertenecen a una población adulta que como tal conoce sus aptitudes y limitaciones y han consolidado su orientación valorativa.

### **4.3. OCUPACIONES EXISTENTES C.N.O. (Clasificación Nacional de Ocupaciones)**

En relación con la clasificación Nacional de Ocupaciones (C.N.O.). El sector de Joyería esta incorporadas así:

- Área Ocupacional No. 7  
OCUPACIONES DE LA EXPLOTACION PRIMARIA Y EXTRACTIVA.  
Campo Ocupacional 701 Gerente de Producción Primaria y Extractiva.  
Ocupación 7011 Gerente de Explotación Minera.
- Sub área de Desempeño No. 72  
OCUPACIONES TECNICAS DE LA ACTIVIDAD PRIMARIA Y EXTRACTIVA  
Campo Ocupacional 721 Supervisores de Minería, Petróleo y Gas.  
Campo Ocupacional 723 Ocupaciones Técnicas en Explotación Minera y Perforación de Gas y Petróleo.  
Ocupación 7211 Supervisores de Minería  
Ocupación 7231 Mineros
- Otra Denominaciones:  
Supervisor de Minas Subterránea  
Jefe de Mina  
Supervisor de Mina a cielo Abierto  
Capataz de canteras  
Capataz de Mina  
Contramaestre de Mina
- Ocupaciones con Funciones relacionadas:  
Mineros (7231)  
Operarios de Minas (7311)  
Perforadores y pegadores (8462)  
Gerentes de producción Primaria (7011)
- Sub área de desempeño No. 73  
OCUPACIONES INTERMEDIAS DE LA ACTIVIDAD PRIMARIA Y EXTRACTIVA.  
Campo Ocupacional 731 Operarios de Minas y Perforación de pozos  
Ocupación 7311 Operarios de Minas

- Subarea de desempeño No. 76  
OBREROS DE LA ACTIVIDAD PRIMARIA Y EXTRACTIVA  
Campo Ocupacional 761, Obreros, producción primaria extractiva.  
Ocupación 7611 Ayudantes de Minería.
- Mineros (7231) Otras Denominaciones:  
Dinamitero, Minería Subterránea  
Minero de Galería  
Perforador – Barrenador  
Estibador  
Operador de Maquinaria de Minería  
Minero
- Operarios de Minas (7311) Otras Denominaciones:  
Rellenador  
Operador de Maquinaria Trituradora  
Operador de Transportador  
Operador de Equipo de Arrastre  
Operario de Construcción en Minas  
Guarda Lámparas  
Operador de Conductos
- Ayudantes de Minería (7611) Otras Denominaciones:  
Ayudante de Minería  
Obrero de Mina  
Ayudante de Explosivos  
Palero de Mina
- Perforadores y Pegadores (8462) Otras Denominaciones:  
Pegador de Construcción  
Barrenero de Minería Superficial  
Pegador de Minas  
Cantero  
Barrenero  
Dinamitero  
Pegador de Canteras
- AREA 5, OCUPACIONES EN ARTE, CULTURA, ESPARCIMIENTO Y DEPORTE.  
Sub Área Desempeño 52, OCUPACIONES TECNICAS Y ESPECIALIZADAS EN  
ARTE, CULTURA, ESPARCIMIENTO Y DEPORTE.
- Campo Ocupacional 524 Diseñadores y Artesanos  
Ocupaciones 5244, Artesanos – Orfebre – Tallador  
Ocupaciones 5243 Diseñador de joyas  
Ocupaciones 8444 Joyeros y Relojeros

- Tallador Esmeraldas
- Tallador joyas
- Tallador Piedras Preciosas
- Joyero
- Engastador
- Relojero
- Reparador de Relojes.

#### **4.4. OCUPACIONES EXISTENTES**

La preparación de materia prima es realizada por fundiciones en la gran mayoría de los casos que extraen, procesan y comercializan el oro, entonces, las ocupaciones que se describirán corresponden al área de elaboración de la pieza.

##### **4.4.1. Obtención de Materia Prima**

La preparación de la materia prima es realizada por artesanos, que extraen y comercializan metales preciosos, como el oro, así como otras materias primas utilizadas en bisutería.

##### **4.4.2. Elaboración de la pieza**

###### *4.4.2.1. Joyero*

Persona encargada de transformar los metales preciosos o semipreciosos en joyas con la ayuda de procesos mecánicos y térmicos. Contempla operaciones de aleación, fundición, trefilado, recocido, corte, soldadura, armado, repujado, y engastado entre otras. Dentro de este genero, se encuentran cuatro tipos de especialización: La filigrana, El engaste, La fundición a la cera perdida, y la fundición con arena.

###### *4.4.2.2. Joyero técnico en Filigrana*

Encargado de elaborar piezas a partir de hilos muy delgados, que se tuercen y se unen en espiral, hasta formar placas que se ensamblan para conformar la joya.

###### *4.4.2.3. Joyero engastador*

Persona encargada de montar o desmontar la piedra preciosa de una joya, maneja diferentes tipos de técnicas para tal fin, requiere conocimientos de corte, doblado, soldado, ensamble y remachado.

###### *4.4.2.4. Joyero fundidor a la cera perdida*

Persona que talla una joya en cera la cual es fundida en un equipo para casting y copiada simultáneamente en oro por acción de una centrifuga. Requiere conocimientos del manejo del equipo para casting.

#### **4.4.3. Clasificador**

Persona encargada de realizar el control general de la joya terminada. Hace labores de pesaje de la joya observación y clasificación de las piedras y determina el valor comercial tanto de la mano de obra como la del mismo producto.

### **4.5. NIVEL DE CALIFICACION DE LA MANO DE OBRA**

#### **4.5.1. Ayudante**

limpia el banco de trabajo, recoge el polvo de metal empleado, realiza operaciones de brillo de la pieza, recoge y organiza las herramientas, empaca el producto.

#### **4.5.2. Operario**

Realiza el corte y calado de la pieza, se encarga de trefilar los hilos para la filigrana, algunas veces dependiendo del tamaño del taller, se encarga de elaborar la joya contemplando labores de aleación soldaduras y ensambles.

#### **4.5.3. Maestro**

Encargado de diseñar la pieza y la producción, decide el material o los materiales, las piedras que se requieran, el tipo de joya, el proceso para su elaboración.

Elabora los moldes para la fundición, talla la pieza en cera (fundición a la cera perdida), realiza el control de calidad de las piezas, codifica el producto, hace el costeo respectivo y lo comercializa.

#### **4.5.4. Técnico**

Operario calificado, el cual ha recibido información teórico-practica especializada y es responsable de funciones según su nivel profesional.

### **4.6. OCUPACIONES EMERGENTES: NO ESTÁN INCLUIDAS, PROPUESTA PARA LA CNO**

Las siguientes Ocupaciones no están incluidas en la CNO:

- Microfundidor
- Tallador de Piedras Preciosas

CAMPO OCUPACIONAL	OCUPACIONES	FUNCIONES
Maestro Artesano	Tallador de piedras Engastador Armador Filigranero  Moldeador	Talla piedras Acopla piezas Aplica aspectos artísticos Controla los procesos de moldeo a la cera perdida Elabora moldes, hace control de calidad y seguridad.
Ayudante u operario artesano	Aleador Soldador Terminador	Hace aleaciones Prepara las soldaduras Hace los terminados y brillados del metal
Aprendiz de Joyería	Fundir Laminar Estirar	Hacer funciones
Ocupaciones técnicas o profesionales en Artesanías	Diseñador Microfundidor Investigador Supervisor Administrativo Comercializador	

**Tabla 5. Polivalencia Ocupacional en Artesanía en Joyería.**

*Fuente: SENA, Estudio de Caracterización Ocupacional del Sector Artesanal, Cúcuta, 2003*

#### 4.7. NORMAS DE COMPETENCIA LABORAL

En la actualidad la Mesa Nacional de la Cadena de Joyería, formo los equipos Técnicos que desarrollan la elaboración de las respectivas Normas con el fin de ajustar e incluir nuevos oficios que resulten del estudio del Mapa Funcional respectivo, para la Clasificación Nacional de Ocupaciones.



5

**Entorno Educativo**

## 5. Entorno Educativo

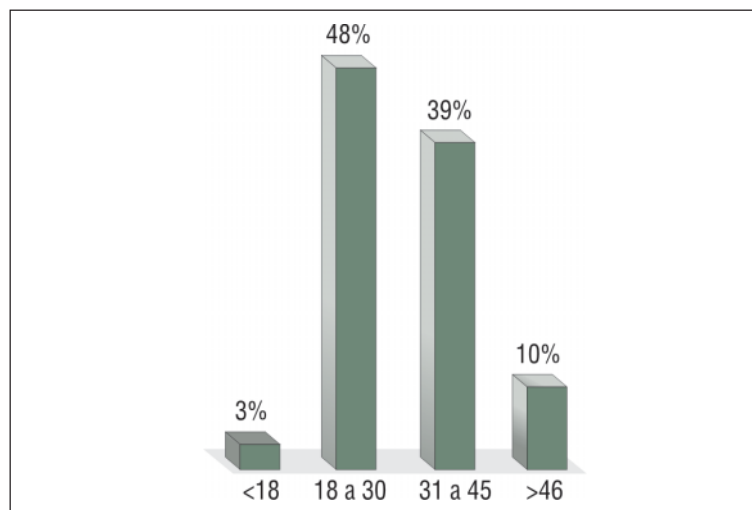
---

### 5.1. EDUCACIÓN

La educación como institución social permite la transmisión de conocimientos, cualificaciones laborales, así como normas y valores culturales. (Macionis, John J. y Plummer Kent. 1999)

La ley 115 de 1994, define la educación como un proceso permanente, personal, cultural y social, que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y de sus deberes y está presente en la tendencia estratégica de formación para acceder a las vías formativas o laborales que la sociedad tiene instaurada.

### 5.2. NIVEL EDUCATIVO



**Gráfico 16.** Nivel educativo de los joyeros.

De acuerdo con la organización de la educación formal, el nivel educativo se refiere a la escolaridad más alta alcanzada por la persona.

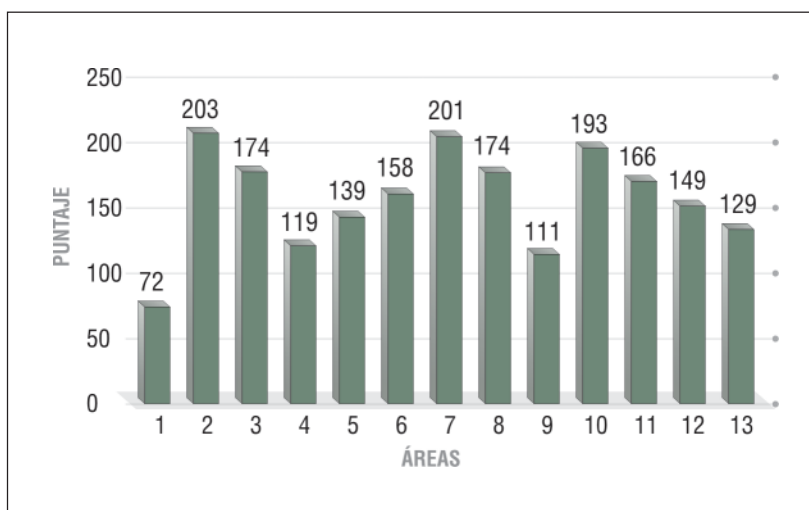
La gráfica anterior muestra que el 65% de los joyeros posee educación secundaria, un 19% primaria, el 9% posee educación universitaria y un 7% educación técnica.

### 5.3. CAPACITACION

La capacitación es entendida como la adquisición de conocimientos, habilidades y destrezas de las que depende la capacidad de rendimiento requerido para el buen desempeño laboral. (Weiss, Anita; Dombois, Rainer y López, Carmen Marina. 1997)

No.	Área de formación	Posición	Puntuación
1	Joyería básica	13	72
2	Diseño de productos	1	203
3	Modelación en Cera	5	174
4	Microfusión	11	119
5	Grabado	9	139
6	Gemología	7	158
7	Mercadeo	2	201
8	Gestión empresarial	4	174
9	Matricería	12	111
10	Producción limpia	3	193
11	Control de calidad	6	166
12	Engaste	8	149
13	Esmaltado	10	129

**Tabla 6. Capacitación.**



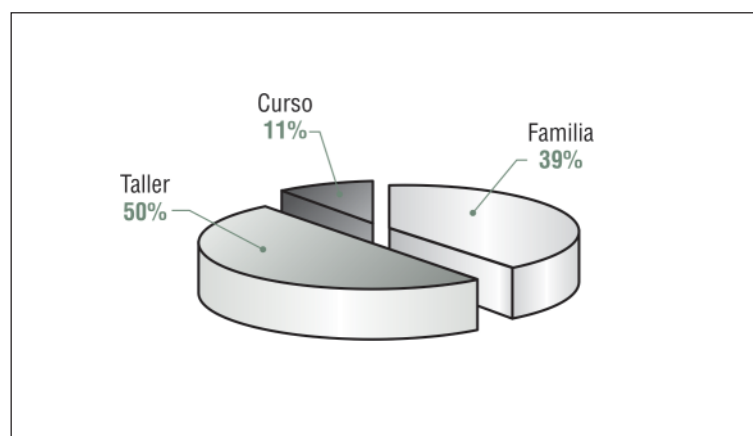
**Gráfico 17. Puntajes de Capacitación Vs. Áreas.**



Los joyeros mostraron mayor grado de necesidad de capacitación en las siguientes áreas: Diseño de productos, Mercadeo, Producción limpia, Gestión empresarial y Modelación en cera; seguidas de: engaste, control de calidad, gemología, engaste, grabado, esmaltado; con menor grado de necesidad señalaron microfusión, Matricería y joyería básica.

Los anteriores resultados, muestran que los propietarios son concientes de la necesidad de proporcionar a sus empleados mediante la capacitación, las habilidades necesarias para desempeñar eficientemente su trabajo y hacerse más competitivos.

#### 5.4. APRENDIZAJE DE LA JOYERÍA



**Gráfico 18.** Aprendizaje de la joyería.

Los joyeros aprendieron el arte de la joyería en un 50% en el taller, a través de un aprendizaje empírico e informal. Un 39% en el contexto familiar lo cual demuestra que una de las principales funciones de la misma es ser transmisora de conocimientos y costumbres, haciendo de la actividad joyera una tradición que se transmite de generación en generación. El panorama anteriormente expuesto esta acorde con lo expuesto por Llorente J. L.(1995), quien afirmar que: “ el aprendizaje de la joyería es artesanal, fundado en la observación de lo que se ve hacer a oficiales y compañeros aprendices del taller, o transmitido de padres a hijos.

Un 11% de los joyeros aprendió mediante un aprendizaje institucionalizado en un curso.

#### 5.5. TALENTO HUMANO, NIVEL EDUCATIVO Y CAPACITACIÓN

La joyería genera más de 500 empleos directos, en promedio 3 por unidad empresarial. La mayoría de las personas empleadas son operarios, seguido de una proporción grande de dueños-operarios. El resto de empleados son de tipo administrativo. Es importante subrayar que aunque la mano de obra disponible es abundante, tiene un bajo nivel de capacitación.

Casi la mitad de los dueños-operarios han concluido sus estudios secundarios, pero un porcentaje considerable de éstos apenas cuenta con la educación primaria (23%). La mayoría de los operarios completaron su educación secundaria (73%); pero una proporción representativa sólo completo su ciclo de educación primaria (21%).

La capacitación y el entrenamiento que reciben los operarios son mínimos: sólo se capacita uno de cada 7 empleados y principalmente en el aspecto operativo. Los joyeros reconocen que necesitan capacitación prioritaria en diseño de productos, mercadeo, producción limpia, gestión empresarial y modelación en cera. Además, consideran que necesitan formación complementaria en engaste, control de calidad, gemología, engaste, grabado, esmaltado, micro fusión, matricería y joyería básica. Se detecto la falta de una cultura empresarial con respecto a la capacitación evidenciada en la falta de tiempo y de recursos destinados con tal fin. La carencia de formación especializada en aspectos técnicos y gerenciales constituye una gran desventaja competitiva del sector.

## **5.6. ENTIDADES DE CAPACITACIÓN**

Las instituciones que ofrecen formación especializada a nivel regional son la Corporación Escuela Tecnológica del Oriente Colombiano – CETO y el SENA Regional Santander. Estas instituciones son:

Corporación Escuela Tecnológica del Oriente Colombiano - CETO  
Institución universitaria que cuenta con el programa de Tecnología en Joyería.

La Tecnología en Joyería inició labores en el segundo semestre de 2000; actualmente la primera promoción cursa quinto semestre y en el programa se encuentran en total inscritas 41 personas. En este programa la formación técnica se complementa con formación en administración empresarial.

La Corporación también dicta cursos de: joyería básica, armado y ajuste, microfundición, cadenería, engaste y talla de piedras.

### **SENA Regional Santander**

La Regional de Santander del Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA en 1990 en convenio con AJOCOLSI inició un programa de joyería, siendo pionera de formación en este campo en la región.

La duración inicial de este programa era de 2 años, con una intensidad de 15 horas semanales, las cuales deben ser reforzadas con 1600 horas de trabajo práctico. En la actualidad este programa este dividido en dos: Auxiliar de joyería y Joyero Microfundidor, cada uno con una duración de un año y con un requisito de 1600 horas de trabajo práctico, después de los cuales los alumnos reciben un Certificado de Aptitud Profesional (CAP).

En la parte de minería, el SENA ha colaborado con programas de capacitación en el distrito minero de Vetás-California; sin embargo, hace falta formación más especializada

en lo que respecta a procesos de beneficio como la molienda, concentración, cianuración y amalgamación y en la parte de extracción en los procesos de arranque con explosivos, transporte del mineral, entre otros. Es importante resaltar que el Colegio San Juan Nepomuceno de Vetas esta graduando bachilleres con especialidad en joyería con el apoyo del SENA.

## **5.7. ENTIDADES DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN**

Entre las entidades de apoyo en este campo se encuentran el Centro de Desarrollo Productivo de Joyería, la Universidad Industrial de Santander (específicamente las Escuelas de Ingeniería Química, Ingeniería Metalúrgica, Diseño Industrial, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial) y el Centro de Investigación en Minerales, Biohidrometalurgia y Medio Ambiente.

### **Centro de Desarrollo Productivo de Joyería**

El reconocimiento del CDP de Joyería como Centro de Desarrollo Tecnológico – CDT evidencia su compromiso con la promoción y realización de actividades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación que contribuyan en forma sustancial a solucionar problemáticas sectoriales y a mejorar la competitividad. El CDP de Joyería ha desarrollado y esta en proceso de formular múltiples proyectos de este tipo en convenio con Centros de Investigación como el de Biohidrometalurgia de la UIS y con facultades como la de Ingeniería Química y la de Ingeniería Metalúrgica de la UIS y la de Ingeniería Ambiental de la UPB, con el fin de aprovechar la infraestructura y experiencia de que disponen y utilizar en forma eficiente los recursos.

### **Universidad Industrial de Santander - UIS**

La Universidad Industrial de Santander constituye un soporte fundamental para la actividad de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación considerando los siguientes puntos: i) Infraestructura en laboratorios, ii) Disponibilidad de personal con alto grado de formación científica, iii) Existencia de Centros de Investigación Especializados, y iv) Experiencia que tienen algunas facultades de atención del sector.

En el campo de la minería, la UIS ha venido cumpliendo una labor importante con el desarrollo de abundantes proyectos de investigación desarrollados por las Escuelas de Ingeniería Química, Ingeniería Metalúrgica, Diseño Industrial, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial, entre otras. Desafortunadamente por falta de presupuesto importantes investigaciones sobre procesamiento y otros usos de minerales conocidos y explotados en el departamento, reposan en las bibliotecas.

### **Centro de Investigación en Minerales, Biohidrometalurgia y Medio Ambiente**

Este centro de investigación pertenece a la UIS. El objetivo de este centro es proponer alternativas de solución adecuadas y pertinentes a necesidades y problemas nacionales

y/o regionales de tipo minero/metalúrgico/ambiental, mediante el desarrollo de proyectos de investigación científica y tecnológica, adecuando y generando conocimientos en relación con la preparación y producción de materias primas de origen mineral, la implementación y el desarrollo de tecnologías limpias y de descontaminación, en especial la biotecnología.

Específicamente para el sector este centro se encuentra desarrollando dos proyectos:

- Estudio de Tecnologías Alternativas para Reducir la Contaminación en los Efluentes de los Procesos de Refinación y Pulimento Químico, proyecto cofinanciado por COLCIENCIAS y que también involucra la participación de la Facultad de Ingeniería Sanitaria y Ambiental y de Psicología de la UPB, cuyo objetivo es determinar y proponer alternativas tecnológicas para mejorar la eficiencia y reducir la contaminación generada por los vertimientos que se generan en los procesos de refinación (purificación) y pulimento químico (bomba) utilizados por los joyeros de Bucaramanga y su área Metropolitana.
- Montaje de una Planta para Procesamiento de Minerales Auroargentíferos para disminuir el impacto ambiental y mejorar la eficiencia de los procesos de extracción y beneficio en el distrito minero de Vetas-California, en convenio con MINERCOL.

Es importante también mencionar el Grupo de Investigación en Desarrollo Y Tecnología de Nuevos Materiales de la UIS, quien se encuentra desarrollando el proyecto de Optimización del Sistema de Llenado en Microfusión Utilizando el Programa de Simulación Afsolid200, cuyo objetivo es diseñar, calcular y desarrollar la mejor forma de armar los árboles para obtener piezas de oro de 18 kilates y de plata de 950 milésimas por microfusión considerando la geometría de las piezas. Este proyecto es cofinanciado por COLCIENCIAS.

Artesanías de Colombia sociedad anónima, en convenio con el SENA y otras entidades de carácter público o privado ofrece capacitación y asistencia técnica en Joyería a nivel técnico, así como en aspectos de administración y comercialización de sus productos.

Programa que se desarrolla en los Departamentos de Nariño, Cauca, Córdoba, Bolívar, Vaupés, Santander, Choco, Antioquia, Quindío y Cundinamarca; con el objeto de fortalecer técnica y empresarialmente a Joyeros y Orfebres de esa región.

En el Municipio de Sotomayor del departamento de Nariño, el Colegio Técnico San Juan Bautista ofrece bachillerato técnico con énfasis en orfebrería.

En el municipio de Mompox la escuela taller santa cruz auspiciada por el gobierno español a través de la Agencia de cooperación Internacional, se ofrece capacitación en orfebrería con énfasis en la técnica filigrana.

La Escuela de artes y oficios Santo Domingo de Bogotá ofrece capacitación en Joyería.

## 5.8. OTRAS ENTIDADES DE APOYO

Entre las instituciones de apoyo en el área de normalización se encuentra el CDP de Joyería como Unidad Sectorial de Normalización y el ICONTEC Regional Santander.

Como entidades de apoyo en el aspecto ambiental se encuentra la Corporación de la Defensa de la Meseta de Bucaramanga y también el Centro de Investigación en Minerales, Biohidrometalurgia y Medio Ambiente.

Como entidades de apoyo en la parte financiera se encuentran todos los Bancos, Corporaciones, Cooperativas y afines, de los cuales se encuentra una amplia oferta en Bucaramanga. También es necesario mencionar a la Corporación Fondo de Apoyo de Empresas Asociativas – CORFAS, entidad financiera que apoya la población vulnerable que presenta potencial de desarrollo a través de asesorías, capacitación socio-empresarial, asistencia técnica y créditos; el CORFAS ofrece créditos a los microempresarios por un monto hasta los 3'800.000 con recursos de la Alcaldía de Bucaramanga y del IMEBU.

Como entidades de apoyo en la transportación de joyas se encuentran TCC e instituciones especializadas de transportación de valores. Además, en la parte de seguridad se encuentran las instituciones que prestan servicios de vigilancia y la Policía de Santander.

## 5.9. REQUERIMIENTOS DE FORMACION

El sector requiere para su desarrollo formación o capacitación en las siguientes áreas:

- Gestión Administrativa y Financiera
- Control de Calidad
- Medio Ambiente
- Sistemas e informática
- Seguridad Industrial y Ocupacional

En el área productiva específica:

- Elaboración del Producto:
  - Perfeccionamiento de la técnica: de construcción , de engaste, de acabados.
  - Técnicas de Soldadura
  - Conocer y Manejar aleaciones y tratamientos térmicos.
  - Perfeccionar la técnica de la filigrana
  - Conocer los procedimientos para fundir con casting
  - Montar y desmontar piedras
- Peritaje de Joyas
 

Reconocer el tipo de oro, el tipo de piedra(s), la técnica empleada de la joya, para evaluar su costo en el mercado.
- Diseño de Joyas
  - Conocer las diferentes técnicas de producción en Joyería.
  - Manejar conocimientos básicos de diseño
  - Conocer los diferentes tipos de cierres, ensambles.
  - Conocer diferentes tipos de materiales y sus posibilidades técnicas.



6

**Entorno Ambiental**

## 6. Entorno Ambiental

---

El sector joyero presenta grandes deficiencias en los aspectos ambientales: sitios contaminados por gases, vapores, polvo y ruido; ambientes de trabajo inadecuados; alta polución por residuos de las materias primas empleadas en los procesos productivos; poco uso de elementos protectores; escasa ventilación y problemas de salud ocupacional. Esta problemática se debe a que el empresario no tiene conciencia de los impactos ambientales que esta causando o no quiere incurrir en gastos adicionales.

- **Alto impacto ambiental:** contaminación de agua, suelo y aire con elementos como el mercurio, cianuro y cadmio que inciden significativamente en la calidad de vida de las poblaciones vecinas. Es de principal interés considerar que el río Vetas y la quebrada El Salado en el municipio de Vetas, al igual que la quebrada La Baja en el municipio de California son los principales afluentes del río Suratá, cuyas aguas contaminadas son captadas por la Compañía del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga. La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga — CDMB realizó un estudio en la estación RV-5 Borrero, ubicada 40 m aguas abajo del último vertimiento (Mina La Providencia, vereda Borrero ) sobre el río Vetas en el año 1994; de este estudio se pudo concluir que algunos agentes altamente tóxicos (mercurio, cianuro, cadmio) superan en gran medida las concentraciones límites admisibles en las aguas de consumo humano<sup>27</sup>, sobretudo en horas del mediodía y en épocas de verano. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la concentración de estas sustancias tóxicas disminuye a medida que se unen más afluentes no contaminados al río Suratá (río Charta, río Tona, entre otros) por efecto de la dilución.

27. Según el Ministerio de Salud (Decreto 1594/84) un agua consumible por el cuerpo humano debe tener las siguientes especificaciones en cuanto a contenido de cianuro y metales pesados: Cianuro 0.2 mg/l, Mercurio 0.2 mg/l, Zinc 15 mg/l, Plomo 0.05 mg/l, Cadmio 0.01 mg/l y Cobre 1 mg/l.

Uno de los principales problemas ambientales que existen en el oficio de la Minería, se remite a los de la explotación del oro, en donde la contaminación por vertimientos se hace mas frecuente en los principales centros auríferos del país (cuando la extracción se hace por aluvión en los ríos, con altos índices de contaminación por vertimientos de mercurio), y a ala producida en los talleres artesanales, para el refinamiento de los metales preciosos.

## **6.1. EL PROBLEMA DE LA CONTAMINACION AMBIENTAL PRODUCIDO POR EL SECTOR DE JOYERIA**

La heterogeneidad y diversidad de métodos utilizados en los procesos de fabricación de joyas y refinación requiere estandarizar y cuantificar la problemática ambiental.

Debe diferenciarse claramente que a pesar de ser actividades conexas, la refinación, purificación o beneficio de los metales son realizadas por personas y/o empresas distintas a las dedicadas a la fabricación de joyas.

Desafortunadamente, los empresarios, los entes de investigación o los organismos de control no poseen la infraestructura requerida para cuantificar con exactitud el impacto ambiental de esta actividad, pese a ser una de las actividades determinantes dentro del presente proyecto y ser un compromiso del organismo ejecutor.

En los procesos productivos también se presenta situación similar de desconocimiento por parte de los empresarios. Por ejemplo, las referencias bibliográficas recomiendan utilizar 10 g/l de Cianuro para el pulimento químico sin embargo en la práctica, cada joyero agrega la cantidad que considera conveniente según su trabajo se lo ha indicado a través del tiempo, permitiendo el desperdicio de reactivos puesto que no se tiene control de cantidades exactas para la reacción.

Por estas razones el CDP de joyería a partir de estudios realizados con anterioridad, misiones de actualización y conceptos de consultores, en este documento, presenta un análisis cualitativo de esta situación en particular.

En las actividades de refinación y joyería se utilizan una gran variedad de sustancias y compuestos químicos en las operaciones de afinación, procesamiento del mineral y pulimento químico. Estos compuestos, suelen estar asociados a la generación de residuos, que generalmente se desechan solos o mezclados con líquidos, una vez se han realizado los procesos.

Entre los principales problemas ambientales asociados a la refinación, procesamiento, manejo y disposición de residuos en estas actividades se destacan:

- Dispersión de material particulado producido en pulidoras mecánicas.
- Vertimientos no controlados de soluciones y metales.
- Generación de niveles de ruido.
- Generación de emisiones.



En este escenario, se puede inferir que el problema ambiental crítico de los talleres de refinación y joyería se relaciona con el inadecuado manejo por desconocimiento de prácticas eficientes por parte de los operarios y la ausencia de una normativa ambiental para el sector.

### 6.1.1. VERTIMIENTOS

Cualquier descarga líquida hecha a un cuerpo de agua o a un alcantarillado, generados en esta actividad se pueden clasificar en:

- Vertimiento resultante de la refinación con ácido nítrico: Está constituido principalmente por nitratos de cobre y de sodio. Se mezcla con las aguas de lavado para ser vertido directamente al alcantarillado sin previo tratamiento.
- Solución de recuperación del Pulimento Químico: Es la solución resultante de la recuperación del oro en la solución de la bomba que se efectúa para pulimento químico de las piezas en joyería. Esta constituida por cianuro, peróxido de hidrógeno, soda cáustica y aluminio o zinc.
- Aguas de Lavado: Que en volumen son las más representativas y contienen jabón, yeso de joyería, residuos de ácidos en muy baja concentración ( $H_2SO_4$ ), soda cáustica (NaOH) y/o etanol. En algunos talleres este vertimiento es decantado y sedimentado en un sistema de tanques para evitar pérdidas de piezas y material fino que se caiga en el lavado. Los sedimentos se recuperan periódicamente por fundición o por métodos químicos. El líquido restante es vertido al alcantarillado, sin previo tratamiento.

### 6.1.2. RESIDUOS SÓLIDOS

Todo objeto, sustancia o elemento en estado sólido, que se abandona, bota o rechaza; de los talleres de joyería se pueden clasificar en:

- Escorias de recuperación de oro: Producto de los tratamientos químicos o fundiciones a los que se someten los residuos de barrido y limpieza, una vez se acumulan volúmenes representativos, para recuperar el oro y el material de aleación. Los residuos sometidos a recuperación son los recolectados en el barrido y la limpieza de áreas públicas y de trabajo mediante el uso de equipos mecánicos. Se incluye la aspiración realizada en las etapas de pulimento.
- Residuos Sólidos Institucionales: Y desperdicios provenientes de la manipulación, preparación y consumo de alimentos, papelería, etc.

### 6.1.3. EMISIONES GASEOSAS

- Vapores del Pulimento químico con Cianuro: Generados en el pulimento químico de la joya.
- Óxidos Nitrosos: En los talleres de refinación

## **6.2. DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL**

La estigmatización de las actividades relacionadas con la producción de joyas por parte de la comunidad como actividad peligrosa para el entorno y causante de problemas de salud en el entorno y la afectación al medio ambiente, tiene causas diversas, entre ellas:

- En algunos casos, afectación real de los talleres al ambiente por desconocimiento o por falta de responsabilidad con el ambiente.
- Desconocimiento por parte de la comunidad de los efectos reales de estos procesos, ocasionando presunción de responsabilidad inadecuada en la mayoría de los casos.
- Ausencia de Normatividad específica.
- Desconocimiento de la tecnología limpia.
- Alto costo de la Tecnología limpia.
- Falta de interacción entre los entes de investigación y el sector productivo para plantear alternativas de solución aplicables.

## **6.3. PRÁCTICAS REQUERIDAS PARA IMPLEMENTAR PROCESOS DE PRODUCCIÓN LIMPIA**

La producción de emisiones, efluentes y material particulado resultado de los procesos asociados con la actividad de fabricación de joyas, tienen distinto grado de complejidad y consecuentemente, requieren la implementación de infraestructuras adecuadas con diferentes niveles de tecnología, inversión, innovación, investigación y desarrollo. No es posible una adecuación inmediata por esta situación y debe diseñarse de manera concertada y comprometida, programas con actividades y tiempos específicos de acuerdo a la realidad socio económica colombiana para no ocasionar efectos lamentables que podrían desincentivar y hasta desaparecer esta importante actividad generadora de puestos de trabajo, divisas y bienestar social en importantes zonas del país.

Esta situación no es nueva, en los países con los más importantes niveles de desarrollo en la producción y comercialización de joyas, con la participación decidida del sector público y privado se inició todo un proceso en búsqueda de soluciones a corto, mediano y largo plazo de acuerdo con la capacidad técnica y económica, conocimiento y desarrollo de las personas y organismos comprometidos.

En términos generales, debe iniciarse un proceso de socialización de las buenas prácticas de producción con el manejo adecuado de los insumos, materias primas y equipos que intervienen en el proceso.

En una segunda etapa se requiere adecuar sistemas de absorción de emisiones y efluentes con filtros de recolección y neutralización, con sistemas de almacenamiento acordes con los niveles de peligrosidad de su afectación con los operarios y con el entorno.

Los materiales sólidos resultado de deshechos dentro del proceso o a final de tubo requieren de sistemas de almacenamiento, procesamiento y neutralización, dependiendo de su naturaleza.

Especial atención, requieren los procesos de beneficio y afinación de metales preciosos, donde es mayor el desconocimiento y se requiere una mayor inversión en el desarrollo de infraestructura adecuada a las características de los niveles de producción de nuestro medio, pero en general es necesario implementar sistemas de recolección de efluentes y emisiones, elementos de neutralización.

#### **6.4. PROBLEMAS AMBIENTALES**

Es muy difícil estandarizar y cuantificar la problemática ambiental en el sector de la joyería, lo cual se puede adjudicar principalmente a la complejidad y heterogeneidad propias de esta actividad productiva.

En las actividades de refinación y joyería se utilizan una gran variedad de sustancias y compuestos químicos en las operaciones de afinación, procesamiento del mineral y pulimento químico.

Estos compuestos, suelen estar asociados a la generación de residuos, que generalmente se desechan solos o mezclados con líquidos de proceso, una vez se ha trabajado la aleación.

Entre los principales problemas ambientales asociados a la refinación, procesamiento, manejo y disposición de residuos en la actividad joyera se destacan:

- Dispersión de material particulado debido al trabajo en las pulidoras mecánicas.
- Vertimientos no controlados de metales como el Cu, Al, Ag, Na, Zn, compuestos de CN, NO<sub>3</sub> y otros.
- Generación de niveles elevados de ruido.
- Generación de emisiones tóxicas y corrosivas debidas a las sustancias utilizadas como el cianuro y el ácido nítrico
- Efectos sobre la salud de los trabajadores y poblaciones en el área de influencia.
- Efecto visual y paisajístico sobre las poblaciones localizadas en el área de influencia (ver actitud reactiva de la población ante los talleres)

En este escenario, se puede inferir que el problema ambiental crítico de los talleres de refinación y joyería se relaciona con el inadecuado manejo de los reactivos y a su vez, el desperdicio o inutilización de importantes cantidades de químicos que finalmente van a deteriorar el medio.

Los Vertimientos, cualquier descarga líquida hecha a un cuerpo de agua o a un alcantarillado, generados en esta actividad se pueden clasificar en:

- **Vertimiento resultante de la refinación con ácido nítrico:** Está constituido principalmente por nitratos de cobre y de sodio. Se mezcla con las aguas de lavado para ser vertido directamente al alcantarillado sin previo tratamiento. Los resultados de los análisis de laboratorio realizados a estos vertimientos se muestran en la tabla 7.

TALLER	13	14	15
Ph (UpH)	<0.5	<0.5	<0.5
Oro (mg/l)	0.4	1.7	1
Plata (mg/l)	0.4	1	0.7
Cobre (mg/l)	7000	66000	58000
Zinc (mg/l)	91	1.4	0.8
Aluminio (mg/l)	6.5	1.3	0.2
Sodio (mg/l)	104	6200	3400
Acido Nítrico (N)	1.2	3	2.7

**Tabla 7. Resultados de los análisis de laboratorio de las muestras de los vertimientos de refinación con ácido nítrico.** Fuente: Nodo de Producción más Limpia de Santander

- **Solución de recuperación de la Bomba:** Es la solución resultante de la recuperación del oro en la solución de la bomba que se efectúa para pulimento químico de las piezas en joyería. Esta constituida por cianuro, peróxido de hidrógeno, soda cáustica y aluminio. Por sus características es el vertimiento generado de la actividad de joyería y su composición es como se muestra en la tabla 8.

CARACTERÍSTICA	CANTIDAD
Ph	12.1
CIANURO TOTAL	340 (mg/l)
ORO	37.9 (mg/l)
PLATA	108 (mg/l)
COBRE	0.8 (mg/l)
ZINC	3.31 (mg/l)
SODIO	8400 (mg/l)
ALUMINIO	980 (mg/l)

**Tabla 8. Caracterización Solución de Recuperación**

La tabla 9 nos permite observar el exceso de químicos utilizados. Esta situación se refleja en la concentración de Cianuro en el vertimiento. Las referencias bibliográficas recomiendan utilizar 10 g/l de Cianuro para el pulimento químico sin embargo en la práctica, cada joyero agrega la cantidad que considera conveniente según su trabajo se lo ha indicado a través del tiempo. No obstante ésta práctica permite el desperdicio de

TALLER	6	7	9	10	11	12
pH (UpH)	10.6	9.8	10.5	10	10.3	10.5
Oro (mg/l)	970	357	840	780	670	720
Plata (mg/l)	210	138	100	100	21	96
Cobre (mg/l)	24	59	120	65	43	54
Zinc (mg/l)	0.1	2.9	1.1	0.5	5.5	4.8
Aluminio (mg/l)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.5	0.8
Sodio (mg/l)	1200	4000	2400	1000	2020	1670
Cianuro total (mg/l)	225	160	138	106	118	180

**Tabla 9. Resultados de los análisis de laboratorio de las muestras de la Bomba.**

*Fuente: Nodo de Producción más Limpia de Santander*

reactivos puesto que no se tiene control de cantidades exactas para la reacción. Como se muestra en la tabla 10, los consumos sobrepasan la concentración recomendada.

MTRA	CN (g)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (ml)	VMTO (ml)	CN (g/l)	PRODUCCIÓN (g/mes)
1	0.02	0.71	2.78	7.2	500 Au 10000 Ag
2	0.10	0.06	ND	ND	1000 Au 1000 Ag
3	0.10	0.60	10	10	50 Au 500 Ag
4	0.10	0.20	4	25	1000 Au 1000 Ag
5	0.48	0.03	21	22.86	3500 Au
6	0.18	0.89	8.89	20.25	2000 Au 1000 Ag
7	0.17	1.89	18.9	7.66	2380 Au
8	0.05	0.08	4.69	10.66	2000 Au
9	0.17	1.88	22,2	12,5	2400 Au
10	0.47	0.31	20,9	23	3500 Au
11	0.17	1.93	25,2	10	3000 Au
12	0.6	1.88	18,8	10	800 Au
13	0.06	1.25	21	10	2000 g Oro
4	1.5	1.25	17	12,5	20000 g Oro
15	0.23	1.88	30,2	15	8000 g Oro

**Tabla 10. Consumos de reactivos en la etapa de pulimento químico por gramo de producto.**

*Fuente: Nodo de Producción más Limpia de Santander*

La comparación de las dos tablas anteriores nos permite observar el exceso de químicos utilizados. Esta situación se refleja en la concentración de Cianuro en el vertimiento. Las referencias bibliográficas recomiendan utilizar 10 g/l de Cianuro para el pulimento químico, sin embargo en la práctica, cada joyero agrega la cantidad que considera conveniente según su trabajo se lo ha indicado a través del tiempo, sólo en cuatro de los talleres visitados reportan ésta concentración adecuada de cianuro. No obstante ésta práctica permite el desperdicio de reactivos puesto que no se tiene control de cantidades exactas para cada la reacción, por lo cual se requiere de un estudio de la

reacción que permita optimizar el consumo de reactivos. Como se muestra en la tabla 10, los consumos sobrepasan la concentración recomendada.

De la solución anterior es precipitado el oro mediante adición de aluminio en condiciones de PH básico, está constituida por cianuro, peróxido de hidrógeno, soda cáustica y aluminio principalmente, es la solución que finalmente es evacuada a los diferentes cuerpos de agua. Por sus características es el vertimiento generado más contaminante de la actividad joyera y su composición es como se muestra en la tabla 10.

- **Aguas de Lavado:** Que en volumen son las más representativas y contienen contaminantes como jabón, yeso de joyería, residuos de ácidos en muy baja concentración ( $H_2SO_4$ ), soda cáustica (NaOH) y/o etanol. En algunos talleres este vertimiento es decantado y sedimentado en un sistema de tanques para evitar pérdidas de piezas y material fino que se caiga en el lavado. Los sedimentos se recuperan cada seis meses por fundición o por métodos químicos. El líquido restante es vertido al alcantarillado, sin previo tratamiento. A continuación en la tabla 27 aparece una caracterización tipo de este vertimiento.

CARACTERÍSTICA	CANTIDAD
pH	8.4
CIANURO TOTAL	10 (mg/l)
ORO	2.1 (mg/l)
PLATA	0.4 (mg/l)
COBRE	0.8 (mg/l)
ZINC	0.18 (mg/l)
SODIO	96 (mg/l)
ALUMINIO	No detectable

**Tabla 11. Caracterización Tipo de las Aguas de Lavado**

*Fuente: Nodo de Producción más Limpia de Santander*

Los resultados de los análisis de las pruebas de laboratorio reflejan las grandes cantidades de metales vertidos, la acidez extrema del vertimiento de refinación y las concentraciones de ácido nítrico y cianuro en el vertimiento.

Los promedios de los agentes contaminantes encontrados en los vertimientos analizados sobrepasan notablemente los niveles máximos admitidos por la norma ambiental. (Decreto 1594 de 1984), como se observa en las tablas 12 y 13.

VERTIMIENTO	Cianuro (mg/l)	Cobre (mg/l)	Plata (mg/l)	AcidoNítrico (N)
Solución de Pulimento químico con Cianuro*	106 - 340	24 - 120	96 - 210	
Solución de Ataque Químico con ácido Nítrico**		7000 - 66000	0.2 - 6.5	1.2 - 3.0

**Tabla 12. Rangos de la concentración en vertimientos (mg/l) de las sustancias tóxicas provenientes de las etapas de pulimento y ataque químico.** *Fuente: Nodo de Producción más Limpia de Santander*

\*Esta solución es almacenada diariamente hasta el tiempo necesario para obtener un volumen representativo para hacer la recuperación rentable (1, 2, 6 meses) después de la cual, y su volumen total depende de la producción del taller.

\*\*Solución vertida cada vez que el joyero realiza la refinación (semanal, mensual o anual) y su volumen total depende de la cantidad de oro refinado.

VERTIMIENTO(mg/l)	CIANURO(mg/l)	COBRE(mg/l)	PLATA(mg/l)	pH(UpH)	HNO <sub>3</sub> (N)
NORMA	1.0	3.0	0.5	5-9	AUSENTES
Sln. de Pulimento químico	188	67.5	110	12	—
Sln. Ataque Químico	—	28200	0.75	<0.5	2.3
Aguas de Lavado	10	0.8	0.4	8.4	—

**Tabla 13. Promedio de los agentes contaminantes de los vertimientos comparados con el Decreto 1594 de 1984.** Fuente: Nodo de Producción más Limpia de Santander

Los residuos sólidos; todo objeto, sustancia o elemento en estado sólido, que se abandona, bota o rechaza; de los talleres de joyería se pueden clasificar en:

- **Escorias de recuperación de oro:** Producto de los tratamientos químicos o fundiciones a los que se someten los residuos de barrido y limpieza, una vez se acumulan volúmenes representativos, para recuperar el oro y el material de aleación. Los residuos sometidos a recuperación son los recolectados en el barrido y la limpieza de áreas públicas y de trabajo mediante el uso de equipos mecánicos. Se incluye la aspiración realizada en las etapas de pulimento.
- **Residuos Sólidos Institucionales:** Y desperdicios provenientes de la manipulación, preparación y consumo de alimentos.

Por tratarse de volúmenes no representativos que se someten a recuperación anual, no se pudo establecer el tipo de tratamiento para su recuperación con la información entregada por los talleres. Como bien es sabido, éste tratamiento es realizado por muy pocos joyeros que se mantienen casi en el anonimato sin permitir el acceso a la misma.

#### Emisiones Gaseosas:

- Vapores del Pulimento químico con Cianuro: Generados en el pulimento químico de la joya. Está constituido principalmente por (CNO).
- Óxidos Nitrosos: Estequiométricamente se tiene conocimiento que se generan aproximadamente 5.5 g de NO<sub>2</sub>/g de Au procesado, sin embargo en la práctica, no es posible cuantificar estas emisiones pues no se cuenta con la tecnología necesaria para realizar los monitoreos ambientales.

## 6.5. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

En este capítulo se presentan las consideraciones técnicas y ambientales de algunos procesos que pueden ser implementados por los talleres de la región de una manera individual o conjunta disminuyendo costos de inversión y obteniendo mayores ganancias con menores riesgos.

Los procesos planteados están sujetos a cambios de adecuación y operación, y por supuesto requieren un análisis avanzado de ingeniería de detalle, una vez sea escogido para su aplicación.

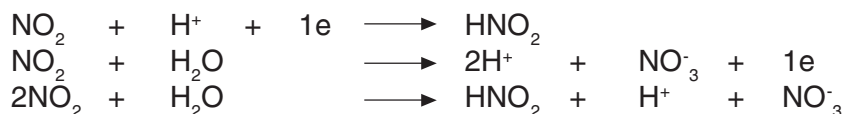
## 6.6. SISTEMA DE CONTROL DE ÓXIDOS NITROSOS MEDIANTE ABSORCIÓN CON ÁCIDO NÍTRICO Y ÚREA.

La absorción es un proceso de transferencia de masa de una fase gaseosa a otra líquida, basado en la solubilidad preferencial de una componente de la mezcla gaseosa en el líquido absorbente.

Está basado en los estudios hechos por ALAN LASALLE y ROZARD CHRISTINE, quienes analizaron la absorción química de los gases nitrosos, excepto el NO debido a su baja solubilidad; por esto el NO es oxidado hasta  $\text{NO}_2$ . El líquido absorbente es una solución acuosa de  $\text{HNO}_3$  y Urea a pH menor de 2, en éste líquido los gases son absorbidos y forman el  $\text{HNO}_2$ , el cual reacciona inmediatamente con la urea por un mecanismo de oxidación-reducción produciendo  $\text{N}_2$  gaseoso. La temperatura de operación varía entre los 30 y 40°C.

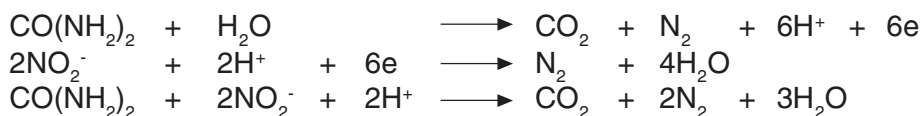
### 6.6.1. Descripción del Proceso.

Los gases generados de  $\text{NO}_2$  son pasados a través de una solución ácida de urea, la cual esta contenida en un reactor hermético con agitador. El  $\text{NO}_2$  se absorbe químicamente y reacciona para formar el Ácido Nitroso ( $\text{HNO}_2$ ), por la reacción redox:



Para evitar la disociación del  $\text{HNO}_2$  formado se mantiene el PH de la solución en 1.0. Esta disociación se presenta porque el  $\text{HNO}_2$  es un ácido débil muy inestable, cuya constante de ionización es  $4.5 \times 10^{-4}$ .

El ión nitrito formado por ser un oxidante activo reacciona con la urea desprendiendo  $\text{N}_2$  como producto de la oxidación de la Urea y de reducción del nitrito, tal como lo ilustran las reacciones siguientes:





Una vez generados los gases debe mantenerse constante la presión manométrica para favorecer la reacción. El reactor hermético es encaquetado con el fin de mantener un rango de temperatura de reacción que varía entre 30 – 40°C. El PH de la solución, la temperatura y la presión del sistema debe ser controladas. Es importante la agitación para mejorar la transferencia de masa del NO<sub>2</sub> de la fase gaseosa a la fase líquida.

### 6.6.2. Ventajas del método.

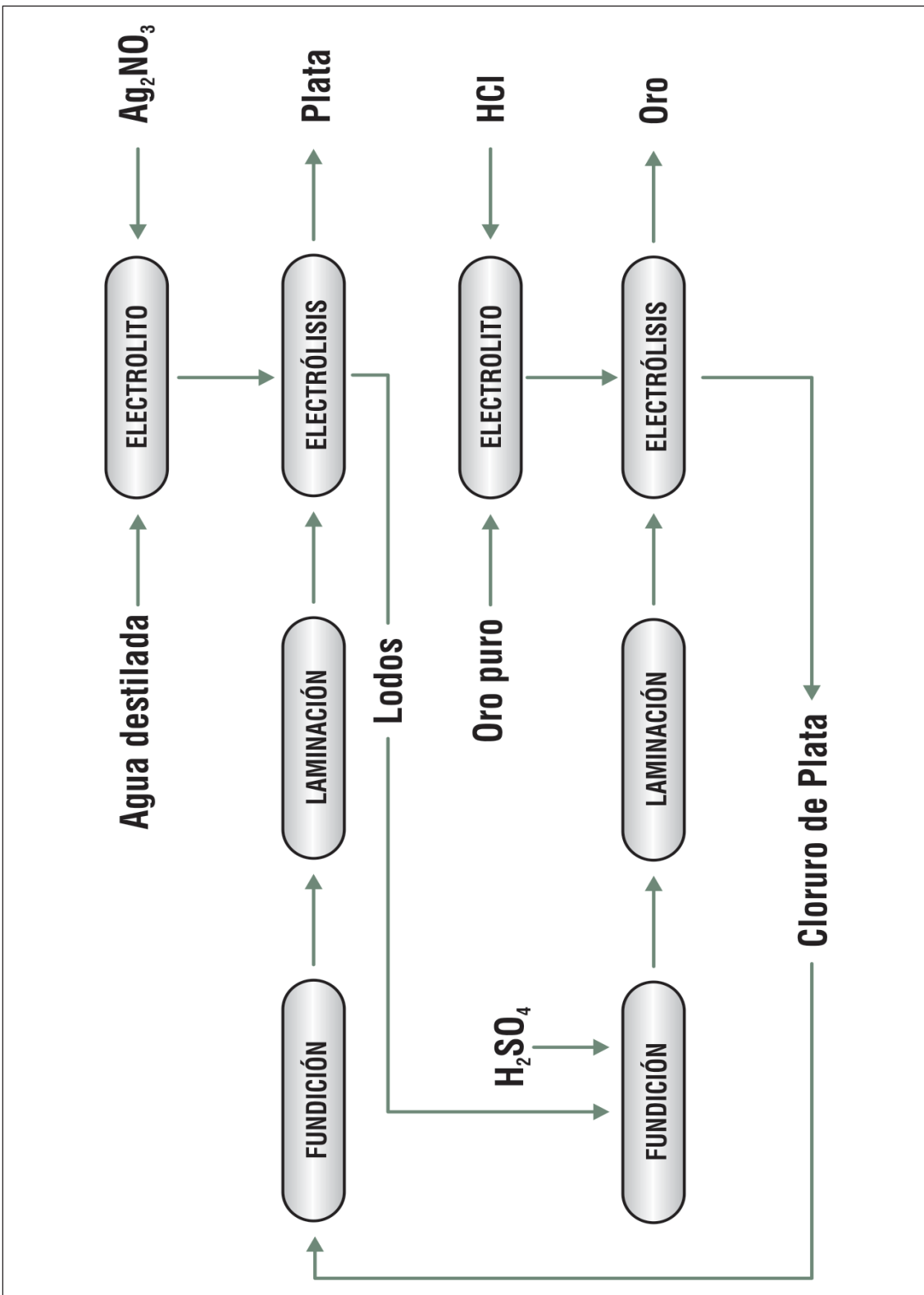
- La temperatura de operación del sistema de remoción de NO<sub>2</sub> varía entre 30-40°C.
- La reacción de óxido-reducción del NO<sub>2</sub> se lleva a cabo por absorción química del gas en una solución ácida de urea.
- La eficiencia de remoción no requiere la presencia de un catalizador.
- Los reactivos necesarios para el sistema de remoción son HNO<sub>3</sub> y urea.
- Los productos gaseosos de la reacción son N<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>, los cuales pueden ser emitidos directamente a la atmósfera.
- La eficiencia de remoción supera el 80%.
- El producto de la reacción en fase líquida es agua.

### 6.6.3. Descripción del sistema

El sistema de remoción de NO<sub>2</sub> se esquematiza en la figura 13. Un piloto de la misma se diseño con los siguientes equipos:

- (A) Sistema de inyección del NO<sub>2</sub> generado por digestión química, usando una turbina en acero inoxidable, con presión de descarga de 20 psi y 0.14 cfm.
- (B) Tubería de PVC de baja presión. Diámetro exterior de 1 pulgada.
- (C) Tanque de almacenamiento de Ácido. Volumen 10 l.
- (D) Bomba dosificadora del Ácido.
- (E) Manómetro en psi.
- (F) pHmetro digital
- (G) Válvula de desfogue para 12 psi.
- (H) Agitador mecánico.
- (I) Tanque de almacenamiento de la solución reaccionante.
- (J) Sistema dosificador de los gases nitrosos en vidrio sinterizado.
- (K) Motor impulsor de 1750 rpm.
- (L) Válvula de desagüe en acero inoxidable.
- (M) Vaso de precipitado para la toma de muestras.
- (N) Equipo para la determinación de la concentración de la solución reaccionante.
- (O) Tubo para el desfogue de gases a la atmósfera.

Este sistema de remoción puede ser implementado para varias industrias auríferas, ya que el proceso de refinación no es continuo, disminuyendo los costos de inversión de capital, además es de fácilmente operable, la alimentación de la urea y el control de la misma se realizan manualmente, el equipo debe estar diseñado de materiales no corrosivos como acero inoxidable, PVC y polipropileno.



**Gráfico 19.** Sistema de remoción de NO<sub>2</sub> propuesto para la implementación a nivel industrial.

## 6.7. FILTRO PARA GASES NITROSOS

El filtro consiste de un tanque de neutralización y un tanque de oxidación. En el tanque de neutralización, los gases nitrosos pasan por una ducha alcalina (agua con hidróxido de sodio) formándose sales: nitritos y nitratos, el nitrógeno contenido en nitratos alcalinos (Ca, Na, K) es asimilado por plantas y tiene un efecto de abono, el nitrato de amonio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) es un abono comercial; la descarga de nitratos es por lo tanto tolerable para el medio ambiente.

Los gases nitrosos, que después de esta ducha todavía quedan, reaccionan en el tanque de oxidación con materia orgánica (carbón de leña y urea), oxidándola y descomponiéndose de esta forma en  $\text{CO}_2$  y  $\text{N}_2$ : gases inertes y compuestos naturales de la atmósfera.

En el Grafico 19, se presenta el diagrama del proceso que se describe a continuación.

### 6.7.1. Descripción del Sistema.

Este diseño fue realizado por el proyecto “Minería sin contaminación” de SERVIGEMAB de Ecuador en donde se han obtenido eficiencias de remoción de  $\text{NO}_2$  del 80%.

El diseño opera con una velocidad de aire de 12 m/s en la salida del ventilador y en la salida de la campana extractora (entrada al filtro) de 10.5 m/s; garantizando la succión de los gases y el cierre hermético del equipo para no perder mucha presión.

El tanque de neutralización debe mantener un nivel de 300 l de agua y 1% de NaOH, manteniendo un pH de 14.

El medio absorbente debe llegar a 40 cm del nivel superior del tanque. (Es decir a la mitad).

Consta de las siguientes partes:

- **Tubo de conexión entre el extractor de gases y el tanque de neutralización.**

Es un tubo de PVC de 4". Entra en una esquina del tanque de neutralización por la tapa de cemento, y termina unos 10 cm arriba del nivel de agua en el tanque.

- **Tanque de neutralización.**

Debido a la reacción química de los gases nitrosos con el hidróxido de sodio, este se consume y baja su alcalinidad, la reacción de neutralización es la siguiente:



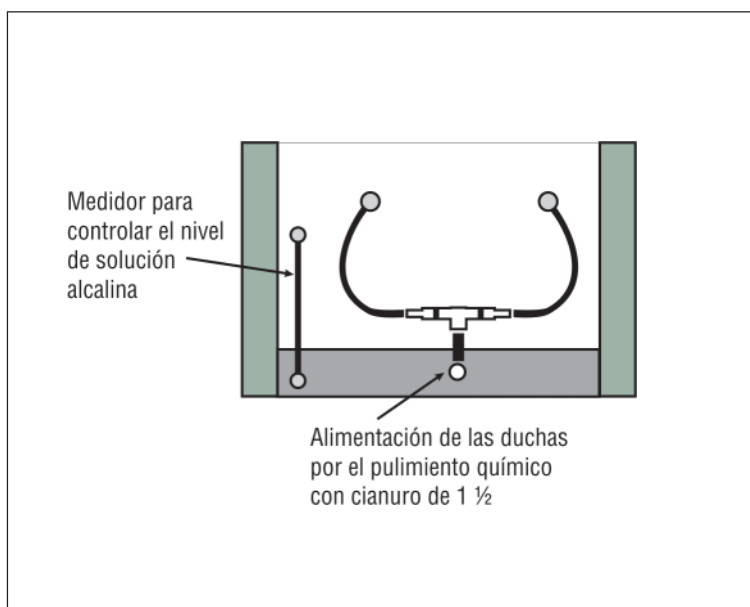
De acuerdo con la relación estequiométrica y a que la neutralización tiene una eficiencia de alrededor del 50% resulta que por cada 254g de Cobre se consumen 62g de hidróxido de sodio, es decir la relación es 1:4.

El tanque tiene las dimensiones 1,20 m de largo, 1,00 m de ancho y 1,00 m de alto, y es hecho de ladrillo revestido. En su interior tiene un sistema de laberinto y una ducha para la aspersión de la solución alcalina.

Para el control del nivel de agua son encementados en la pared dos tubos de 1". A estos, a través de dos codos, esta conectado una manguera transparente, que permite el control del nivel de la solución.

- **Sistema de ducha del tanque de neutralización** (Grafico 20 ).

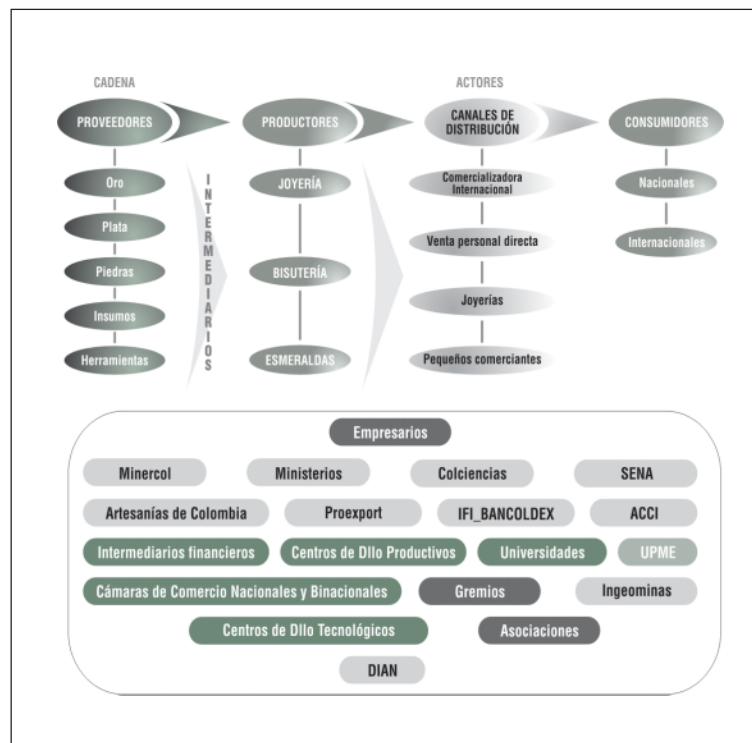
En la posición 1/4 y 3/4 del ancho y unos 15 cm. debajo de la tapa están ubicadas las dos duchas. Cada una consiste de un tubo de PVC de 1", del largo del tanque y perforada con un hueco de 1/16" por cada cm<sup>2</sup>. Para fines de mantenimiento, los tubos pueden ser sacados del tanque encementado. El sistema de duchas es alimentado por una bomba de 1 1/2".



**Gráfico 20.** Sistema de ducha del tanque de neutralización.

- **Laberinto para la distribución de gases.** (Figura 21).

Se tiene con el fin de aumentar el tiempo de contacto entre la solución alcalina y los gases, dividiendo el volumen en tres sectores de 40 cm de ancho cada uno. Para la separación de los sectores se utilizaron planchas de 8 mm de espesor, encementados en la pared. Estas planchas (con fibras sintéticas sin asbesto) son resistentes al agua



**Gráfico 21. Laberinto para la distribución de gases.**

- **Medio alcalino.**

Como medio alcalino se utiliza soda cáustica en su forma de libre comercialización; con registro sanitario.

El tanque se llena hasta el nivel de 10 cm debajo de la plancha No. 2. De esta forma el volumen de solución es alrededor de 300 litros. Con la concentración de soda, el valor del pH marca 14, es decir fuertemente alcalino, lo que garantiza una buena neutralización de los gases ácidos.

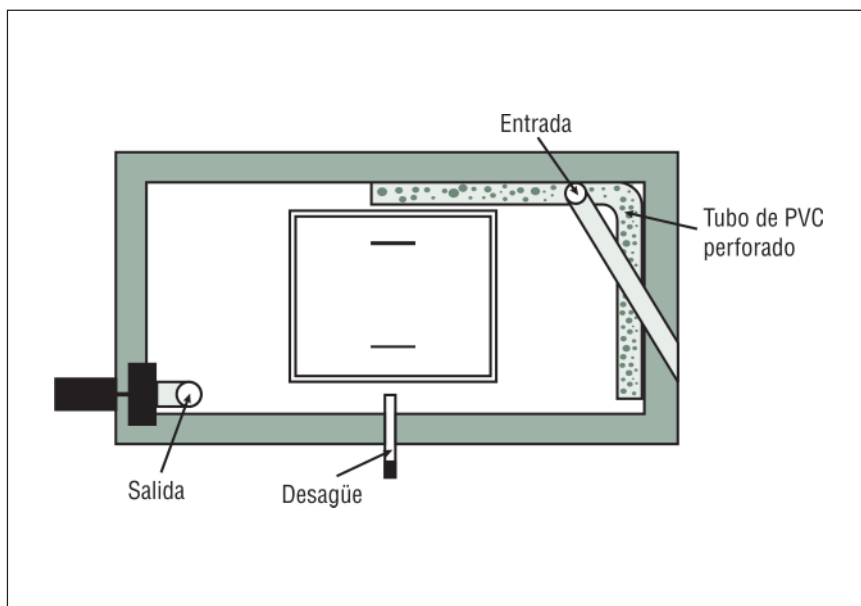
Para el control y mantenimiento de la alcalinidad y de la cantidad de agua, el tanque de neutralización tiene encementado adicionalmente un pedazo de tubo de 4", el cual puede ser cerrado con una tapa.

- **Tubo de unión entre el tanque de neutralización y tanque de oxidación.**

Los dos tanques están conectados con un tubo PVC de 4". La salida del tanque de neutralización está en la esquina opuesta de la entrada. La entrada al tanque de oxidación está en la esquina opuesta a la salida del tanque de neutralización. El tubo de conexión tiene una parte ascendente de 45° para de esta forma precipitar ocasionales gotas de agua provenientes de la ducha alcalina, y así conservar el filtro de oxidación lo más seco posible.

- **Tanque de oxidación** (Grafico 22).

El tanque de oxidación tiene las medidas de 1,80 m de largo, 1,00 m de ancho y 1,00 m de alto y es hecho de ladrillo revestido. El tanque de oxidación tiene en su parte superior una tapa de mantenimiento de 70 x 70 cm, lo que permite controlar el estado del medio oxidante (carbón y urea) y su eventual reposición.



**Gráfico 22. Vista superior del tanque de oxidación.**

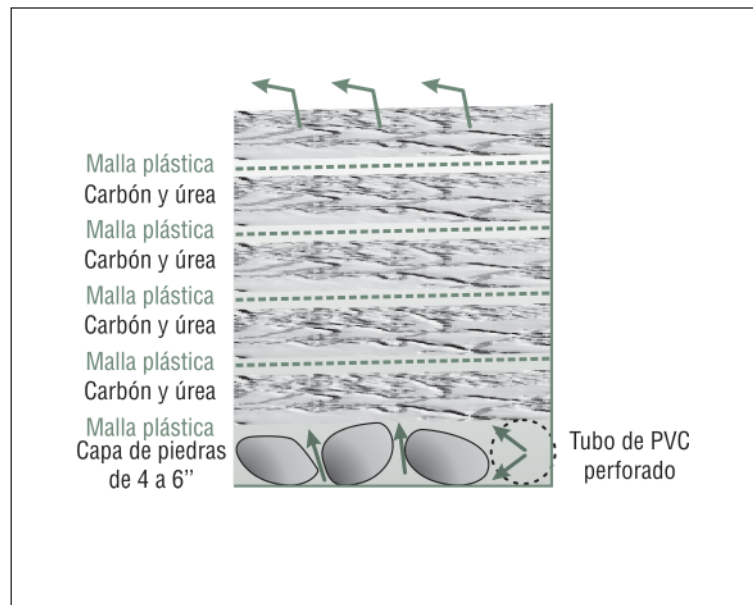
En la parte inferior el tanque tiene un tubo de desagüe, en caso de que con el tiempo se acumulara agua en el tanque, proveniente de la ducha del tanque de neutralización, o de la humedad de los gases.

El tubo de entrada termina en una "L" conformada por tubos PVC de 4" y perforado con huecos de 1/4" en una distancia de aprox. 3 cm del uno al otro.

Para que los gases nitrosos se distribuyan lo más uniforme posible, el tanque de oxidación tiene en su parte inferior una capa de piedras gruesas (10-15 cm), para que el gas pase por los intersticios de los mismos a todo el área interno del tanque (Grafico 23)

Como medio de oxidación se decidió utilizar una mezcla de carbón de leña y úrea. Para el carbón se consideró, que una granulometría entre 1" y 1 1/2" proporciona gran superficie y permeabilidad.

Con el fin de mantener el carbón y la úrea separado de las piedras, se pone encima de las piedras una malla plástica con 5 mm de apertura. Encima de esta malla se pone



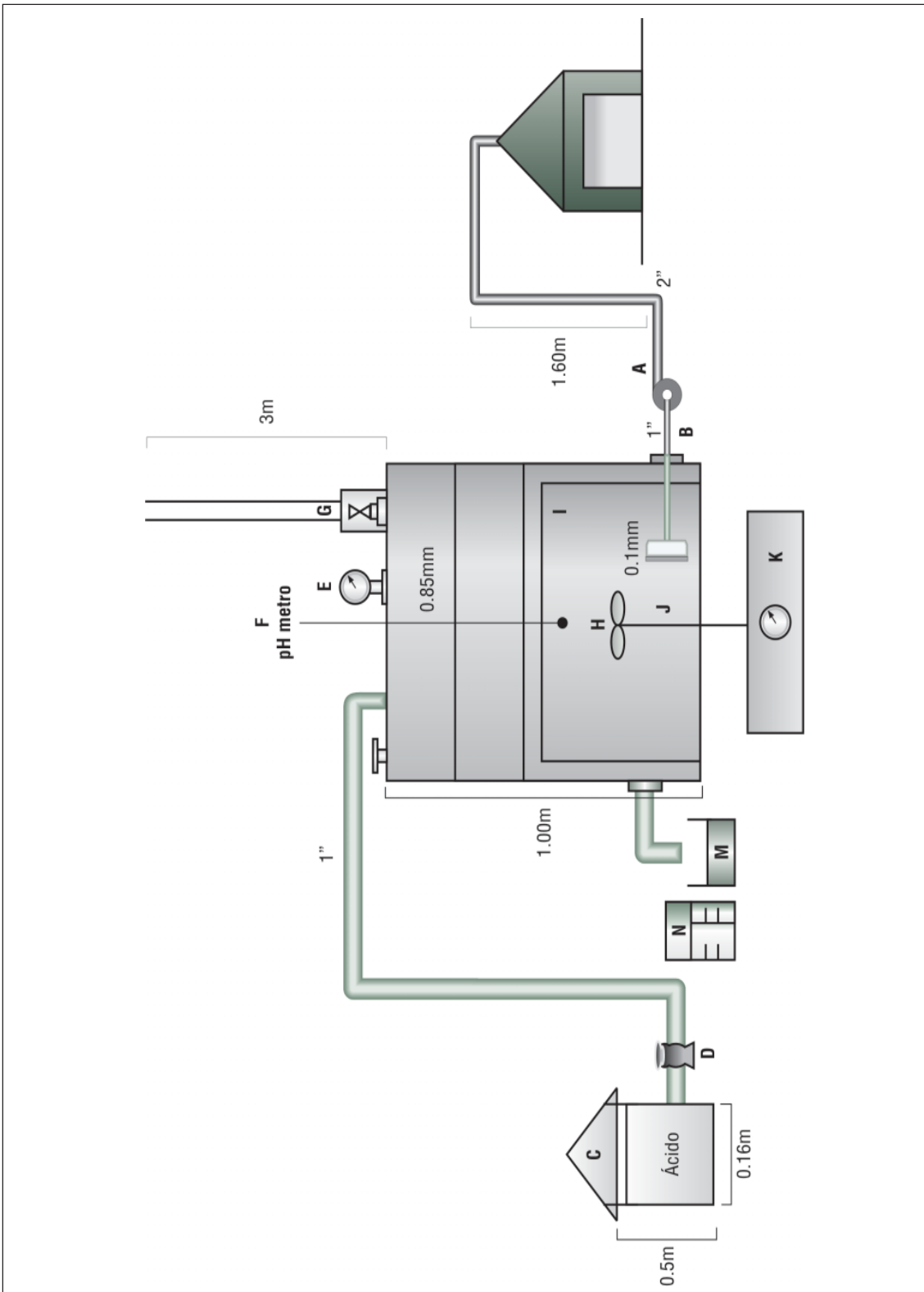
**Gráfico 23. Tanque de oxidación.**

la primera capa de carbón sobre la cuál se dispersa uniformemente la úrea granulada. Se llena el tanque en forma de capas para evitar, que las partículas finas de úrea y las gruesas de carbón se desmezclan.

- **Ventilador y tubo de escape.**

La salida del equipo se conecta a la entrada de un ventilador de 4" de 1/2 HP de bajas revoluciones (1740 r.p.m.). De esta forma la corriente es suficientemente fuerte para extraer de manera confiable los gases nitrosos, pero al mismo tiempo suficientemente lenta, para permitir el tiempo de contacto necesario con la solución alcalina y con el medio oxidante. La posición final del ventilador permite, que todo el equipo funcione a succión, por lo tanto no existe la posibilidad de escape de gas nitroso, y la construcción es menos delicada en lo que se refiere a lo hermético de las uniones, lo único que puede pasar, es la dilución de los gases con aire. Además a la salida del equipo los gases nitrosos son muy reducidos y poco concentrados por lo tanto menos corrosivos protejiendo mejor el ventilador, sin embargo se aconseja separar el motor del mismo y acoplar el ventilador a un motor separado, de esta forma se impide, que accidentalmente entren gases nitrosos al motor y lo dañen.

En la salida del ventilador se puede colocar un tubo de escape en forma de una chimenea con tubo de PVC de 4". De todas maneras hay que evitar, que agua de lluvia entre por la chimenea al ventilador y al tanque de oxidación, esto se puede hacer, colocando una "T" en el extremo superior.



**Gráfico 24.** Esquema Filtro para gases Nitrosos Mantenimiento del medio oxidante.



### **Mantenimiento del medio oxidante.**

Es recomendable que durante el primer año se revise bimestralmente el estado del filtro, observar si en la superficie todavía existen gránulos de úrea o si se ha acumulado agua en el fondo del tanque (debido a las propiedades higroscópicas de la úrea).

En caso de que ya no existan gránulos de úrea en la superficie se debe evacuar el carbón, tamizarlo para separar los gránulos restantes de úrea y llenar el filtro nuevamente, completando eventualmente la cantidad de úrea y carbón faltante para llegar nuevamente al nivel predeterminado.

## **6.8. ELECTROREFINACIÓN**

Una celda de electrorefinación consta esencialmente de una placa de metal a refinar impuro, y otra del mismo metal, pero de una elevada pureza, inmersas en una solución acuosa electrolítica conductora. Las placas hacen de electrodos, que a su vez se encuentran conectados el uno con el otro, a través de una fuente eléctrica de corriente directa, por medio de conductores localizados por fuera de la celda. La fuente de corriente crea una diferencia de potencial, que lanza los electrones hacia fuera de las placas, haciendo que este electrodo se cargue.

Frente a los demás métodos de obtención y refinación, éste tiene la ventaja de lograr la extracción de oro en un tiempo más breve; en cuanto a la calidad y cantidad, apenas se concibe que pueda ser superado y es un procedimiento poco contaminante y de un alto rendimiento.

El diagrama general del proceso se muestra en la figura 24.

Componentes básicos de una celda electrolítica.

1. Solución acuosa conteniendo electrolitos del metal a recuperarse y otros que faciliten la conductancia.
2. Un ánodo donde se produzcan las reacciones de disolución u oxidación.
3. Un cátodo donde se produzca la reducción del metal contenido en el electrolito.
4. Una fuente de corriente continua para forzar las reacciones de oxidación y reducción.
5. Los conductores para llevar la corriente.

Se emplean otros accesorios adicionales como raspadores, agitadores, calentadores dependiendo del proceso empleado.

## **6.9. PROCESOS ELECTROLÍTICOS SIN DISOLUCIÓN DE ORO.**

En este proceso todos los metales preciosos que originalmente se hallaban en el ánodo caen al fondo de los tanques, constituyendo el llamado “Barro Anódico”, que

posteriormente es removido y tratado a fin de eliminar ciertas impurezas por volatilización (antimonio, selenio, telurio) y por fundición, luego es moldeado en forma de ánodos para su posterior electrolización de acuerdo a los siguientes parámetros:

- Si el contenido de plata es superior al 90% podrá someterse a electrólisis directamente.
- Si el contenido de plata está en el rango de 10 a 90% es necesario efectuar un tratamiento químico previo a la electrólisis.
- Si el contenido de oro es superior al 90% podrá someterse a electrólisis directa.

Partición electrolítica con ácido nítrico.

Este procedimiento también llamado proceso Moebius, se realiza con el objetivo de obtener plata de alta pureza utilizando como electrolito nitrato de plata, consiguiendo simultáneamente la separación de los otros metales preciosos contenidos en el ánodo doré.

El metal a tratar se coloca como ánodo y es cubierto por una tela, bajo la acción de la corriente eléctrica en el ánodo, la plata pasa a solución como nitrato de plata, el cual se disocia en: iones plata e iones nitrato; los primeros son conducidos al cátodo donde se reducen y se depositan en forma de plata metálica y los iones nitrato van hacia el ánodo de plata impura, recombinándose con la plata para regenerar el nitrato de plata. A continuación en la tabla 30 se presentan los parámetros de operación para la electrorefinación de la plata.

VARIABLES DE CELDA	PARÁMETROS DE OPERACIÓN
Solución electrolito	40 - 100 g Ag/l ó 60 - 80 g AgNO <sub>3</sub> /l 30 - 50 g Cu/l
HNO <sub>3</sub> libre	8 - 12%
Consumo de HNO <sub>3</sub>	80 ml/Kg Ag
Temperatura	Ambiente
Agitación	Aireación, agitación
Voltaje de celda	1.6 - 2.6 Voltios
Densidad de Corriente	2.5 – 4.5 Amp/dm <sup>2</sup>
Eficiencia de la corriente	90 – 99%
Consumo de energía	0.5 – 0.8 KWh/Kg Ag
Separación electrodos	3.0 – 5.0 cm
Velocidad de deposición	4.022 g/Amp. H
Material de la celda	Plástico, resinas
Pureza de ánodos	Mayor a 980 milésimas de Ag
Bolsas anódicas	Nylon, algodón
Cátodos	Ag fino, acero inoxidable.

**Tabla 14.** Parámetros de operación para la electrorefinación de la Plata. Celda Moebius.

El oro y los metales más nobles no son atacados y se acumulan como residuo dentro de la bolsa del ánodo, lo que constituye el residuo anódico conteniendo oro, plata, telurio, metales del grupo del platino, bismuto y antimonio. A partir de este residuo se recupera el oro y otros elementos de interés, estos se tratan con ácido sulfúrico para eliminar el exceso de plata y se funde en crisoles de grafito, preparándolo en forma de placa anódica para someterla a electrólisis por el método de Wohlwill. Los demás metales que tienen un potencial de reducción menor que el de la plata se encuentran disueltos en el electrolito.

Inicialmente el electrolito se prepara disolviendo en caliente la plata y el cobre con ácido nítrico en la cantidad requerida, se realiza en la misma celda, sumergiendo los ánodos formados, en una solución de ácido nítrico al 155 en volumen; la formación del baño dura aproximadamente 12 horas dependiendo del contenido de plata en el ánodo.

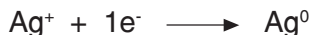
Cuando en el electrolito el porcentaje de impurezas este debe ser separado y reemplazado. Si el contenido de cobre es alto (igual o superior al contenido de plata) éste puede ser retirado de la solución, reemplazando los cátodos de plata por cátodos de cobre y aumentando la densidad de corriente para lograr la deposición del cobre, de lo contrario impurificará la plata formada. Diariamente se debe efectuar el control del contenido de plata, cobre y ácido libre.

La corriente se conduce a los electrodos con platina de cobre, mediante conexión a los ánodos y los cátodos, y éstos, a través del electrolito. Esta operación hace que se produzca la disolución de la plata en el ánodo en forma de iones, y la reducción a plata metálica en el cátodo.

La plata del ánodo entra en la solución en forma de iones con la siguiente reacción anódica:



Cada uno de los iones de plata atrae un electrón y se deposita en forma de átomos neutros. La reacción catódica es la siguiente:



La pureza de la plata refinada depende del voltaje de trabajo y de la densidad de corriente. La forma y tamaño de los cristales de plata dependen principalmente de la composición del electrolito, densidad de corriente y la frecuencia de remoción. Sin embargo se ha encontrado que pequeñas cantidades de ácido tartárico permiten obtener cristales grandes y de mayor densidad, ofreciendo la ventaja de facilitar el lavado y reducir la pérdida del electrolito.

La fundición de la plata se realiza mediante la adición de pequeñas cantidades de nitrato de potasio (para eliminar trazas de cobre, plomo, selenio), luego se elimina la escoria y se moldea en barras intermedias que se refunden en hornos de inducción usando crisoles de grafito, con adición de bórax y carbón de madera, de modo que

garantice una atmósfera reductora, y finalmente la plata es moldeada en lingoteras para su comercialización con una ley mínima de 999 milésimas.

## 6.10. PROCESOS ELECTROLÍTICOS CON DISOLUCIÓN DE ORO.

Utilizado para la extracción de oro con bajo contenido de plata (5 – 6% como máximo), y el oro monetario con 10% de cobre, el uso de este proceso es bastante reducido a nivel comercial debido al alto costo de inventario de ánodos, cátodos, electrolito, solución electrolítica en proceso de purificación, soluciones de lavado diluidas, siendo necesarias interrupciones prolongadas del proceso para contabilizar todos los materiales. Sin embargo se pueden mencionar las siguientes ventajas:

- El producto obtenido es mayor a 999 milésimas.
- Los costos operativos son bastante reducidos.
- La contaminación ambiental es relativamente nula y fácilmente controlable.
- Para su instalación requiere de un espacio reducido.

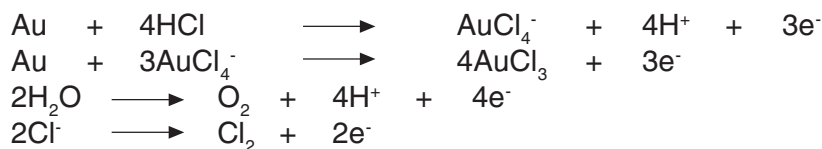
Este método consiste en la electrólisis de ánodos de oro impuro en solución ácida caliente usando como electrolito cloruro áurico generalmente disuelto en un exceso de HCl (Proceso de Wohlwill). La composición del electrolito puede ser considerada como  $\text{HAuCl}_4^-$ .

Bajo la influencia de la corriente eléctrica, se disuelven anódicamente el Au, Cu, Pb, Pt y Pd (cloruros solubles) en tanto que la plata, parte del plomo y demás elementos del grupo del platino pasan al barro anódico en forma de cloruros y sulfato.

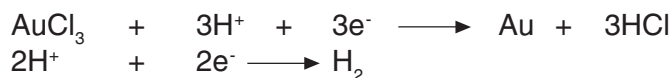
El electrolito debe contener alrededor de 50 g/l de oro y 10% de ácido clorhídrico libre, se mantiene aproximadamente a 70°C y requiere una recirculación constante del electrolito lo que se logra mediante una bomba de aire. Como cátodos se usan láminas de oro puro al cual se adhiere firmemente el oro de alta pureza.

En medio acuoso ácido el catión de oro predominante es el áurico (ión oro con valencia +3), de acuerdo con esta consideración se establecen las siguientes reacciones:

### 6.10.1. Reacciones anódicas:



El proceso se inicia con la presencia de iones  $\text{AuCl}_4^-$  (agente oxidante), los cuales atacan el ánodo impuro, formando el  $\text{AuCl}_3$ . Los iones hidrógeno se trasladan hacia el cátodo donde contribuyen a reducir el oro y al mismo tiempo forman el HCl.

**6.10.2. Reacciones catódicas:**

El ácido clorhídrico liberado y el cloruro áurico se recombinan para formar nuevamente el ión  $\text{AuCl}_4^-$ .

La reacción global de oxido-reducción esta dada por:



El oro de formación secundaria es tanto más escaso cuanto más elevada es la densidad de corriente. Además de plata que se convierte en Cloruro de plata, quedan indisueltos osmio, iridio y radio, y forman un lodo anódico más o menos aurífero, mientras que oro, platino, paladio y todos los metales comunes quedan disueltos. Sin embargo de todos los metales solubles, solo el oro se separa sobre una delgada placa de oro fino. El grado de pureza del oro electrolítico se encuentra generalmente entre 999.6 y 1000 milésimas.

En la tabla 15 se presentan los principales parámetros de operación para la electrorefinación del oro.

VARIABLES DE CELDA	PARÁMETROS DE OPERACIÓN
Solución electrolito	50 - 80 g Ag/100 - 130 g HCl/l
HCl libre	5 - 10%
Consumo de HCl	_____
Temperatura	60 – 70°C
Agitación	Aireación, agitación
Voltaje de celda	0.6 - 2.0 Voltios
Densidad de Corriente	10 – 15 Amp/dm <sup>2</sup>
Eficiencia de la corriente	99 – 100%
Consumo de energía	0.35 KWh/Kg Au
Separación electrodos	2.0 – 4.0 cm
Velocidad de deposición	2.451 g/Amp. H
Material de la celda	Resinas (resistentes al calor)
Pureza de ánodos	Mayor a 960 milésimas de Au
Bolsas anódicas	Sin bolsas
Cátodos	Au fino, titanio

**Tabla 15.** Parámetros de operación para la electrorefinación del Oro. Celda Wohlwill.

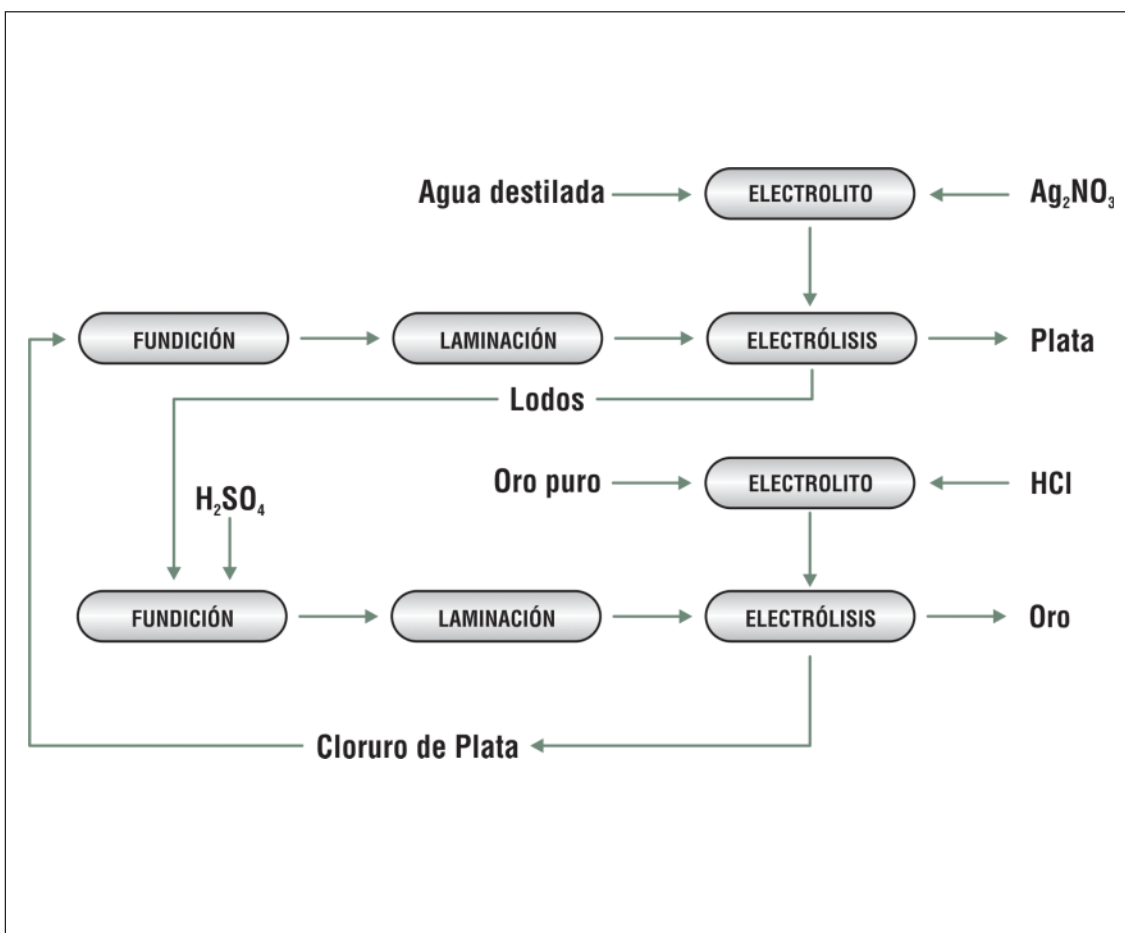
**6.11. PROCESO DE WOHLWILL MODIFICADO.**

Para el tratamiento de ánodos de elevada proporción de plata, se trata del mismo método de Wohlwill utilizando una corriente continua electrolítica, una corriente alterna

de baja frecuencia y de gran densidad. Las cantidades de oro disueltas y depositadas son función tan sólo de la corriente continua, pero el uso de la corriente alterna permite la adopción de densidades de corriente más elevado y se presta a la electrólisis de ánodos con proporción de plata relativamente mayor, haciendo que la película adherente de cloruro de plata caiga más rápidamente. Hay también disminución de la cantidad de oro que queda en la solución electrolítica.

La corriente alterna opone una pasividad que de otro modo, se manifestaría en el estrato aislante de cloruro de plata, formado sobre el ánodo de oro, disminuyendo el área activa y aumentando la densidad de corriente efectiva.

En la práctica los ánodos dan del 80% al 90% de oro, con más del 6% de plata, y el resto de platino, paladio y metales afines a aquel; la densidad de la corriente continua es del orden de 13 – 17 amperios por decímetro cuadrado. El limo anódico contiene el 1% de oro, 95% de plata con sulfato de plomo e indicios de otros metales de la serie del platino. La tensión de las pilas de corriente continua es menor siguiendo el método ordinario, oscilando su valor de 0.8 – 1.1 voltios para cada una.



**Gráfico 25.** Diagrama de Proceso de Electrólisis

## 6.12. TRATAMIENTO DE LOS VERTIMIENTOS DE JOYERÍA.

Los vertimientos de los talleres de joyería contienen cianuro libre (HCN/CN<sup>-</sup>) y complejos cianurados de otros metales como aluminio, zinc, cobre, plata y oro; el tratamiento de las disoluciones de los complejos formados por el cianuro alteran los procesos de depuración utilizados para eliminar metales libres en aguas ácidas que no son igualmente eficaces para eliminar los metales presentes en aguas de proceso que contengan cianuro, lo esencial para el tratamiento de las disoluciones que contienen cianuro y metales es eliminar primero el cianuro, poniendo así a los metales en formas eliminables.

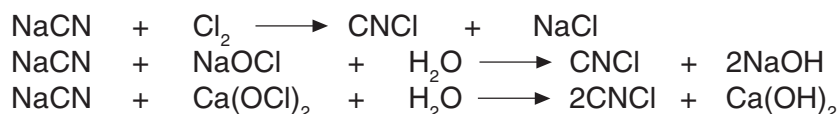
El grado y tipo de tratamiento elegidos vienen determinados por factores económicos, de rendimiento y ambientales, reduciendo las concentraciones de cianuro libre a niveles no tóxicos, la alternativa de tratamiento para estos residuos líquidos cianurados que se propone es el Método de Cloración Alcalina descrito a continuación.

## 6.13. METODO DE CLORACIÓN ALCALINA

La cloración alcalina es un proceso químico consistente en la oxidación y destrucción de las formas de cianuro libre y cianuro disociable en ácido débil en medio alcalino (pH de 10.5 a 11.5). El cloro se suministra, o bien en forma líquida, o bien como hipoclorito sódico o calcio, en forma sólida. Las formas sólidas se preparan en disoluciones concentradas antes de emplearlas en el proceso de oxidación.

La utilización de la cloración alcalina en la depuración de los vertimientos de joyería se debe a la semejanza química observada entre estos y las aguas residuales de galvanostegia.

El primer paso en la destrucción del cianuro utilizando hipoclorito o cloro en forma de gas consiste en la oxidación del cianuro para formar un cloruro de cianógeno intermedio de acuerdo a las siguientes reacciones:



Con el elevado pH de la oxidación, el cloruro de cianógeno intermedio se hidroliza rápidamente a cianato según la siguiente reacción:



El primer paso de oxidación completa lleva unos 15 minutos a un pH de 10.5. El segundo paso de la oxidación comprende la hidrólisis del cianato a amoníaco y carbonato, en presencia de cloro o hipoclorito, la reacción es la siguiente:



La hidrólisis necesita un tiempo aproximado de 1.0 a 1.5 horas, pero se suelen emplear periodos de reacción de varias horas. Si se añade cloro o hipoclorito en exceso, el amoníaco reacciona posteriormente mediante un proceso de cloración hasta el punto de aumento rápido del cloro residual, para generar nitrógeno gaseoso como indica la ecuación siguiente:



Normalmente el proceso no se lleva hasta la fase de punto de inflexión debido al aumento de demanda de cloro y al excesivo periodo de reacción que se necesita para el elevado pH utilizado en el proceso. La oxidación del cianuro a cianato requiere aproximadamente 2.75 partes de cloro por una parte de cianuro.

Este proceso de cloración alcalina proporciona una posibilidad de tratamiento viable para la eliminación de cianuro libre y disociable en ácido débil, por lo consiguiente, posterior a este, es necesario hacer un tratamiento para eliminación de metales: electrodeposición, intercambio iónico o procesos biotecnológicos; que deben ser estudiados experimentalmente para ser evaluados en su eficiencia y en su factibilidad económica, igualmente plantear el diseño a nivel de planta piloto de los procesos seleccionados.

## 6.14. INTERCAMBIO IÓNICO

Otra de las alternativas que puede ser utilizada para el tratamiento de los vertimientos provenientes de la recuperación de la solución resultante del pulimento químico con Cianuro y la refinación es la implementación de intercambiadores iónicos. Aunque es necesario hacer un análisis exhaustivo de costos y beneficios, puesto que la inversión inicial es grande; no obstante se trata de una tecnología en desarrollo que permite obtener excelentes resultados. A continuación aparecen los conceptos básicos de la tecnología y algunas consideraciones al respecto.

### 6.14.1. Intercambio Iónico

El intercambio iónico remueve de un agua cruda los iones indeseables transfiriéndolos a un material sólido, llamado intercambiador iónico, el cual los acepta cediendo un número equivalente de iones de una especie deseable que se encuentra almacenada en el esqueleto del intercambiador. El intercambiador cuenta con una capacidad de intercambio limitada para almacenar iones expresada como miliequivalentes por mililitro (mq/ml) que es igual a la Normalidad; miliequivalentes por gramo seco (mq/g) y Kilogramos por pie cúbico (kg / pie<sup>3</sup>), el factor para la conversión de normalidad en la resina a kilogramo es de 22, entonces debe ser lavada a contracorriente para eliminar los sólidos atrapados y proceder a la posterior regeneración con una solución fuertemente regeneradora -(ácido sulfúrico o hidroclicórico para las de intercambio catiónico, e hidróxido de sodio para las resinas aniónicas)- que contiene la especie deseable de iones, los que sustituyen a los iones indeseables acumulados, dejando el material de intercambio en condición útil. Esta operación es un proceso químico cíclico, y el ciclo completo incluye de ordinario retrolavado, regeneración, enjuagado y servicio.



Los intercambiadores iónicos suelen ser del tipo columna con flujo descendente. El agua residual entra por la parte superior de la columna sometida a una cierta presión, circula en sentido descendente a través del lecho de resina y se extrae por la parte inferior. Los intercambiadores iónicos que se emplean en el acondicionamiento del agua son estructuras en forma de esqueleto que poseen muchos sitios para intercambio iónico. El esqueleto de plástico insoluble es un ión de enorme tamaño cargado eléctricamente para retener iones de carga opuesta.

Los intercambiadores con sitios cargados negativamente son intercambiadores de cationes puesto que retienen iones cargados y, en consecuencia, toman iones negativos y tienen normalidades de 2.0; y los cargados negativamente son intercambiadores de aniones y, en consecuencia toman iones positivos y su normalidad típica es de 1.3. La estructura de plástico es porosa y permeable, de modo que la partícula de intercambio iónico participa en el proceso.

La mayor parte de los intercambiadores iónicos comerciales son de materiales plásticos sintéticos, como copolímeros de estireno y divinil benceno y la arenisca verde procesada o zeolita. Son en esencia insolubles y su vida útil esperada es de 5 a 10 años.

Existen cuatro principios importantes en la aplicación comercial del intercambio iónico:

- 6.14.1.1. La mayor parte de las unidades de intercambio iónico son simples recipiente que contienen un lecho de resina de intercambio que opera por flujo descendente sobre una base cíclica: (a) Se opera la unidad hasta el nivel de fuga predeterminado, donde se considera que está agotada; (b) ahora se regenera la unidad, primero por una limpieza por flujo ascendente (retrolavado) y luego por elución química, por flujo descendente; (c) en esta etapa el lecho de resina es enjuagado por flujo descendente. Puesto que tanto el agua como el regenerante fluyen en la misma dirección, el agua que abandona la unidad está en contacto con la resina cuando el nivel de iones contaminantes de ésta es un máximo, de modo que tanto la calidad como la eficiencia se ven afectadas.
- 6.14.1.2. El lecho intercambiador de iones tiene una capacidad considerablemente superior a la que es empleada, ya que se requeriría una cantidad excesiva de regeneradores químicos para establecer la resina completamente a la forma iónica, lo que sería antieconómico.
- 6.14.1.3. A causa de la operación cíclica por flujo paralelo de agua y regenerante, por lo común es pobre la utilización química en la regeneración de las resinas de intercambio iónico. Este inconveniente es más acusado en las resinas fuertes, los intercambiadores de cationes del tipo sulfónico y los intercambiadores de aniones de amoníaco cuaternario.
- 6.14.1.4. La mayor parte de los materiales de intercambio iónico empleados en el tratamiento del agua tienen dimensiones efectivas que fluctúan entre 20 y 50

mallas, o sea, alrededor de 0.5 mm. Esto hace que el lecho de intercambio iónico sea muy efectivo, característica que tiene tanto ventajas como desventajas. Esta capacidad de filtración se combina con las propiedades de intercambio iónico en el diseño de los sistemas de pulido de los condensados industriales que usan lechos intercambiadores iónicos. Pero la capacidad de filtrado también produce atascamientos y corridas de operación impredecibles.

Los intercambios iónicos que pueden ser utilizados son:

#### **6.14.2. Intercambio del Ciclo de Hidrógeno**

Proceso químico práctico para la eliminación de sodio, potasio y amoníaco, cuyas sales son solubles en grado extremo y otros cationes. Puede regenerarse con ácido sulfúrico.

El diseño del equipo es simple, y consta de un armazón de acero que soporta el lecho intercambiador de iones provisto de tuberías y válvulas que permiten las operaciones esenciales de ablandamiento, retrolavado, ensalmuerado y enjuagado y de instrumentos que permitan al operario conocer oportunamente el agotamiento del lecho, de manera que este pueda ser regenerado antes de que la calidad del efluente se encuentre por debajo de los límites aceptables. Incluyen un medidor de flujo de agua provisto con frecuencia de una alarma de modo que cuando el total del flujo correspondiente a la capacidad del lecho ha sido alcanzado, este sea regenerado. Unidades más complejas incluyen analizadores automáticos de dureza, requeridos cuando se desean límites más elevados en la calidad.

#### **6.14.3. Procesos con Intercambio de Aniones**

Es un proceso simple y práctico para reducir la alcalinidad sin el empleo de ácidos. Ya que el intercambiador es regenerado con una salmuera de cloruro de sodio, el tratamiento químico es muy simple. La forma cloruro del intercambiador de aniones elimina tanto el sulfato como el carbonato.

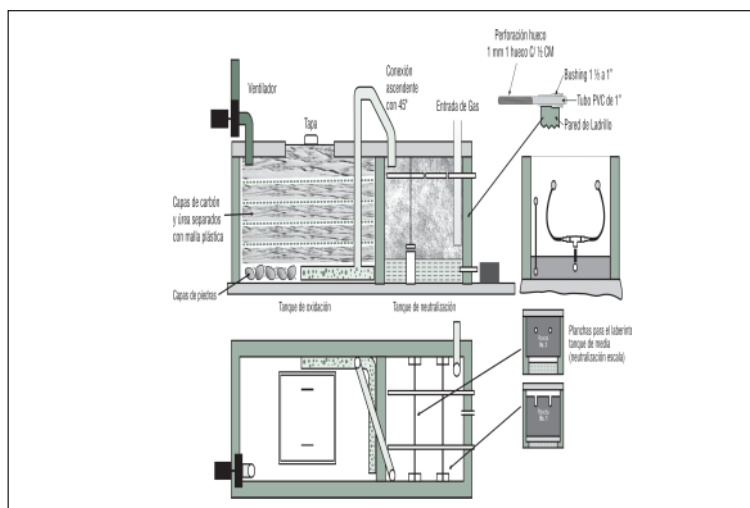
La elección de la resina de intercambio depende de la composición de la solución a tratar y debe tenerse en cuenta el PH de la misma, puesto que se deben trabajar con PH's neutros, previo al proceso de contacto con la resina apropiada debe acondicionarse el mismo.

### **6.15. CAMBIOS TECNOLOGICOS**

Se propone eliminar la etapa de Pulimento químico con Cianuro e implementar tecnologías que permitan la eliminación de reactivos nocivos con el medio.

Existen actualmente en el mercado equipos muy eficientes que permiten el desarrollo de estas actividades sin alterar el medio que lo rodea y obteniendo piezas muy bien trabajadas en tiempos más cortos. Entre estos, se encuentra el EQUIPO DE

ELECTROPULIDO SIN CIANURO (Figura 20), que permite como su nombre lo indica efectuar el pulimento a la pieza sin utilizar Cianuro.



**Gráfico 26. Equipo de electropulido sin Cianuro**

Este equipo tiene presentaciones para capacidades de 10 y 25 litros. El equipo de 10 litros tiene un costo aproximado de \$8.600.000 pesos y cada litro de líquido cuesta 31.500 pesos.

## 6.16. PLANES DE MANEJO AMBIENTAL

En los municipios en donde existen unidades mineras, el Ministerio del Medio Ambiente en convenio con las corporaciones autónomas regionales, vienen adelantando estudios sobre exploración minera en la mayoría de los casos y recuperación del mercurio en la explotación aurífera. El DAMA en convenio con la asociación de joyeros de Bogotá realizó un diagnóstico de la incidencia ambiental de la Joyería dando como resultado la baja contaminación del medio ambiente por vertimientos en las prácticas de la Joyería. La Universidad Industrial de Santander, en el Nodo de producción más limpia de Santander, realizó un diagnóstico ambiental para la producción Joyera.

El Ministerio del Medio Ambiente en convenio con las corporaciones Regionales Autónomas de los departamentos de Antioquia, Valle, Amazonas, Cauca y Nariño, viene desarrollando unas guías para la exploración del oro de pequeños mineros, que sirven como referencias técnicas para la gestión de proyectos en minería. No se han desarrollado guías para la explotación, beneficio y transformación del oro. De los 22 municipios relacionados dentro del estudio, 4 cuentan con una unidad minera que regula la contaminación por vertimientos de mercurio en la extracción del oro.



7

**Tendencias**

# 7. Tendencias

---

## 7.1. VISION DE LA CADENA PRODUCTIVA DE LA JOYERIA

Para el año 2015 la Cadena Productiva de la Joyería se consolidara como la principal productora y exportadora de joyas de Colombia y motor de progreso socio-económico regional, siendo la asociatividad una de sus estrategias competitivas para suministrar al mercado productos innovadores de alta calidad y con identidad de Diseño. Todo esto se lograra gracias a la implementación de mano de obra competente, al uso apropiado de la tecnología, el conocimiento y al desarrollo de efectivos canales para la comercialización Nacional e Internacional; bajo condiciones que permitan el desarrollo sostenido de la región, en un ambiente de integración del sector privado-publico y de las entidades que brindan soporte a la Cadena.

La fundición o casting prevalece como técnica e implementación tecnológica en los diferentes núcleos de artesanos, ya que provee grandes volúmenes de producción y facilita el trabajo en la reproducción de piezas.

A nivel internacional, Hong kong se posiciona del mercado externo, con gran volumen de producción y calidad en piezas armadas utilizando mano de obra calificada, altas tecnologías y diseño. En Italia se encuentran núcleos de artesanos especializados en diferentes áreas de producción, con maquinas y herramientas.

Dentro de las tendencias tecnológicas internacionales, esta la gran producción de cadenería en trefiladotas de alta potencia, uso de torno computarizado y soldadura liquida entre otras.

Aparece la Joyería contemporánea con mezcla de materiales tanto metálicos como minerales y vegetales al igual que la implementación de metales “contemporáneos” o industriales tales como el niobio, aluminio y titanio.

De otro lado, por el gran abastecimiento de metales excedentes de la explotación Rusa en platino y paladio, se presenta el auge de la Joyería en plata, condicionada por su bajo costo, gran oferta y demanda.



## 8. Glosario

---

- **ADEL:** Agencias de Desarrollo Económico Local
- **ALUVION:** Depósitos formados por la destrucción de rocas y minerales primarios que han sido transportados por corrientes de agua y depositados en el lugar actual.
- **ARBOL EN CERA:** Conjunto de piezas en cera que se ubican sobre un vástago central en forma de árbol.
- **BISUTERIA:** Industria que produce objetos de adorno, hechos de materiales no preciosos.
- **BULLION:** Es el producto de metal precioso sólido que se obtiene directamente del proceso de copelación.
- **CASTING:** Proceso de fundición a la cera perdida.
- **CDP:** Centro de Desarrollo Productivo.
- **CIIU:** Código Internacional Industrial Uniforme.
- **CLUSTER:** Una concentración sectorial y geográfica de empresas que producen y venden un mosaico de productos relacionados o complementarios y en consecuencia se enfrentan con retos comunes y oportunidades.
- **ENGASTAR:** Encajar y embutir una cosa en otra.
- **ESCORIA:** Sustancia vítrea que sobrenada en el crisol de los hornos de fundir metales.
- **FILIGRANA:** Trabajo de orfebrería realizado con hilos de oro o plata unidos y soldados con gran perfección y delicadeza.
- **FILON:** Masa metalífera o pétreo que rellena una antigua quiebra de las rocas de un terreno.
- **LIXIVIACION:** Proceso de separación o recuperación de metal precioso en fluidos de muy baja ley utilizando un elemento que separe el metal precioso de los demás elementos presentes en el liquido (carbón activado).
- **MESA WILFLEY:** Mesa vibradora que se utiliza para separar el oro granulado (finos) de otros minerales (Vía húmeda).
- **MICROFUSION:** Proceso para reproducir por fundición piezas a partir de un patrón en cera.
- **PERCOLACION:** Es la circulación vertical de un fluido a través de una zona de infiltración.
- **QUILATE:** Unidad de peso para el oro y las piedras preciosas, que equivale a 200 mg.
- **RODINAR:** Proceso galvánico en el que se aplica rodio a las piezas de joyería en blanco para mantener el color y brillo.





## 9. Bibliografía

---

1. CDP de Joyería  
Documento Acuerdo de Competitividad de la Cadena Productiva de la Joyería de Santander.  
Bucaramanga, Abril 30 - 2004-06-03  
Pág. 42 – 52; Pág. 30; Pág. 9; Págs. 20 – 26; Págs. 4 – 5; Pág. 9; Pág. 16; Pág. 57
2. Ministerio de Comercio Industria y Turismo  
Política Nacional de Apoyo a la Cadena Productiva de la Industria de la Joyería, Metales, Piedras Preciosas y Bisutería en Colombia.  
Bogota, Junio 4 – 2003  
Pág. 5 – 8; Págs. 9 – 17; Págs. 20 – 22; Págs. 23 – 27; Págs. 29 - 30
3. Acuerdo de Competitividad para la Cadena Productiva del Sector Joyería de Santander, Productos Intermedios 2.4 y 2.5  
Bucaramanga, Diciembre – 2003  
Págs. 30 – 33; Págs. 8 – 11; Págs. 18 – 20; Págs. 34 – 37; Pág. 21; Págs. 5-6; Págs. 5 – 6 ; Págs. 10 – 11; Págs. 16 – 17; Págs. 20 – 30; Pág. 7; Págs. 30 – 32
4. CDP de Joyería  
Análisis del Perfil del Joyero de Bucaramanga y su Área Metropolitana  
Bucaramanga, 2003  
Págs. 11–12; Pág. 12 - 14
5. Clasificación Nacional de Ocupaciones SENA, Ultima Edición 2004  
Áreas Ocupacional 7 y 8
6. Caracterización Ocupacional del Sector Artesanal  
SENA, Cúcuta, 2003  
Pág. 145 –147; Págs. 156 y 159; Págs. 168 – 169; Pág. 93
7. CDP de Joyería  
Informe de actualización tecnológica CDP,  
Bucaramanga, 2003  
Págs. 2 – 4; 56 – 58
8. Nodo Regional de Producción mas limpia de Santander  
Diagnostico Ambiental del Sector Joyería  
UIS – CDMB  
Bucaramanga 2000  
Págs. 47 - 70



Este libro se terminó de imprimir  
en los Talleres de Nuevas Ediciones Ltda.  
Bogotá, D.C. - Colombia  
2003

