

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**“PROCESO DE RECUBRIMIENTO METÁLICO PARA
ARTÍCULOS DE BISUTERÍA”**

INFORME

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO QUÍMICO**

PRESENTADO POR

NELISA VASQUEZ FERNANDEZ

ASESOR

ING° JULIO CÉSAR CALDERÓN CRUZ

CALLAO – ENERO – 2015

PERÚ

PRÓLOGO DEL JURADO

El presente Informe fue Expuesto por la señorita Bachiller **VASQUEZ FERNANDEZ NELBA LUZ** ante el **JURADO DE EXPOSICIÓN DE INFORME** conformado por los siguientes Profesores Ordinarios :

ING°	JUAN MEDINA COLLANA	PRESIDENTE
ING°	POLICARPO SUERO IQUIAPAZA	SECRETARIO
ING°	LEONARDO CARLOS PEREYRA	VOCAL
ING°	JULIO CALDERÓN CRUZ	ASESOR

Tal como está asentado en el Libro de Actas N° 2 de Exposición de Informes Folio N° 3 y Acta N° 198 de fecha **DIEZ DE NOVIEMBRE DE 2014**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico en la Modalidad de Titulación de Informe, de conformidad establecido por el Reglamento de Grados y Títulos aprobado por Resolución N° 082-2011-CU de fecha 29 de abril de 2011 y N° 221-2012-CU de fecha 19 de setiembre de 2012

ÍNDICE

	Pag	
I	INTRODUCCIÓN	01
II	RESEÑA DE LA EMPRESA	03
	2.1 POLITICA DE LA EMPRESA	04
III	OBJETIVOS	05
	3.1 OBJETIVO GENERAL	05
	3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	05
IV	RESUMEN	06
V	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	08
	5.1 DISEÑO	08
	5.2 DEFINICIÓN DE BISUTERÍA	09
	5.3 ALEACIONES DE METALES BLANCOS UTILIZADAS EN BISUTERIA (NUEVOS PELTRES)	10
	5.4 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS PRINCIPALES METALES BLANCOS UTILIZADOS PARA BISUTERÍA	11
	5.5 PROCESO DE FUNDICIÓN UTILIZADO EN LA ELABORA- CIÓN DE JOYAS	12
	5.6 FUNDICIÓN CENTRIFUGA EN MOLDES DE CAUCHO NEGRO	12
	5.7 TIPO DE MOLDE USADO Y VULCANIZACIÓN	15
	5.8 CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE DE CAUCHO NEGRO	15
	5.9 PULIDO DE ARTÍCULOS	17
	5.10 COLGADO DE ARTÍCULOS	19
	5.10.1 RECUBRIMIENTOS ELECTROLÍTICOS	19
	5.10.2 RECUBRIMIENTOS METÁLICOS	26
	5.10.2.1 DECAPADO	26
	5.10.2.2 DESENGRASE ELECTROLÍTICO	27
	5.10.2.3 COBREDO ALCALINO	28
	5.10.2.4 COBREDO ACIDO	29
	5.10.2.5 NIQUELADO BRILLANTE	31
	5.10.2.6 NIQUELADO MATE	33
	5.10.2.7 NIQUELADO NEGRO	34
	5.10.2.8 BRONCE BLANCO	35
	5.10.2.9 BRONCE AMARILLO	36
	5.10.2.10 LATON AMARILLO	38
	5.10.2.11 PRE PLATEADO	39
	5.10.2.12 PLATEADO BRILLANTE	40
	5.10.2.13 ORO BRILLANTE	41

	Pag
5.10.2.14 ORO ÁCIDO	42
5.10.2.15 ORO ALCALINO	43
5.10.2.16 ACABADOS ENVEJECIDOS	44
5.10.2.17 COBRE Y LATON ENVEJECIDOS	44
5.10.2.18 PLATA ENVEJECIDA	45
5.10.2.19 LAQUEADO	46
5.10.2.20 LAQUEADO ELECTROLÍTICO	46
5.10.2.21 LAQUEADO POR INMERSIÓN	47
VI ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA EMPRESA	51
6.1 ACTIVIDADES COTIDIANAS	51
6.1.1 CONTROL DE PROCESOS DE BAÑOS GALVÁNICOS	51
6.1.2 SUPERVISIÓN DE LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO CUANTITATIVO	57
6.1.3 ELABORACIÓN DE LAS SALES CIANURADAS DE PLATA	64
6.2 APORTES REALIZADOS EN BENEFICIO DE LA EMPRESA	64
6.2.1 IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO PARA ANÁLISIS QUÍMICOS Y ENSAYOS DE CELDAS HULL	65
6.2.1.1 NORMALIZACIÓN	65
6.3 INSTRUCTIVOS DE ANÁLISIS QUIMICOS PARA EL LABORATORIO	68
6.3.1 INSTRUCTIVO DE ANÁLISIS PARA DETERMINAR PLATA METÁLICA Y CIANURO LIBRE EN EL BAÑO DE PLATEADO	68
6.3.2 INSTRUCTIVO DE ANÁLISIS PARA LA DETERMINACIÓN DE COBRE EN EL BAÑO DE PLATEADO	71
6.3.3 INSTRUCTIVO DE ANÁLISIS PARA LA DETERMINACIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO O DE POTASIO EN EL BAÑO DE PLATEADO	73
6.3.4 INSTRUCTIVO DE ANÁLISIS PARA LA DETERMINACIÓN DE CIANURO LIBRE Y COBRE METÁLICO EN EL BAÑO DE COBREADO ALCALINO	75
6.3.5 INSTRUCTIVO DE ANÁLISIS PARA LA DETERMINACIÓN DE SULFATO DE COBRE Y ÁCIDO SULFÚRICO EN EL BAÑO DE COBREADO ÁCIDO	78
6.3.6 INSTRUCTIVO DE ANÁLISIS PARA LA DETERMINACIÓN DE SULFATO DE NÍQUEL Y ÁCIDO BÓRICO EN EL BAÑO DE NIQUELADO BRILLANTE	80

	Pag
6.3.7 PREPARACIÓN DE SOLUCIONES VALORADAS E INDICADORES PARA LA REALIZACIÓN DE LOS ANÁLISIS QUÍMICOS CUANTITATIVOS	84
6.3.8 DETERMINACIÓN DE ADITIVOS (ABRILLANTADORES) MEDIANTE EL ENSAYO DE CÉLULAS HULL	88
6.3.8.1 ÁNODOS PARA LOS ENSAYOS DE CÉLULAS HULL	89
6.3.8.2 CÁTODOS PARA LOS ENSAYOS	89
VII EVALUACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	94
7.1 PREPARACIÓN DE LAS SOLUCIONES	94
7.1.1 TABLA COMPARATIVA DEL BAÑO DE COBRE ALCALINO	94
7.1.2 TABLA COMPARATIVA DEL BAÑO DE COBRE ÁCIDO	95
7.1.3 TABLA COMPARATIVA DEL BAÑO DE NÍQUEL BRILLANTE	96
7.1.4 TABLA COMPARATIVA DEL BAÑO DE BRONCE BLANCO	97
7.1.5 TABLA COMPARATIVA DEL BAÑO DE BRONCE AMARILLO	98
7.1.6 TABLA COMPARATIVA DEL BAÑO DE PRE PLATA	99
7.1.7 TABLA COMPARATIVA DEL BAÑO DE PLATA BRILLANTE	100
7.1.8 TABLA COMPARATIVA DEL BAÑO DE ORO ÁCIDO	101
7.1.9 TABLA COMPARATIVA DEL BAÑO DE ORO ALCALINO	102
7.2 TABLA COMPARATIVA DEL BAÑO DE LACA ELECTROLÍTICA	103
VII CONCLUSIONES	104
VIII RECOMENDACIONES	106
IX BIBLIOGRAFIA	108

I INTRODUCCION

Desde hace muchos años se aplica el tratamiento electrolítico a las superficies de infinidad de objetos mediante el empleo de los procesos de galvanotecnia. Estos tratamientos electrolíticos, se realizan dentro de unas cubas adecuadas que contienen la solución denominada baño electrolítico en el cual se aplica corriente eléctrica continua a través de las piezas en proceso y otros electrodos que puede ser ánodos o cátodos según el proceso que se realice.

Las joyas han constituido artículos que han adornado a los seres humanos considerándose un complemento del bienestar estético y humano. La fabricación de bisutería se incrementó a partir de los años sesenta, fue cuando se puso de moda portar collares, pulseras, gargantillas y otros ornamentos de fantasía. Asimismo, fue durante estos años cuando la micro y pequeños empresarios decidieron instalar sus pequeños talleres.

La fabricación de bisutería enfocada a la ornamentación del cuerpo, generalmente en mujeres, se debe caracterizar por ser atractiva, de "buen gusto" y con precios accesibles. Estos objetos deben contar con ciertas propiedades, como textura, suavidad, color adecuado, peso ligero, combinación de material y principalmente, por ser un artículo de moda. Actualmente, para la fabricación de bisutería se cuenta con tecnologías avanzadas, así como una amplia gama de máquinas inyectoras que han agilizado el proceso productivo, incrementando la producción y reduciendo los costos operativos.

A nivel mundial y latinoamericano el Perú se ubica entre los primeros productores de diversos metales, (oro, plata, cobre, plomo, zinc, hierro, estaño, molibdeno, telurio, entre otros), lo cual es reflejo no sólo de la abundancia de recursos y la capacidad de producción de la actividad minera peruana, sino de la estabilidad de las políticas económicas en nuestro país.

Por eso es importante trabajar en el logro de derivados que resulten rentables para la economía. Las joyas y bisutería son una alternativa si cumplen con la calidad y acabados finales.

II RESEÑA DE LA EMPRESA

C y A Fabrica de Fantasía Fina SAC es una empresa que inicia sus labores en el año 1997, se encuentra ubicada en la Provincia Constitucional del Callao, dedicada al rubro de fabricación y elaboración de productos de fantasía (collares, aretes, pendientes, pulseras etc.) Con acabados brillantes (oro brillante, plata brillante, etc.)

La producción elaborada o fabricada es hecha para clientes de venta por catálogo de mercado nacional e internacional cumpliendo con las exigencias de calidad que estos requieren.

Razón Social : C y A Fábrica de Fantasía Fina SAC

Dirección : Jr. Lambayeque N° 300 Bellavista – Callao

RUC : 20343017279

Directivos Gerente General Castillo Cavalcanti Juan Carlos

Pdte. Directorio Castillo Eguiluz Pedro Alberto

2.1 POLITICA DE LA EMPRESA

C y A Fabrica de Fantasía Fina SAC es una empresa que está comprometida con el diseño, fabricación y comercialización de joyería y afines a nivel mundial con productos innovadores y estilo propio alcanzando la excelencia operacional aplicando la mejora continua a nuestros procesos y sistemas de gestión, brindando satisfacción a nuestros clientes y consumidores generando bienestar y calidad de vida a nuestros trabajadores y proveedores aplicando a nuestras actividades seguridad y salud ocupacional así como el cuidado del medio ambiente.

III OBJETIVOS

3.1 OBJETIVOS GENERALES

Dar a conocer el proceso de fabricación de productos de fantasía fina o bisutería desde el diseño del producto hasta el acabado final con aplicaciones de perlas, piedras, cabuchones y pintura epóxica.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1) Fabricar y elaborar un producto de fantasía fina con los estándares de calidad que el mercado nacional e internacional requiere
- 2) Aprovechar las ventajas naturales que ofrece el país en la producción de productos artesanales para diseños innovadores en bisutería
- 3) Realizar evaluaciones de control para el mejoramiento continuo
- 4) Planear metodologías de trabajo idóneas para la producción
- 5) Aplicar sistemas de innovación y tecnología en el proceso de producción de bisutería

IV RESUMEN

Para obtener joyas de buena calidad se debe de considerar el control adecuado de la calidad de los insumos utilizados desde el inicio del proceso (fundición del metal), hasta la etapa final además debe controlarse el tiempo adecuado de todas las operaciones en todas las etapas del proceso.

Los baños electrolíticos empleados para la obtención de los recubrimientos brillantes exigen cuidados y controles especiales que no se requieren en los baños clásicos.

Los análisis químicos de los baños electrolíticos se realizan mediante un ensayo denominado Célula Hull, el cual no solamente informa acerca del exceso o defecto de los abrillantadores orgánicos empleados si no que indica además, de una manera general cualquier anomalía que pueda presentar el baño.

En las aplicaciones electrolíticas, es necesario conocer con exactitud la composición de los baños y sus condiciones de trabajo, es decir, la densidad de corriente, la temperatura, el pH, etc. que permitan un resultado de calidad.

En la medida que se incorporen mejores equipos para las líneas de producción se obtendrán mejores resultados de mejor calidad, en la fabricación de joyas es imprescindible trabajar de manera precisa dado que la forma y diseño de la variedad de

productos nos lo exige. Podemos recalcar que el factor humano es muy importante en el logro de los objetivos del proceso de fabricación que van desde el diseño hasta el acabado final.

La fabricación de un artículo de bisutería (fantasía fina) implica varios procesos de producción, pero podemos acotar que consta de un proceso previo que es el diseño del producto en sí. Esta fabricación por lo general requiere de un proceso de centrifugado del metal, pulido, colgado, recubrimientos metálicos para conferirle luego diferentes tipos de acabados.

V FUNDAMENTOS TEORICOS

5.1 DISEÑO

El diseño es la concepción de una idea, de algún modelo en especial, que luego deberá ser materializado obteniendo un producto que será trabajado coordinadamente con el área de galvánica, a fin de elaborar conjuntamente las formas y ensambles más convenientes para ser bañados.

Solo mediante esta íntima colaboración se podrá eliminar los problemas y dificultades de los que por lo general siempre es víctima el último manipulador en la fabricación del artículo, es decir la sección de galvanotecnia.

El bosquejo de la idea concebida es entregado al joyero quien se encargará de desarrollar el patrón madre o prototipo el cual será ubicado adecuadamente en unos moldes de caucho y/o silicona que luego serán vulcanizados.

Todo este proceso se desarrollará con la finalidad de obtener moldes que permitirán la fabricación en serie de las joyas. Se deberá observar que los moldes obtenidos presenten buena definición de la joya a producir, así mismo se deberá cuidar que las venas o canales del metal estén perfectamente definidas.

5.2 DEFINICIÓN DE BISUTERÍA

Se denomina bisutería (o Joyería de Fantasía Fina) a la industria que produce objetos o materiales de adorno que imitan a la joyería pero que están hechos de metales no preciosos.

La bisutería suele usar materiales muy diversos, desde metales en base de estaño hasta los alambres de latón. Los objetos confeccionados con metales o sus aleaciones suelen llevar un recubrimiento de metal precioso, como el oro o la plata.

Dependiendo de la calidad del recubrimiento un adorno de bisutería fina, de este tipo, puede llegar a ser prácticamente indistinguible de una joya. Los metales preciosos suelen ser muy densos y por tanto las pequeñas piezas que se elaboran con ellos para su tamaño son bastante pesadas (Joyería)

En cadenas y colgantes se suele usar el latón recubierto con capas de oro de entre 1 á 5 micras de espesor para evitar la formación de alteraciones epidérmicas provocadas por reacciones de tipo alérgico.

Hoy en día, también se engloban dentro de la bisutería, aquellas piezas que están elaboradas con piedras con cierto parecido a las gemas, pero que no llegan a ser piedras preciosas, engarzadas con metales.

5.3 ALEACIONES DE METALES BLANCOS UTILIZADAS EN BISUTERIA (NUEVOS PELTRES)

Los metales blancos son aleaciones ligeras de color blanquecino, utilizados como base para adornos, joyería de fantasía fina u otros, las aleaciones a base de estaño son usadas para la fabricación de rodamientos, figuras en miniatura, tapones fusibles y algunas medallas.

La fabricación de los metales blancos o también conocidos como nuevos peltres, está determinada por la norma ASTM 89645, en donde señala la composición química de estas aleaciones tal y como lo presentado en el cuadro de abajo proporcionado por la empresa ZINSA. Algunos de los metales que componen la aleación de metal blanco son el antimonio, estaño, plomo, cadmio, bismuto y zinc.

No todos estos metales se encuentran en todas las aleaciones de metal blanco, pero se mezclan para lograr características fisicoquímicas requeridas. También se puede afirmar que por un tema de costos en la producción de los artículos de bisutería se está utilizando una aleación de metal conocida como zamac la cual es adecuado en la fabricación para estos artículos que se adecua a la producción por gravedad centrífuga y por inyección.

5.4 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS PRINCIPALES METALES BLANCOS UTILIZADOS PARA BISUTERÍA

TABLA N° 1
TABLA DE COMPOSICIÓN DE ALEACIONES DE ZINC

Elemento	Metal Blanco (Aleación de Estaño)				Aleación tipo Zamak							
	36%	36% (1)	92%(1)	92%(2)	Zamak 2	Zamak 3	Zamak 5	Zamak 7	ZA-8	ZA-12	ZA-27	Tonsul
					Verde	Amarillo	Negro		Azul		Morado	
Al	Min				3.9	3.9	3.9	3.9	8.2	10.8	25.5	3.90
	Max		0.0010	0.0010	4.2	4.2	4.2	4.3	8.8	11.5	28.0	4.10
Mg	Min				0.035	0.035	0.035	0.010	0.02	0.02	0.012	0.50
	Max				0.05	0.06	0.06	0.020	0.03	0.03	0.020	0.60
Cu	Min				2.7		0.7		0.9	0.5	2	2.75
	Max	0.0020	0.0020	0.0040	3.3	0.03	1.1	0.10	1.3	1.2	2.5	3.10
Ni	Min							0.005				
	Max	0.0010	0.0010	0.0020	0.001	0.001	0.001	0.020	0.001			
Fe	Min											
	Max	0.0020	0.0020	0.0020	0.020	0.020	0.020	0.075	0.035	0.05	0.07	0.035
Pb	Min	Balance	Balance	Balance	3.5000							
	Max				4.5000	0.003	0.003	0.0030	0.0030	0.005	0.005	0.0030
Cd	Min	2.8000	3.0000	1.2000								
	Max	3.2500	3.3000	1.8000								
Si	Min											
	Max				0.02	0.02	0.02		0.035	0.05	0.07	0.02
Sn	Min	35.500	35.500	91.500	91.500							
	Max	36.500	36.500	92.500	92.500	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001
Sb	Min	2.9000	2.4000	2.2000	3.5							
	Max	3.3000	2.6000	2.8000	4.5000							
Ag	Min											
	Max	0.0010	0.0010									
As	Min											
	Max	0.0010	0.0010									
Bi	Min											
	Max	0.0050	0.001		0.0100							

Fuente ; Zinc Industrias Nacionales S.A

Fuente: Industrias Electroquímicas

Los valores de composición de Aleaciones zamak, han sido resumidos de la siguientes normas:

Especificación Química : Norma ASTM B240-07

Composición Química : Norma ASTM BS EN 1774-99

Código de Colores : Norma ASTM B908-03

La aleación Tonsul, no esta incluida en la Norma ASTM B 240-07

Fuente : Zinc Industrias Nacionales S.A.

5.5 PROCESO DE FUNDICIÓN UTILIZADO EN LA ELABORACIÓN DE JOYAS

El método de fundición empleado para la elaboración de piezas de Joyería de Fantasía Fina es la de Fundición Centrífuga en Moldes de Caucho Negro (Spin Casting) A continuación se procederá a describir el proceso.

5.6 FUNDICIÓN CENTRIFUGA EN MOLDES DE CAUCHO NEGRO

La fundición centrífuga es un método que utiliza la fuerza centrífuga para producir piezas fundidas a partir de un molde de caucho (negro) El material de fundición por lo general es el Metal Blanco o Zamac. Una vez fundido este metal, se vierte a través de un orificio en la parte superior de la máquina centrífuga que conecta con el centro del molde, el molde lleno de metal gira a grandes velocidades hasta que el metal llene las cavidades del molde y quede completamente solidificado.

Existen algunos defectos tales como las rebabas que se presentan en las piezas fundidas por el método de fundición centrífuga. Este defecto se controla manipulando principalmente las variables de la máquina centrífuga, una posible alternativa para eliminar el defecto sería: bajar la velocidad de centrifugado y aumentar la presión, en este punto depende mucho la experiencia de la persona que opera la máquina centrífuga.

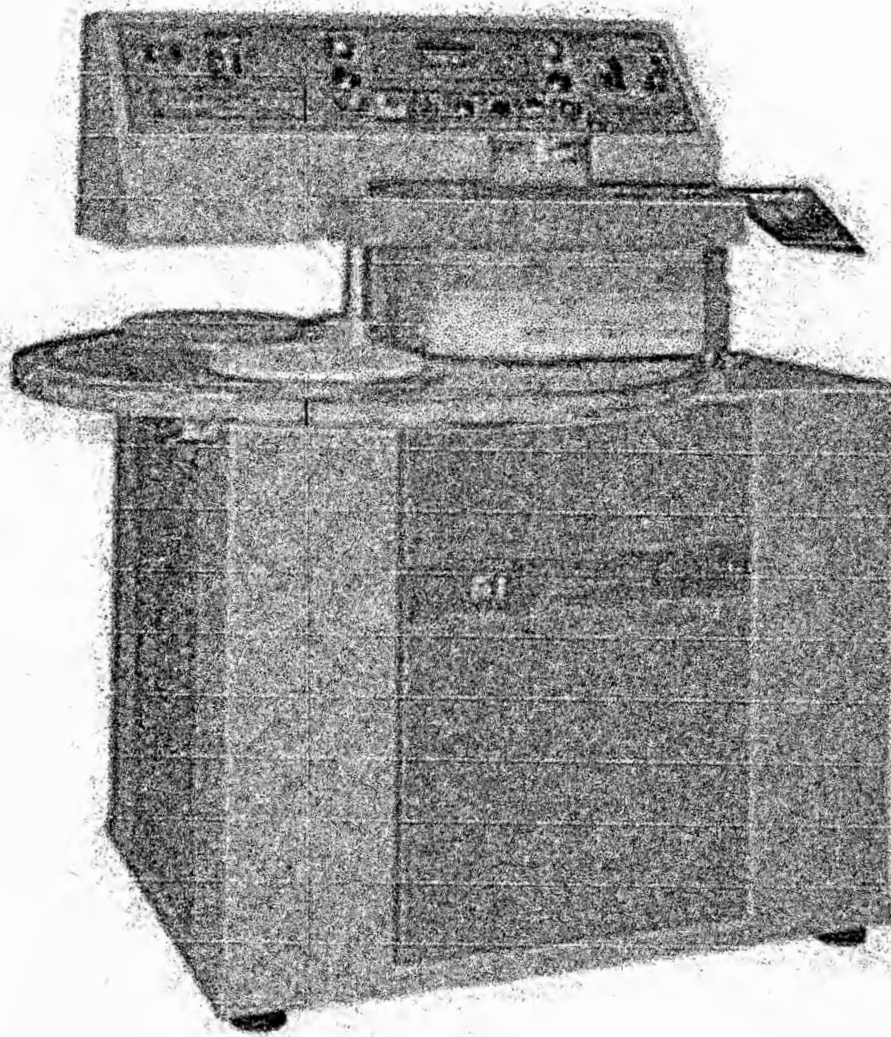
FIGURA N° 1
FUNDICIÓN DE METAL



Fuente : Propia

FIGURA N° 2

MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA CENTRÍFUGA DE UN PLATO



Fuente : Catálogo New Technology for your Creativity, Pág. 8 www.nicem.eu Italian technology

5.7 TIPO DE MOLDE USADO Y VULCANIZACIÓN

El tipo de molde utilizado en el proceso de fundición centrífuga es el molde de caucho negro. La vulcanización es un paso esencial que se produce a la mitad del proceso de fabricación de moldes. Antes de la vulcanización, el molde de caucho negro es suave y maleable. Debido a la naturaleza arcillosa en esta etapa, el molde se puede cortar fácilmente de forma irregular para dar cabida a los modelos.

El molde de caucho negro es vulcanizado para su endurecimiento, pudiendo así ser resistente para la colada.

5.8 CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE DE CAUCHO NEGRO

El molde de caucho negro está hecho a base de agregado de humo y otros componentes, la composición exacta de estos es el Know How del proveedor.

El diámetro del molde es de 9" y para usarlo, se coloca el molde elaborado en la base de la máquina centrífuga y se procede a programar los parámetros a la máquina centrífuga para luego introducir el metal líquido. La gran ventaja de utilizar el molde de caucho negro es su bajo precio, su gran dureza y el buen acabado superficial que le da a las joyas de fantasía fina.

Las características más relevantes del molde de caucho negro son las siguientes :

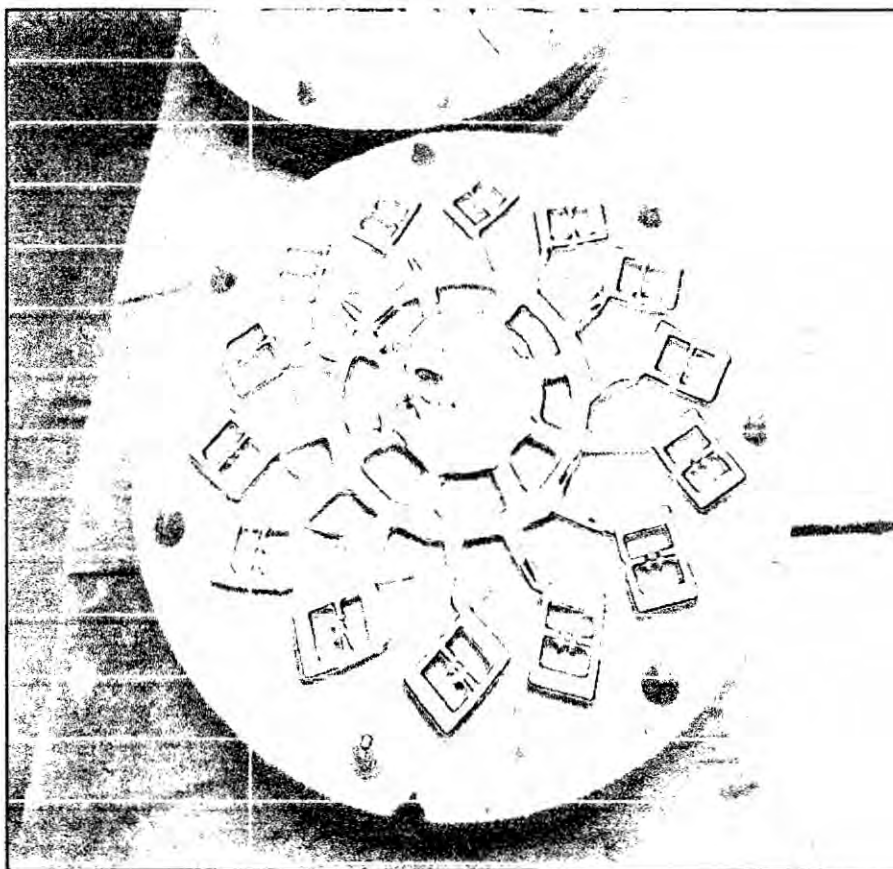
TABLA N° 2

PROPIEDADES FÍSICAS	MEDIDAS
DUREZA	60 – 65 Shore A
COLOR	NEGRO
DIÁMETRO	9 Pulgadas
ESPESOR	1,5 Pulgadas

Fuente : Tecnogum S.A.

FIGURA N° 3

MOLDE DE CAUCHO NEGRO CON PIEZAS FUNDIDAS



Fuente : Empresa C y A Fábrica de Fantasía Fina SAC

5.9 PULIDO DE ARTÍCULOS

Esta operación puede destacar dos tipos de pulidos :

- a) **Pulido Mecánico.**- Se realiza de forma manual empleando maquinas pulidoras, las piezas se ponen en contacto con el disco en movimiento impregnada del material abrasivo adecuado, produciendo esta fricción una serie de rayas que nivelan poco a poco su superficie.

De esta manera se consigue una superficie uniforme, para ser sometida a un pulido posterior mucho más fino.

- b) **Pulido a Granel.**- Las piezas son colocadas en unas máquinas vibradoras que mediante el roce con piedras abrasivas y la adición de los líquidos humectantes permiten obtener un mejor pulido (lijado o abrillantado). El tiempo empleado en este proceso puede variar entre un mínimo de 20 minutos a un máximo de dos horas dependiendo el tipo de acabado deseado.

Materiales y Equipos utilizados :

- a) Discos de pulir (tela, filtro, lana, etc.)
- b) Pastas y material abrasivo (esmeril de diferentes tipos de grano)
- c) Piedras abrasivas
- d) Líquidos humectantes (elementos tensioactivos)
- e) Maquinas pulidoras

f) Maquinas vibradoras

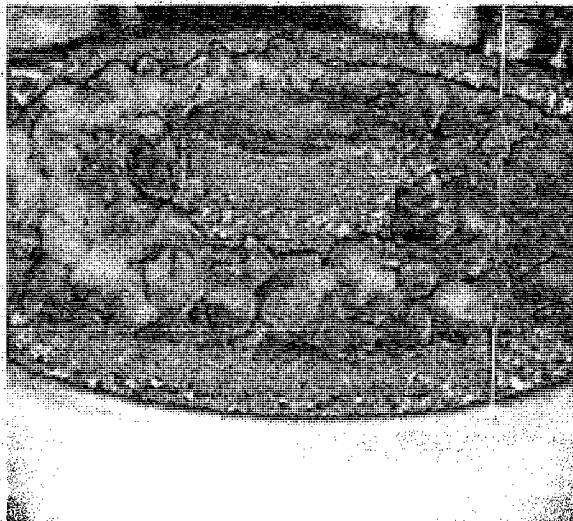
FIGURA N° 4

MÁQUINA VIBRADORA UTILIZANDO PIEDRAS CÓNICAS



Fuente : Propia

FIGURA N° 5



Fuente : Propia

5.10 COLGADO DE ARTÍCULOS

Consiste en colgar las piezas en bastidores utilizando como material conductor el alambre de cobre, estos son contruidos de alambre cuyo diámetro es de aproximadamente $\frac{1}{2}$ pulgada los cuales son aislados por una resina plástica, para poder realizar las operaciones de colgado sin ningún problema y de paso que no contaminen las soluciones electrolíticas.

a) **Bastidores.**- Se les llama también gancheras o soportes que sirven para colocar y mantener la piezas dentro del baño durante la electrolisis, en las condiciones necesarias de posición y contacto eléctrico con la barra catódica o anódica.

La longitud de los bastidores dependerá de la profundidad de la tina, la distancia entre la superficie del baño y la barra catódica, así como la cantidad de piezas que se desea como carga. Las piezas deben quedar sumergidas totalmente dentro del baño a una distancia mínima de 50 á 70 mm por debajo de la superficie y 150 mm del fondo.

5.10.1 RECUBRIMIENTOS ELECTROLÍTICOS

El principio básico de los procesos de recubrimientos electrolíticos consiste en la conversión del metal del ánodo en iones metálicos que se distribuyen en la solución. Estos iones se depositan en el cátodo (pieza que será recubierta) formando una capa metálica

en su superficie. Existen en galvanotecnia procesos en los cuales el metal se deposita sin fuente externa de corriente eléctrica.

En ambos procesos de recubrimientos la capa depositada forma cristales metálicos. En función del tipo de estructura cristalina se derivan las diferentes propiedades del recubrimiento y así los campos de aplicación más adecuados.

El recubrimiento electrolítico de las piezas se produce casi exclusivamente por inmersión en un baño. Para ello se introducen las piezas en las cubas donde se encuentra el electrolito, se les aplica la corriente como cátodo, se recubren y se secan. Al extraer las piezas del baño arrastran una cantidad del electrolito sobre la superficie de las piezas.

Esa película superficial arrastrada se elimina en un proceso de lavado posterior para que no interfiera en las siguientes operaciones o presente las condiciones de acabado exigidas.

a) Celda Electrolítica Galvanotécnica.- Es un conjunto de elementos conformado por el recipiente, la solución (baño electrolítico) y los electrodos (ánodos y cátodos), donde por acción de cierta cantidad de energía eléctrica externa, se producen una serie de reacciones químicas que dan lugar a la formación de un recubrimiento metálicos sobre el cátodo o simplemente a la formación de una capa de óxido metálico sobre el ánodo
(Ver Figura N° 6)

b) **Principios de la electrodeposición.**- Los principios fueron investigados por Faraday expresándose en los enunciados siguientes :

- 1) El peso (W) de un metal depositado es proporcional a la cantidad de electricidad consumida en un tiempo determinado.

$$W = I \times t$$

Donde :

I : Se expresa en amperios

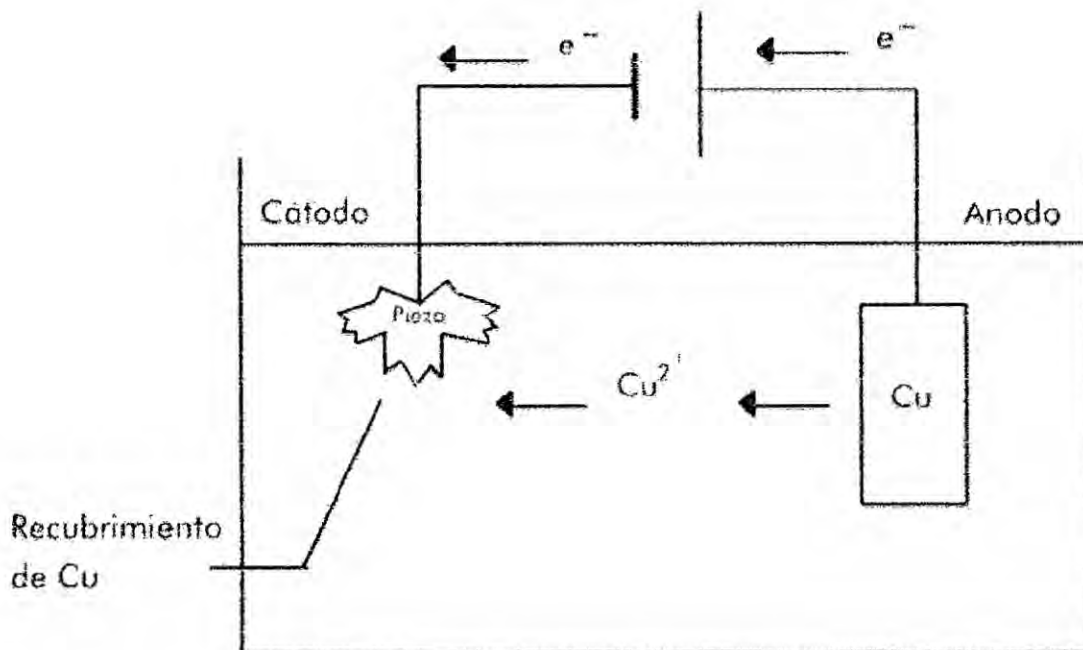
t : Se expresa en segundos

- 2) Para la misma cantidad de corriente, el peso del material depositado es proporcional a sus equivalentes químicos.
- 3) **Potencial de Celda.**- El voltaje (V) entre el ánodos y el cátodo de una celda electrolítica se llama Potencial de Celda, que está constituido por la sumatoria de la diferencia de potencial que existe entre el cátodo y la solución (Z_c), el potencial que cae a través de la solución (Z_s) y la diferencia de potencial entre el ánodo y la solución (Z_a) se puede representar mediante la siguiente ecuación :

$$V = Z_c + Z_s + Z_a$$

La caída de potencial entre el ánodo y el cátodo dependerá de las sales disueltas en la solución, A mayor concentración de sales, la caída de potencial será menor. La diferencia de potencial entre el cátodo, la solución y el ánodo es factor determinante en el comportamiento químico de los electrodos.

FIGURA N° 6



Fuente : Recubrimientos Electrolíticos y Baños Galvánicos. www.istas.net

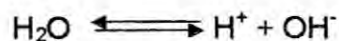
- 4) **Densidad de la Corriente Eléctrica.**- Cuando la corriente eléctrica aplicada a un proceso electrolítico es referida a un área específica, se le denomina Densidad de Corriente, la misma que usualmente se expresa en un cantidad de amperios por el área seleccionada.

Esta puede ser expresada en varias unidades de medida por ejemplo Amp/dm^2 o $\text{Amp}/\text{sq in}$, etc. Los valores de la densidad de corriente que se apliquen durante el proceso están en función del proceso mismo, la composición del baño, la temperatura, la cantidad de piezas, etc. los mismos que deben ser conocidos y tomados en cuenta por el diseñador del proceso y los operadores para una selección correcta.

- 5) **Reacciones Químicas.**- Durante el proceso electrolítico se producen una serie de reacciones químicas de oxidación y reducción, de manera simple podemos explicar las reacciones que se producen cuando se realiza un recubrimiento de cobre sobre una superficie metálica sumergida en un solución de sulfato de cobre.
- 6) El sulfato de cobre en contacto con el agua, se disocia de acuerdo a las siguientes reacciones;



De igual manera el agua se disocia dando origen a la siguiente reacción :



Estos iones pueden existir independientemente unos de otros en la solución, pero siempre deberán estar eléctricamente en equilibrio, es decir que el número de cargas positivas y negativas deber ser iguales.

El proceso completo para la obtención de un recubrimiento metálico suele comprender varias operaciones que podemos agrupar en tres fases :

a) Preparación de las piezas a recubrir.- Es la primera fase y comprende las siguientes operaciones :

- 1) Pulido
- 2) Decapado
- 3) Desengrasado

Las operaciones citadas revisten una importancia capital en las características que presentará el depósito, porque de la preparación de la superficie del metal base dependerá en gran manera el tipo de estructura cristalina del recubrimiento obtenido, pudiendo predecirse que solo podrá ser obtenido éste con cualidades de alto brillo, si las operaciones han sido realizadas con el cuidado y atención debidas.

b) Tratamiento de las piezas en los correspondientes baños galvánicos.- Es la segunda fase comprende el tratamiento de las piezas preparadas en los correspondientes baños galvánicos y consiste generalmente en suspender las mismas en los adecuados bastidores y sumergir el conjunto en soluciones electrolito, sacándolas cuando la electrolisis ha terminado.

Como operación intermedia en los tratamientos de las piezas en los baños sucesivos o después de alguna de las operaciones citadas en la primera fase cabe incluir el lavado y en algunos casos neutralizado.

- c) **Acabado final de las piezas.**- Comprende la operación del pulido abrillantado (que en el caso de los recubrimientos brillantes puede suprimirse) y del secado, además de otras operaciones especiales (pasivado, tratamiento con lacas o esmaltes) que sólo se realizan en algunas ocasiones y para ciertos recubrimientos.

La inspección de los artículos y sus piezas componentes antes de su tratamiento en los baños galvánicos debe ser considerada como de mayor importancia para el buen logro de los tratamientos que le seguirán.

Una vez que el artículo y sus piezas componentes han sido fabricadas con el metal base seleccionado es imprescindible que se proceda a la operación denominada preparación de la superficie o pre tratamiento del artículo, esta preparación tiene por objetivo eliminar toda la presencia física o química existente sobre la superficie del artículo o pieza metálica a tratar, es decir la suciedad de la misma.

Los baños galvánicos son supervisados y monitoreados para controlar el balance químico de sus constituyentes de modo que garantice una adecuada electrodeposición y los espesores permitidos por el cliente.

Los recubrimientos metálicos nos permiten obtener acabados de plata brillante, plata mate, plata envejecida, oro brillante, oro mate, oro rosado, bronce amarillo, etc. Para luego recibir un recubrimiento de protección como es el laqueado electrolítico o laqueado por inmersión.

En esta etapa los productos son trabajadas con perlas, piedras, cabuchones, resinas epóxicas para luego realizar el acabado final de armado de producto terminado y encajado.

5.10.2 RECUBRIMIENTOS METÁLICOS

Los recubrimientos metálicos se desarrollan con la finalidad de otorgar al artículo la presentación solicitada por el cliente, los cuales pueden presentar acabados plateados, dorados, mates, envejecidos etc.

5.10.2.1 DECAPADO

Para realizar esta operación se utiliza diversos tipos de ácidos según la clase de metal que se trate o tipo de impurezas que arrastre el metal base. Los ácidos empleados eliminan la capa de óxido, escorias y otras partículas adheridas en la superficie de material y del alambre empleado para los contactos.

Preparación del baño :

Ácido Sulfúrico	8 L
Agua destilada	92 L

Rangos de Trabajo :

Proceso	Por inmersión
Tiempo	1 – 5 minutos dependiendo del grado de suciedad del material
Temperatura	ambiente
Tanque	Polipropileno

5.10.2.2 DESENGRASE ELECTROLÍTICO

Este proceso elimina restos de grasa que están depositadas en el material para evitar manchas y grumos en los procesos siguientes. La solución contiene varios productos emulsionantes y disolventes de grasa. Se desarrolla mediante un proceso galvánico es decir con aplicaciones de corriente.

Mediante este procedimiento de limpieza los objetos a tratar son suspendidos de barras catódicas los cuales son tratados en una solución electrolito a través de la cual se produce el paso de corriente, la función del ánodo la ejerce el propio tanque que contiene la solución.

Preparación del baño :

Soda Cáustica	40 g/L
Desengrasante electrolítico	20 g/L

Rangos de Trabajo :

Tiempo de exposición	15 – 30 seg
Temperatura	Ambiente
Voltaje	4 – 7 voltios
Ánodos	Acero Inoxidable
Tanque	Polipropileno y/o Acero Inoxidable

5.10.2.3 COBREADO ALCALINO

Una vez que las piezas están completamente limpias pasan al baño de cobre alcalino que tiene una buena adherencia y poder de recubrimiento preparando al producto para los baños posteriores de mayor espesor.

Preparación del baño :

Cianuro de cobre	35 – 55 g/L
Cianuro de Sodio	50 – 75 g/L
Carbonato de Sodio	15 g/L

Rangos de Trabajo y Concentración, contenido de :

Cobre	30 – 45 g/L
Cianuros	18 – 25 g/L
Carbonatos	50 g/L
Densidad de corriente	0,5 – 4 Amp/dm ²
Movimiento catódico	2 – 3 m/min agitación constante
Temperatura	ambiente hasta 40°C
pH	11,5 – 12,5
Veloc. de electrodeposición	0,8 micras/min
Ánodos	cobre electrolítico
Tanque	Polipropileno

5.10.2.4 COBREADO ACIDO

La aplicación de este tipo de recubrimiento reside en el hecho de constituir un depósito intermedio para el niquelado o latonado proporcionando depósitos brillantes y libres de poros porque sus espesores llegan a medir hasta 1,1 micras/ min.

Debido a sus características especiales este baño exige cuidados rigurosos siendo de importancia el control de las condiciones de operación.

El cobre ácido es muy sensible a la contaminación con polvo, grasas o cualquier materia orgánica por lo que se recomienda tener una estricta pureza en el electrolito

controlando además el pH y conservando siempre la superficie anódica igual o superior a la catódica.

Preparación del baño :

Sulfato de cobre pentahidratado	220 g/L
Ácido sulfúrico qp	60 g/L
Solución preparadora cupracid	10 ml/L
Abrillantador A	0,3 – 0,5 ml/L
Abrillantador B	0,3 – 0,5 ml/L
Ácido Clorhídrico qp	0,3 ml/L

Rangos de Concentración y Trabajo :

Contenido de cobre	50 – 60 g/L
Contenido de cloruros	100 – 140 g/L
Ácido sulfúrico cc	50 – 70 g/L
Densidad del baño	22Be
Densidad de Corriente	1 – 6 Amp/dm ² catódico
Temperatura	24°C – 28°C
pH	menor a 1
Voltaje	1 – 8 voltios dependiendo de la densidad de corriente y la carga del baño
Filtración	continúa
Velocidad de electrodeposición	0,7 – 1,1 micras/minuto

Ánodos	ánodos de cobre fosforoso con un 0,02% – 0,06% de fósforo
Tanque	polipropileno

5.10.2.5 NIQUELADO BRILLANTE

Este recubrimiento sirve como capa intermedia para los baños finales, la mayoría de los baños níquelados brillantes están constituidos de sales a base de níquel (cloruros y sulfatos), ácido bórico y otros. Los ánodos son de níquel electrolíticos los cuales requieren de fundas especiales para evitar su impurificación durante el funcionamiento.

Los recubrimientos brillantes requieren de agentes de brillo, nivelantes, humectantes.

Preparación del Baño :

Sulfato de Níquel hexahidratado	220 – 250 g/L
Cloruro de Níquel hexahidratado	150 – 180 g/L
Ácido bórico	40 g/L
Aditivo abrillantador 1	0,5 ml/L
Aditivo abrillantador 2	0,5 ml/L
Solución correctora	3 ml/L
Humectante	1 ml/L

Rangos de concentración y trabajo :

Contenido de níquel	55 – 80 g/L
Contenido de cloruros	10 – 25 g/L
Ácido Bórico	35 – 50 g/L
Densidad del baño	23°Be
Densidad de corriente	Catódica 2 – 6 Amp/dm ²
Temperatura	50°C – 60°C
Tiempo de exposición	2 – 5 minutos
pH	4 – 4,6
Voltaje	2 – 4 voltios
Filtración	continúa
Espesor	de recubrimiento 0,97 micras/min a 5 Amp/dm ²
Ánodos	Níquel electrofítico
Sistema de agitación	catódica
Tanque	polipropileno

5.10.2.6 NIQUELADO MATE

Este recubrimiento proporciona tonos satinados gracias a unos aditivos que dan el efecto mate al recubrimiento. A partir de este mateado se obtiene acabados dorados y plateados mates.

Preparación del baño :

Sulfato de Níquel hexahidratado	400 g/L
Cloruro de Níquel Hexahidratado	30 g/L
Ácido bórico	40 g/L
Aditivo mate 1	20 ml/L
Aditivo mate 2	1 ml/L
Aditivo mate 3	0,5 ml/L

Rangos de concentración y .trabajo :

Contenido de Níquel	100 – 110 g/L
Contenido de Cloruros	7 – 13 g/L
Ácido Bórico	40 – 45 g/L
Tiempo de exposición	3 – 6 minutos
Densidad de corriente	2 – 7 amp/dm ² catódica
Temperatura	50°C – 60°C
pH	4 – 4,6
Voltaje	2 – 4 voltios

Filtración	Continúa
Velocidad de electrodeposición	1 micra a 4 Amp/dm ²
Ánodos	Níquel electrolítico
Tanque	Polipropileno

5.10.2.7 NIQUELADO NEGRO

Este baño proporciona recubrimientos uniformes y brillantes de color negro sobre superficies niqueladas brillantes, cobreadas o latonadas, se pueden obtener tonos desde grises hasta negros variando el tiempo de exposición.

Preparación del Baño :

Sal para níquel negro	100 g/L
Aditivo para Níquel Negro	100 g/L

Rangos de concentración y trabajo :

Contenido de Níquel	70 – 80 g/L
Contenido de Cloruros	40 – 60 g/L
Contenido de Ácido Bórico	40 – 70 g/L
Tiempo de exposición	5 – 15 minutos
Densidad del baño	11°Be
Densidad de corriente	0,1 – 0,3 Amp/dm ²
Temperatura	18°C – 30°C

pH	3 – 6
Ánodos	Níquel electrolítico
Sistema de agitación	No necesario
Tanque	Polipropileno

5.10.2.8 BRONCE BLANCO

Este baño es un proceso alcalino cianurado que permite la electrodeposición de capas brillantes, es usado como alternativo de un baño Free Níquel, sea como capa intermedia para posteriores recubrimientos o como acabado final.

Las exigencias del mercado americano han obligado a introducir a la línea de producción el baño de bronce blanco que proporciona acabados de aspecto similar al níquel, este tipo de baño no es alérgico y sus depósitos contienen la siguiente relación 53% Cobre, 45% Estaño y 2% Zinc.

Preparación del Baño :

Solución concentrada de cobre, zinc y sales de estaño

Baño de Bronce Blanco concentrado 600 ml/L

Rangos de Concentración y Trabajo, contenido de :

Cobre 10 – 16 g/L

Zinc 1 – 3 g/L

Estaño	8 – 12 g/L
Cianuro de Potasio	40 – 50 g/L
Hidróxido de Potasio	8 – 12 g/L
Densidad de Corriente	0,5 – 1,5 Amp/dm ²
Densidad del Baño	11°Be – 13°Be
Temperatura	40°C – 50°C
Filtración	Continua
Ánodos	Grafito
Sistema de Agitación	Catódica
Tanque	Polipropileno
Aditivo 1	800 ml/6000 Amp – minuto
Aditivo 2	250 ml/6000 Amp – minuto

5.10.2.9 BRONCE AMARILLO

Es un proceso alcalino cianurado que deposita capas brillantes muy parecidas al color del baño de oro, es utilizado como alternativa de color para un baño dorado o como una alternativa de baño free níquel.

A diferencia del baño de bronce blanco este presenta la siguiente relación en la aleación Cu 80%, Sn 17,5%, Zn 2,5%

Preparación del baño :

Solución de cobre	11 – 13,5 g/L
Sales de estaño	12 – 16 g/L
Solución de Zinc	1 – 3 g/L
Cianuro de potasio	30 – 40 g/L
Hidróxido de potasio	3 – 10 g/L
Aditivo 1	20 g/L
Aditivo 2	2 g/L para nivelar

Rangos de Concentración y Trabajo, contenido de :

Cobre	12,5 g/L
Estaño	14 g/L
Zinc	1,5 g/L
Cianuro libre	40 g/L
Hidróxido de potasio	3 – 10 g/L
Temperatura	50°C
pH	12,5
Densidad de corriente catódica	2 – 5 Amp/dm ²
Agitación	Necesaria
Filtración	Continua

5.10.2.10 LATON AMARILLO

Proporciona recubrimientos amarillos que contienen 70% de Cobre y 30% Zinc. Los electrolitos están formulados a base de sales de Cianuro de cobre y zinc, también es un baño considerado como alternativa de un baño free níquel. Se utiliza generalmente para hacer acabados envejecidos.

Preparación del baño :

Trisalito de Bronce A	63 g/L
Trisalito de Bronce B	37 g/L
Amoniaco concentrado	2 ml/L

Rangos de Concentración y Trabajo, contenido de :

Cobre	10 – 18 g/L
Zinc	5,8 g/L
Cianuro de sodio	7 – 15 g/L
Carbonato de sodio	100 g/L
Densidad de corriente	0,3 – 0,6 Amp/dm ²
Densidad del baño	12 – 15°Be
Temperatura	Ambiente
pH	9 – 10
Voltaje	2 – 5 voltios
Filtración	No requiere filtración continua

Velocidad de electrodeposición	0,5 micras/minuto
Ánodos	Latón 70/30
Tanque	Polipropileno

5.10.2.11 PRE PLATEADO

Este recubrimiento consiste en una capa fina de plata sobre la pieza por electrolisis durante un corto espacio de tiempo (baño flash) conteniendo alrededor de 1,5 – 2 g/L de plata y 100 g/L de cianuro de potasio operando a temperatura ambiente y con densidades de corriente entre 2 – 3 Amp/dm², con la finalidad de mejorar la adherencia del posterior baño de plata brillante.

Preparación del Baño :

Cianuro de plata al 80,5%	1 – 3 g/L
Cianuro de potasio	70 – 100 g/L

Rangos de Trabajo y Operación, contenido de :

Plata	2 g/L
Cianuro de potasio	100 g/L
Tiempo de exposición	3 – 5 seg
Densidad del baño	8°Be
Densidad de Corriente	Catódica 2 – 3 Amp/dm ²
Temperatura	Ambiente

pH	11
Voltaje	3 – 8 voltio
Filtración	Continua
Velocidad de electrodeposición	1 micra/minuto
Ánodos	Acero Inoxidable
Agitación	No necesita
Tanque	Polipropileno

5.10.2.12 PLATEADO BRILLANTE

Para producir depósitos brillantes se utiliza solución electrolito con un contenido en plata y cianuro altos, más la utilización simultánea de agentes abrillantadores los cuales se pueden detallar como abrillantador primario que sirve para abrillantar el depósito y el otro abrillantador base que acrecienta la acción del primero y dispersa el brillo en toda la superficie.

Preparación del Baño :

Cianuro de Plata al 80,5%	30 g/L
Cianuro de Potasio	150 g/L mínimo
Densidad del baño	15°Be – 18°Be
Densidad de Corriente	Catódica 2 Amp/dm ²
Temperatura	Ambiente
pH	12 – 13

Voltaje	2 – 5 voltios
Filtración	Constante
Velocidad de electrodeposición	1 micra/minuto a 2 Amp/dm ²
Ánodos	Plata pura
Sistema de agitación	Catódica
Tanque	Polipropileno
Aditivo 1	10 g/L
Aditivo 2	0,5 g/L

5.10.2.13 ORO BRILLANTE

Los recubrimientos de oro de tipo brillante obtenidos con los modernos baños, presentan sobre los recubrimientos mate la ventaja de una mayor dureza mayor resistencia a la corrosión.

El oro se deposita generalmente sobre una capa de bronce blanco o niquelado con objeto de evitar la variación que en su color pueda experimentar el metal precioso.

La empresa emplea dos tipos de baños de Oro. Unos alcalinos y otros ácidos que se aplican de acuerdo al espesor y tono deseado por el cliente.

El baño tipo ácido generalmente se emplean cuando se desean capas de espesores mientras que los alcalinos nos ofrecen la ventaja de ofrecer tonalidades en

virtud a los aditivos utilizados en el baño, se emplean ambos baños de manera conminada para lograr espesor, dureza y color.

5.10.2.14 ORO ÁCIDO

Se caracteriza por depositar tonalidades de oro amarillo verdoso, depositando los espesores deseados de acuerdo a los tiempos de exposición programados.

Preparación del baño :

Sal de oro Cianurada al 68%	3 – 4 g/L
Sal conductiva acida	25 g/L
Aditivo D	5 ml/g de Au consumido

Rangos de concentración y trabajo, contenido de :

Oro	3 – 4 g/L
Sal conductiva	20 – 25 g/L
Densidad del baño	12°Be
Temperatura	Ambiente
pH	3,8 – 4,0
Filtración	Continua
Velocidad de electrodeposición	0,6 micras/minuto
Ánodos	Acero inoxidable
Agitación	Continua

Tanque Polipropileno

5.10.2.15 ORO ALCALINO

Se caracteriza por depositar tonalidades de oro amarillo claro a rosado dando recubrimientos de mayor dureza gracias a los componentes presentes en el baño.

Preparación del baño :

Sal de Oro al 68%	1 – 2 g/L
Sal conductiva alcalina	30 g/L
Aditivo blanco	3 ml/g de Au consumido

Rangos de Concentración y Trabajo, contenido de :

Sal de oro	1 g/L
Sal conductiva	25 – 30 g/L
Densidad del baño	18°Be
Densidad de corriente	0,5 – 1,3 Amp/dm ²
Temperatura	60°C – 70°C
pH	9,0 – 9,8
Voltaje	2 – 4 voltios
Filtración	Continua
Velocidad de electrodeposición	0,35 micras/minuto
Ánodos	Acero Inoxidable

Sistema de agitación	Continua
Tanque	Polipropileno

5.10.2.16 ACABADOS ENVEJECIDOS

Para obtener acabados envejecidos se procede a usar soluciones oxidantes que oscurecen el artículo formando una capa de óxido estable que luego deberá ser retirado atraes de un pulido a granel para obtener efectos del tipo luz y sombra.

5.10.2.17 COBRE Y LATON ENVEJECIDOS

Consiste en oxidar las piezas bañadas en cobre y latón amarillo en una solución de color que permite obtener acabados que varía marrón a negro oscuro de acuerdo a la concentración y tiempo de inmersión empleado, luego los productos obtenidos son pulidos para obtener los efectos de luz y sombra.

Preparación del Baño :

Solución oxidante M	20% – 50% vol.
---------------------	----------------

Rangos de Concentración y Trabajo :

Solución Oxidante	20% – 50%
Tiempo de inmersión	30 segundos a 3 minutos
Temperatura	Ambiente

Sistema de agitación	No necesita
Tanque	Polipropileno

5.10.2.18 PLATA ENVEJECIDA

Consiste en oxidar las piezas bañadas en plata en una solución de color a base de azufre, que permite obtener acabados que varía de plomo a negro oscuro, dando un aspecto de plata vieja de acuerdo a la concentración y tiempo de inmersión empleados.

Los acabados son pulidos para obtener efectos de luz y sombra.

Preparación del Baño :

Solución oxidante P	20% – 25%
---------------------	-----------

Rangos de Concentración y Trabajo :

Solución Oxidante	20% – 25%
Tiempo de inmersión	30 segundos a 3 minutos
Temperatura	Ambiente
Sistema de agitación	No necesita
Tanque	Polipropileno

5.10.2.19 LAQUEADO

Todas las piezas bañadas pasan por un proceso de laqueado pudiendo aplicarse una laca electrolítica o una laca por inmersión.

5.10.2.20 LAQUEADO ELECTROLÍTICO

Se emplea una laca (resina acrílica) cuya aplicación es vía corriente y nos ofrece la ventaja de que al final del proceso las piezas quedan totalmente transparentes manteniendo su flexibilidad en las cadenas.

La resina depositada es del tipo acrílico por lo que, los recubrimientos son duros y tienen excelente brillo.

Preparación del baño :

Laca electrolítica	25% – 30%
--------------------	-----------

Rangos de Concentración y Trabajo :

Concentración de laca	25% – 30%
-----------------------	-----------

Tiempo de aplicación	20 – 40 segundos
----------------------	------------------

Temperatura	25°C – 30°C
-------------	-------------

pH	4 – 5
----	-------

Voltaje	20 – 30 voltios
---------	-----------------

Filtración	Continua con cartuchos de 1 á 3 micrones (ultrafiltración)
Conductividad	1 000 – 1 300 micro siemens
Sistema de agitación	Se aprovecha la corriente del líquido que origina el filtro
Tanque	Polipropileno
Temperatura de Horneado	140°C
Tiempo de Horneado	45 – 60 minutos

5.10.2.21 LAQUEADO POR INMERSIÓN

Esta laca se emplea para acabados envejecidos operando de una manera simple la inmersión.

Preparación del baño :

Laca por inmersión ETC 60% – 80%

Rangos de Trabajo :

Forma de aplicación Por inmersión

Tiempo de inmersión 1 – 3 minutos

Temperatura Ambiente

Temperatura de horneado 60°C – 70°C

Tiempo de horneado 30 – 40 minutos

Los acabados finales, como son los recubrimientos metálicos decorativos y aplicaciones para un artículo de bisutería lo decide el cliente dependiendo de los diferentes tipos de baños y/o combinaciones que estos elijan, a continuación detallamos unos diagramas de flujo para un artículo de bisutería que tiene un proceso de recubrimiento en plata brillante más laca electrolítica y uno que tiene especificación con Free Níquel.

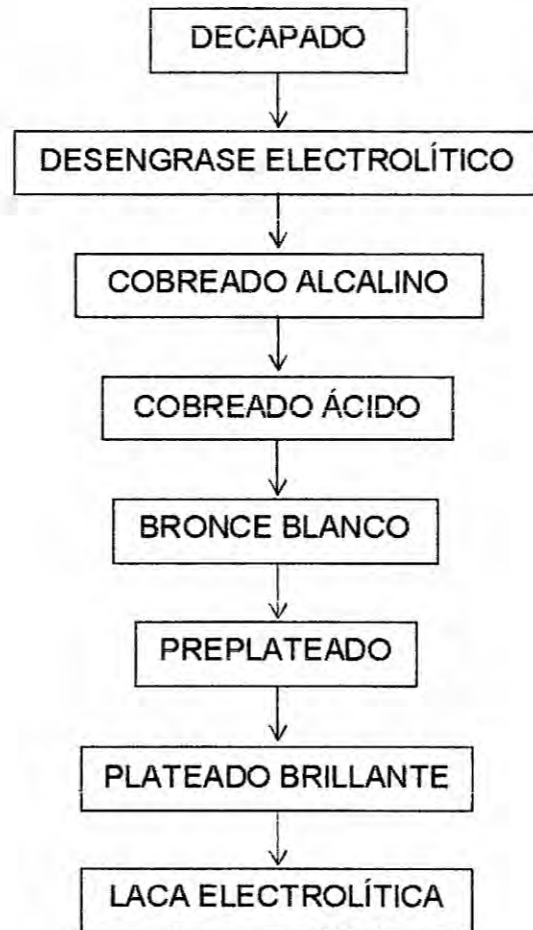
DIAGRAMA N° 1

PROCESO DE UN ARTÍCULO DE BISUTERÍA EN ACABADOS DE PLATA BRILLANTE



Fuente : Propia

DIAGRAMA N° 2
PROCESO DE RECUBRIMIENTO FREE NÍQUEL



Fuente : Propia

VI ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA EMPRESA

6.1 ACTIVIDADES COTIDIANAS

6.1.1 CONTROL DE PROCESOS DE BAÑOS GALVÁNICOS

El proceso de recubrimientos es un proceso continuo que se fabrica día a día sin interrupciones salvo por algunas emergencias o por mantenimientos programados, los artículos ingresan al proceso de manera constante y pasan por una serie de transformaciones sucesivas hasta que el producto queda terminado.

Los controles deben asegurar que el proceso de operación se mantenga sin perturbaciones durante todo el tiempo que dure el mismo. Mayormente la temperatura, pH, densidad y concentraciones óptimas de cada tanque se mantienen constantes o con variaciones controladas a lo largo del proceso.

En los procesos de recubrimientos intervienen numerosos factores que de una u otra manera influyen sobre el acabado final tales como el tipo de material que se procesa, así como el estado del mismo según sea su procedencia, con escorias, grasas, óxidos u otras imperfecciones que deben ser minuciosamente eliminadas antes del proceso electrolítico principal.

Otros factores que intervienen determinadamente en los procesos electrolíticos son la composición de los baños, las condiciones de trabajo como la temperatura, agitación, así como los enjuagues y tratamientos de activación de las superficies que sufren cierta pasivación durante el proceso.

Todos estos factores deben ser considerados previamente para establecer un ciclo de secuencia de trabajo que generalmente resulta ser específico para cada tipo de material.

Todas las operaciones conforman una cadena o secuencia de trabajo, en la cual cada operación es tan importante como las demás. La falla de una de las operaciones puede malograr todo el proceso de allí que deben ser realizadas con la mayor perfección posible, aunque algunas operaciones pueden ser reemplazadas por otras u omitirse en algunos casos el resultado final también se verá afectado, sea la calidad del acabado o en el consumo de insumos que finalmente afectan también a los costos.

Los tanques cuentan con controladores de Temperatura, los cuales son verificados por el laboratorio así mismo los demás parámetros: densidad y pH para lo cual se utiliza los siguientes elementos de control :

- a) Termómetro digital
- b) Densímetro
- c) pH – metro

- d) Conductímetro digital (para medir la conductividad del agua)
- e) Refractómetro (para medir concentración de la laca electrolítica en °Brix)
- f) Análisis químicos cuantitativos (laboratorio) para todos los tanques

El control del área galvánica es realizado al iniciar el turno considerando como control de arranque para verificar la operacidad de los equipos instalados en los tanques para luego controlarlo tres veces durante el turno.

Estos controles se realizan para cada tanque detallando en el reporte los parámetros de control hora a hora.

- a) **pH.**- Algunos de los baños electrolíticos como por ejemplo los de plata, cobre, níquel, oro, etc. Durante su funcionamiento deben mantenerse necesariamente dentro de cierto rango de pH para obtener óptimos resultados.
- b) **Densidad.**- Es otro de los controles que permite conocer el estado de concentración de la soluciones, por consiguiente con la medición de la densidad, es posible emitir un primer diagnóstico del baño que pueda servir como complemento de otras manifestaciones observadas durante su operación.
- c) **Temperatura.**- Con el incremento de la temperatura, para los baños ácidos, la estructura del depósito tiende a formar cristales más gruesos sobre la superficie catódica y acondiciona también al baño para soportar mayores densidades de corriente

sin que se altere el acabado final, pero en algunos casos de electro depósitos en baños cianurados se produce perturbaciones en la formación del depósito a medida que se incrementa la temperatura.

- d) Concentraciones de sales.-** La composición ideal de una solución electrolítica, será aquella que tenga pocos iones que depositar y muchas moléculas no disociadas, pero dispuestas a realizarlo rápidamente, de acuerdo a las necesidades durante el proceso.

La concentración de los iones metálicos en el baño electrolítico durante el proceso se mantiene por la disolución de los ánodos siempre y cuando se mantenga la relación apropiada generalmente 2 á 1 entre cátodos y ánodo.

En el caso de baños electrolíticos que operan con ánodos insolubles, el mantenimiento de la concentración de los iones metálicos debe realizarse mediante el agregado de las sales correspondientes.

- e) Filtración.-** Durante su funcionamiento el baño electrolítico tiende a contaminarse con partículas sólidas procedentes del medio ambiente, sales precipitadas, desechos orgánicos que devienen de la destrucción de los abrillantadores en descomposición, metales extraños neutralizados por sustancias acomplejantes en las operaciones de purificación, etc.

Estas partículas permanecen en suspensión por el movimiento de la solución y pueden depositarse sobre las piezas en tratamiento, quedando atapadas en los electrorecubrimientos formando protuberancias e imperfecciones que afectan la calidad del producto final, además de manchas, pobre adherencia y fragilidad, para evitar estos inconvenientes se aconseja filtrar la solución continuamente o en periodos cortos, los filtros utilizados son los de cartucho y filtros de discos.

- f) **Agitación.**- La agitación de la solución durante el proceso favorece la homogenización y al rejuvenecimiento en la capa de solución electrolítica adyacente al cátodo, la misma que se empobrece en el contenido de iones durante el proceso, ofreciendo mejores condiciones para la deposición nivelada y brillante.

También puede remover parcialmente las burbujas de hidrogeno que se forman en la superficie del cátodo, mejorando las condiciones para trabajar con altas densidades de corriente.

La agitación se realiza por el movimiento catódico que tiene cada baño según requiere la especificación técnica.

- 1) **Agua desionizada.**- El agua que se utiliza en una planta galvánica, para los procesos electrolíticos, juega un rol muy importante, porque es el medio indispensable para la preparación de las soluciones que conforman los baños, además de ser el medio natural para los enjuagues después de cada proceso.

- 2) **Aditivos o abrillantadores.**- Los aditivos son sustancias que se agregan a los baños electrolíticos, generalmente en cantidades muy pequeñas pero son capaces de modificar la estructura cristalina del depósito, haciéndola más fina y uniforme, lo la formación esponjosa del depósito.
- 3) También existen otros aditivos que modifican la tensión superficial de la solución para evitar picaduras en el depósito final.

TABLA N° 3

REGISTRO DE CONTROL ARRANQUE DE TURNO DE TRABAJO

REPORTE DE CONTROL DEL TK DE ORO

TURNO:

RESPONSABLE:

FECHA	HORA	T°	DENSIDAD	PH	CONC INICIAL Au	CONC FINAL Au	ADICION DE INSUMOS			ADITIVOS X CONT AMP/MINUTO		NIVELADORES DE PH	
							SALES DE ORO	SOLUC PH	ABRILLAN	SALES DE ORO	KCN	KOH	ACIDO CITRICO

FECHA	HORA	OT	TIPO DE PIEZA	N°BAST	UNID X BAST	AMP/VOL	REPROCESOS			FILTRAC PROGRAM	FILTRAC NO PROGRAM	TIEMPO PARADA DE TANQUE
							BAST REPROC	UNID X BAST	TIPO DE BAÑO			

PARADA DE TANQUE	FALTA DE INSUMOS QUIMICOS	
	FALTA DE MATERIAL PARA BAÑAR	
	FALTA DE PERSONAL OPERATIVO	
	CONTAMINACION METALICA	
	CONTAMINACION ORGANICA	
	CAMBIO DE MATERIALES	

OBSERVACIONES:

V°B° JEFE DE AREA

Fuente : Reporte de Control de Procesos diarios. C y A Fábrica de Fantasía Fina SAC

6.1.2 SUPERVISIÓN DE LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO CUANTITATIVO

La empresa cuenta con un laboratorio de análisis químico cuantitativo implementado de acuerdo a los ambientes de la empresa, el cual determina las condiciones óptimas que debe tener una solución de electrolito verificando que los rangos de concentración permanezcan en los niveles adecuados para que el proceso no tenga interrupciones ni paradas de planta.

Así mismo se realizan los ensayos de células Hull para verificar las cantidades de aditivos que deben tener algunos de los electrolitos que llevan en su formulación aditivos abrillantadores.

Para esto se desarrollan los instructivos de análisis químicos de cada recubrimiento así mismo como los cálculos para determinar la concentración de cada baño galvánico.

En la medida que envejecen los baños resulta indispensable conocer la composición de las soluciones para diagnosticar en todo momento su comportamiento, dado que se encuentran expuestos a ciertas alteraciones que condicionan comportamientos distintos del baño.

Durante el funcionamiento de los baños se producen ciertas reacciones que modifican el estado original por lo que se debe vigilar muy de cerca esta evolución para efectuar correcciones a tiempo que garanticen su buen funcionamiento.

Se debe tener en cuenta que dentro de las condiciones normales de operación, generalmente las fallas de un baño electrolítico no se producen de manera espontánea, pero en cambio existe una evolución creciente de las alteraciones hacia la falla, razón por la cual es muy necesario efectuar análisis periódicos de las soluciones para determinar el estado en que se encuentra cada componente y efectuar las correcciones necesarias.

Además de los análisis químicos de los baños, también existen otros controles o ensayos que se utilizan como complemento para determinar el estado de ellos, como por ejemplo los ensayos que se realizan en la Célula Hull para conocer tanto el estado de sus constituyentes como el comportamiento de los abrillantadores.

TABLA N° 4

REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO PARA LOS DIFERENTES BAÑOS ELECTROLÍTICOS

LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO
TANQUE : COBRE ALCALINO CIANURADO

FECHA :		HORA :		ANALISTA :	
COMPONENTES	RANGOS g/L	RANGO ÓPTIMO g/L	RESULTADO	ADICIÓN DE SALES g	OBSERVACIONES
Cianuro de cobre	25 – 50	35			
Cianuro de potasio	50 – 75	60			
Carbonato de sodio	10 – 15				
Temperatura	25°C – 42°C	40°C			
Densidad	10 – 12	11			
pH	11,5 – 12,5	11			

NOTA : Los datos reportados deben estar legibles y firmados por el analista responsable y jefe de Área

Fuente : Reporte de Control de Análisis Químicos diarios. C y A Fábrica de Fantasía Fina SAC.

TABLA N° 5

LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO
TANQUE : COBRE ÁCIDO BRILLANTE

FECHA :		HORA :		ANALISTA :	
COMPONENTES	RANGOS g/L	RANGO ÓPTIMO g/L	RESULTADO	ADICIÓN DE SALES g	OBSERVACIONES
Sulfato de cobre	200 – 220	210			
Ácido sulfúrico industrial	40 – 50	45			
Cloruro de sodio	0,12 max.	0,12			
Temperatura	20°C – 35°C	22°C			
Densidad	22°Be	22°Be			
pH	< 1	< 1			

NOTA : Los datos reportados deben estar legibles y firmados por el analista responsable y jefe de Área

Fuente : Reporte de Control de Análisis Químicos diarios. C y A Fábrica de Fantasía Fina SAC.

TABLA N° 6

LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO

TANQUE : NIQUEL BRILLANTE

FECHA :

HORA :

ANALISTA :

COMPONENTES	RANGOS g/L	RANGO ÓPTIMO g/L	RESULTADO	ADICIÓN DE SALES g	OBSERVACIONES
Sulfato de Níquel	220 – 250	230			
Cloruro de Níquel	150 – 180	165			
Ácido Bórico	40	40			
Temperatura	50°C – 60°C	60°C			
Densidad	23°Be	23°Be			
pH	4 – 4,6	4,5			

NOTA : Los datos reportados deben estar legibles y firmados por el analista responsable y jefe de Área

Fuente : Reporte de Control de Análisis Químicos diarios. C y A Fábrica de Fantasía Fina SAC.

TABLA N° 7

LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO

TANQUE : BRONCE BLANCO

FECHA :

HORA :

ANALISTA :

COMPONENTES	RANGOS g/L	RANGO ÓPTIMO g/L	RESULTADO	ADICIÓN DE SALES g	OBSERVACIONES
Cloruro de Potasio	40 – 50	45			
Hidróxido de Potasio	8 – 12	10			
Concentrado de Cobre	10 – 16	13			
Concentrado de Estaño	8 – 12	10			
Concentrado de Zinc	1 – 3	2			
Temperatura	40°C – 50°C	45°C			
Densidad	11°Be – 13°Be	12°Be			
pH	11	11			

NOTA : Los datos reportados deben estar legibles y firmados por el analista responsable y jefe de Área

Fuente : Reporte de Control de Análisis Químicos diarios. C y A Fábrica de Fantasía Fina SAC.

TABLA N° 8

LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO

TANQUE : BRONCE AMARILLO

FECHA :

HORA :

ANALISTA :

COMPONENTES	RANGOS g/L	RANGO ÓPTIMO g/L	RESULTADO	ADICIÓN DE SALES g	OBSERVACIONES
Cianuro de Potasio	30 – 40	35			
Hidróxido de Potasio	3 – 10	7			
Concentrado de Cobre	11 – 13,5	12,5			
Concentrado de Estaño	12 – 16	14			
Concentrado de Zinc	1 – 3	2			
Temperatura	50°C	50°C			
Densidad	12°Be	12,5°Be			
pH	12	12			

NOTA : Los datos reportados deben estar legibles y firmados por el analista responsable y jefe de Área

Fuente : Reporte de Control de Análisis Químicos diarios. C y A Fábrica de Fantasía Fina SAC.

TABLA N° 9

LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO

TANQUE : PRE PLATA

FECHA :

HORA :

ANALISTA :

COMPONENTES	RANGOS g/L	RANGO ÓPTIMO g/L	RESULTADO	ADICIÓN DE SALES g	OBSERVACIONES
Cianuro de Plata	1 – 3	2			
Cianuro de Potasio	70 – 100	100			
Temperatura	Ambiente	Ambiente			
Densidad	8°Be	8°Be			
pH	11	11			

NOTA : Los datos reportados deben estar legibles y firmados por el analista responsable y jefe de Área

Fuente : Reporte de Control de Análisis Químicos diarios. C y A Fábrica de Fantasía Fina SAC.

TABLA N° 10

LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO
TANQUE : PLATA BRILLANTE

FECHA :

HORA :

ANALISTA :

COMPONENTES	RANGOS g/L	RANGO ÓPTIMO g/L	RESULTADO	ADICIÓN DE SALES g	OBSERVACIONES
Cianuro de Plata	30	30			
Cianuro de Potasio	150 min	150			
Temperatura	Ambiente	Ambiente			
Densidad	15°Be – 18°Be	16°Be			
pH	12 – 13	12			

NOTA : Los datos reportados deben estar legibles y firmados por el analista responsable y jefe de Área

Fuente : Reporte de Control de Análisis Químicos diarios. C y A Fábrica de Fantasía Fina SAC.

TABLA N° 11

LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO
TANQUE : ORO ÁCIDO

FECHA :

HORA :

ANALISTA :

COMPONENTES	RANGOS g/L	RANGO ÓPTIMO g/L	RESULTADO	ADICIÓN DE SALES g	OBSERVACIONES
Oro metálico	3 – 4	1,5			
Temperatura	Ambiente	Ambiente			
Densidad	12°Be	12°Be			
pH	3,8 – 4	3,8			

NOTA : Los datos reportados deben estar legibles y firmados por el analista responsable y jefe de Área

LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO
TANQUE : ORO ALCALINO

FECHA :

HORA :

ANALISTA :

COMPONENTES	RANGOS g/L	RANGO ÓPTIMO g/L	RESULTADO	ADICIÓN DE SALES g	OBSERVACIONES
Oro metálico	1 – 2	1			
Aditivo 1 (color)	25 – 30	27			
Temperatura	60°C – 70°C	60°C			
Densidad	18°Be	18°Be			
pH	9,5 – 9,8	9,8			

NOTA : Los datos reportados deben estar legibles y firmados por el analista responsable y jefe de Área

Fuente : Reporte de Control de Análisis Químicos diarios. C y A Fábrica de Fantasía Fina SAC.

6.1.3 ELABORACIÓN DE LAS SALES CIANURADAS DE PLATA

El Cianuro de plata o sal doble de plata es uno de los componentes más importantes de un baño de plata cianurado.

Este insumo químico es utilizado en los tanques del baño de Pre plateado y Plateado Brillante lo cual se obtiene utilizando como materia prima la plata ley 1000 que tiene presentación en granallas brillantes y el ácido nítrico químicamente puro, para luego ser cianurado con el cianuro de potasio.

6.2 APORTES REALIZADOS EN BENEFICIO DE LA EMPRESA

- a) Implementación del laboratorio para análisis químico cuantitativo y ensayos de celdas Hull
- b) Implementación del baño de bronce blanco
- c) Implementación del baño de bronce amarillo
- d) Implementación del baño de oro ácido
- e) Implementación del baño de oro alcalino
- f) Preparación de sales Cianuradas de plata para el baño de plata y pre plata

6.2.1 IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO PARA ANÁLISIS QUÍMICOS Y ENSAYOS DE CELDAS HULL

La empresa no contaba con un laboratorio de análisis químicos los cuales se realizaban de manera externa teniendo un tiempo de espera mucho mayor a lo que la planta necesitaba.

Debido a los problemas de deficiencia en el proceso se estableció que la empresa debería realizar la implementación del laboratorio químico para poder realizar los controles del proceso.

6.2.1.1 NORMALIZACIÓN

- a) **NTP ITINTEC 833.842 define laboratorio.-** Organismo que calibra y/o ensaya en estos casos en que un laboratorio forme parte de una organización que efectúe otras actividades.

El término Laboratorio se requiere solo a aquellos que son parte de la organización que estén involucrados en el proceso de calibración y ensayos.

En la norma EN 45001 Sección 5 apartado 5.3 se especifica que las condiciones ambientales no deben invalidar los resultados de los ensayos, los locales deben estar

protegidos contra las condiciones externas y serán objetos de un mantenimiento adecuado, el acceso a las áreas deberá ser controlado de manera adecuada.

En la norma UNE 66-804-89 Sección 2 Apartado 7 especifica con respecto al laboratorio que se indique: identificación, campos de actividad, estructura organizativa, responsabilidad para el aseguramiento de la calidad, responsables técnicos, responsabilidad del personal, delegación de autoridad, prevención de influencias improcedentes derechos de propiedad e información confidencial.

La Norma UNE 66-804-89 Sección 2 Apartado 9 con respecto a los equipos que deberá disponerse s un inventario, mantenimiento, calibración y comprobación.

La norma UNE 66-804-89 "Directrices para la elaboración dl manual de calidad de un laboratorio d ensayo Sección "Apartado 5 sobre la política de calidad puntualiza que: Deberá establecerse una relación de los objetivos previstos con la implantación de lo dispuesto en el manual de calidad generalmente es una declaración sobre la política de calidad general del laboratorio.

Debe establecerse una lista de los recursos disponibles para la implementación de la política de calidad tales como los recursos humanos, técnicos, materiales y organizacionales, deberá designarse la organización responsable para llevar a cabo las previsiones del aseguramiento de la calidad en el laboratorio.

b) **DISEÑO.-** El laboratorio deberá contar con autonomía técnica para efectuar los ensayos y análisis.

1) **Laboratorio químico.-** El laboratorio debe disponer de políticas y procedimiento para la selección y adquisición de equipos de medición, materiales de vidrio, etc.

Casi todo el equipo de laboratorio de control se puede clasificar en equipos de medición : balanzas analíticas de capacidad 500 g

Materiales de vidrio Fiolas, matraces, pipetas, vasos de precipitado, etc.

Cubas para celdas Hull

Soportes universal

Rectificador 50 Amp.

Medidor de pH

Rango pH 0,00 – 14

Resolución 0,01/ 0,1 pH

Exactitud ± 0,02

Resolución 0,1°C

Insumos químicos qp que serán utilizados en los análisis químicos cuantitativos

2) **Jefe de laboratorio.-** Tiene la responsabilidad total de las experiencias técnicas del laboratorio, será responsable de mantener una estructura organizativa incluyendo

un sistema de calidad que permita tener la capacidad de desempeñar sus funciones y la seguridad de los resultados.

El jefe de laboratorio será responsable de la productividad de las funciones del laboratorio cuidando de la rápida realización de los ensayos e informes solicitados, también supervisará la actualización de todos los registros y archivos requeridos para la buena marcha del laboratorio.

- 3) **Analistas.**- Los analistas se regirán por normas que garanticen que no sea objeto de presión para alterar su juicio así como los resultados de su trabajo.

6.3 INSTRUCTIVOS DE ANALISIS QUIMICOS PARA EL LABORATORIO

6.3.1 INSTRUCTIVO DE ANÁLISIS PARA DETERMINAR PLATA METÁLICA Y CIANURO LIBRE EN EL BAÑO DE PLATEADO

a) Determinación de Plata Metálica :

Reactivos :

Ácido Sulfúrico concentrado

Ácido Nítrico concentrado

Solución de sulfato férrico amónico al 2%

Solución de Tiocianato de Potasio 0,1N

Procedimiento :

- 1) Tomar muestra de 10 ml de baño y colocar en matraz colocar en la campana.
- 2) Agregar 10 ml de ácido Sulfúrico concentrado y 10 ml de ácido nítrico concentrado, produciéndose desprendimiento de gases.
- 3) Luego calentar hasta que el precipitado de cianuro de plata se disuelva y se observa la aparición de humos blancos densos de ácido sulfúrico.
- 4) Dejar enfriar y agregar 130 ml de agua destilada.
- 5) A continuación se agrega 2 – 3 ml de ácido nítrico concentrado y 1 – 2 ml de solución de sulfato férrico amónico al 2% luego titular con Tiocianato de potasio 0,1N (KSCN 0,1N) hasta que la solución vire a rosa pálido.
- 6) Anotar gasto.

Cálculos :

1 ml de KSCN 0,1N = 10,79 mg de plata en la muestra

Por lo que :

ml gastados de KSCN 0,1N x 1,079 = gpl de plata en el baño

b) Determinación de cianuro libre :**Reactivos :**

Yoduro de potasio 10%

Solución de nitrato de plata 0,1 N

Procedimiento :

- 1) Tomar muestra de 10 ml de baño colocar en un matraz.
- 2) Añadir 130 ml de agua destilada y 2 ml de yoduro de potasio al 10%
- 3) Luego titular con una solución de nitrato de plata 0,1N (AgNO_3 0,1N) teniendo mucho cuidado de agitar continuamente hasta obtener turbidez permanente de color blanco amarillenta.
- 4) Anotar gasto.

Cálculos :

1 ml de AgNO_3 0,1N = 9,85 mg de NaCN en la muestra

= 13 mg de KCN en la muestra

Por lo que :

ml de AgNO_3 0,1 N gastados x 0,98 = gpl de NaCN en el baño

ml de AgNO_3 0,1 N gastados x 1,3 = gpl de KCN en el baño

6.3.2 INSTRUCTIVO DE ANÁLISIS PARA LA DETERMINACIÓN DE COBRE EN EL BAÑO DE PLATEADO

a) Determinación de Cobre metálico :

Muestra 20 ml de baño

Reactivos

Ácido sulfúrico concentrado

Ácido nítrico concentrado

Solución hidróxido de amonio al 30%

Ácido acético glacial

Yoduro de potasio

Indicador de almidón solo acuosa al 1%

Solución de tiosulfato de sodio 0,1N

Procedimiento :

- 1) Con una pipeta se toma una muestra de 20 ml y colocar en un matraz.
- 2) Agregar 15 ml de ácido sulfúrico concentrado y 15 ml de ácido nítrico se produce desprendimiento de gases.
- 3) Llevar a calentamiento hasta que todo el precipitado de cianuro de plata se disuelve, se observa la aparición de humos densos de ácido sulfúrico.
- 4) Dejar enfriar y agregar 100 ml de agua destilada luego se adiciona un ligero exceso de hidróxido de amonio al 30% en volumen.

- 5) Si es necesario se filtra el precipitado de hidróxido de hierro que pueda formarse.
- 6) A continuación se hace claramente acida la solución con ácido acético glacial.
- 7) Se agrega 2 á 4 g de Yoduro de potasio y se titula con solución de tiosulfato de sodio 0,1N ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1N) hasta que el color pardo del yodo liberado cambie a color paja pálido.
- 8) Después se añade 2 ml de solución de almidón y se continúa con la titulación hasta que desaparezca totalmente el color azul del yoduro de almidón
- 9) Anotar gasto.

Calculo :

$$1 \text{ ml de } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ 0,1N} = 6,36 \text{ mg de cobre en la muestra}$$

Por lo que :

$$\text{ml gastados de } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ 0,1N} \times 0,318$$

De donde :

$$\text{ml gastados de } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ 0,1N} \times 0,318 = \text{gpl de cobre en el baño}$$

6.3.3 INSTRUCTIVO DE ANÁLISIS PARA LA DETERMINACIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO O DE POTASIO EN EL BAÑO DE PLATEADO

- a) **Determinación de Hidróxido de Sodio o Potasio.**- Los hidróxidos de sodio o de potasio no forman parte de la mayoría de baños brillantes de plata pero si intervienen en algunos baños para depósitos duros.

Muestra 10 ml de baño

Reactivos :

Indicador de sulfato Orange

Cianuro de sodio

Solución de ácido sulfúrico N

Procedimiento :

- 1) Tomar una muestra de 10 ml de baño y colocar en un tubo de ensayo.
- 2) Agregar 6 – 8 gotas de indicador sulfo – orange.
- 3) Luego titular cuidadosamente con solución de ácido sulfúrico N hasta que el color naranja se torne amarillo que persiste.
- 4) Para detectar mejor el punto final es conveniente colocar en otro tubo de ensayo 10 ml de agua y 1 g de cianuro de sodio con 6 – 8 gotas del mismo indicador, el cual

sirve como ensayo en blanco para la comparación de colores, entendiéndose que la titulación de la muestra se realiza hasta que se igualen los colores de ambos tubos.

Calculo :

$$\begin{aligned} 1 \text{ ml H}_2\text{SO}_4 \text{ N} &= 40,0 \text{ mg de NaOH en la muestra} \\ &= 56,1 \text{ mg de KOH en la muestra} \end{aligned}$$

De donde :

$$\begin{aligned} \text{ml gastados de H}_2\text{SO}_4 \text{ N} \times 4,0 &= \text{gpl de NaOH en el baño} \\ &\quad \times 5,61 = \text{gpl de KOH en el baño} \end{aligned}$$

Durante la titulación debe tenerse cuidado en agregar cada vez pequeñas cantidades de ácido sulfúrico N, para evitar que la alta concentración local del ácido pueda destruir algo de cianuro.

6.3.4 INSTRUCTIVO DE ANÁLISIS PARA LA DETERMINACIÓN DE CIANURO LIBRE Y COBRE METÁLICO EN EL BAÑO DE COBREDO ALCALINO

a) Determinación de Cianuro Libre :

Reactivos :

Yoduro de Potasio al 10%

Solución de Nitrato de Plata 0,1N

Procedimiento :

- a) Tomar una muestra de 10 ml de baño y llevarlo a un matraz agregarle 150 ml de agua desionizada
- b) Agregar 2 ml de Yoduro de Potasio al 10%
- c) Titular con Solución de Nitrato de Plata 0,1N teniendo cuidado hasta obtener una turbidez permanente de color blanco amarillenta.
- d) Anotar gasto.

Cálculos :

1 ml de AgNO_3 0,1N = 13 mg de KCN en la muestra

Por lo que :

ml de AgNO_3 0,1N gastados x 1,3 = gpl de KCN en el baño

b) Determinación de Cobre Metálico :

Reactivos :

Ácido Sulfúrico concentrado

Ácido Nítrico concentrado

Fluoruro de Sodio

Hidróxido de Amonio al 30%

Ácido Acético Glacial

Yoduro de Potasio solido

Solución de Tiosulfato de Sodio 0,1 N

Indicador de Almidón

Procedimiento :

- 1) Tomar 5 ml de muestra llevarlo a un matraz de 500 ml
- 2) Agregar 10 ml de Ácido Sulfúrico y 10 ml de Ácido Nítrico concentrados y calentar hasta que se desprendan humos densos de ácido sulfúrico.
- 3) Dejar enfriar y adicionar 150 ml de agua desionizada, luego adicionar 1 g de Fluoruro de sodio y lentamente una solución de al 30 de Hidróxido de Amonio, hasta que precipite todo el cobre como Hidróxido de Cobre.

- 4) A continuación agregar Ácido Acético Glacial hasta que se disuelva todo el precipitado.
- 5) Se deja enfriar y se añade 3 g de Yoduro de Potasio, dejar reposar por unos minutos y titular con Tiosulfato de Sodio 0,1N empleando solución de almidón como indicador cuando llega al color paja pálido es ahí donde se debe agregar 2 ml de Solución de almidón y se continua titulado hasta que desaparezca totalmente el color azul del yoduro de almidón.
- 6) Anotar el gasto como G.

Cálculos :

1 ml de Tiosulfato de Sodio 0,1N = 6,36 mg de cobre en la muestra

Por lo que :

$$G \times 1,272 = \text{gpl de cobre en el baño}$$

Para cálculos de CuCN :

Si en 17,9 g/L CuCN existen 12,709 g de Cu :

$$\text{CuCN (g/L)} = \text{Gpl de cobre en el baño} \times 17,9 \text{ g/L CuCN} / 12,709 \text{ g de Cu}$$

6.3.5 INSTRUCTIVO DE ANÁLISIS PARA LA DETERMINACIÓN DE SULFATO DE COBRE Y ÁCIDO SULFÚRICO EN EL BAÑO DE COBREADO ÁCIDO

a) Determinación de Sulfato de Cobre :

Reactivos :

Indicador yoduro de Potasio QP

Solución de Tiosulfato de Sodio 0,1N

Indicador Solución de Almidón 1% Peso Volumen

Procedimiento :

- 1) Tomar una muestra de 5 ml en un matraz de 250 ml
- 2) Agregar 100 ml de agua desionizada.
- 3) Agregar aproximadamente 2 g de Yoduro de Potasio QP
- 4) Valorar la solución con tiosulfato de sodio 0,1N hasta que la solución se torne amarilla pálido.
- 5) Agregar 2 ml de solución de almidón y seguir valorando hasta que se torne blanca.
- 6) Anotar el gasto como G

Cálculos :

$$\text{G/L Cobre (expresado como CuSO}_4) = G \times 4,9882$$

Cálculo para la adición de CuSO_4 :

$$\text{CuSO}_4 \text{ (g)} = (\text{g/L CuSO}_4 \text{ requerido} - \text{g/L CuSO}_4 \text{ analizado}) \times V \text{ tanque}$$

b) Determinación de Ácido sulfúrico :

Reactivos :

Indicador Naranja de metilo 0,1%

Solución de Hidróxido de Sodio 1N

Procedimiento :

- 1) Tomar una muestra de 2 ml de baño a analizar y llevarlo a un matraz de 250 ml
- 2) Añadir 100 ml de agua desionizada.
- 3) Añadir 4 gotas de Indicador Naranja de Metilo.
- 4) Valorar la Solución con Hidróxido de Sodio 0,1N hasta que la solución se torne amarilla.
- 5) Anotar el gasto como G

Cálculos :

$$\text{G/L H}_2\text{SO}_4 = G \times 24,5$$

Cálculo para la adición de H₂SO₄ :

$$\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (g)} = (\text{g/L H}_2\text{SO}_4 \text{ requerido} - \text{g/L H}_2\text{SO}_4 \text{ analizado}) \times V \text{ tanque}$$

6.3.6 INSTRUCTIVO DE ANÁLISIS PARA LA DETERMINACIÓN DE SULFATO DE NÍQUEL Y ÁCIDO BÓRICO EN EL BAÑO DE NIQUELADO BRILLANTE

a) Determinación de Contenido de Níquel :

Reactivos :

Murexida Indicador

Amoniaco concentrado

Solución de EDTA 0,1M

Procedimiento :

- 1) Tomar una muestra de 5 ml del baño en un matraz de 250 ml
- 2) Agregar 100 ml de agua desionizada.
- 3) Añadir 10 ml de Amoniaco y agitar la solución se tornara color azul.
- 4) Agregar dos puntas de espátula del indicador Murexida.
- 5) Si no apareciera el color amarillo pálido, esperar hasta que se torne de ese color.
- 6) Titular con solución valorada de EDTA 0,1M hasta que la solución se torne violeta.
- 7) Anotar el gasto como G.

Cálculos :

$$\text{Concentración de Níquel Metálico g/L} = G \times M$$

Contenido de Sulfato de Níquel

Este cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación :

$$\text{Concentración g/L NiSO}_4 = 4,5 \times (\text{g/L Ni met} - 0,247 \times (\text{g/L NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}))$$

Calculo para Adición :

$$\text{Adición NiSO}_4 \text{ (g)} = (\text{NiSO}_4 \text{ g/L requerida} - \text{NiSO}_4 \text{ g/L analizada}) \times V \text{ tanque}$$

b) Determinación de Cloruro de Níquel :

Reactivos :

Cromato de Potasio 10% Indicador

Solución de Nitrato de Plata 0,1 N

Método :

- 1) Tomar una muestra de 2 ml del baño en un matraz de 250 ml
- 2) Agregar 100 ml de agua desionizada.

- 3) Añadir unas gotas de Cromato de Potasio al 10 %
- 4) Titular con Solución valorada de Nitrato de Plata 0,1 N hasta que aparezca el primer precipitado de color rojo ladrillo.
- 5) Anotar el gasto.

Cálculos :

$$\text{Concentración g/L Cloruro de Níquel} = G \times N$$

Cálculos para la adición :

$$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O g} = (\text{Conc. Requerida} - \text{Conc analizada}) \times V \text{ tanque}$$
$$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O g/L} \quad \text{NiCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O g/L}$$

c) Determinación del contenido de Ácido Bórico :

Reactivos :

Purpura de Bromocresol Indicador

Solución valorada de Hidróxido de Sodio 1 N

Manitol

Procedimiento :

- 1) Tomar una muestra de 10 ml del baño en un matraz de 250 ml
- 2) Agregar 25 ml de agua desionizada.

- 3) Añadir 5 g de manitol y disolver.
- 4) Añadir 1 ml de indicador Purpura de Bromocresol.
- 5) Titular con solución valorada de NaOH 1 N hasta que la solución vire a verde turquesa.
- 6) Anotar el gasto G.

Cálculos :

$$\text{Conc. G/L Ácido Bórico} = G \times N$$

Cálculo para la adición :

$$\text{Adición H}_3\text{BO}_3 \text{ g} = \left(\frac{\text{Conc requerida}}{\text{H}_3\text{BO}_3 \text{ g/L}} - \frac{\text{Conc analizada}}{\text{H}_3\text{BO}_3 \text{ g/L}} \right) \times V \text{ tanque}$$

6.3.7 PREPARACIÓN DE SOLUCIONES VALORADAS E INDICADORES PARA LA REALIZACIÓN DE LOS ANÁLISIS QUÍMICOS CUANTITATIVOS

Las soluciones valoradas son aquellas soluciones que no tienen una concentración exactamente conocida, es decir se preparan como los calculan en el papel pero a la hora de prepararlas pueden tener un error con una pipeta o midiendo un volumen o pesando, y puedes tener variación de la concentración, para ello, valoras la solución con otra a la cual ya se le conoce exactamente la concentración, a través de un indicador se procede a titular con la otra solución y obtenemos un volumen el cual mediante la siguiente ecuación la podemos calcular :

$$V_a \times N_a = V_b \times N_b$$

Donde :

V_a	=	Volumen del ácido
N_a	=	Normalidad del ácido
V_b	=	Volumen de la base
N_b	=	Normalidad de la base

Se despeja la normalidad que interesa y se conoce la concentración de la solución valorada, a este proceso se le llama titulación.

Las soluciones valoradas son soluciones en donde se sabe perfectamente la cantidad de soluto y solvente (concentración) a través de cálculos matemáticos y el uso de instrumentos de medición confiables en su preparación.

Los tipos de soluciones son :

Porcentuales (% masa/volumen, % masa/masa, % volumen/volumen)

Molar

Normal

Molal

a) Preparación de Solución de Tiosulfato de Sodio 0,1N ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1N).- Pesar 25 g de la sal pura de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ y lo agregamos a una fiola de un 1 L de volumen agregamos agua desionizada poco a poco, hasta completar el volumen y añadirle 0,1 g Na_2CO_3 a la solución y dejar reposar durante 24 horas.

Para estandarizar pesamos 0,12 g KIO_3 , 2 g KI, en 25 ml de H_2O y adicionamos 8 ml HCl 10%, valoramos con la solución antes preparada de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ y añadir 2 ml de solución de almidón, observamos el cambio que se tendrá de color azul a blanco.

Cálculos :

$$N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \frac{\text{Peso KIO}_3}{V \text{ gasto} \times 0,03567}$$

- b) **Preparación de Solución de HCl 1N.**- En una fiola de un 1 L de volumen agregar una cantidad necesaria de agua desionizada luego agregar 89 ml de HCl 36% posteriormente enrasar con agua hasta completar el volumen.

Para estandarizar pesamos 2 g de Na_2CO_3 y lo adicionamos a un volumen de 125 ml de agua desionizada, añadir indicador purpura de bromocresol, observar el cambio de color que sucede de azul a verde.

Cálculos :

$$N \text{ HCl} = \frac{(\text{Peso } \text{Na}_2\text{CO}_3)}{V \text{ gasto} \times 0,04946}$$

- c) **Preparación de Solución de Nitrato de Plata AgNO_3 0,1N.**- En una fiola de un 1 L de volumen agregar 17 g de sal pura de nitrato de plata y enrasar con agua desionizada hasta completar el volumen, agitar hasta la disolución total del soluto.

Para estandarizar pesar 0,2 g de NaCl y disolverlo en un volumen de 125 ml de agua desionizada adicionar indicador de Cromato de potasio. Titular con la solución antes preparada y observar el cambio de color de amarillo a rojo.

Cálculos :

$$N \text{ AgNO}_3 = \frac{(\text{Peso NaCl})}{V \text{ gasto} \times 0,05845}$$

- d) Preparación de Solución de Almidón 1%.-** Pesar 1 g de almidón y disolverlo en 10 ml de agua fría, agitar hasta disolverlo todo el soluto, posteriormente verter esta solución a 100 ml de agua hirviendo.
- e) Preparación de Indicador de Fenolftaleína.-** Pesar 0,5 g de Fenolftaleína y disolver en un volumen de 500 ml de alcohol luego diluirlo a 1 L de agua destilada, si se observara la formación de algún precipitado es conveniente separarlo mediante la filtración.
- f) Preparación de Indicador Murexida.-** Pesar 1 g de Murexida y 99 g de NaCl puro y mezclarlos de total y homogénea.

6.3.8 DETERMINACIÓN DE ADITIVOS (ABRILLANTADORES) MEDIANTE EL ENSAYO DE CÉLULAS HULL

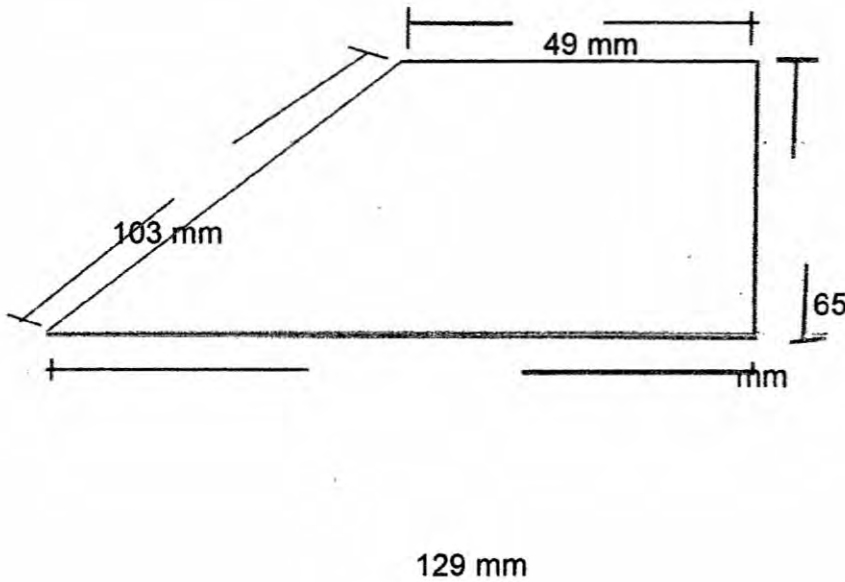
Este ensayo nos permite conocer el estado de los baños electrolíticos, lo cual permite reproducir en pequeño las condiciones de trabajo que experimentan los baños en su estado normal de operación, con la ventaja de que gracias a su diseño se puede apreciar en un mismo ensayo el comportamiento de la deposición sobre el cátodo a diferentes densidades de corriente.

La célula Hull se construye de material plástico de forma trapezoidal cuya capacidad es de 267 ml, pero pueden considerarse células de mayor capacidad.

La posición oblicua del cátodo respecto al ánodo permite una distribución progresiva de la densidad de corriente catódica, variando de un valor mínimo hasta un valor máximo.

Por lo tanto la densidad de corriente eléctrica que se descarga sobre cada segmento del cátodo será diferente según la distancia que se encuentren del ánodo.

Vista de una célula de Hull:



6.3.8.1 ÁNODOS PARA LOS ENSAYOS DE CÉLULAS HULL

Los ánodos que se utilizan para los ensayos en la célula de Hull generalmente son del mismo material que los ánodos que se emplean en los trabajos de planta.

6.3.8.2 CÁTODOS PARA LOS ENSAYOS

Los cátodos que se emplean en estos ensayos de Células de Hull están constituidos por pequeñas planchas, para ensayos con baños de níquel y cobre se utilizan planchas de latón pulido, en el caso de cromo se debe utilizar también planchas de latón pulido previamente recubiertas con níquel brillante.

Los ensayos con baños de plata y rodio se pueden realizar con cátodos de latón pulido, para los baños de oro se recomienda utilizar cátodos de níquel o latón niquelado.

Se debe tener las siguientes consideraciones :

- a) La densidad de corriente que se aplica en los ensayos de células de Hull para la mayoría de baños es de 2 – 3 amperios durante 5 á 10 minutos, aunque también se utilizan densidades de corrientes distintas para casos especiales por ejemplo cuando se quiere resaltar el efecto de las impurezas en el baño de níquel, se puede realizar el ensayo a 1 amperio durante 15 – 20 minutos.
- b) Se debe considerar tener una placa patrón para poder realizar los ensayos simulando las diferentes fallas probables.
- c) El método de celda Hull, no determinan la concentración sino que solamente permiten evaluar la calidad de la capa de metal depositada.
- d) Se debería reportar los ensayos para cada baño observando los defectos y los cambios que se reflejan de acuerdo como va avanzando el ensayo, esta información serviría como base para tener parámetros establecidos.

Procedimiento para la realización del ensayo

Materiales :

Placas patrón de bronce

Rectificador de corriente 0 – 10 amperios

Ánodos de plata; bronce; níquel; cobre; etc.

Se colocan 250 ml de baño que se va a ensayar, a una temperatura ligeramente superior a la temperatura de trabajo, en una célula Hull de 267 ml de capacidad la cual se ha instalado el correspondiente ánodo y el cátodo (placa patrón) de la célula, el mismo que se ha desengrasado para la electrodeposición.

Inmediatamente se procede a la electrolisis aplicando las condiciones usuales de temperatura y agitación para cada baño, de manera particular.

La densidad de corriente que se aplica en los ensayos de la Célula Hull para la mayoría de los baños es de 2 – 3 amperios durante 5 á 10 minutos, aunque se utilizan densidades de corriente distintas para casos especiales cuando se quiere resaltar los defectos de las impurezas como es el caso del baño de níquel.

Preparación de Sales Cianuradas de Plata

Las sales Cianuradas de plata es uno de los componentes más importantes de un baño de plata cianurado.

Insumos Químicos Utilizados :

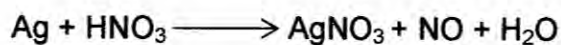
- a) Plata metálica ley 1000 presentación granallas
- b) Ácido Nítrico químicamente Puro
- c) Cianuro de potasio

Materiales :

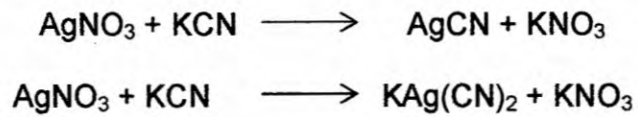
- a) Una cocina eléctrica 220 V
- b) Tres vasos de Precipitado de 1 L
- c) Tres Vaguetas de Vidrio

Procedimiento :

- 1) Primero llevamos a cabo la reacción química de la plata metálica ley 1000 con el Ácido Nítrico qp hasta la eliminación total de los gases nitrosos para después proseguir con la cianuración con Cianuro de Potasio.



Siendo el cianuro de Potasio insoluble, la adición de cianuro de potasio permite la formación del complejo soluble de Dicianuro de plata y potasio



La disolución del Dicianuro KAg(CN)_2 conduce a la formación del complejo KAg(CN)_2 que se disocia muy débilmente para dar los iones Ag^+ . El complejo Ag(CN)_2 por tanto constituye la reserva de los iones Ag^+

VII. EVALUACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

La preparación de las soluciones electrolíticas para cada baño implementados en la planta galvánica están de acuerdo a las especificaciones técnicas del proveedor (Fichas Técnicas), los cuales son de procedencia alemana.

A continuación detallaremos las formulaciones iniciales según Ficha Técnica y las empleadas en la planta galvánica de la Empresa C y A Fabrica de Fantasía Fina SAC. la cual muestra la comparación de concentraciones y parámetros utilizados.

7.1.1 TABLA COMPARATIVA DEL BAÑO DE COBRE ALCALINO

TABLA N° 13

BAÑO DE COBRE ALCALINO (especificación técnica)		BAÑO DE COBRE ALCALINO (Planta Galvánica)	
Formulación y Condiciones de Operación		Formulación y Condiciones de Operación	
Cianuro de Cobre	35 – 55 g/L	Cianuro de Cobre	45 g/L
Cianuro de Sodio	50 – 75 g/L	Cianuro de Sodio	63 g/L
Carbonato de Sodio	15g/L	Carbonato de Sodio	NC
Temperatura	25°C – 40°C	Temperatura	28°C
pH	11,5 – 12,5	pH	11
Densidad	10°Be – 12°Be	Densidad	10°Be – 12°Be
Densidad de Corriente	2 – 4 Volt	Densidad de Corriente	2 – 10 Volt
Voltaje	4 – 6 Volt	Voltaje	4 – 6 Volt
Ánodos cobre electrolítico		Ánodos cobre electrolítico	
Movimiento Catódico	2 – 3 m/min	Movimiento Catódico	2 – 3 m/min

NOTA: Para el caso del Carbonato de Sodio en la planta no se controla por falta de insumos en el laboratorio para realizar los análisis respectivos, debido a que el baño se mantiene a temperatura ambiente la precipitación del Carbonato no se observa visualmente, pero se realizan análisis con el proveedor para verificar los límites permisibles del electrolito.

Fuente: Especificación Técnica del Proveedor Traelsa Comercial S.A

Aunque la ficha técnica nos da un amplio rango de Temperatura de trabajo operacional se ha visto conveniente operarlo en Temperatura ambiente manejando así las densidades de corrientes más altas dependiendo los artículos a recubrir.

7.1.2 TABLA COMPARATIVA DEL BAÑO DE COBRE ÁCIDO

TABLA Nº 14

BAÑO DE COBRE ÁCIDO (especificación técnica)		BAÑO DE COBRE ÁCIDO (Planta Galvánica)	
Formulación y Condiciones de Operación		Formulación y Condiciones de Operación	
Sulfato de Cobre	200 – 220 g/L	Sulfato de Cobre	210 g/L
Acido Sulfúrico	40 – 50 g/L	Acido Sulfúrico	45 g/L
Cloruro de Sodio	0,12 g/L máx.	Cloruro de Sodio	NC
Abrillantador A	10 ml/L	Abrillantador A	10 ml/L
Abrillantador B	0,3 – 0,5 ml/L	Abrillantador B	0,4 ml/L
Solución preparadora	0,3 – 0,5 ml/L	Solución preparadora	0,4 ml/L
Temperatura	20°C – 35°C	Temperatura	22°C
pH	< 1	pH	< 1
Densidad de Corriente	3 – 5 A/dm ²	Densidad de Corriente	3 – 5 A/dm ²
Voltaje	2 – 8 Volt	Voltaje	2 – 8 Volt
Ánodos Cobre	0,02% – 0,06%	Ánodos Cobre Fosforoso	0,02% – 0,06%
Fosforoso	22°Be	Densidad	22°Be
Densidad			

NOTA : La temperatura de este baño debe mantenerse máximo a 25°C si sobrepasa influirá en el consumo excesivo de aditivos abrillantadores, saturando al electrolítico.

Fuente : Especificación Técnica del Proveedor Traelsa Comercial S.A

Para mantener la solución a 22°C se ha implementado un serpentín de acero inoxidable que nos permite enfriar la solución.

7.1.3 TABLA COMPARATIVA DEL BAÑO DE NÍQUEL BRILLANTE

TABLA N° 15

BAÑO DE NÍQUEL BRILLANTE (especificación técnica)		BAÑO DE NÍQUEL BRILLANTE (Planta Galvánica)	
Formulación y Condiciones de Operación		Formulación y Condiciones de Operación	
Sulfato de Ni hexahidratad	220 – 250 g/L	Sulfato de Ni hexahidratad	230 g/L
Cloruro de Ni hexahidratad	150 – 180 g/L	Cloruro de Ni hexahidratad	165 g/L
Ácido bórico	40 g/L	Ácido bórico	40 g/L
Aditivo abrillantador 1	0,5 ml/L	Aditivo abrillantador 1	0,5 ml/L
Aditivo Abrillantador 2	0,5ml/L	Aditivo Abrillantador 2	0,5 ml/L
Solución correctora	3 ml/L	Solución correctora	3 ml/L
Humectante	1 ml/L	Humectante	1 ml/L
Densidad del baño	23°Be	Densidad del baño	23°Be
Densidad de corriente	2 – 6 Amp/dm ²	Densidad de corriente	2 – 6 Amp/dm ²
Catódica		Catódica	60°C
Temperatura	50°C – 60°C	Temperatura	2 – 5 minutos
Tiempo de exposición	2 – 5 minutos	Tiempo de exposición	4,5
pH	4 – 4,6	pH	2 – 4 voltios
Voltaje	2 – 4 voltios	Voltaje	Continúa
Filtración	continua	Filtración	0,97 micras/min a 5
Espesor de recubrimiento	0,97 micras/min a 5 Amp/dm ²	Espesor de recubrimiento	Amp/dm ²
Ánodos	Níquel electrolítico	Ánodos	Níquel electrolítico Catódica
Sistema de agitación	Catódica	Sistema de agitación	de polipropileno
Tanque	de polipropileno	Tanque	

NOTA : El baño de Níquel Brillante por ser un electrolito noble no presenta mayores problemas a la hora de operar solo hay que mantenerlo dentro los parámetros de operación controlando constantemente el PH de la solución porque cualquier cambio afectará el recubrimiento.

Fuente : Especificación Técnica del Proveedor Traelsa Comercial S.A

De igual modo es para el control de la temperatura; para estos casos de electrolitos calientes se instalaron calentadores en las soluciones que monitorean la temperatura de la solución durante el turno de trabajo.

7.1.4 TABLA COMPARATIVA DEL BAÑO DE BRONCE BLANCO

TABLA Nº 16

BAÑO DE BRONCE BLANCO (especificación técnica)		BAÑO DE BRONCE BLANCO (Planta Galvánica)	
Formulación y Condiciones de Operación		Formulación y Condiciones de Operación	
Cobre	10 – 16 g/L	Cobre	13 g/L
Zinc	1 – 3 g/L	Zinc	2 g/L
Estaño	8 – 12 g/L	Estaño	10 g/L
Cianuro de Potasio	40 – 50 g/L	Cianuro de Potasio	45 g/L
Hidróxido de Potasio	8 – 12 g/L	Hidróxido de Potasio	10 g/L
Densidad de	0,5 – 1,5	Densidad de Corriente	0,5 – 1,5 Amp/dm ²
Corriente	Amp/dm ²	Densidad del Baño	12°Be
Densidad del Baño	11°Be – 13°Be	Temperatura	45°C
Temperatura	40°C – 50°C	Filtración	Continua
Filtración	Continua	Ánodos	de Grafito
Ánodos	de Grafito	Sistema de Agitación	Catódica
Sistema de Agitación	Catódica	Tanque	Polipropileno
Tanque	Polipropileno	Cada 6 000 Amp –	
Cada 6 000 Amp –		minuto agregar :	
Aditivo Reforzador 1	800 ml	Aditivo Reforzador 1	800 ml
Aditivo Reforzador 2	250 ml	Aditivo Reforzador 2	250 ml

NOTA: En este electrolito la cantidad de reforzadores adicionados será dependiendo del consumo de Amp – minuto consumidos según el contador que tiene el rectificador de corriente.

Fuente : Especificación Técnica del Proveedor Traelsa Comercial S.A

De igual forma en este electrolito se instaló un calentador que monitorea la temperatura de la solución durante el turno de trabajo.

Por ser el baño una aleación se controla constantemente durante el turno de trabajo para evitar los problemas de diferencias de recubrimientos que afectarían a los productos bañados.

7.1.5 TABLA COMPARATIVA DEL BAÑO DE BRONCE AMARILLO

TABLA N° 17

BAÑO DE BRONCE AMARILLO (especificación técnica)		Baño de Bronce Amarillo (Planta Galvánica)	
Formulación y Condiciones de Operación		Formulación y Condiciones de Operación	
Solución de cobre	11 – 13,5 g/L	Solución de cobre	12,5 g/L
Sales de estaño	12 – 16 g/L	Sales de estaño	14 g/L
Solución de Zinc	1 – 3 g/L	Solución de Zinc	2 g/L
Cianuro de potasio	30 – 40 g/L	Cianuro de potasio	35 g/L
Hidróxido de potasio	3 – 10 g/L	Hidróxido de potasio	7 g/L
Aditivo 1	20 g/L	Aditivo 1	20 g/L
Aditivo 2	2 g/L para nivelar	Aditivo 2	2 g/L para nivelar
Temperatura	50°C	Temperatura	50°C
pH	12,5	pH	12,5
Densidad de corriente catódica	2 – 5 A/dm ²	Densidad de corriente catódica	2 – 5 A/dm ²
Agitación	Necesaria	Agitación	Necesaria
Filtración	Continua	Filtración	Continua
Ánodos	de grafito	Ánodos	de grafito

NOTA : En este electrolito debe considerarse el control de la aleación Sn, Cu, Zn para mantenerlo dentro de los parámetros óptimos según la especificación técnica.

Fuente : Especificación Técnica del Proveedor Química Anders SA

Este baño necesita ser monitoreado durante todo el turno de trabajo por el laboratorio químico porque la aleación se desconcentra según el consumo de los recubrimientos.

7.1.6 TABLA COMPARATIVA DEL BAÑO DE PRE PLATA

TABLA Nº 18

BAÑO DE PRE PLATA (especificación técnica)		BAÑO DE PRE PLATA (Planta Galvánica)	
Formulación y Condiciones de Operación		Formulación y Condiciones de Operación	
Cianuro de potasio	al 80,5%, 1 – 3 g/L	Cianuro de potasio	al 80,5%, 2 g/L
Cianuro de potasio	70 – 100 g/L	Cianuro de potasio	100 g/L
Tiempo de exposición	3 – 5 seg	Tiempo de exposición	3 – 5 seg
Densidad de Corriente	2 – 3 Amp/dm ²	Densidad de Corriente	2 – 3 Amp/dm ²
Catódica		Catódica	
Temperatura	Ambiente	Temperatura	Ambiente
pH	11	pH	11
Densidad	8°Be	Densidad	8°Be
Voltaje	3 – 8 voltios	Voltaje	3 – 8 voltios
Filtración	Continua	Filtración	Continua
Velocidad de electrodeposición	de 1 micra/minuto	Velocidad de electrodeposición	de 1 micra/minuto
Ánodos	Acero Inoxidable	Ánodos	Acero Inoxidable
Agitación	No necesita	Agitación	No necesita
Tanque	Polipropileno	Tanque	Polipropileno

NOTA : Este Baño de Pre plateado es un recubrimiento Flash que necesita el artículo para recibir el baño de plata de espesor. Las concentraciones de sales de plata para este caso son mínimas, el laboratorio lo controla de tal manera que no baje de esos rangos porque ocasionaría problemas de depósitos amarillos.

Fuente : Especificación Técnica del Proveedor Traelsa Comercial S.A

7.1.7 TABLA COMPARATIVA DEL BAÑO DE PLATA BRILLANTE

TABLA N° 19

BAÑO DE PLATA BRILLANTE (especificación técnica)		BAÑO DE PLATA BRILLANTE (Planta Galvánica)	
Formulación y Condiciones de Operación		Formulación y Condiciones de Operación	
Cianuro de Plata	al 80,5%, 30 g/L	Cianuro de Plata	al 80,5% 30 g/L
Cianuro de Potasio	150 g/L mínimo	Cianuro de Potasio	150 g/L mínimo
Densidad del baño	15°Be – 18°Be	Densidad del baño	16°Be
Densidad de	2 Amp/dm ²	Densidad de	2 Amp/dm ²
Corriente Catódica		Corriente Catódica	
Temperatura	Ambiente	Temperatura	Ambiente
pH	12 – 13	pH	12
Voltaje	2 – 5 voltios	Voltaje	2 – 5 voltios
Filtración	Constante	Filtración	Constante
Velocidad de	1 micra/minuto a 2	Velocidad de	1 micra/minuto a 2
electrodeposición	Amp/dm ²	electrodeposición	Amp/dm ²
Ánodos	Plata pura	Ánodos	Plata pura
Sistema de agitación	Catódica	Sistema de agitación	Catódica
Tanque	Polipropileno	Tanque	Polipropileno
Aditivo 1	10 g/L	Aditivo 1	10 g/L
Aditivo 2	0,5 g/L	Aditivo 2	0,5 g/L

NOTA: Para el caso del electrolito de Plata brillante es importante mantenerlo dentro de los rangos óptimos en concentración de sales de plata para obtener mejores resultados de electrodeposición y espesores de recubrimiento.

Fuente: Especificación Técnica del Proveedor Traelsa Comercial S.A

7.1.8- TABLA COMPARATIVA DEL BAÑO DE ORO ÁCIDO

TABLA N° 20

BAÑO DE ORO ÁCIDO (especificación técnica)		BAÑO ORO ÁCIDO (Planta Galvánica)	
Formulación y Condiciones de Operación		Formulación y Condiciones de Operación	
Sal de oro	al 68% 3 – 4 g/L	Sal de oro	al 68% 1,5 g/L
Sal conductiva acida	25 g/L	Sal conductiva acida	20 g/L
Aditivo D	12 ml/L	Aditivo D	10 ml/L
Densidad del baño	12°Be	Densidad del baño	12°Be
Temperatura	Ambiente	Temperatura	Ambiente
pH	3,8 – 4,0	pH	3,8
Filtración	Continua	Filtración	Continua
Velocidad de electrodeposición	0,6 micras/minuto	Velocidad de electrodeposición	0,6 micras/minuto
Ánodos	Acero inoxidable	Ánodos	Acero inoxidable
Agitación	Continua	Agitación	Continua
Tanque	Polipropileno	Tanque	Polipropileno

NOTA : El electrolito de Oro Acido es un baño que da espesor al artículo por lo que debe mantener la cantidad optima de sales Cianuradas de oro para este caso se ha considerado 1.5gr/L de acuerdo a los espesores solicitados por el cliente. La manipulación del pH del baño se regula con acido cítrico.

Fuente : Especificación Técnica del Proveedor Traelsa Comercial S.A

7.1.9 TABLA COMPARATIVA DEL BAÑO DE ORO ALCALINO

TABLA Nº 21

BAÑO DE ORO ALCALINO (especificación técnica)		BAÑO DE ORO ALCALINO (Planta Galvánica)	
Formulación y Condiciones de Operación		Formulación y Condiciones de Operación	
Sal de Oro	al 68% 1 – 2 g/L	Sal de Oro	al 68% 1 g/L
Sal conductiva alcalina	30 g/L	Sal conductiva alcalina	25 g/L
Aditivo blanco	0,5 ml/L	Aditivo blanco	0,5 ml/L
Densidad del baño	18°Be	Densidad del baño	18°Be
Densidad de corriente	0,5 – 1,3 Amp/dm ²	Densidad de corriente	0,5 – 1,3 Amp/dm ²
Temperatura	60°C – 70°C	Temperatura	60°C
pH	9,8	pH	9,8
Voltaje	2 – 4 voltios	Voltaje	2 – 4 voltios
Tiempo de exposición	10 – 20 seg	Tiempo de exposición	10 – 20 seg
Filtración	Continua	Filtración	Continua
Velocidad de electrodeposición	0,35 micras/minuto	Velocidad de electrodeposición	0,35 micras/minuto
Ánodos	Acero Inoxidable	Ánodos	Acero Inoxidable
Sistema de agitación	Continua	Sistema de agitación	Continua
Tanque	Polipropileno	Tanque	Polipropileno

NOTA : El electrolito de oro Alcalino es un recubrimiento que nos da el acabado de color para el Oro brillante.

Fuente : Especificación Técnica del Proveedor Traelsa Comercial S.A

7.2 ~~TABLA COMPARATIVA DEL BAÑO DE LACA ELECTROLÍTICA~~

TABLA Nº 22

BAÑO LACA ELECTROLÍTICA (especificación técnica)		BAÑO LACA ELECTROLÍTICA (Planta Galvánica)	
Formulación y Condiciones de Operación		Formulación y Condiciones de Operación	
Concentrado de Laca	250 g/L	Concentrado de Laca	200 g/L
Solvente de Laca	65 g/L	Solvente de Laca	55 g/L
°Brix	15	°Brix	12
Conductividad	1 100 – 1 200 us	Conductividad	900 – 1 000 us
Temperatura Operación	23°C amb	Temperatura Operación	23°C amb
Temperatura de cocción	140°C	Temperatura de cocción	140 °C

NOTA : La laca electrolítica es el último recubrimiento que se le da a un artículo y sirve como protección para los baños.

Fuente : Especificación Técnica del Proveedor Traelsa Comercial S.A

Para que este recubrimiento sea óptimo debe estar completamente curado.

VII. CONCLUSIONES

- 1) Se implementó con éxito el laboratorio de análisis químico cuantitativo y cualitativo para la realización de los análisis teniendo como finalidad realizar los controles del proceso durante el turno de trabajo, garantizando así la obtención de un producto de calidad.
- 2) Debido a los controles realizados en el proceso se pudo realizar los análisis de la data obtenida para la verificación de los costos operativos del producto.
- 3) Se empezó a realizar los controles de los aditivos a los tanques que llevan abrillantadores para mejorar las adiciones y controlar los consumos, para que posteriormente se instalen los controladores amperio minuto en los rectificadores de corriente y así mejorar la dosificación correcta del insumo.
- 4) Los controles de parámetros realizados en el proceso nos ayudó para tener en cuenta en qué momento se deberían realizar las adiciones de los insumos químicos y aditivos a las soluciones electrolíticas, implementando el sistema continuo de control del proceso.
- 5) Las sales Cianuradas de plata preparadas en el laboratorio a partir de la plata metálica ley 999 nos ayudó a reducir los costos en el baño de pre plata y plata brillante.

- 6) Se implementaron nuevos baños como por ejemplo el baño de bronce blanco y bronce amarillo ingresando así al nuevo sistema de competencia como son los recubrimientos en free níquel.

VIII. RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda implementar nuevos baños electrolíticos en el área galvánica que sean fáciles de operar y con insumos que se puedan adquirir en el mercado nacional para evitar así los sobrecostos cuando haya falta de los mismos.
- 2) Los espesores de los recubrimientos deben ser óptimos siempre y cuando las concentraciones de los baños electrolíticos se encuentran dentro de los rangos óptimos de operación para tal efecto se puede medir con ayuda de los análisis químicos cuantitativos antes y después del recubrimiento, de lo contrario se podría hacer uso de la maquina medidora de espesores.
- 3) Se recomienda controlar la temperatura de los baños alcalinos cianurados para evitar la evaporación de los gases cianurados y contaminar el ambiente de trabajo, utilizar cámpañas extractoras.
- 4) Utilizar los implementos de protección personal durante el turno de trabajo.
- 5) Es importante controlar la conductividad y PH del agua, de eso dependerá la calidad de la preparación de los baños nuevos y soluciones utilizadas en la planta galvánica y el laboratorio.
- 6) Los baños de Bronce son aleaciones que deben de respetar sus rangos de operación de acuerdo a las especificaciones técnicas del proveedor para evitar tener diferentes

tonalidades de recubrimientos y por ende depósitos no correspondientes al baño inicial.

- 7) Es importante controlar las aguas de desecho para evitar la contaminación del medio ambiente.

IX. BIBLIOGRAFIA.

- 1) PAREDES FREDDY "TRATAMIENTO ELECTROLITICO DE SUPERFICIES"
Edi. Mundoop SA, 1996, Lima – Perú
- 2) CASTAÑO FRANCISCO "ANÁLISIS DE BAÑOS ELECTROLITICOS"
Edit. Palleter 40, 1963, Madrid – España
- 3) ROSA TORO ADOLFO "TECNOLOGIA DE LOS PROCESOS GALVANICOS"
Cúrsō Taller de Procesos Galvánicos
- 4) KENNETH GRAHAM "MANUAL DE INGENIERIA DE LOS RECUBRIMIENTOS
ELECTROLITICOS"
Edit. Cecsa, 1975, México – España
- 5) BLUM WILLIAM "GALVANOTECNIA Y GALVANOPLASTIA"
Edit. Cecsa – 1990
- 6) MURPHY MICHAEL "METAL FINISHING"
Edit. Enthone – omi, January – 1997

FICHAS TÉCNICAS**FICHA TECNICA DE BAÑO DE PRE-PLATA Y PLATEADO BRILLANTE**

Proveedor : Traelsa Comercial SAC
 Av. Oscar R. Benavides 1280 Lima
www.traelsa.com, traelsacomercial@traelsa.com

FICHA TECNICA DEL BAÑO DE COBRE CIANURADO

Proveedor : Traelsa Comercial SAC
 Av. Oscar R. Benavides 1280 Lima
www.traelsa.com, traelsacomercial@traelsa.com

FICHA TECNICA DEL BAÑO DE COBREADO ACIDO

Proveedor : química Anders SAC

Calle los Hilanderos 109 Ate

www.qanders.com,

FICHA TECNICA DEL BAÑO DE NIQUELADO BRILLANTE

Proveedor : Traelsa Comercial SAC

Av. Oscar R. Benavides 1280 Lima

www.traelsa.com, traelsacomercial@traelsa.com

FICHA TECNICA DEL BAÑO DE BRONCE BLANCO

Proveedor : Traelsa Comercial SAC

Av. Oscar R. Benavides 1280 Lima

www.traelsa.com, traelsacomercial@traelsa.com

FICHA TECNICA DEL BAÑO DE BRONCE AMARILLO

Proveedor : Traelsa Comercial SAC

Av. Oscar R. Benavides 1280 Lima

www.traelsa.com, traelsacomercial@traelsa.com

FICHA TECNICA DE LA LACA ELECTROLITICA

Proveedor : Traelsa Comercial SAC

Av. Oscar R. Benavides 1280 Lima

www.traelsa.com, traelsacomercial@traelsa.com

Norma UNE 66 804 – 89 Directrices para la elaboración del Manual de Calidad de un Laboratorio de ensayo. Sección 2 Apartado 7

Norma EN 45001 Norma Europea EN ISO/IEC 17025 Requisitos Generales relativos a la competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración. Norma reemplazante a la antigua Norma EN 45001:1989 (UNE 66-501-91 Criterios generales para el funcionamiento de los laboratorios de ensayo [UNE, 1991]) y ISO/IEC Guide 25:1990.