



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA QUÍMICA E
INDUSTRIAS EXTRACTIVAS

“PROYECTO DE INSTALACIÓN DE UNA MICROEMPRESA DE
ELECTRODEPOSICIÓN DE ORO, PARA LA
PRODUCCIÓN DE BISUTERÍA FINA”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO INDUSTRIAL

P R E S E N T A N:

Arely Gabriela Duque Romero
Jose Alejandro Benitez Nevraumont

Director de Tesis: Dr. Héctor F. Martínez Frías



México D.F. Julio de 2014

RECONOCIMIENTOS

Al INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Por abrirnos las puertas del conocimiento, siguiendo su reglamento y vigoroso plan de estudios.

A la ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS EXTRACTIVAS

Por habernos formado como ingenieros químicos industriales.

Al Dr. HÉCTOR F. MARTÍNEZ FRÍAS.

Por su apoyo a nuestras ideas para el desarrollo de una microempresa y el experimentado asesoramiento para la elaboración de la presente tesis.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitir la realización del presente proyecto, cuidándome y guiándome siempre.

A mis padres que han forjado día con día parte de mi vida con valores y humildad, que me supieron educar desde niña y que gracias a sus sacrificios es la elaboración de la presente tesis.

A mis hermanas por apoyarme siempre y darme amor.

Mi profundo agradecimiento a Alejandro porque en la elaboración del presente proyecto mostró siempre un apoyo incondicional, responsabilidad, respeto y brindando siempre lo mejor de su parte.

Arely.

Les agradezco en especial a mis padres que me dieron el apoyo y las fuerzas para seguir con este sueño, a mis hermanos que siempre confiaron en mí y me ayudaron en cada cosa que necesite.

La familia de mi mama que fue esencial en mi formación personal y a los que les debo tanto.

A ti Are que siempre juntos hemos logrado cosas importantes entre una de ellas ésta y sobre todo siempre me has apoyado en todo momento.

A esta última persona le dedico mi trabajo, porque él fue la inspiración para cumplir este sueño, ya que él siempre fue mi ídolo. Hablo de ti abuelo: Manuel Benítez Sánchez.

Ing. José Alejandro Benítez Nevraumont.

CONTENIDO GENERAL

RESUMEN	Viii
INTRODUCCIÓN	1
I. GENERALIDADES SOBRE RECUBRIMIENTOS ELECTROLÍTICOS.	2
1.1. Historia de la galvanotecnia y técnicas afines.	2
1.2. Conceptos de electroquímica, electrólisis y recubrimientos electrolíticos.	4
1.2.1. Electroquímica.	4
1.2.2. Electrólisis	4
1.2.3. Recubrimientos electrolíticos.	4
1.3. Proceso de electrodeposición.	6
1.3.1. Electrodeposición.	6
1.3.2. Tipos de electrodeposición.	7
1.3.2.1. Electrodeposición catódica.	7
1.3.2.2. Electrodeposición de aleaciones.	8
1.3.3. Influencia de las variables del proceso.	9
1.3.3.1. Densidad de corriente.	9
1.3.3.2. Temperatura	10
1.3.3.3. Composición del electrolito.	10
1.3.3.4. pH.	11
1.3.3.5. Agitación del baño.	11
1.3.3.6. Distancia entre electrodos.	11
1.3.3.7. Calidad de la superficie.	11
1.3.4. Propiedades de los depósitos de aleaciones.	12
1.3.4.1. Adherencia.	12
1.3.4.2. Porosidad.	12
1.3.4.3. Dureza	13
1.3.4.4. Fuente de alimentación.	13

II.	IMPLEMENTACIÓN DE LOS BAÑOS SOBRE DORADO.	14
2.1.	Tratamientos previos al recubrimiento de superficies.	14
2.1.1.	Limpieza.	15
2.1.2.	Prueba de limpieza.	16
2.2.	Baños de dorado.	16
2.2.1.	Baño caliente.	17
2.2.2.	Baño frío.	18
2.2.3.	Baño ácido.	19
2.2.4.	Dorado en color.	19
III.	INFRAESTRUCTURA Y CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN DE LA MICROEMPRESA.	20
3.1.	Estudio de mercado.	20
3.1.1.	Definición del servicio.	20
3.1.2.	Demanda.	20
3.1.3.	Oferta.	23
3.1.4.	Precio	25
3.1.5.	Canal de distribución.	26
3.2.	Estudio técnico.	26
3.2.1.	Localización	26
3.3.	Descripción del proceso y capacidad de producción de la microempresa.	28
3.3.1.	Protocolo de trabajo para el dorado.	31
3.3.2.	Capacidad de producción de la microempresa.	35
3.3.3.	Selección del material y equipo.	35
3.4.	Determinación de las áreas de trabajo necesarias y tamaño de la microempresa.	37
3.4.1.	Tamaño de la microempresa.	38
3.4.2.	Distribución de la planta.	38
3.4.3.	Organigrama de la microempresa.	44
IV.	ESTIMACIONES DE INVERSIÓN Y COSTOS DE OPERACIÓN.	45
4.1.	Estudio económico.	45
4.1.1.	Costo de producción y operación.	45
4.1.2.	Consumo de agua.	49

4.1.3.	Costo de mano de obra directa e indirecta.	49
4.2.	Gastos de venta y administración.	51
4.2.1.	Presupuesto de gastos de venta.	52
4.3.	Costo total de operación de la microempresa.	53
<hr/>		
4.4.	Inversión de la microempresa.	54
<hr/>		
4.4.1.	Inversión inicial del activo fijo y su depreciación.	54
4.4.1.1.	Inversión inicial del activo fijo.	54
4.4.1.2.	Terreno y obra civil.	55
4.4.1.3.	Depreciación.	56
4.4.2.	Determinación del punto de equilibrio económico.	57
4.4.3.	Evaluación económica.	60
4.4.3.1.	Estado de resultados y factibilidad de la microempresa.	60
4.4.3.2.	Calculo del VPN y TIR.	61
4.4.3.3.	Factibilidad del proyecto.	62
CONCLUSIONES		65
RECOMENDACIONES		67
BIBLIOGRAFÍA		68
REFERENCIAS EN LÍNEA ELECTRÓNICA		68
ANEXOS		70

CONTENIDO DE TABLAS

2.1.	Tipos de tratamientos previos al recubrimiento electrolítico.	14
2.2.	Limpieza para cada metal.	15
3.1.	Datos de la demanda del mercado	22
3.2.	Datos de la demanda cubierta en el mercado	23
3.3.	Datos del precio de la competencia	25
3.4.	Precio del servicio por Kg de piezas a través del tiempo	26
3.5.	Código de cercanía y código de líneas.	39
3.6.	Código de razones.	39
4.1.	Aprovechamiento de la capacidad instalada a través de los años.	45
4.2.	Costo de materia prima.	46
4.3.	Otros materiales.	47
4.4.	Consumo de energía eléctrica.	48
4.5.	Consumo de energía eléctrica anual.	48
4.6.	Consumo del agua.	49
4.7.	Costo de mano de obra directa.	50
4.8.	Costo de mano de obra indirecta.	50
4.9.	Presupuesto anual del costo de producción con depreciación.	50
4.10.	Gastos de administración.	51
4.11.	Gastos de administración anual.	52
4.12.	Gastos de ventas.	52
4.13.	Gastos de venta anual.	53
4.14.	Gastos de operación anual.	53
4.15.	Activo fijo de producción.	54
4.16.	Activo fijo de oficinas y ventas.	55
4.17.	Costo total del terreno y obra civil.	55
4.18.	Inversión total en activo fijo.	56
4.19.	Depreciación del activo fijo (en pesos).	57
4.20.	Clasificación de costos.	58
4.21.	Datos para la determinación del punto de equilibrio.	59

4.22.	Horizonte del análisis del proyecto.	61
4.23.	Inversión inicial.	61
4.24.	Obtención del Valor Presente Neto	63
4.25.	Año de recuperación de la inversión	64

CONTENIDO DE FIGURAS

1.1.	Diagrama de electrodeposición catódica.	7
3.1.	Mapa de Taxco de Alarcón Guerrero.	27
3.2.	Diagrama de bloques de operaciones del proceso de dorado.	28
3.3.	Diagrama de flujo de operaciones del proceso de dorado de acuerdo a ASME.	33
3.4.	Descripción del proceso de dorado.	34
3.5.	Diagrama de correlación de áreas de la microempresa.	40
3.6	Diagrama de hilos de la microempresa.	41
3.7.	Diagrama realizado en Autocad, vista superior de distribución de las áreas de la microempresa.	42
3.8.	Diagrama realizado en Autocad, vista fondo lateral de distribución de las áreas de la microempresa.	42
3.9.	Distribución del área de proceso.	43
3.10	Organigrama de la microempresa.	44
4.1.	Diagrama de flujo para la evaluación económica sin inflación, sin financiamiento y con producción constante.	62

CONTENIDO DE GRAFICAS

3.1.	Evolución en la producción de oro.	21
3.2.	Demanda del mercado del estado de Guerrero.	22
3.3.	Demanda cubierta.	23
3.4	Precio de la competencia por Kg de piezas a través del tiempo.	25
3.5	Precio por Kg de piezas a través del tiempo.	26
3.6.	Demanda local de talleres.	35
4.1.	Punto de equilibrio.	58

RESUMEN

La electrodeposición data de tiempos muy remotos, trofeos de la civilización protohistórica de Italia atestiguan esta práctica. Con el paso del tiempo las técnicas de recubrimientos electrolíticos han ido evolucionando y perfeccionado.

Mediante una búsqueda exhaustiva de teoría y conceptos, el proyecto explica la instalación de una microempresa de electrodeposición de oro, para ello se hacen referencias de las variables del proceso como temperatura, agitación del baño, calidad de superficie, composición del electrolito entre otros, así mismo se detalla la descripción del proceso de dorado, iniciando desde su limpieza hasta los baños previos de niquelado y cobrizado, se analizará la infraestructura y características de operación de la microempresa, el estudio de mercado, localización, tamaño, capacidad producción de la microempresa, determinación de la áreas de trabajo, finalmente la inversión y evaluación económica.

En el presente proyecto se propone dar una solución al proceso de electrodeposición de oro que se presenta como un problema en el estado de Guerrero, así mismo ampliar los conocimientos que se tienen de este proceso y lograr ofrecer un servicio con estándar de calidad.

En el capítulo I se describe la historia de la galvanotecnia y los conceptos generales de los recubrimientos electrolíticos. El capítulo II contiene tratamientos previos al recubrimiento y diferentes baños de dorado. La infraestructura y características de operación de la microempresa se presentan en el capítulo III, detallando el estudio de mercado, localización, descripción del proceso, capacidad de producción, determinación de las áreas de trabajo y tamaño de la microempresa. Las inversiones y los costos de producción se detallan en el capítulo IV realizando el estudio económico.

Las conclusiones señalan que es factible realizar la inversión de la microempresa ya que presenta una rentabilidad económica aceptable en virtud de que el $VPN = \$ 17,216,721.00 > 0$ y la $TIR = 90.74\% > TMAR = 12\%$, con una producción de 3000.00 Kg en el primer año, siendo mayor al punto de equilibrio de 574.00 Kg de producción.

Se incluyen recomendaciones de tipo práctico sobre el electrodorado, por su utilidad en la joyería desde los tratamientos previos como son el pulido y desengrase de las piezas para realizar un acabado brillante, por otra parte se recomienda mantener constante la concentración inicial de los baños así como la apariencia física de los ánodos, puesto que pueden presentarse fallas en los recubrimientos.

La realización del presente proyecto tiene como objetivo que el Ingeniero Químico Industrial sea emprendedor de su propia microempresa de electrodeposición de oro y obtener conocimientos especializados acerca de este proceso del cual se tienen poca información bibliográfica. El funcionamiento del proyecto beneficiará a gran parte de la sociedad.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a Grupo México, empresa minera, en el 2011 el precio del oro mostró un incremento comparado con el 2010. Datos de la compañía mexicana “Peñoles” reportan que la curva de futuros del oro continúa mostrando precios que se incrementan hasta lo que va del presente año, 2014.

Estudios realizados en agosto del 2006 sobre el mercado de bisutería en México, supervisados por la Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en México, D.F., muestran que la demanda de bisutería en los últimos años crece aproximadamente un 20% anual, ya que se trata de un producto que permite seguir las tendencias de la moda de una manera más económica y segura que la joyería fina.

El objetivo principal de esta tesis es desarrollar integralmente un proyecto para la instalación de una microempresa de electrodeposición de oro, que incremente el valor agregado de piezas metálicas al comercializarse como bisutería selecta.

Se realizó una investigación documental del estudio de mercado de la bisutería y posteriormente de electroquímica con la finalidad de seleccionar el proceso de electrodeposición de oro, *ad hoc* al metal por recubrir. Para estimar la inversión de la microempresa se empleó la metodología de evaluación de proyectos de inversión. Se solicitó una visita a las instalaciones de una empresa de electrodeposición para interpretar y sugerir el organigrama de la microempresa en lo que se refiere a su administración, detallando la infraestructura productiva y las condiciones de operación de una microempresa de recubrimientos.

La ubicación de la microempresa se realizará en el estado de Guerrero, en la Cd. de Taxco de Alarcón porque a diferencia de otras ciudades del país, cuenta con la mayor cantidad de orfebres.

La viabilidad económica de la microempresa es aceptable al ser instalada en el lugar mencionado por ser única y sin competencia alguna cubriendo el 5 % de la demanda del estado. La tecnología empleada en el proceso de electrodeposición de oro es de desarrollo propio.

El área total de la microempresa se propone de 220 m², con áreas destinadas para la administración, almacén de materia prima, almacén de producto que se va a recubrir y producto terminado, producción, sanitarios, regaderas y vestidores, áreas verdes, área de mantenimiento, estacionamiento y caseta de vigilancia, contando con un personal de 17 trabajadores.

El papel del Ingeniero Químico Industrial es diseñar la instalación de la microempresa con un proceso adecuado para la electrodeposición de oro, control de calidad, seguridad en el lugar de trabajo, y administración.

Es de interés especial de los autores del presente trabajo contribuir a la implementación de una microempresa, estimando su inversión así como su organización operativa y su administración.

I. GENERALIDADES SOBRE RECUBRIMIENTOS ELECTROLÍTICOS.

1.1. Historia de la galvanotecnia y técnicas afines. (Julve, 2009:227-230).

La práctica de revestir un metal con otro metal o de un no metal con un metal data de tiempos muy remotos, pudiéndose afirmar que la cerámica antigua fue el primer caso en que un revestimiento metálico se depositó sobre un material inerte, no metálico.

Trofeos de la civilización protohistórica de Italia, de unos 3000 años de antigüedad, constituidos por enseres artísticos en los que el metal está unido a un material inerte (vasos y otras cerámicas decoradas con láminas metálicas) atestiguan esta práctica.

Estos recubrimientos metálicos eran, al comienzo, de carácter utilitario, pero más adelante se emplearon en el área de la acuñación de monedas y artículos de trueque, revestidas de un metal precioso. Se trataba de discos de cobre, raramente de hierro recubierto completamente (incluso en los bordes) por una fina película de plata aplicada por chapado.

El historiador Herodoto cuenta como hacia el año 530 a.C., Polícrates de Samos engañó a los espartanos pagándoles con piezas de plomo revestidas de oro. Este hecho no constituía un caso aislado pues parece ser que en aquella época la circulación de monedas griegas plateadas era relativamente común.

Con respecto a la deposición de recubrimientos metálicos por vía electrolítica o por vía química por reducción, no existe constancia de que se aplicara por esas fechas, aunque se han hallado evidencias de que ya los antiguos egipcios podrían haber empleado algún electrolito ácido de cobre (semejante al utilizado muchos años después por Daniell, Jacobi y Spencer).

Al parecer, el cobre no fue el único metal cuya deposición por vía química de reducción galvánica conocían los egipcios, ya que investigaciones llevadas a cabo en los años 1960–1970 señalan la posible obtención por esta vía de finísimas láminas de oro de gran pureza (99.9% Au) halladas en las tumbas de algunos faraones.

Por otra parte, piezas arqueológicas cobrizadas, plateadas y doradas, catalogadas en la época de la dinastía de los Sasánidas (226 a 541 d.C.) y encontradas en excavaciones cercanas a la ciudad de Ctesifonte (Mesopotamia, actual Irak) podrían haber sido recubiertas, no por vía mecánico-térmica, sino quizá por desplazamiento químico. Aunque, sin duda, ni los egipcios ni ningún otro pueblo antiguo conocía la electricidad, parece que algún grupo de personas ligado seguramente a la clase sacerdotal sabía de algún procedimiento empírico que provocaba la deposición del cobre, el oro y la plata, lo que podría considerarse como una primitiva galvanostegia.

En la citada fecha de 1800, los experimentos de L. V. Brugnatelli, colaborador de Volta, establecerían el inicio de la galvanotecnia. Este investigador depositó por primera vez por vía química de reducción los metales plata y oro, a partir de un baño de fulminato, al tiempo que, aprovechando el descubrimiento de la pila voltaica, depositaba por primera vez por vía electrolítica, los metales plata, zinc y cobre y, posteriormente, oro. En Londres, el mismo año y de forma independiente, W. Cruickshank, usando el electromotor voltaico, conseguía depositar cobre a partir de un electrólito conteniendo iones de ese metal.

Treinta años después del descubrimiento de la electrodeposición de metales por Brugnatelli, un cirujano de Birmingham llamado John Wright redescubrió parcialmente ese hallazgo e indicó que un electrólito basado en cianuro potásico era el más idóneo para la electrodeposición de oro y de plata, aunque no consiguió demostrarlo. Un año más tarde, en 1839, en esa ciudad, los hermanos George Richard y Henry Elkington, combinando el electrólito citado con las técnicas experimentadas por O. W. Barrat, publicaron el primer procedimiento electrolítico para la deposición de plata y oro, patentándolo al año siguiente. En este descubrimiento influyeron las experiencias prácticamente simultáneas de M. H. Von Jacobi (Boris Simonovitch Jacobi) en San Petersburgo (Rusia) y de C. J. Jordan y T. Spencer en Inglaterra, quienes entre 1837 y 1839 depositaron por primera vez mediante corriente eléctrica continua, recubrimientos de cobre de gran espesor, que utilizaban para la elaboración de moldes de imprenta y en el electroconformado, dando lugar, por tanto, al nacimiento de la galvanoplastia. M. H. Von Jacobi, es considerado el padre de esa técnica.

Utilizando el nuevo método de deposición electrolítica de oro patentado por él y su hermano, G. R. Elkington elaboró con bajo costo la producción de una serie de artículos de gran uniformidad y calidad que pronto dominaron el mercado del dorado, primero en Birmingham y después en toda Inglaterra.

En Francia, el procedimiento de deposición de plata y oro de los hermanos Elkington tuvo un gran éxito comercial, y C. Christofle, que compró las patentes, pronto adquirió gran fama en el campo de la joyería al aplicarlo a una gran variedad de artículos de lujo. A partir de 1860, la electrodeposición de oro creció considerablemente desde el punto de vista industrial, pero no desde el punto de vista tecnológico, usándose los mismos electrolitos empleados en los comienzos de esta técnica.

En lo que respecta a los recubrimientos de plata desde su introducción industrial en 1840 por los hermanos Elkington, su empleo corrió parejo al del oro, siendo al principio meramente decorativo (joyería, bisutería y cubertería), y extendiéndose después a campos como la fabricación de espejos y de recipientes para la industria química naciente. En 1850, en Milán, los hermanos Broggi aplicaron a gran escala la electrodeposición de plata utilizando el método de la factoría de Christofle. A partir de esa fecha, los recubrimientos de plata adquirieron gran auge, coronado en los años 50 al aplicarse a las industrias eléctrica y electrónica. En cuanto a los recubrimientos industriales para la prevención de la corrosión, especialmente del hierro y aleaciones

férreas, la galvanotecnia prestó, ya desde la época de su aparición, inestimables servicios. Así lo manifiestan los éxitos logrados por los recubrimientos industriales de zinc, cadmio, estaño, níquel y cromo, junto a los de cobre, empleados para ese cometido, así como los de las aleaciones latón y bronce.

1.2. Conceptos de electroquímica, electrolisis y recubrimientos electrolíticos. Citado por Gómez et al (2005:3-4).

1.2.1. Electroquímica.

La electroquímica es fundamentalmente el estudio de las reacciones químicas que dan origen a la producción de una corriente eléctrica o que son producidas por el paso de una corriente eléctrica directa. La ingeniería electroquímica es la rama de la ingeniería química que comprende el diseño, caracterización y operación de los aparatos y procesos en los que se produce inter-conversión de energía química y eléctrica.

1.2.2. Electrólisis.

Es un fenómeno interfacial que presenta la transformación química no espontánea de las sustancias disueltas en un solvente al aplicarse una diferencia de potencial. Estos cambios son inducidos en los electrodos inmersos en la solución electrolítica y, la conversión de una sustancia en otra (Ej. electrolisis de NaCl fundido) ocurre en el conductor iónico (electrolito); el nexo entre ambos conductores es la reacción electroquímica, la cual permite que los portadores de carga eléctrica hagan que los iones viajen de un polo a otro y que el circuito se pueda cerrar a través de esa reacción.

Todas las transformaciones químicas implican ganancia o pérdida de electrones y por lo tanto un desplazamiento de las condiciones de equilibrio iniciales originan un flujo de corriente distinta de cero. El resultado para la celda de electrólisis es de dos reacciones, una de electro oxidación y una de electro reducción, las cuales mantienen la neutralidad eléctrica en el circuito global.

El electrodo de polaridad positiva dentro de la solución electrolítica, es decir, el que se conecta al polo positivo de la fuente generadora de corriente eléctrica, se conoce como ánodo, mientras que el electrodo que se conecta al polo negativo de la fuente generadora de electricidad, se denomina cátodo.

1.2.3. Recubrimientos electrolíticos. (Shops cursos (c): 5-7).

La cantidad de material que se deposita en el electrodo de carga negativa, al pasar la corriente por un electrolito sigue las leyes enunciadas por el químico físico británico Michael Faraday. Estas leyes afirman que la cantidad de material depositada en cada electrodo es proporcional a la intensidad de la corriente que atraviesa el electrolito, y que las masas de distintos elementos depositados por la misma cantidad de electricidad son directamente proporcionales a las masas equivalentes de los elementos, es decir, sus masas atómicas divididas entre el cambio del número de oxidación. (Shops cursos, Cromado: 7)

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 (electroless).

El recubrimiento electrolítico de las piezas se produce casi exclusivamente por inmersión en un baño. Para ello se introducen las piezas en un baño alcalino para quitarle todo tipo de grasa, se procede a enjuagar ya que 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, estos enjuagues ocurren después de cada baño, posteriormente se pasa a un baño ácido en donde se pretende desprender la parte oxidada del metal, seguido del baño de cobre y níquel con el fin de darle una mayor protección a las piezas ante la oxidación y por último se pasa al baño de dorado, se recubren y se secan.

Una línea de recubrimientos electrolíticos está compuesta por numerosas operaciones que, en función de las exigencias de calidad y el campo de aplicación seleccionado pueden agruparse del siguiente modo:

1.2.3.1. Pretratamientos mecánicos. El pretratamiento mecánico desprende de la superficie de la pieza una fina capa. Incluye procesos como el cepillado, pulido y rectificado, que permiten eliminar asperezas o defectos de las superficies. En menor medida se aplica la técnica de sandblasted que permite eliminar junto con las asperezas y defectos de la superficie, los aceites, óxidos y restos de finos de mecanizado. Tras estas operaciones es necesario someter a las piezas a un proceso de lavado, puesto que durante el mismo se deposita sobre la superficie de las piezas una parte de la grasa y del abrasivo utilizado, así como polvo metálico.

1.2.3.2 Desengrase. En la fabricación de piezas se emplean grasas, aceites y sustancias similares como refrigerantes y lubricantes. A menudo también se engrasan las piezas como protección anticorrosiva temporal. El desengrase puede efectuarse básicamente de dos formas: con disolventes orgánicos o en soluciones acuosas alcalinas con poder emulsificador.

1.2.3.3 Decapado. El contacto entre atmósfera y piezas metálicas provoca la formación de capas de óxido. El objeto del decapado es su eliminación. El baño de decapado contendrá diversos tipos de metal en solución en función del tipo de material base y del grado de mantenimiento y desmetalizado de los contactos de bombos y bastidores.

1.2.3.4 Neutralizado. El proceso de activado, también llamado neutralizado o decapado suave, se utiliza para eliminar esa pequeña capa de óxido que se ha formado sobre la superficie del metal una vez que la superficie ha sido tratada o lavada en sucesivas etapas. Esa pequeña capa de óxido hace que la superficie sea pasiva y por lo tanto mala conductora. Las soluciones empleadas contienen, por lo general, ácidos muy diluidos.

Los activados permiten asimismo eliminar manchas generadas por compuestos orgánicos y/o inorgánicos.

1.2.3.5 Desmetalización. La operación de desmetalizado va dirigida a eliminar los recubrimientos de piezas rechazadas o de los contactos de los bastidores sin producir daños en el metal base. Los primeros tienen una composición similar a un electrolito y los segundos suelen contener complejos fuertes que pueden generar problemas en los tratamientos de aguas residuales.

1.3. Proceso de electrodeposición. (Julve, 2008:227).

La electrodeposición de metales, tanto los utilizados en el campo de la decoración, como en el campo tecnológico (circuitos impresos, conectores, contactos y electrónica en general), poseen una gran importancia en el mundo actual. Muchos de los logros alcanzados en estas últimas décadas hubieran sido imposibles de conseguir sin la ayuda de los recubrimientos metálicos electrodepositados, especialmente los recubrimientos de plata, oro y metales preciosos del grupo del platino (paladio, rodio, platino, iridio, etc.), esenciales sobre todo en el campo de la electrónica. Pero no sólo en esta industria puntera han sido esenciales los recubrimientos metálicos electro depositados. Lo han sido también en otras que han contribuido al bienestar y a la comodidad del hombre moderno: campo industrial de los electrodomésticos, de la construcción, del enlatado de los alimentos, de la automoción, de la aeronáutica, de las comunicaciones, de la navegación, del deporte, de los satélites artificiales, etc.

1.3.1. Electrodeposición. (Gómez et al, 2005:6-35).

Es un proceso que involucra el paso de corriente a través de una celda, la cual contiene un medio conductor bajo condiciones tales que el recubrimiento se depositará en uno de los electrodos. En estos electrodos por el paso de corriente se producen fenómenos electroquímicos, de reducción en el cátodo y de oxidación en el ánodo; en los metales la oxidación y la reducción van siempre unidas a una variación de la valencia o del número de electrones-valencia libres. La pieza a ser recubierta es colocada dentro de un baño electrolítico y con la aplicación de un potencial, se deposita una película sobre su superficie. La película comenzará a depositarse en la sección del electrodo más cercana al electrodo de polaridad opuesta. Si la capa formada ofrece una resistencia eléctrica más alta que el sustrato, la corriente buscará la menor resistencia y la electrodeposición se llevará a cabo en las áreas todavía no recubiertas, hasta que la superficie entera del sustrato sea recubierta.

El proceso de electrodeposición es muy importante en la industria de los recubrimientos por ofrecer ventajas sobre los procedimientos convencionales como es el caso del proceso de inmersión en caliente. Algunas de ellas son: mayor aprovechamiento de las materias primas, alta eficiencia energética, obtención de películas delgadas, uniformes y resistentes eléctricamente, mejor protección contra la corrosión, alto poder de penetración, mejor adaptabilidad para la automatización y altos niveles de recubrimiento.

Existen varios tipos de electrodeposiciones, siendo los más destacados el anódico y el catódico. Estos se llevan a cabo en tres etapas: Primero, formación de la capa límite. Una vez formada, el crecimiento de la película depende del número de equivalentes electroquímicos requeridos para neutralizar los grupos de iones solubilizantes, del voltaje y de las características de la conducción de la capa; por último, la finalización del crecimiento que ocurre cuando la corriente que pasa a través del baño es cercana a cero debido al aislamiento progresivo que ocasiona el recubrimiento en la pieza.

Los parámetros de estudio en un proceso de electrodeposición son generalmente: voltaje, densidad de corriente, distancia entre electrodos, tiempo, temperatura, agitación, pH, tipo de celda, tipo de sustrato y concentración de especies activas.

1.3.2. Tipos de electrodeposición.

1.3.2.1. Electrodeposición Catódica.

En este tipo de electrodeposición la pieza de trabajo es el cátodo y las partículas deben llevar carga positiva; en general, los grupos catiónicos provienen de la disolución intrínseca del ánodo, o, por la disolución previa en el electrolito. Muchos investigadores afirman que no hay disolución del sustrato durante la electrodeposición catódica, sin embargo, Murphy y Anderson, citado por Gómez et al (2005) demostraron que la disolución sí ocurre pero en una proporción mucho menor que en la anódica.

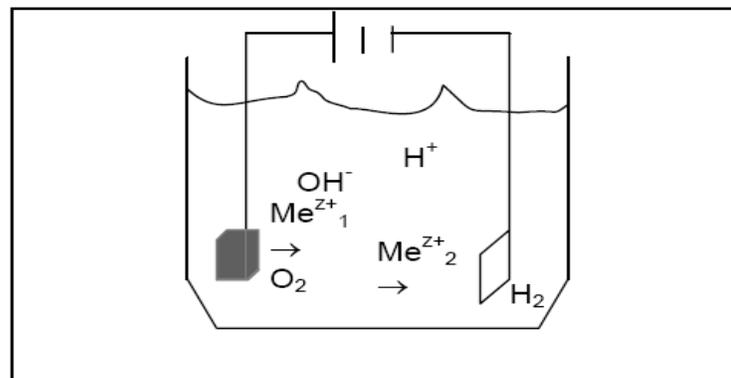


Figura 1.1. Diagrama de electrodeposición catódica.

Fuente: Gómez, et al., 2005: p 8

Por la naturaleza de los fenómenos electroquímicos la tensión es la medida característica de la sustancia, mientras que la cantidad de corriente solo regula la amplitud de la descomposición. Por lo tanto el trabajo necesario para una electrolisis está definido por la tensión. Cuando esta no alcanza el valor mínimo necesario para un determinado proceso electroquímico, este no puede realizarse; pero si posiblemente para el cual, la tensión disponible sea adecuada. Esta circunstancia es muy importante, especialmente para la deposición simultánea de varios elementos como en las aleaciones o metal e

hidrógeno. Además la corriente debe poner en movimiento la cantidad de iones necesarios del proceso que se trate y vencer la resistencia que se opone al movimiento de estos.

1.3.2.2. Electrodeposición de aleaciones.

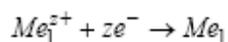
La electrodeposición de aleaciones supone la deposición electroquímica simultánea de dos o más metales sobre un mismo cátodo, a partir de una solución electrolítica que contiene a sus iones. La electrodeposición de aleaciones esta poco extendida, aunque muestran un firme avance; la obtención de nuevas posibilidades de aplicación en la técnica depende de una exacta investigación de las relaciones, a menudo complicadas, de los depósitos galvánicos de ciertas aleaciones. La escasa difusión de los depósitos de aleaciones se debe a las grandes dificultades para establecer las condiciones de funcionamiento de los baños, así como la estabilidad de la composición constante del baño y de los depósitos galvánicos; está claro que si para los recubrimientos de un solo metal las dificultades ya existen, estas serán mucho mayores cuando se trate de depositar simultáneamente dos, pero siempre y cuando se disponga de instrucciones correctas de trabajo, establecidas con los resultados de series repetidas de experiencias y seguidas con exactitud, las dificultades ofrecidas serán menores.

Las reacciones básicas en los electrodos en el caso de la electrodeposición de aleaciones son:

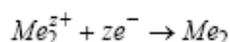
Reacciones primarias:



Sobre el ánodo:



Sobre el cátodo:

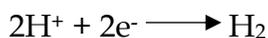


En los electrolitos acuosos, la presencia de agua posibilita la existencia de otras reacciones, cuya naturaleza depende del pH de la solución. En baños ácidos son posibles las reacciones siguientes:

Sobre el cátodo:

Descarga de hidrógeno

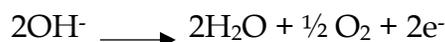
Sobre el ánodo:



Disociación del agua



Desprendimiento de oxígeno



Reacciones Secundarias

Además de las reacciones simples se acaban de indicar, pueden producir otras, denominadas secundarias, bien sobre los electrodos o en el seno de la solución. Este es el caso de la formación de hidróxidos sobre el cátodo, por reacción de los cationes presentes con los iones OH^- liberados por la descarga de hidrógeno, o la formación sobre el ánodo de ácido hipocloroso en baño de cloruros, por reacción del cloro desprendido con el agua.

Cuando se aplica una diferencia de potencial suficiente entre el ánodo y el cátodo, los iones de los dos o más metales disueltos en el baño se descargan sobre el cátodo, paralelamente con los átomos del metal que conforman el ánodo que se disuelve, obteniéndose el depósito electrolítico de forma que el proceso puede continuar indefinidamente hasta conseguir un depósito de espesor deseado.

1.3.3. Influencia de las variables del proceso.

Estas variables están relacionadas por el efecto que ejercen sobre el carácter del recubrimiento electro depositado, de manera tal que si una de ellas se modifica, puede ser necesario modificar las otras. En la práctica real, la electrodeposición sobre superficies metálicas no es tan sencilla ya que el carácter del depósito y, por tanto, su utilidad como recubrimiento varía dentro de límites muy amplios de acuerdo con las condiciones del proceso.

1.3.3.1. Densidad de corriente.

La densidad de corriente ejerce un claro influjo sobre la composición de los depósitos de aleaciones; con densidad creciente se deposita el metal menos noble, en gran cantidad. La influencia de la densidad de corriente es muy intensa en las combinaciones sencillas de metal, intensa en los complejos y mínima en aquellos baños en los cuales ambos metales se encuentran unidos a complejos de diversas clases. La densidad de corriente límite en los baños con dos iones metálicos diferentes se establece por el metal más noble. El efecto de la intensidad de corriente es a su vez disminuido por factores como la agitación; una fuerte agitación disminuye el espesor de la película catódica, facilitando la aportación de los iones metálicos, compensando de esta manera en parte el efecto de la densidad de corriente creciente y el depósito del metal más noble que resulta favorecido. Si se sobrepasa la densidad de corriente la coherencia de los cristales se debilita, también pueden producirse recubrimientos esponjosos en las puntas por la mayor densidad que domina, resultando en un recubrimiento “quemado”; si se sobrepasa la densidad de corriente límite, se obtienen recubrimientos ásperos y dendríticos, con muy altas densidades de corriente y bajas concentraciones de metal, se obtiene este finamente pulverizado. Las estructuras de grano fino se ven favorecidas con todas aquellas influencias que aumentan la diferencia de potencial entre la disolución y el cátodo como un aumento en la polarización catódica o la reducción de la concentración de los iones metálicos.

1.3.3.2. Temperatura.

La temperatura creciente ejerce el mismo efecto que la agitación y un incremento en la intensidad de corriente, es decir, un aumento en la cantidad depositada de metal más noble; una elevación de temperatura actúa, generalmente, sobre los metales más nobles polarizables, despolinizándolos de un modo más intenso que a los menos nobles, pero también puede producir el efecto contrario. En los depósitos obtenidos por vía electrolítica, la temperatura del baño está por debajo de los 100°C por lo que es difícil conseguir una aleación. La temperatura elevada hace a los recubrimientos de grano grueso débiles y poco adherentes pero reducen la viscosidad de la disolución, la absorción de hidrógeno y la formación de fallas, al desviar sus burbujas, además de facilitar la difusión y evitar la formación de grumos. Su efecto es menor que el ejercido por la densidad de corriente.

1.3.3.3. Composición del electrolito.

En la electrodeposición de aleaciones se presenta el inconveniente de producir una composición uniforme del depósito catódico y una solubilidad permanentemente constante del ánodo para que el rendimiento electrolítico sea igual al del cátodo. La composición de las aleaciones depende, ante todo, de las relaciones de actividad de los iones metálicos en la película catódica y de la amplitud de su movimiento en esta película; la mayoría de los metales no presentan solo una clase de iones, sino que están unidos a diferentes aniones, por lo que el conocimiento del comportamiento del baño se dificulta aún más. Sin embargo, la concentración de las sales metálicas en los baños de aleación no es, en general muy diferente de la de los baños de la misma clase de metales simples. El problema de mantener constante la composición del baño se debe a que al variar ésta, varía la composición de la aleación. Si el rendimiento electrolítico del cátodo es distinto al del ánodo, forzosamente ha de variar la composición y concentración del electrolito. Para que permanezcan constantes es preciso emplear ánodos solubles, y que estos se disuelvan con la misma velocidad con que se deposita la aleación en el cátodo. Los ánodos para depósitos electrolíticos de aleaciones pueden estar formados por la aleación de los metales o por ánodos separados de cada metal. Este camino debe seguirse cuando entre los potenciales de ambos metales existe gran diferencia, es decir, la solubilidad de ambos ánodos metálicos pueda influenciarse con mayor o menor intensidad por la densidad de la corriente. Cuando se utilizan aleaciones como ánodos, si la aleación presenta estructura heterogénea, existe el peligro de una disolución externa de los componentes menos nobles. Las aleaciones que se comportan más favorablemente son las homogéneas con una sola fase, pero también pueden aparecer diferencias de solubilidad de los componentes; como también la densidad de corriente, la temperatura, la agitación, la presencia de determinadas sustancias en los electrolitos y el pH influyen de diversos modos en el comportamiento de los ánodos de aleaciones respecto a la solubilidad de sus componentes, no es fácil encontrar la clase de ánodos susceptibles de utilización.

1.3.3.4. pH.

En los baños fuertemente ácidos no tiene importancia esencial, cuanto más bajo sea el pH del baño, mayor es la concentración de iones hidrógeno en la capa límite del cátodo. En disoluciones fuertemente ácidas la tendencia a formar combinaciones básicas oxidantes en la película catódica disminuye notablemente, por lo que los depósitos son puros y presentan pocas inclusiones de óxidos que lo endurezcan. Los depósitos obtenidos en baños ácidos son, en general más blandos que los de las soluciones alcalinas; además en los baños ácidos pueden emplearse elevadas densidades de corriente sin sacrificar el aspecto externo del recubrimiento, aunque con rendimientos electrolíticos catódicos reducidos.

1.3.3.5. Agitación del baño.

Facilita la difusión de los iones metálicos a través de la película catódica utilizando altas densidades de corriente sin que perturbe el aspecto exterior del depósito. La agitación del baño es relativa al movimiento rotatorio, vertical u horizontal del cátodo, aunque este último, favorece esta difusión en menor grado que con agitación del baño. La idea de la agitación es mantener la diferencia de concentración en el baño y, en la proximidad del cátodo la mayor concentración de iones metálicos. Su ventaja además de trabajar con altas densidades de corriente, es obtener una mejora importante en la uniformidad del recubrimiento pero como desventaja, la disminución de la polarización.

1.3.3.6. Distancia entre electrodos.

La deposición de recubrimientos de espesor uniforme depende también de la propia disposición y espacio adecuado de las piezas de trabajo con respecto a los ánodos. La superficie de la pieza a recubrir que se encuentre más cercana al ánodo, recibirá un depósito algo más espeso que aquella que se encuentre más alejada. Este fenómeno se hace más notable y menos favorable entre más irregular sea la pieza.

1.3.3.7. Calidad de la superficie.

El influjo de la intensidad y distribución del campo eléctrico, de la red cristalina y de la distancia interatómica del metal base sobre la formación y desarrollo de los cristales es discutido por R. Piontelli. Un aspecto notable es el estado más o menos áspero de la superficie del substrato; solo es posible obtener recubrimientos lisos y pulidos sobre superficies en iguales condiciones. En la mayoría de los casos el depósito metálico copia la estructura del metal base. Según A. W. Hothersall, se debe considerar la calidad, el estado y la preparación de la superficie del metal base, así como sus procedimientos de fabricación.

Con respecto al espesor de recubrimientos metálicos delgados, la calidad y estado del substrato afecta en menor grado a medida que el recubrimiento crece. La aspereza también denota la porosidad del recubrimiento y diferencias de espesor en los distintos puntos de su superficie, que serán mayores en la medida en que el metal base sea

áspero; esto provoca mayores tensiones internas e impurezas químicas que en el caso de superficies metálicas lisas.

1.3.4. Propiedades de los depósitos de aleaciones.

Entre las propiedades más importantes de los recubrimientos metálicos se presentan, la adherencia, la porosidad, la dureza y algunas propiedades magnéticas.

1.3.4.1. Adherencia.

El mecanismo de la adherencia en los depósitos metálicos reside en la acción de las fuerzas atómicas. La mejor adherencia se consigue cuando la estructura cristalina del metal base continúa en el recubrimiento, lo cual es posible tanto para metales iguales, como para diferentes. En las primeras fases del depósito metálico, el metal depositado continúa la estructura del metal base, pero con temperaturas elevadas, grandes intensidad de corriente y espesores de recubrimiento crecientes, pasan los cristales de la superficie a una estructura filamentosa; en este cambio, según G. A. Homes y M. Maquestian, es donde reside la buena adherencia de los depósitos electrolíticos. La adherencia también se ve influenciada por las películas de óxido y la microestructura del sustrato; además es importante la existencia de centros activos ya que la presencia de capas no cristalinas del sustrato, favorece la obtención de deposiciones con tensiones internas y mala adherencia. La investigación sobre adherencia de recubrimientos metálicos no ha encontrado un método cuantitativo satisfactorio para determinarla.

1.3.4.2. Porosidad.

Los poros del sustrato son aquellos puntos en donde no se deposita el metal. En los depósitos de metales clasificados como "no nobles", la porosidad de los recubrimientos es menos peligrosa, ya que se forma un elemento galvánico local en el que el más noble hace las veces de cátodo, mientras no se formen óxidos sobre el más activo que lo aíslen; en los depósitos de metales nobles, ese elemento galvánico formado en los poros está constituido por el metal base que actúa como ánodo soluble, y cuya disolución se acelera por la existencia del recubrimiento metálico. Según U. R. Evans y S. C. Shone, en los recubrimientos metálicos, los poros verdaderos son formados a causa de los vacíos existentes en la estructura cristalina, teniendo gran influencia, el espesor sobre el número de poros. Los baños con una relación elevada de sobretensión catódica por densidad de corriente, producen recubrimientos con menos poros. La formación de grandes poros facilita el ataque selectivo a los puntos débiles y por lo tanto, menor resistencia a la corrosión intensa.

1.3.4.3. Dureza.

La práctica ha demostrado que la resistencia a acciones mecánicas como plegaduras, uso diario, rozamiento, erosión, etc., puede ser medida de acuerdo a su dureza, y en parte a su elasticidad, porque un aumento de estas propiedades, influye intensamente en la separación mecánica de las partículas de la superficie. La dureza es una propiedad física, fácil de determinar por medio de los procedimientos de Vickers, Rockwell, Brinell, entre otros. La dureza de los recubrimientos delgados mide la dureza del sustrato, ya que por su delgadez, son fácilmente deformables; la mejor manera de determinarla es por el rayado, en donde la anchura de la raya sobre el recubrimiento hecha por un diamante, bajo una carga y velocidad determinada, es medida por un microscopio e indica su grado de dureza; en los metales duros se obtiene una raya estrecha y en los blandos, más ancha. La dureza varía dependiendo de las condiciones de deposición en la electrólisis, como la densidad de corriente, para la cual, aumenta; una estructura de grano cristalino fino aumenta la dureza del recubrimiento.

1.3.4.4. Fuente de alimentación. (López, 2009:4).

Es un transformador que baja el voltaje de 380 V, 220 V o 110 V a tensiones menores (de 0,1 a 12 V). Además, estos equipos poseen semiconductores que transforman la corriente alterna, en corriente continua, que es la que se utiliza para estos procesos. Esta fuente debe tener en lo posible un sistema de regulación de voltaje, puesto que cada proceso tiene un intervalo de tensión en el cual el resultado es óptimo.

Electrolito: Es una solución de sales metálicas, que serán las que servirán para comenzar el proceso entregando iones metálicos, que serán reemplazados por el ánodo. Por ejemplo, los baños de niquelado se componen de sulfato de níquel, cloruro de níquel y ácido bórico. Los baños de cincado contienen cianuro de sodio, hidróxido de sodio y sosa cáustica (los alcalinos) o cloruro de cinc, cloruro de potasio y ácido bórico (los ácidos). Además se agregan a los electrolitos sustancias orgánicas como tensoactivos, agentes reductores y abrillantadores: sacarina sódica, trietanolamina, formalina, urea, sulfuro de sodio, carboximetil celulosa y varios tipos de azúcares (derivados por ejemplo de extractos del jarabe de maíz).

Ánodos: Son placas de metal muy puro, puesto que la mayoría de los procesos no resisten las contaminaciones: níquel 99.997 %; cobre 99.95 %; zinc 99.98 %. Cuando un ion entrega su átomo de metal en el cátodo, inmediatamente otro lo reemplaza desprendiéndose del ánodo y viajando hacia el cátodo. Por lo que la principal materia prima que se consume en un proceso electroquímico es el ánodo. Para el caso de baños de oro y plata, es muy difícil conseguir placas de alta pureza de estos metales, por lo que también se pueden utilizar ánodos de acero inoxidable, ya que éstos son inertes y cumplen la función de cerrar el circuito, además de realizar el transporte de electrones hacia el cátodo.

II. IMPLEMENTACIÓN DE LOS BAÑOS SOBRE DORADO.

Los artículos de novedad y fantasía en Europa, son elaborados en empresas donde no existe más que el taller de baño de chapa de oro y en ocasiones ni esto, pues lo mandan a hacer en otras empresas o establecimientos y absolutamente todas las operaciones son hechas por particulares que trabajan en su domicilio, donde el proceso para el baño de las piezas en ocasiones carece del equipo necesario para un mejor depósito, a quienes se les paga una cantidad determinada por centenar o por millar de piezas. (Citado por Cervantes et al, 2008:22)

2.1. Tratamientos previos al recubrimiento de superficies. (Shops cursos (c): 35-95).

Previo al recubrimiento las piezas deben ser limpiadas y alisadas. Esta limpieza puede ser realizada por vía física o química. Dicho tratamiento deberá responder a las funciones específicas requeridas (libres de grasas, pastas y óxidos).

Tabla 2.1. Tipos de tratamientos previos al recubrimiento electrolítico.

Impurezas, defectos en la superficie.	Tipo de tratamiento previo.	Sustancias empleadas.
Asperezas, defectos en la superficie.	Rectificado, pulido, sandblasted.	Muela abrasiva, de pulir y abrasivos (productos para la proyección).
Grasas, aceites.	Desengrase	Álcalis, silicatos, emulsionantes, tensoactivos, disolventes orgánicos para determinadas tareas especiales.
Óxidos, sales.	Decapado, mordentado, activado.	Ácidos.

Tomado de Shops Cursos (c): 35

La deposición de un determinado metal puede obtenerse a partir de baños o electrolitos de diferente composición. Las propiedades específicas de los recubrimientos dependen de los componentes del electrolito utilizado. La calidad de recubrimiento exigida para un campo de aplicación específico, sólo puede cumplirse manteniendo unas condiciones de trabajo constante definido y realizando un seguimiento exhaustivo de los mismos.

La estabilidad a largo plazo de los electrolitos, es de gran importancia para minimizar la generación de baños electrolíticos contaminados a tratar, requiere un seguimiento continuo de concentraciones de los compuestos básicos, las condiciones físicas y las contaminaciones orgánicas e inorgánicas.

Asimismo hacer un mantenimiento necesario y realizar la limpieza del baño para eliminar partículas y sustancias contaminantes.

2.1.1. Limpieza.

El cobre, el latón, el zinc y los metales preciosos se limpian con los ácidos que los atacan, preparándose el baño del modo siguiente, según la clase de metal:

Tabla 2.2. Limpieza para cada metal.

Piezas metálicas.	Agua.	Ácido nítrico.	Ácido sulfúrico.	Ácido clorhídrico.
Para cobre y latón.	100	50	100	2
Hierro.	100	3	8	2
Fundición.	100	3	12	3
Zinc.	100	-	10	-
Plata.	100	10	-	-

Tomado de Shops Cursos (c): 76

Si los objetos han de pasar a soluciones de oro o de plata, debe quitárseles toda traza de ácidos; si el objeto se ha limpiado con sosa, no hay que tener tanto cuidado, ni tampoco cuando el objeto tratado con ácido ha de pasar a una solución ácida de encobrar.

En estos casos lo mejor es sumergir el objeto en agua limpia y pasarlo enseguida a la cuba electrolítica.

Los distintos metales requieren generalmente diferente tratamiento. La superficie de casi todos los metales, cuando se limpia, no tarda en cubrirse de una película de óxido al exponerse al aire, sobre todo si dicha superficie ha quedado húmeda; para evitar este inconveniente es, de ordinario, preciso proceder al baño galvanoplástico al terminar la limpieza del metal.

Antes de limpiar los objetos, se suelen armar éstos con alambres de cobre, para no tener que tocarlos con las manos hasta terminar todas las operaciones. A veces basta tocar ligeramente con los dedos el objeto para verse en la necesidad de limpiarlo nuevamente.

Si el objeto que se trata de recubrir tiene su superficie lisa o bruñida, el depósito resultará brillante. Al contrario, si dicha superficie es rugosa o mate, la capa depositada

será más bien mate. Si se deja mucho tiempo el objeto en el baño ácido, la superficie pulimentada puede resultar chapeada mate. Las operaciones de limpieza deben hacerse seguidamente, sin interrupción alguna.

2.1.2. Prueba de Limpieza. (Shops cursos (b): 83-85).

Prueba del rompimiento del agua: Esta prueba está basada en el principio de que el agua no se va a adherir a una superficie que posea residuos de aceite, grasa u otros contaminantes.

1) Introducir la pieza en agua corriente.

2) Con forme se retira la pieza del agua, debe de encontrarse uniformemente húmeda. Inicialmente el agua debe de escurrir de manera uniforme. Si la pieza no se encuentra limpia, el agua se va a aislar o romper en partes. Esta es una prueba fácil nos podemos evitar problemas futuros en el proceso de electro plateado, como puede ser el desprendimiento del metal.

2.2. Baños de dorado.

Los baños que se emplean para el dorado electrolítico son de ordinario calientes, pues de este modo el depósito obtenido es más homogéneo, tenaz y duradero, y de hermoso color, además de que a igualdad de tiempo se deposita más cantidad de metal que con el baño frío.

A causa del alto precio del oro, es raro el caso de tener que dorar grandes objetos; y como los baños no tardan en gastarse y deben renovarse con nuevas cantidades de líquido, se emplean cubas lo más pequeñas posible, que pueden ser de cristal, porcelana o hierro esmaltado. Estos recipientes se calientan en baño maría o de vapor.

El mismo baño no sirve para todos los metales, por lo cual tiene que modificarse según el metal, o cubrirse este previamente con otro metal para adaptarlo al baño. El oro se deposita con más facilidad sobre la plata y el cobre o sobre su aleación.

Con estos metales se obtienen buenos resultados con un baño caliente (a unos 77 °C) y con una corriente intensa con aleaciones, como la plata alemana, los mejores resultados se obtienen con un baño a bajas concentraciones en la solución y que este tibio.

El hierro y el acero, si no se cubren previamente con cobre, requieren una corriente muy intensa y un baño muy caliente. Las aleaciones de plomo, zinc, estaño, antimonio y bismuto, es preferible encobrarlas antes de proceder a su dorado galvánico.

Al dorar cadenas, alfileres, anillos, etc., u otros objetos que haya habido necesidad de soldar, se encuentra, a veces, que el oro no se deposita bien sobre las partes soladas; en estos casos, es muy conveniente frotar la soldadura con un cepillo de pelo metálico, habiéndose encontrado que muchas veces estos cepillamos en seco esto hace a la

superficie metálica mejor conductora y de conductibilidad más uniforme, por lo cual el oro se deposita mucho mejor.

2.2.1. Baño caliente.

Mientras los objetos están en el baño deben moverse continuamente, y hay que conectarlos con la batería antes o inmediatamente después de entrar en el baño.

En muchos casos es preferible emplear una cinta de alambre de platino en vez de un ánodo soluble de oro: dicho alambre o cinta no sufre alteración alguna en el baño, e introduciéndole más o menos en el líquido puede variarse el color del depósito; por ejemplo, cuando se saca casi del todo de manera que sólo quede un poco dentro, resulta un dorado de color amarillo pálido; si se sumerge un poco más, se obtiene otro amarillo claro, y si se introduce del todo, resulta de color rojizo.

La concentración del baño puede mantenerse constante con adiciones sucesivas de cloruro de oro con la proporción correspondiente de agua y de las demás sales; pero es preferible gastar el baño del todo y preparar uno nuevo, ya que no tarda en cargarse de cobre o plata si se doran muchos objetos de estos metales en el baño.

En un baño casi agotado que contenga disuelto cobre, el depósito resulta de oro rojo.

El oro y el cobre, o el oro y la plata, se depositan a la vez como una aleación, dependiendo el color resultante de la proporción relativa de los metales, de la intensidad de la corriente, de la concentración del baño, etc.

El dorado mate se tiene por deposición lenta de una cantidad considerable de oro, dando a la superficie del objeto un acabado mate, con ácidos, antes de dorarlo: primero se le da una capa de plata deslustrada, o se deposita el oro sobre una densa capa de cobre producida por una corriente débil en un baño de sulfato de cobre.

Para que el dorado resulte bueno es de todo punto necesario que el objeto no tenga la menor traza de óxido, grasa, aceite u otra impureza cualquiera, lo cual se consigue por los métodos de limpieza antes indicados.

A continuación se dan varias fórmulas para dorar con baño caliente.

a) Para cobre, plata o aleaciones ricas en estos metales. Agua destilada 4 litros, fosfato sódico cristalizado 285 gr, bisulfito sódico 45 gr, cianuro potásico puro 5 gr, cloruro de oro 10.5 gr.

Se disuelve el fosfato sódico en parte del agua caliente, y en otra parte se disuelve el bisulfito sódico y el cianuro potásico.

El cloruro de oro se disuelve en el resto del agua, se mezcla la solución con la de fosfato, y se agrega la de cianuro y bisulfito. El baño debe ser incoloro.

b) Para bronce y latón.

1) Agua destilada 4 litros, fosfato sódico cristalizado 190 gr, disulfito sódico 45 gr, bicarbonato potásico 24 gr, sosa cáustica 24 gr, cianuro potásico puro 6 gr, cloruro de oro 10 gr. se disuelve todo menos el cloruro de oro, en el agua caliente; se filtra, se enfría y se agrega poco a poco, y sin dejar de agitar, el cloruro de oro disuelto en un poco de agua. Se calienta el baño a 50-60° C para dorar. La corriente debe ser intensa.

2) Agua destilada 4 litros, ferrocianuro potásico 55 gr, carbonato potásico puro 50 gr, sal amoníaco 20 gr, cloruro de oro 20 gr. se prepara como el baño anterior, se hierve media hora, se repone el agua evaporada y ya queda en condiciones de uso.

3) Agua destilada 4 litros, cianuro potásico 75 gr, cloruro de oro 30 gr. Se disuelve el cloruro de oro en el agua, se agrega el cianuro y se agita hasta que la solución se haya completado. Estos baños tan fáciles de preparar tienen el inconveniente de no trabajar con uniformidad, desde luego ganan con el uso.

c) Para hierro y acero sin encobrar. Agua destilada 4 litros, fosfato sódico cristalizado 235 gr, bisulfito sódico 60 gr, cianuro potásico puro 13 gr, cloruro de oro 10.5 gr.

Se hace la solución como queda dicho en las fórmulas anteriores, se calienta 80-82°C. Para dorar el acero, se pasa por un baño de potasa caliente, después por otro de ácido clorhídrico diluido (1 parte de ácido por 15 de agua), se cepilla y se conecta con la batería. Al principio es precisa una gran intensidad de corriente.

2.2.2. Baño frío.

Agua destilada 4 litros, cianuro potásico puro 95 gr, cloruro de oro 90 gr. Se disuelve el cianuro en parte del agua, y se agrega poco a poco el cloruro de oro disuelto en el resto del agua. Se hierve media hora, se enfría y ya puede emplearse, en cuba de madera forrada de gutapercha o (si el objeto es pequeño) de hierro esmaltado.

Los ánodos son placas finas de hierro laminado, completamente sumergidas en la solución (mientras se está dorando) por medio de alambres de platino suspendidos a su vez de varillas de cobre bien limpias conectadas a un rectificador de corriente.

Procediendo como es debido, el color de la capa depositada es amarillo. Si el depósito resulta negro o rojo oscuro, se agrega más cianuro (disuelto en agua) al baño, y se reduce la intensidad de la corriente.

Si hay un exceso de cianuro, el dorado se efectúa con gran lentitud o de modo incompleto, o, como a veces sucede, los objetos pierden el oro después de dorados: en este caso se agrega un poco más de cianuro de oro o se aumenta la intensidad de la corriente.

El dorado con baño frío debe hacerse lentamente, y requiere una gran cantidad por parte del operador. Los objetos deben observarse con frecuencia para descubrir los depósitos irregulares o las manchas oscuras (se quitan con el cepillo de pelo metálico, colocando otra vez el objeto en el baño). Con frecuencia es necesario también agregar o quitar un elemento de la batería, sobre todo si se introducen o se sacan objetos del baño.

Con demasiada intensidad de corriente, el depósito resulta negro o rojo. Para dorar plata alemana hay que emplear un baño diluido y poca superficie de ánodo sumergida. Con esta aleación se obtienen los mejores resultados calentando la solución.

2.2.3. Baño ácido.

Se llama así ordinariamente a una mezcla que se emplea con mucha frecuencia para dar una superficie brillante a los objetos de latón. Cuando se trata de niquelar el latón, el baño ácido se compone de dos kg de ácido sulfúrico, 1 kg de ácido nítrico y 2 litros de agua. Al preparar este baño debe primero agregar el ácido nítrico en el agua, y después se va agregando poco a poco el ácido sulfúrico, agitando la mezcla con una varilla de vidrio.

El baño se usa en frío. Esta mezcla debe conservarse en una vasija de porcelana, que ha de taparse con una placa gruesa de cristal. Los metales deben tratarse en este baño en sitio abierto o cerca de chimenea, para que puedan salir con facilidad los vapores, que irritan mucho los pulmones cuando se respira. En los mismos instantes de sacar los objetos del baño ácido, se debe agregar agua.

2.2.4. Dorado en color.

Pueden obtenerse diversos tonos de rojo y verde en el dorado de objetos de arte, del modo siguiente: si quiere obtenerse dorado rojo, de diferentes tonos, se sumerge una placa de cobre puro en un baño de oro algo concentrado (al 5 ó 6 %), que se conecta con la batería de modo que el oro se deposite sobre el objeto de que se trate.

La corriente eléctrica hace que se disuelva el cobre de la placa, y a la vez que el oro se deposite sobre el objeto, formando una aleación cobre-oro, de color dependiente de las cantidades de cobre y oro que contenga. Una vez conseguido el tono de color deseado se extrae la placa de cobre y se sustituye por otra compuesta de aleación de oro-cobre, obtenida también por electrólisis, y se vuelve a dorar el objeto en este baño.

En algunas fábricas importantes de artículos de oro se recubren de este modo los objetos de oro puro, para darles un aspecto más agradable. Para producir un dorado verde, se emplea una placa de plata en vez de la de cobre, resultando una aleación oro-plata sobre el objeto de que se trate. Después se cambia la placa de plata por otra de oro-plata, del color buscado, y se dora nuevamente el objeto con esta placa.

También se puede dorar en verde por el siguiente procedimiento: se prepara un baño electrolítico, con los ánodos de platino, y la composición que sigue: agua 10000 partes, fosfato sódico 200 partes, sulfato sódico 35 partes, carbonato potásico 10 partes, cloruro de oro 1 parte, cianuro potásico al (100 %) 20 partes.

Se disuelven las tres primeras sales en 10000 partes de agua fría y se agregan, con agitación continua, el cloruro de oro y el cianuro potásico. Se hierve la solución hasta reducirla a la mitad, se repone el agua evaporada y se filtra después de fría si se ha formado algún sedimento.

A este baño de oro se agrega con cuidado un poco de baño de plata. Los ánodos son tiras de platino de 4 cm de longitud, 8 mm de anchura y 0.25 mm de grueso; con estos ánodos puede regularse el tono del dorado, introduciéndolos más o menos en la solución mientras se está dorando. La corriente empleada debe tener una tensión de 3 a 4 voltios.

III. INFRAESTRUCTURA Y CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN DE LA MICROEMPRESA.

En este capítulo se detalla la infraestructura necesaria para lograr la conformidad de los requisitos del producto tomando en cuenta las áreas de trabajo, el tamaño y la localización propuesta. Así como las características de operación como la producción, el proceso, material y equipo necesario para el buen funcionamiento de la microempresa.

3.1. Estudio de mercado

3.1.1. Definición del servicio .Citado por Ticona (2011:6).

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.

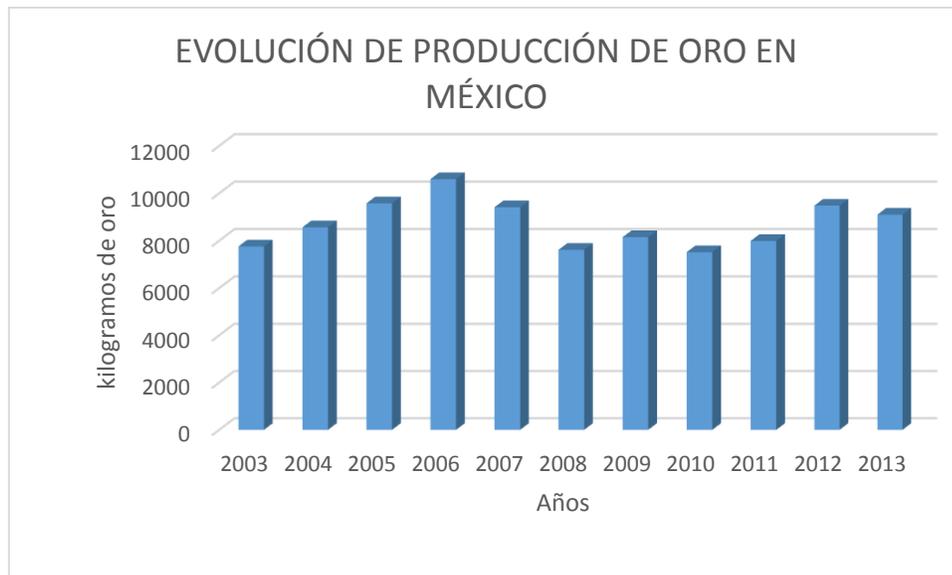
El servicio que ofrece la microempresa será un recubrimiento de oro a través de electrodeposiciones en diferentes metales. Gracias a la calidad en el proceso, se obtendrán recubrimientos que asemejarán a una joya de oro, con un espesor de 1 a 5 micras teniendo un efecto duradero y reduciendo daños a la piel.

3.1.2. Demanda .Citado por Guzmán (2006).

El mercado de Joyería en México está atravesando una época de cambios originados por los altos precios del metal, la llegada masiva de productos de bisutería asiática al mercado y las apuestas y esfuerzos de numerosos agentes del sector por impulsar el diseño en las creaciones para, de esa manera, acceder a mercados extranjeros de una manera más competitiva.

El alto precio del metal provocó a mediados de 2005 un estancamiento en las ventas de joyería de oro.

El oro fue una opción para comprar, conservar y ver incrementados las inversiones de las personas, año con año. En la actualidad, aun cuando el mexicano compra oro, no lo usa. Las ventas de plata y bisutería, son las que van en aumento en el país. (Díaz, 2009)



Gráfica 3.1. Evolución en la producción de oro. Tomada de INEGI, 2014.

La demanda de bisutería crece, ya que se trata de un producto que permite seguir las tendencias de la moda de una manera más económica y segura que la joyería. El motivo que impulsa a la compra de bisutería es más emocional que racional, y su asociación con las tendencias cambiantes de la moda hace que el ciclo del producto sea más corto.

Todas las mujeres, independientemente de su clase social, raza y edad, desean verse bien y son potenciales consumidoras de este producto. Generalmente son consumidoras que compran bisutería para sí mismas, y para las que un acontecimiento o una prenda nueva son motivo de compra.

Precisamente la bisutería, por su diferencia de costo con la joyería, permite seguir las tendencias de la moda a un costo asequible. Al contrario que en joyería, el perfil del consumidor medio de bisutería abarca todos los niveles sociales y todos los tipos de ingresos.

Hay que destacar la habilidad y la creatividad del público mexicano, que se ve reflejada en una enorme variedad de tiendas de componentes para bisutería con los que la gente crea sus propias piezas.

En México, el gusto por el consumo de bisutería, así como la aparición de tiendas especializadas con una oferta de producto diferente e innovador, es relativamente nuevo. Por otro lado, es destacable el gran número de diseñadores mexicanos, con reconocido prestigio en el país. Todo ello es reflejo de la demanda creciente de un producto con una enorme aceptación en el mercado.

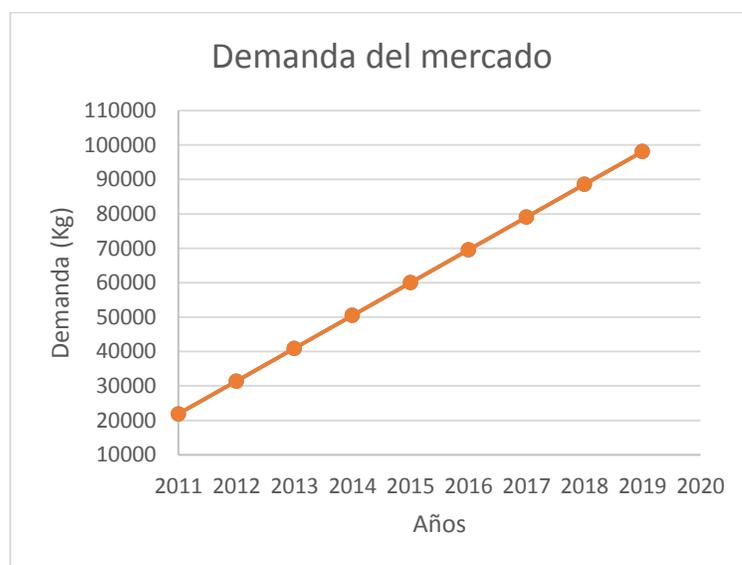
La ventaja competitiva del servicio es recubrir piezas con oro, ofreciendo productos de alta calidad. La microempresa se instalará en el estado de Guerrero en donde no existe competencia y existen más de 15 000 artesanos y 5000 talleres que envían a recubrir sus piezas al estado de Guadalajara siendo los clientes que requerirán el servicio., y de

acuerdo a entrevistas realizadas, se sabe que cada taller manda a dorar 1 Kg de producto al mes y cada Kg tiene alrededor de 220 piezas. Presentándose una demanda de 13, 200,000.00 piezas a dorar o bien 60,000.00 Kg en el año 2015.

Tabla 3.1. Datos de la demanda del mercado.

Años	Demanda del mercado.
2011	21,896.00
2012	31,422.00
2013	40,948.00
2014	50,474.00
2015	60,000.00
2016	69,526.00
2017	79,052.00
2018	88,578.00
2019	98,104.00

Elaboración propia.



Gráfica 3.2. Demanda del mercado del estado de Guerrero.

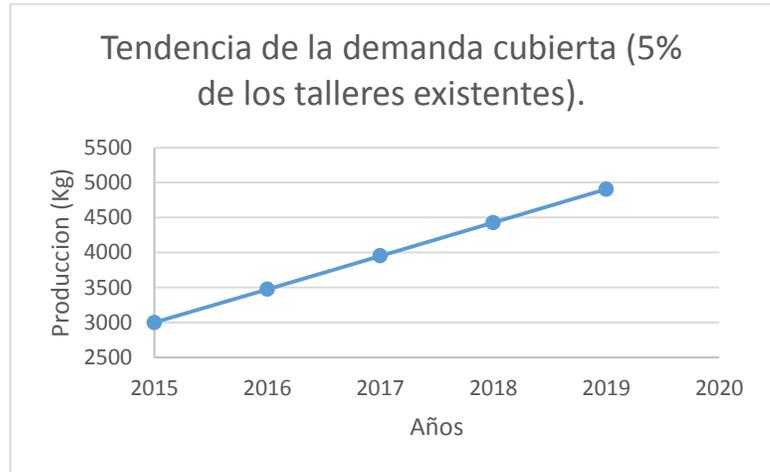
Elaboración propia.

En Taxco no existe ninguna empresa que se dedique al dorado de artesanías de bisutería, volviéndose un problema para los artesanos y buscando una solución fuera del estado de Guerrero, la microempresa pretende cubrir solo el 5 % de la demanda, dorando 3000.00 Kg o 660,000.00 piezas en el primer año.

Tabla 3.2. Datos de la demanda cubierta del mercado.

Años	5% de la demanda cubierta.
2015	3,000.00
2016	3,476.00
2017	3,953.00
2018	4,429.00
2019	4,905.00

Elaboración propia.



Gráfica 3.3. Demanda cubierta. Elaboración propia.

3.1.3. Oferta.

En nuestro país, específicamente en el estado de Guerrero, se elaboran objetos de uso de manera artesanal. Los orfebres más famosos todavía existen y laboran en pueblos de las Costas Chica y Grande, en la Tierra Caliente y en Iguala. (Portal oficial del gobierno del estado de Guerrero).

En Taxco de Alarcón Guerrero existe el mayor número de artesanos orfebres de México, en el 2009 existían más de 15,000 artesanos y calculando que hay más de 5000 talleres que se ubican en esta ciudad y los pueblos conurbados como Tehuilotepec, Acamixtla, Juliantla, Taxco el Viejo y Tecapulco, y también en cualquiera de las pequeñas comunidades locales. No existe un registro fidedigno de cuántos talleres familiares existen, pues se abren y cierran constantemente. (Enciclopedia Guerrerense).

La heterogeneidad de las fuentes de información no permite hacer una estimación del consumo de bisutería en México fiable, aunque, a simple vista, no parece haber evidencias de que éste haya caído. Si se tiene en cuenta la inseguridad pública, el costo de los productos de joyería y las tendencias de moda cada vez más cambiantes no parece exagerado afirmar que el consumo de bisutería se ha ido incrementando desde el año 2000.

Podemos diferenciar diferentes tipos de oferta de bisutería:

- De marca o “de autor”: son piezas que aportan un valor añadido en cuanto a diseño, materiales, calidad etc. Principalmente son piezas de diseñadores mexicanos, con rango de precio de medio a medio-alto, aunque también están presentes en el mercado marcas internacionales como Swatch Bijoux. El público objetivo son damas, de 25 a 45 años, consumidoras de artículos de

moda y que siguen las tendencias. La oferta de este tipo de producto se dirige a una clase social media-alta.

- Cadenas de tiendas: la mayoría de las cadenas de tiendas de ropa ofrecen su propia gama de accesorios, dirigidos al mismo público objetivo que el de las prendas que venden. Estos productos se comercializan bajo la marca de la tienda.
- Componentes de bisutería: comercios donde es posible adquirir al por menor todo tipo de materiales para diseñar bisutería. El público objetivo, aunque puede coincidir con el de la bisutería de autor o de marca, presenta ciertas diferencias, especialmente en lo referente a edad y poder adquisitivo. Pero sin duda, la característica que define a la consumidora de este producto es la habilidad creativa, que no responde a ningún tipo de segmentación que pueda plasmarse de manera explícita.

El tipo de producto demandado varía en función de las tendencias de la moda, la temporada del año y el tipo de uso que se le vaya a dar (uso diario, para algún evento o celebración etc.), aunque sí podría asegurarse que la consumidora mexicana es más “atrevida” a la hora de lucir piezas grandes, colores llamativos y brillos.

Como tendencias destacables pueden mencionarse:

- Gusto por las marcas: se valora la creatividad de los diseñadores, que cada vez le dan más importancia a la creación de una imagen de marca y la asociación de los productos a ella.
- Diseño y exclusividad de materiales son piezas claves. Por otro lado, son unas de las herramientas disponibles para combatir el plagio.
- Mezclas de materiales: mezcla de metales, textil, madera, plumas etc.
- Originalidad de formas: el cliente busca piezas originales y exclusivas. Se reinventan formatos para dar respuesta a esta necesidad.

Las ventas de bisutería se reparten de manera más o menos uniforme a lo largo del año, si bien, hay picos, como Navidad y los meses de celebraciones de bodas (de octubre a diciembre y de enero a mayo), en los que se registran ventas superiores.

Las exportaciones mexicanas de bisutería se dirigen principalmente al mercado estadounidense. En 2005 cerca de un 54% de las exportaciones totales tuvieron como destino EEUU. España es el quinto receptor de bisutería mexicana, un 4,19% de las exportaciones totales en 2005.

Análisis de precios:

En México, dado el hermetismo del sector, es difícil determinar el proceso de formación de precios de los productos de bisutería.

La variedad y diversidad de materiales utilizados, el proceso de elaboración (muchas veces manual) y el factor diseño, inciden directamente en el coste final de la pieza y conforman un abanico muy amplio de posibilidades. Generalmente, el margen comercial del fabricante oscila entre el 40 y el 50 % del costo de fabricación.

El margen que suele aplicar la tienda minorista oscila entre el 50 - 100% del costo de adquisición. Este margen dependerá del volumen y la regularidad de los pedidos. Así, los grandes almacenes obtienen márgenes mayores.

3.1.4. Precio.

La definición de precio es la cantidad monetaria a la cual los productores están dispuestos a vender y los consumidores a comprar un bien o servicio, cuando la oferta y la demanda están en equilibrio.

Al menos en México, existe un control gubernamental de precios de ciertos productos y servicios que consiste en el costo de producción más un porcentaje de ganancias.

El costo de operación nos arroja un resultado de \$ 1,149.00/Kg de piezas, comparado con los precios de la competencia, se obtuvieron los siguientes datos de acuerdo a la tendencia de los precios a través de los años:

Tabla 3.3. Datos del precio de la competencia.

Años	\$/Kg
2013	3520
2014	3660
2015	3800
2016	3940
2017	4080
2018	4220
2019	4360



Elaboración propia.

Gráfica 3.4. Precio de la competencia por Kg de piezas a través del tiempo. Elaboración propia.

Tabla 3.4. Precio del servicio por Kg de piezas a través del tiempo.

Años	\$/Kg
2015	3,420.00
2016	3,546.00
2017	3,672.00
2018	3,798.00
2019	3,924.00

Elaboración propia.



Gráfica 3.5. Precio por Kg de piezas al paso del tiempo.

Elaboración propia.

Se pretende que el precio del servicio de la microempresa sea menos al de la competencia, esta alternativa se toma para poder competir en el mercado. De este modo se propone estar por debajo de un 10 % del precio más alto, finalmente el precio del servicio en el primer año será de 3,420.00 \$/Kg.

3.1.5. Canal de distribución.

Un canal de distribución es la ruta que toma un producto para pasar del productor a los consumidores finales, aunque se detiene en varios puntos de esta trayectoria. En cada intermediario o punto en el que se detenga esa trayectoria existe un pago o transacción, además de un intercambio de información. El productor siempre tratará de elegir el canal más ventajoso desde todos los puntos de vista.

Para este caso la microempresa utiliza el canal de Productores-Consumidores, porque los artesanos acudirán directamente a la empresa para adquirir el servicio.

3.2. Estudio Técnico

3.2.1. Localización

Se propone la localización de la microempresa en el estado de Guerrero ya que es donde existe la mayor parte de artesanos orfebres. Por otra parte este estado cuenta con zonas mineras que facilitan la compra y costo de la materia prima.



Figura. 3.1. Mapa de Taxco de Alarcón Guerrero.

Obtenido de Google maps.

El producto que se pretende obtener es bisutería fina a través de electrodeposiciones de oro en metales siendo el único productor de este servicio imponiendo el precio, calidad y cantidad. Finalmente se propone localizar la microempresa en Taxco de Alarcón Guerrero ubicada a 185 km de la Cd. De México tomando la carretera 95D y utilizando la desviación de la carretera estatal a Taxco. Esta ciudad cuenta con todos los servicios necesarios, incluyendo red hidráulica, drenaje sanitario, bomberos y grandes terrenos con áreas verdes, lo cual es conveniente si está contemplado que la empresa crezca en el futuro.

3.3. Descripción del proceso y capacidad de producción de la microempresa. (Cervantes et al, 2008:28-32).

Descripción del proceso.

A continuación, mencionaremos las etapas por las que atraviesa una pieza para poder obtener el recubrimiento de dorado. Consta de las siguientes etapas:

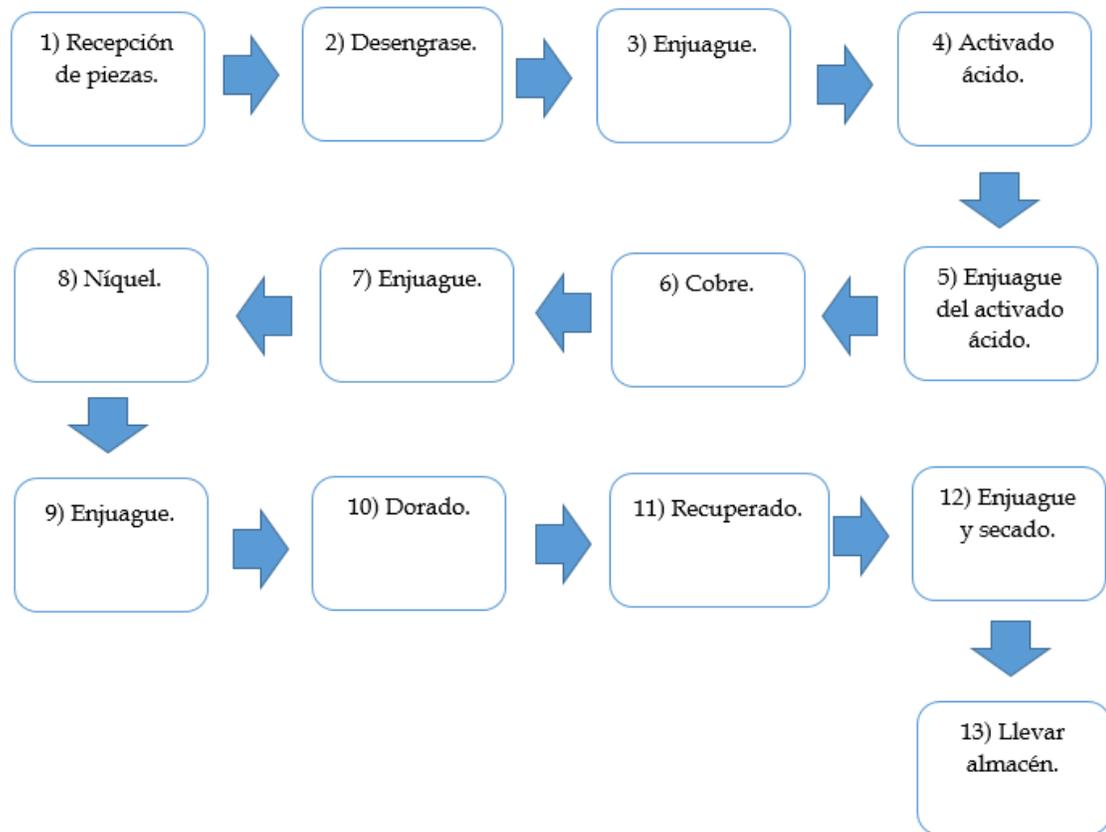


Figura 3.2.- Diagrama de bloques de operaciones del proceso de dorado.

1) Recepción de piezas.

La recepción de piezas será realizada por la secretaria que será la responsable del control del inventario y por un trabajador que se encargará de pesar el producto, para posteriormente llevarlas al almacén de donde serán trasladadas al área de trabajo.

2) Desengrase.

Las grasas o aceites presentes en las piezas metálicas pueden provenir de los procesos de maquinado, troquelado, pulido y engrase intencional de ellas al ser almacenadas para evitar oxidaciones durante el tiempo que vayan a permanecer en bodega, además el manejo de las piezas por los operarios las impregnan de la grasa naturales propias de la piel de las manos.

Las grasas o aceites pueden ser de origen orgánico e inorgánico y el proceso de eliminación es diferente en cada caso.

Son tres las formas posibles de eliminación de grasas y aceites:

- a) Desengrase con solventes orgánicos.
- b) Desengrase por inmersión en soluciones alcalinas.
- c) Desengrase electrolítico.

3) Enjuague.

Los enjuagues con agua son fundamentales, para quitarles, los reactivos de la superficie metálica, eliminando posibles oxidaciones del electrorecubrimiento.

El enjuague se lleva a cabo en tanque que contienen el agua y en las que se introducen los artículos contaminados. A medida que se van enjuagando las piezas el agua se va contaminando, siendo necesario renovarla o por lo menos, mantenerla con un nivel mínimo de contaminación, situación que se logra enjuagando en tinajas sucesivas o bien teniendo un sistema de tanques con dos o tres compartimientos, que derraman uno a continuación del otro con sistema de cascada alimentando agua y derramando agua contaminada por el primero.

Este sistema de enjuague se llama contracorriente y ahorra gran cantidad de agua comparado con el de tanques estacionarios aislados.

4) Activado ácido.

La importancia del activado ácido es el de eliminar completamente las incrustaciones y películas de óxido de la superficie del metal, e intensificar la actividad química del metal.

Para este tipo de activadores ácidos, se usa el ácido sulfúrico por su economía, por su menor tendencia de ataque excesivamente a los metales y aleaciones que se utilizan.

Después de estos pasos preparativos, nuestra pieza quedará en excelentes condiciones para recibir el recubrimiento electrolítico ya que de aquí se derivan un 75% de los problemas en plantas de acabados de superficie, lográndose algunas veces hasta un 20% de reproceso lo que hace hasta 300% más alto el costo de producción.

5) Enjuague del activado ácido.

Los enjuagues con agua son importantes, debido a que evitan contaminaciones de las soluciones por arrastre y es recomendable cambiarlos frecuentemente.

6) Cobre.

El cobre es un metal dúctil, maleable y buen conductor, lo que hace que sea utilizado en grandes aplicaciones como cables eléctricos y tuberías del hogar. En algunas ocasiones se tendrá que utilizar este elemento químico para cobrizar antes de niquelar y obtener una mayor adherencia.

7) Enjuague.

Se realiza un enjuague para limpiar las piezas y mantener las soluciones sin contaminantes.

8) Níquel.

El hierro es el más activo químicamente y lo manifiesta por su gran tendencia a oxidarse, en cambio el níquel es el menos activo y bajo la mayoría de las condiciones tiende a volverse pasivo, resistiendo a la oxidación en forma tal que sólo se oxida a altas temperaturas.

Actualmente se tienen gran cantidad de formulaciones para baño de niquelado, pero prácticamente todos ellos contienen sulfato de níquel, cloruro de níquel y un agente regulador, que generalmente es el ácido bórico. Prácticamente todo el niquelado se lleva a partir de soluciones que varían en su pH 3.5 a 5.5.

Las soluciones de niquelado utilizan agentes de adición tales como sulfatos y cloruros sirviendo los primeros para decrecer la concentración iónica de níquel por efecto de ion común y así obtener características especiales en los depósitos. Los sulfatos más usados son: el sulfato de sodio, potasio, amonio y magnesio.

Los cloruros sirven para mejorar la eficiencia de la disolución de los ánodos siendo los más empleados cloruro de sodio y de amonio.

9) Enjuague.

Los enjuagues con agua son fundamentales, para quitarles, los reactivos de la superficie metálica, eliminando posibles oxidaciones del electrorecubrimiento.

10) Dorado.

Prácticamente, todo el dorado electrolítico se hace con baños de cianuro, los que ordinariamente contienen cianuro de potasio. A pesar del extenso uso de la chapa de oro, se ha hecho comparativamente muy poca investigación acerca de este. De aquí que no existe mucha información acerca de los factores tan importantes tales como la polarización y eficiencia del cátodo. Como resultado, la mayor parte de la chapa de oro se hace empíricamente, con poco control químico, aun cuando los últimos años varias plantas importantes han estado operando sobre bases científicas.

Un factor que ha retardado una aplicación más científica en la chapa ha sido el frecuente uso de capas de oro extremadamente delgadas para propósitos puramente ornamentales, como es el caso de la joyería de fantasía (bisutería).

Los recubrimientos electrolíticos de oro con este proceso, conservan su tono y su brillo dentro de un rango amplio de espesores, desde los tipo strike (0.1-0.2 micras), hasta los gruesos (2.5-10 micras), las cuales pasan las normas para electro-chapa gruesas de oro.

A continuación se mencionará algunas de las características y comportamiento del baño de dorado dentro de la producción:

- Control de pH: El pH de la solución deberá mantenerse entre los valores de 3.0 a 4.2 pH electrométricamente.
- Consumo de oro: Son consumidos 22 mg de oro por cada amper-minuto que pasa por la solución. En 2.5 micras de espesor se obtienen 4.65 mg. de oro/cm².
- Purificación de la solución: Las soluciones en ocasiones son contaminadas por agentes externos, existiendo dos tipos de contaminación:
 - a) De carácter orgánico: Se puede eliminar por medio de un tratamiento de 1 g/l (gramos por litro) de carbón activado y una filtración posterior.
 - b) De carácter inorgánico (metales): Cuando la contaminación es producida por metales, nos variará el color del depósito de oro, y si, esto afecta a la calidad del trabajo, es preferible mandar a refinar la solución.

11) Recuperado.

Cuando se observa que el nivel del baño ha bajado debido a la producción, se deberá hacer una adición al baño, la cual podrá ser de agua o en el mejor de los casos del recuperado, el cual contiene los mismos componentes del que está elaborado el baño y se evitará eliminar las pérdidas por arrastre que se mencionan anteriormente.

Otra de las funciones de este recuperado es de enjuagar perfectamente las piezas evitando oxidaciones y contaminaciones posteriores.

12) Enjuague y secado.

El enjuague del dorado es por demás el más importante debido al costo que tiene la solución y sus componentes, la tarea que desempeñará es doble ya que aparte de enjuagar la pieza la secará debido a la temperatura del agua.

La temperatura del agua será de 90°C o lo más cerca al punto de ebullición, para introducir la pieza y cuando este afuera de la tina, tenga esta temperatura (90°C), existiendo entre el agua de la superficie de la pieza, quedando completamente seca.

13) Llevar a almacén.

Una vez verificada la calidad de las piezas y realizado el etiquetado, el final del proceso termina cuando el producto es llevado a almacén.

3.3.1. Protocolo de trabajo para el dorado. (Shops cursos (c): 108).

Dorado usando un rectificador de 10 amperes. Nota: Un rectificador de 10 amperes es suficiente para un baño de dorado de hasta 6 litros de capacidad y un rectificador de 25 amperes tiene capacidad para baños de hasta 19 litros.

- 1) Verter la solución de Oro a un recipiente y calentarla a baño María a 65 °C.
- 2) Conectar el ánodo de acero inoxidable (o de titanio platinizado o de oro puro .999) al cable positivo (+) y sumergirlo en la solución.
- 3) Encender el rectificador y trabajar de 2 a 4 Volts.
- 4) Colgar la pieza de joyería que se va a dorar a un alambre de cobre o de acero inoxidable y conectar este al cable del Cátodo (-).
- 5) Introducir la pieza de joyería a la solución de oro y agitarla durante 10 a 30 segundos o hasta que se haya obtenido la cubierta deseada.
- 6) Enjuagar la pieza de joyería en agua corriente.
- 7) Enjuagar la pieza de joyería en agua corriente y luego en agua destilada.
- 8) Enjuagar la pieza de joyería en agua destilada.
- 9) Cuando se ha terminado de dorar, regresar la solución (suponiendo que no se ha contaminado) al recipiente de almacenaje.

Las soluciones de oro a base de ácido son mucho más seguras y menos tóxicas para la salud que las soluciones de oro hechas a base de cianuro.

Existe una pequeña cantidad de cianuro en todas las soluciones ácidas de oro. Sin embargo, el cianuro se encuentra adherido a otros elementos químicos haciendo que este no reaccione con tanta facilidad y produzca el gas letal llamado cianuro de hidrógeno. No existen soluciones ácidas de oro que no contengan cantidad alguna de cianuro.

La combinación de cianuro y ácido forman el gas llamado cianuro de hidrógeno el cuál es **MORTAL**. Por tanto es muy **IMPORTANTE** enjuagar perfectamente la joyería antes y después de introducirla en esta solución.

Hay que tomar en cuenta que todas las soluciones electrolíticas (ejemplo: niquelado, plateado, rodizado, cobrizado) están hechas a base de ácidos, por lo que si no se enjuaga bien la joyería con agua corriente, cuando esta entre en contacto con la solución de oro a base de cianuro se va a formar un **GAS MORTAL**. (Shops cursos, Galvanoplastia: 108-109)

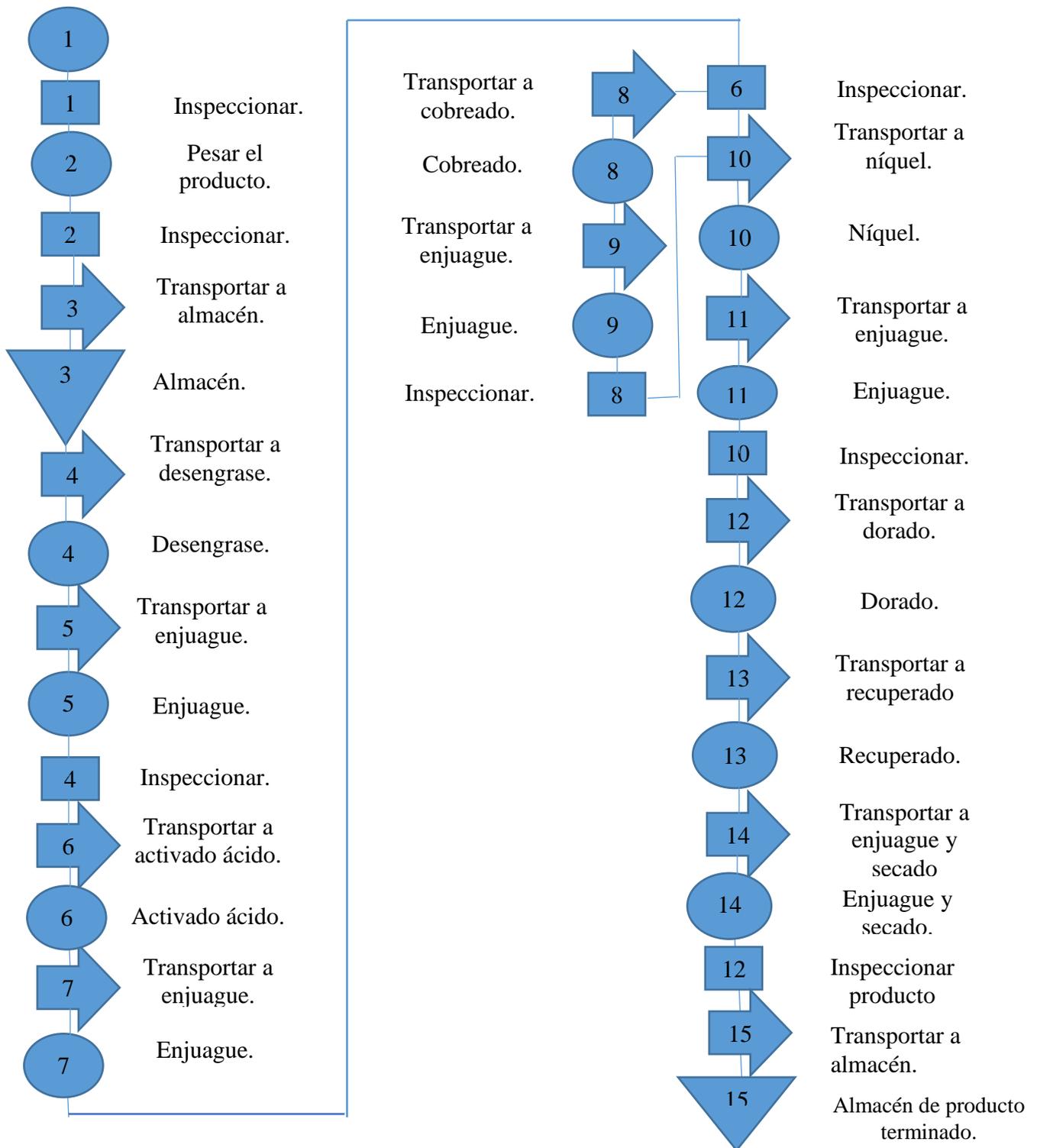


Figura 3.3. Diagrama de flujo de operaciones del proceso de dorado de acuerdo a ASME.

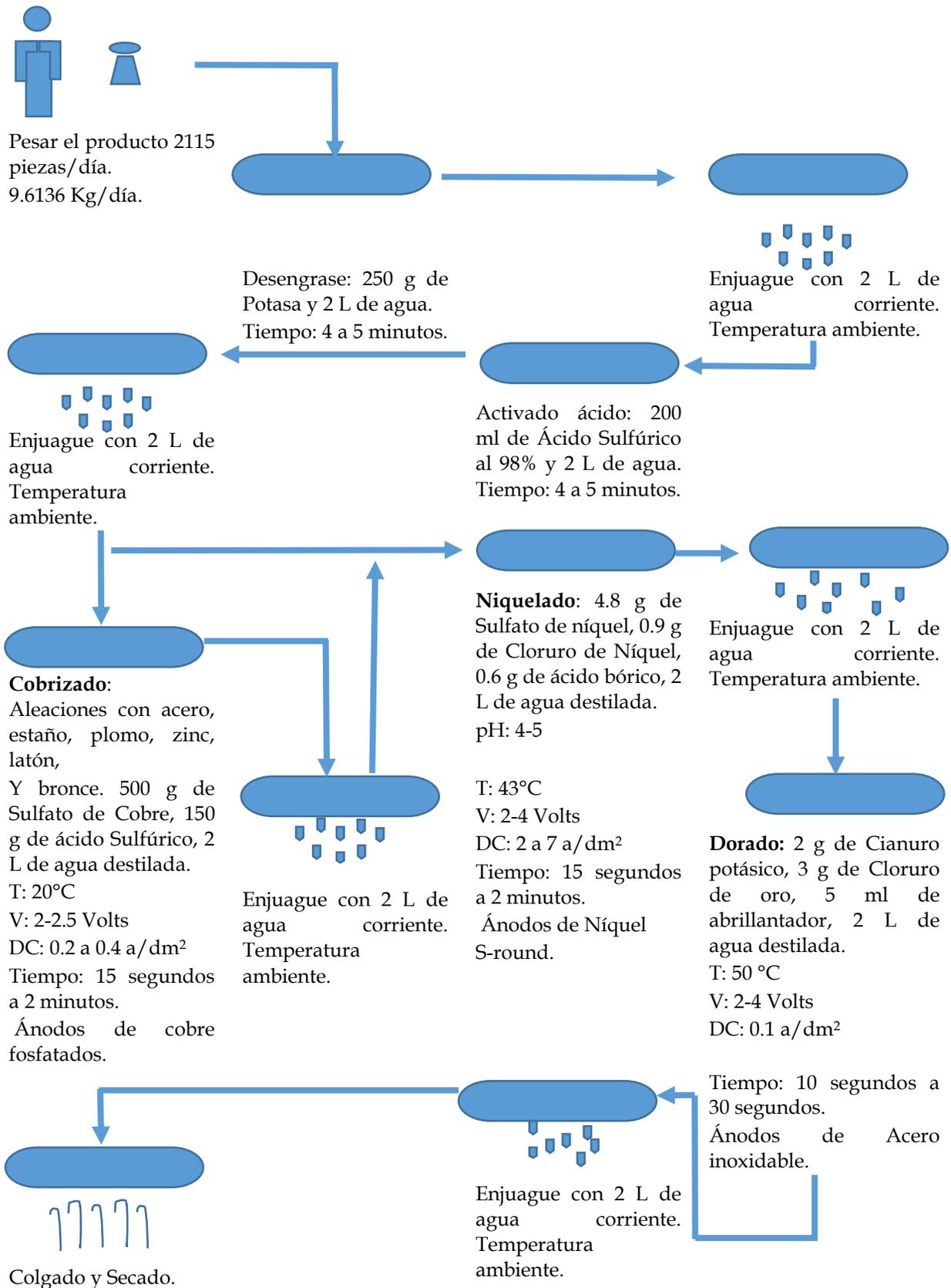
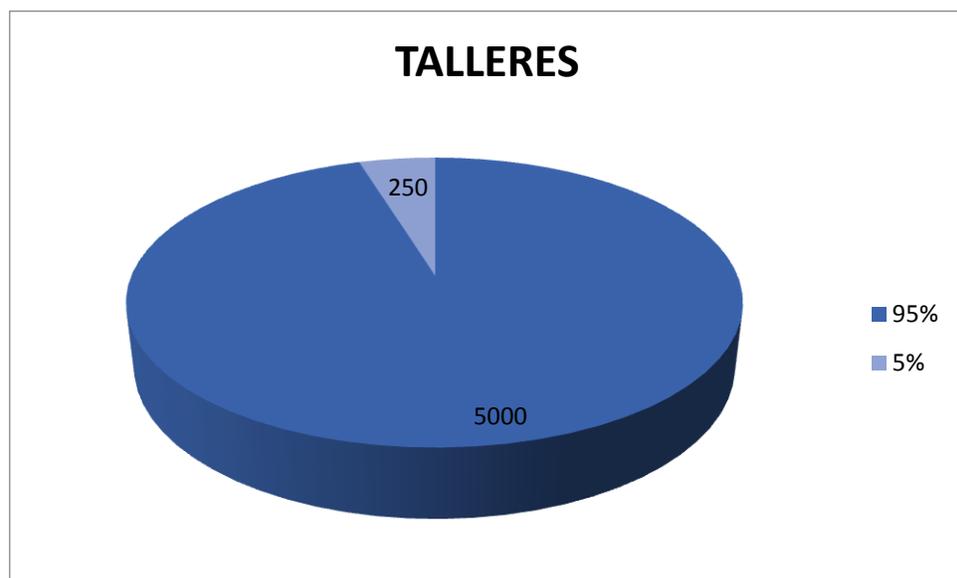


Figura 3.4. Descripción del proceso de dorado. Elaboración propia.

3.3.2. Capacidad de producción de la microempresa

Para determinar la capacidad de producción se tomó en cuenta que los artesanos orfebres del estado de Guerrero envían a recubrir sus piezas al estado de Guadalajara y que, de los de más de 15 000 artesanos y 5000 talleres, 250 talleres acepten dorar con nosotros es decir solo el 5%.

De acuerdo a entrevistas realizadas, se sabe que cada taller manda a dorar 1 Kg de producto al mes y cada Kg tiene alrededor de 220 piezas. Realizando cálculos con los datos mencionados se tendría una demanda de 55,000 piezas a dorar por mes. En un turno de 8 horas diarias, 6 días a la semana y 19 trabajadores, divididos en las diferentes áreas de la empresa.



Gráfica 3.6. Demanda local de talleres. Elaboración propia.

3.3.3. Selección del material y equipo. (Shops cursos (b): 40-41).

Los Equipos y Materiales que se requieren son:

- 1 Rectificador de 10 o 25 amperes
- 1 Potenciómetro
- 4 Agitadores
- 1 Multímetro
- 1 Balanza
- 1 Horno de microondas

Reactivos:

- 1 Parrilla eléctrica
- 1 Termómetro para registrar hasta 300 °C
- 2 Probetas de 50 ml, 2 de 100 ml y 1 de 500 ml.
- 4 Ánodos de Níquel
- 4 Ánodos de Cobre
- 1 Cronómetro
- 1 Calculadora
- 3 m Alambre de cobre recubierto calibre # 23, #12
- 10 Caimanes o pinzas de presión con dientes
- 1 Extensión eléctrica con enchufes múltiples
- 1 Bomba de aire para pecera
- 2 Conexiones en "T" con espreas para regular la salida del aire en la bomba de aire
- 4 Calentadores eléctricos para pecera de 40 watts (para el baño de Níquel)
- 2 Ollas de peltre para el baño María
- 10 Cubas de acero inoxidable con capacidad de 2 litros
- 1 Secadora de Cabello
- Franelas
- 1 Matraz Erlenmeyer

Instalaciones:

- Lavamanos
- Gavetas
- Campana
- Extractor
- Energía eléctrica
- Toma de agua corriente
- Piso

Equipo de protección:

- Botas industriales
- Bata
- Cubre bocas
- Delantal
- Guantes
- Lentes
- Mascarilla

- Potasa
- Ácido sulfúrico
- Sulfato de Cobre
- Sulfato de Níquel
- Cloruro de Níquel
- Ácido bórico
- Cloruro de Oro
- Cianuro de potasio
- Abrillantador ultralight

Otros materiales:

- Detergente
- Escoba
- Bactericida

3.4. Determinación de las áreas de trabajo necesarias y tamaño de la microempresa.

Las áreas con las que contará la microempresa, son las siguientes:

- 1) Área administrativa
- 2) Almacén de materia prima
- 3) Almacén de producto que se va a recubrir y producto terminado
- 4) Producción
- 5) Sanitarios, regaderas y vestidores
- 6) Áreas verdes
- 7) Área de mantenimiento
- 8) Estacionamiento
- 9) Caseta de vigilancia

1) Área administrativa: De acuerdo al organigrama de la microempresa se destinará un área de 30 m² para el personal administrativo.

2) Almacén de materia prima: La materia prima que ya se mencionó antes, será almacenada tomando en cuenta las características físicas y químicas de los reactivos. Esto arroja una superficie de 8 m².

3) Almacén de producto que se va a recubrir y producto terminado: De acuerdo a las 55,000 piezas que se recubrirán al mes, se considera utilizar un área de 12m² para ser almacenadas en anaqueles.

4) Producción: Se tomó en cuenta el tamaño físico de todos los equipos, el número de cubas y la cantidad del material a procesar, así como el área de secado. Con una superficie de 60 m².

5) Sanitarios, regaderas y vestidores: Las personas que pertenezcan a la microempresa contarán con un lugar que se adecue a sus necesidades. Para esta área se utilizarán 20m².

- 6) Áreas verdes y pasillos: Esta superficie de vegetación natural será de 42.32 m². El personal podrá permanecer en esta área en horas de descanso y/o de comida. Los pasillos permitirán trasladarse de un lugar a otro con una superficie de 7.68 m².
- 7) Área de mantenimiento: El área de servicios comprenderá de 10 m².
- 8) Estacionamiento: La superficie del recinto reservado para vehículos será de una superficie de 25m².
- 9) Caseta de vigilancia: La unidad responsable de monitoreo del comportamiento de la microempresa será de 5 m².

3.4.1. Tamaño de la microempresa.

Para determinar el tamaño óptimo se tomaron en cuenta las áreas necesarias que requiere la microempresa para su adecuado funcionamiento, las cuales son: Área administrativa, Almacén de materia prima, Almacén de producto que se va a recubrir y producto terminado, Producción, Sanitarios y regaderas, Áreas verdes, Área de mantenimiento, Estacionamiento y Caseta de vigilancia. La microempresa adaptará una superficie de 20m x 11 m, finalmente el área total será de 220 m².

3.4.2. Distribución de la planta. (Citado por Baca 2013:119-163).

Método de distribución sistemática de las instalaciones de la microempresa.

El buen diseño de la microempresa nos ayudará a minimizar los recorridos de materiales, la seguridad y el bienestar de los trabajadores. Se debe de tomar en cuenta todas las zonas, no solo la de producción; y la distribución que se proponga debe de brindar la posibilidad de crecer físicamente, es decir, contemplar futuras expansiones.

Para realizar la distribución se utiliza el método de distribución sistemática de las instalaciones de la microempresa o SLP (Systematic Layout Planning), el cual consiste en obtener un diagrama de relación de actividades construido con dos códigos. El primero de ellos es un código de cercanía representado por letras y líneas donde cada letra representa la necesidad de que dos áreas estén ubicadas cerca o lejos una de otra; el segundo código es de razones, representado por números cada número representa el por qué se decide que una área esté cerca o lejos de la otra. Estos códigos de presentan en las siguientes tablas:

Tabla 3.5. Código de cercanía y código de líneas.

Letra	Orden de proximidad	Valor en líneas
A	Absolutamente necesaria	
E	Especialmente importante	
I	Importante	
O	Ordinaria o normal	
U	Unimportant (Sin importancia)	
X	Indeseable	
XX	Muy indeseable	

(Baca, 2013:162)

Tabla 3.6. Código de razones.

Número	Razón
1	Por control
2	Por higiene
3	Por proceso
4	Por conveniencia
5	Por seguridad

(Baca, 2013:162)

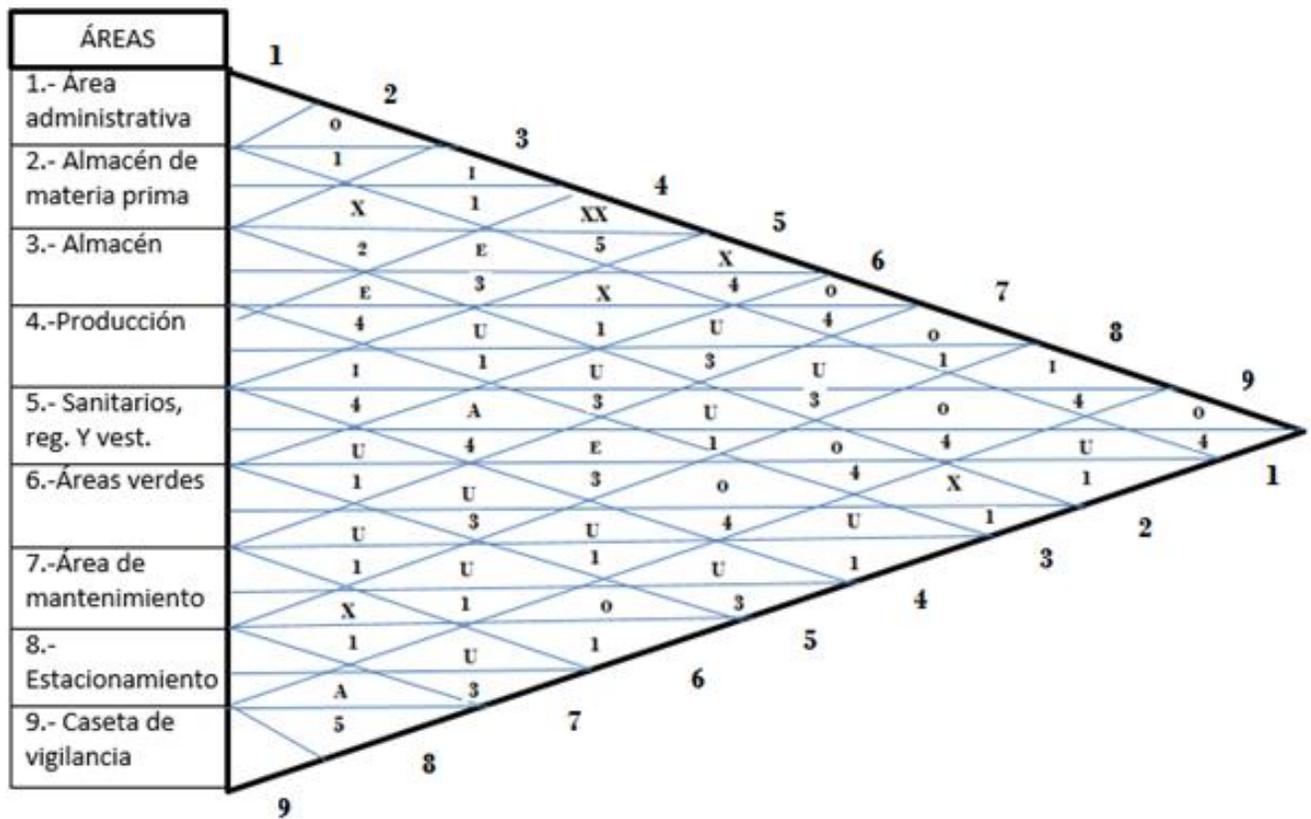


Figura 3.5. Diagrama de correlación de áreas de la microempresa. Elaboración propia.

Con el diagrama de distribución sistemática de las instalaciones de la microempresa, se construye el diagrama de hilos que utiliza el código de líneas, para empezar a visualizar la distribución que tendrá la microempresa completa. En el diagrama de hilos solo se utilizan las nueve áreas del diagrama de la relación de actividades de la microempresa en general, y a producción se le considera como una sola sección.

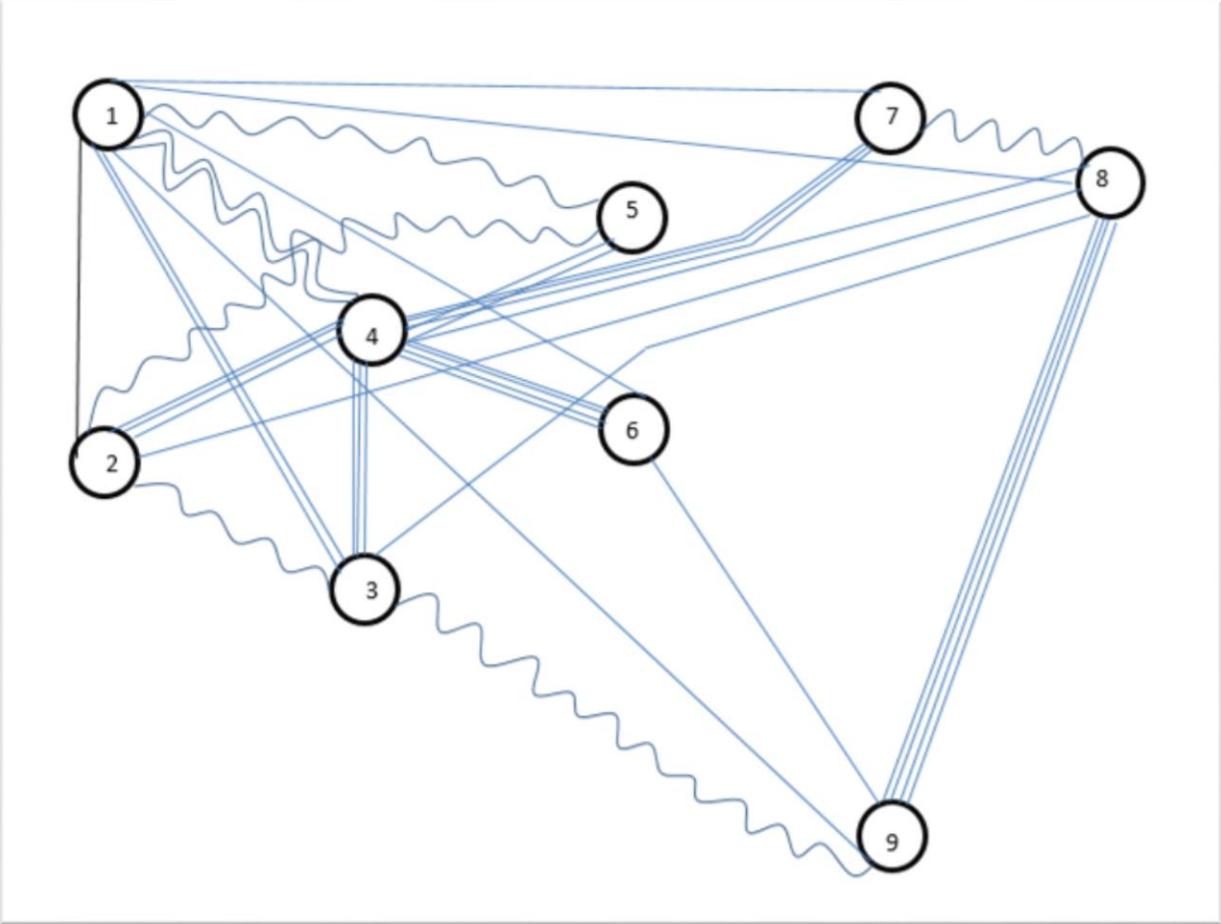


Figura 3.6. Diagrama de hilos de la microempresa. Elaboración propia.

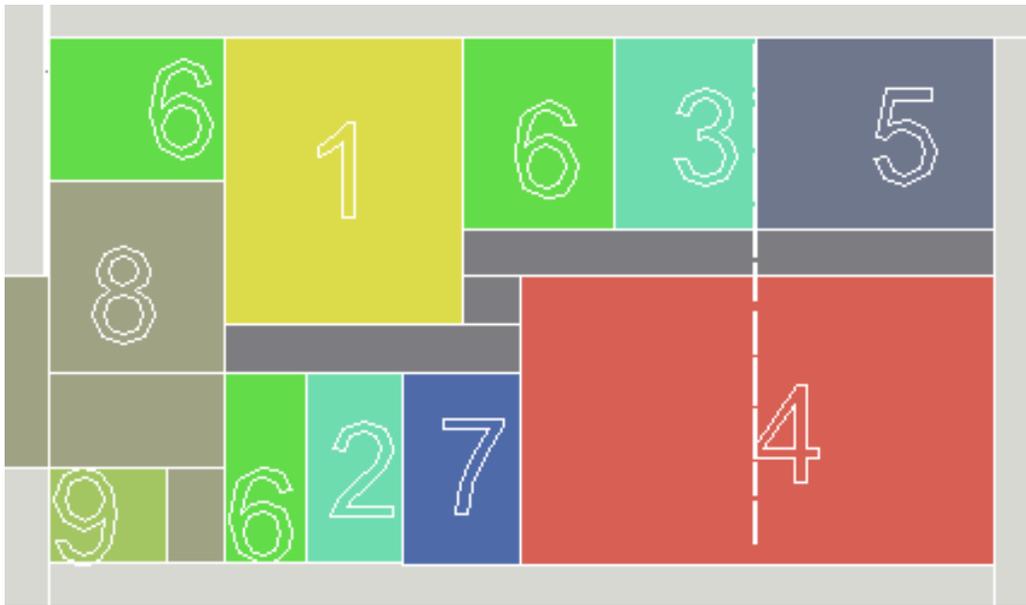


Figura 3.7. Diagrama realizado en Autocad, vista superior de distribución de las áreas de la microempresa. Elaboración propia.

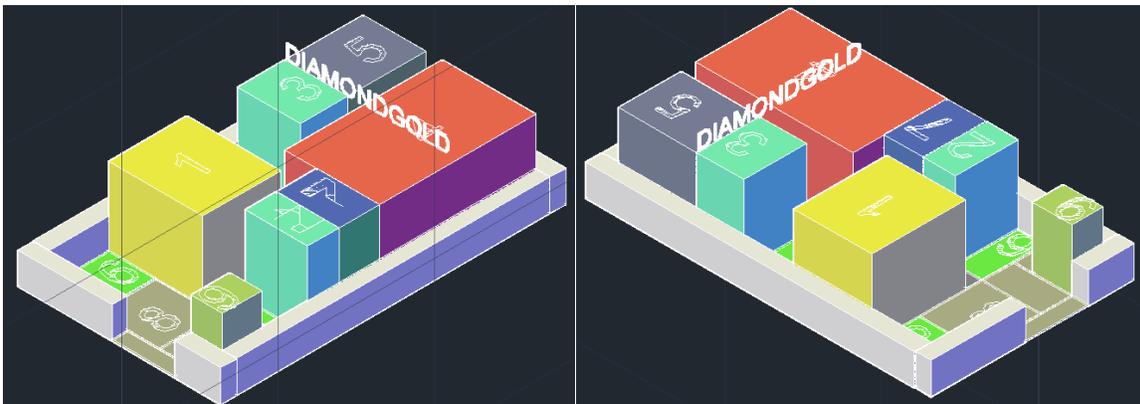


Figura 3.8. Diagrama realizado en Autocad, vista fondo lateral de distribución de las áreas de la microempresa. Elaboración propia.

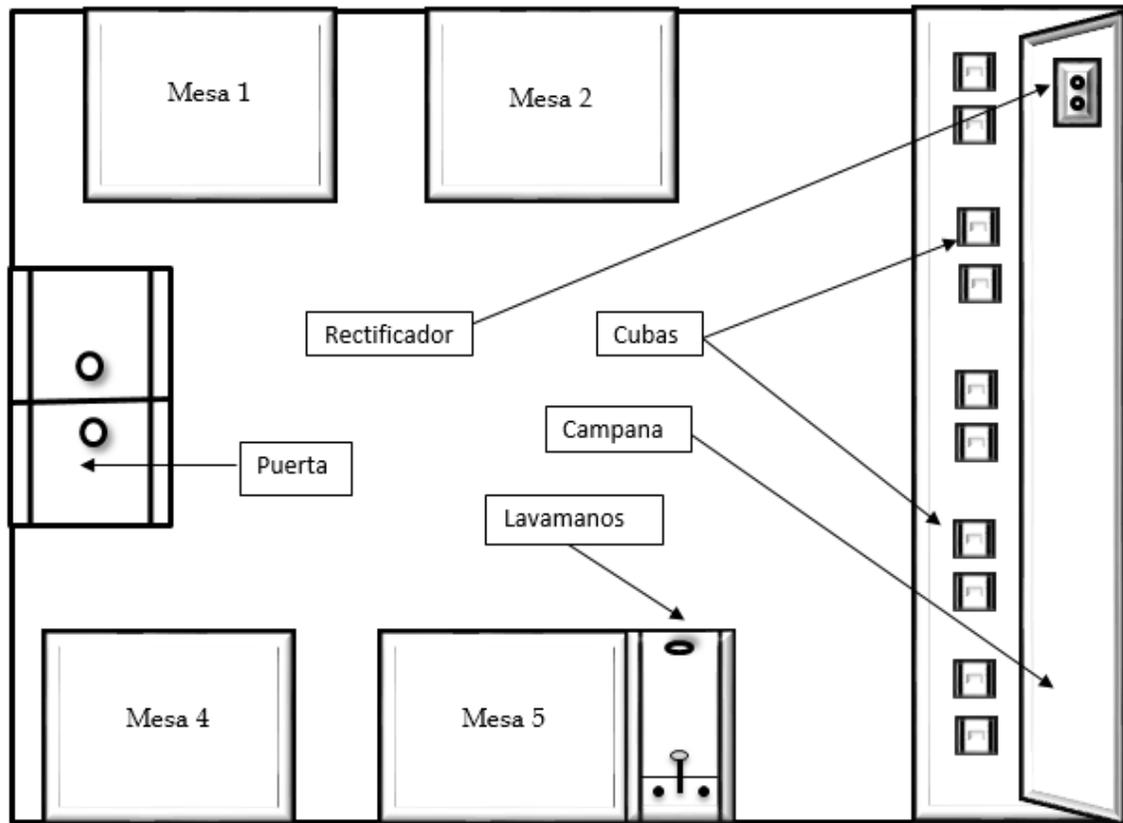


Figura 3.9. Distribución del área de proceso. Elaboración propia.

Mesa 1: Se recibe la mercancía y se calientan las soluciones.

Mesa 2: Se colocan las piezas en los ganchos.

Mesa 3: Se realiza desengrase, enjuague, activado ácido, enjuague, en algunos casos cobrizado, enjuague, niquelado, enjuague, dorado y enjuague.

Mesa 4: Colgado y Secado.

Mesa 5: Gavetas para guardar material utilizado.

3.4.3. Organigrama de la empresa.

El objetivo de presentar un organigrama es observar la cantidad total de personal que trabajará para la nueva microempresa, ya sean internos o como servicios externos, y esta cantidad de personal será la que se va a considerar en el análisis económico para incluirse en la nómina de pago.

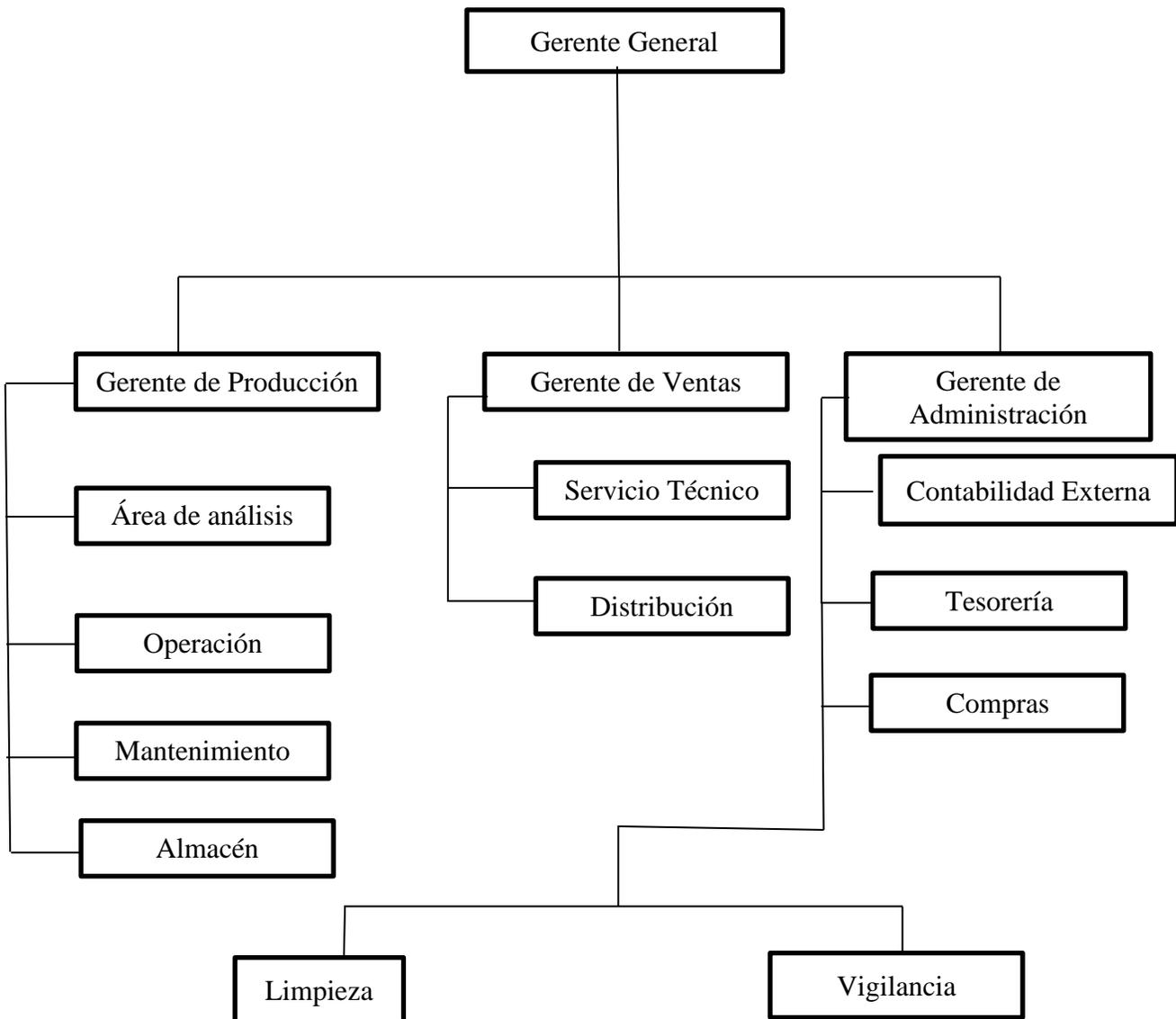


Figura 3.10. Organigrama de la microempresa. Elaboración propia.

IV. ESTIMACIONES DE INVERSIÓN Y COSTOS DE OPERACIÓN.

La parte del análisis económico pretende determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, cuál será el costo de operación de la microempresa (que integre las funciones de producción, administración y ventas), así otra serie de indicadores que servirán como base para la parte final y definitiva del proyecto como es la evaluación económica. (Baca, 2013:171)

4.1. Estudio económico. (Baca, 2013:171).

La palabra costo es muy utilizada, pero nadie ha logrado definirla con exactitud debido a su amplia utilización, pero se puede decir que el costo es un desembolso en efectivo o en especie hecho en el pasado, en presente, en futuro o en forma virtual. Algunos ejemplos son: los costos pasados, que no tienen efecto para propósito de evaluación, se llaman costos hundidos, a los costos o desembolsos hechos en el presente (tiempo cero) en una evaluación económica se les llama inversión.

4.1.1. Costo de producción y operación.

La microempresa productora de recubrimientos de oro está planeada, hasta ahora para elaborar un solo turno de trabajo, por lo que queda abierto la posibilidad de que funcione hasta por dos e incluso tres turnos diarios. A partir de los resultados del estudio de mercado y puesto que el servicio es nuevo en la zona, se plantea en primera instancia laborar en turno durante los cinco primeros años, como se muestra el horizonte del análisis en la siguiente tabla:

Tabla 4.1. Aprovechamiento de la capacidad instalada a través de los años.

Periodo anual	Producción anual (kg)	Aprovechamiento de la capacidad
15	3,000.00	33%
16	3,476.00	38%
17	3,953.00	43%
18	4,429.00	49%
19	4,905.00	54%

Elaboración propia.

Presupuesto del costo de producción anual.

Los costos de producción no son más que un reflejo de las determinaciones realizadas en el estudio técnico de la microempresa.

El costo de producción está conformado por todas aquellas partidas que intervienen directamente en producción. En las tablas 4.2 a 4.5.

Tabla 4.2. Costo de materia prima

Materia prima	Contenido del baño para 2 L	Cantidad de baños al año	Costo unitario	Costo anual en pesos
Desengrase				
Potasa	250.00 g	6,000.00 g	0.23 \$/gramo	1,353.00
Activado ácido				
Ácido Sulfúrico 98%	200.00 ml	4,800.00 ml	0.19 \$/ml	929.00
Baño de Cobre				
Sulfato de Cobre	500.00 g	500.00 g	0.04 \$/gramo	22.00
Ácido Sulfúrico	150.00 g	150.00 g	0.19 \$/gramo	29.00
Ánodo de Cobre	100.00g	100.00g	0.16 \$/gramo	16.00
Baño de Níquel				
Sulfato de Níquel	4.8 g	539.00g	0.41 \$/gramo	223.00
Cloruro de Níquel	0.9 g	101.00 g	0.09 \$/gramo	9.00
Ácido bórico	0.6 g	67.00 g	0.03 \$/gramo	2.00
Ánodos de Níquel	250g	1,000.00 g	0.29 \$/gramo	291.00
Baño de Oro				
Oro Fino	3 g	604.00 g	597 \$/gramo	360,591.00
Cianuro de potasio	2 g	403.00 g	0.13 \$/gramo	54.00
Abrillantador	5 ml	1007.00 ml	0.57 \$/ml	576.00
			COSTO TOTAL ANUAL	364,095.00

Elaboración propia.

En esta tabla se reportan los materiales de seguridad y de limpieza empleados:

Tabla 4.3. Otros materiales.

Concepto	Consumo anual	Costo unitario en pesos	Costo anual en pesos
Cubre bocas	240 piezas	0.9	216.00
Guantes	240 pares	1.46	351.00
Batas	18 piezas	199.00	3,582.00
Botas	28 pares	289.00	8,092.00
Franelas	10 m	7.5	75.00
Detergente	150 Kg	17.9	2,685.00
Escobas	6 piezas	11.9	71.00
Bactericida	36 L	45.95	1,654.00
Delantal	8 piezas	15.9	127.00
Lentes	18 piezas	45.5	819.00
Mascarilla	14 piezas	179.00	2,506.00
		COSTO TOTAL ANUAL	20,179.00

Elaboración propia.

Tabla 4.4. Consumo de energía eléctrica.

	Unidades	Número de motores	HP del motor	Consumo de KW/h del motor	Consumo de KW/h total	h/día	Total consumo de KW*h/año
Alumbrado				9	9	8	22,248.00
Balanza	1	1	0.01	0.13	0.13	2	80.00
Bomba de aire para peceras	3	3	0.002	0.009	0.027	8	67.00
Campana	1	1	0.37	0.5	0.5	8	1,236.00
Computadora	5	5	0.22	0.3	1.5	6	2,781.00
Extractor	1	1	0.018	0.025	0.025	8	62.00
Fuente rectificadora	3	3	1	1.3	3.9	8	9,641.00
Horno de microondas	1	1	0.6	0.64	0.64	4	791.00
Parrilla eléctrica	1	1	0.89	1.2	1.2	4	1,483.00
Secadora	1	1	0.4	0.4	0.4	4	494.00
Ventilador	5	5	0.067	0.09	0.45	8	1,112.00
TOTAL ANUAL							39,996.00

Elaboración propia.

Tabla 4.5. Consumo de energía eléctrica anual.

Consumo anual:	39,996.00	Kw/año
Consumo total:	41,996.00	Kw/año
Carga total/h:	17.00	Kw/h
Demanda concentrada:	12.00	Kw/h
Carga por mantenimiento:	52,914.00	Kw/año
Carga por alumbrado público:	44,515.00	Kw/año
Carga total neta:	97,430.00	Kw/año
Costo de energía:	2.00	\$/Kwh
Horarios por año:	2,472.00	h/año
Costo anual:	64,936.00	\$/año

Elaboración propia.

4.1.2. Consumo de agua.

De acuerdo con el reglamento de seguridad e higiene vigente, un trabajador debe contar con una disponibilidad de 150 L/día. La plantilla laboral de la microempresa será de 19 personas, por lo que se deberá contar con lo mencionado en la tabla siguiente:

Tabla 4.6. Consumo del agua.

Consumo por trabajadores:	787,950	L/año
Limpieza diaria general:	92,700	L/año
Riego de áreas verdes:	46,350	L/año
Agua de proceso en general:	30,000	L/año
Consumo anual:	1,005,795	L/año
Consumo anual:	1,006	m ³ /año
Costo del agua:	10.00	\$/m ³
Costo total anual:	10,501.00	\$/año

Elaboración propia.

4.1.3. Costo de mano directa e indirecta

Para este cálculo se dividió la mano de obra de proceso en directa e indirecta. La mano de obra directa es aquella que interviene personalmente en el proceso de producción, se refiere en específico a los obreros. La mano de obra indirecta se refiere a quienes aun estando en producción no son obreros, tales como supervisores, jefes de turno, gerente de producción, etc.

En el cálculo de la mano de obra, ya sea directa e indirecta, se deberá agregar al menos el 35% sobre las prestaciones sociales. Esto significa que sobre el sueldo base anual hay que agregar fondo para la vivienda, seguridad social, vacaciones, días festivos, aguinaldo, y otros, lo cual suma en promedio, un 35 % adicional. Esto se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 4.7. Costo de mano de obra directa.

Plaza	Plaza/turno	Turno/día	Sueldo mensual/plaza en pesos	Sueldo anual plaza en pesos	Sueldo total anual en pesos
Obreros	4	1	2,500.00	30,000.00	120,000.00
Almacenista	1	1	3,000.00	36,000.00	36,000.00
Analista	1	1	3,200.00	38,400.00	460,800.00
Mantenimiento	1	1	3,000.00	36,000.00	432,000.00
				Subtotal	1,048,800.00
				35 % de prestaciones	367,080.00
				Total anual	1,415,880.00

Elab

oración propia.

Tabla 4.8. Costo de mano de obra indirecta.

Personal	Sueldo mensual en pesos	Sueldo anual en pesos
Gerente de producción	9,000.00	108,000.00
	35 % de prestaciones	37,800.00
	Total anual	145,800.00

Elaboración propia.

Tabla 4.9. Presupuesto anual del costo de producción con depreciación.

Concepto	Costo total anual
Materia prima	364,094.00
Otros materiales	20,179.00
Energía eléctrica	64,936.00
Agua	10,501.00
Mano de obra directa	1,415,880.00
Mano de obra indirecta	145,800.00
Depreciación	532,063.00
Total	2,533,453.00

Elaboración propia.

4.2. Gastos de venta y administración.

Presupuesto de gastos de administración

Son los costos que provienen de realizar la función de administración de la microempresa. Sin embargo, tomados en un sentido amplio no solo significan los sueldos del gerente o director general y de los contadores, auxiliares, secretaría así como los gastos generales de oficina.

De acuerdo con el organigrama de la microempresa, mostrado en el estudio técnico, esta contaría con un gerente general, una secretaría, un servicio de contabilidad, un asistente de limpieza general y un vigilante. El sueldo del personal de administración se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4.10. Gastos de administración.

Concepto	Sueldo mensual en pesos	Sueldo anual en pesos
Gerencia	13,000.00	156,000.00
Recepción	2,500.00	30,000.00
Contabilidad Externa	4,000.00	48,000.00
Tesorería	4,000.00	48,000.00
Compras	4,000.00	48,000.00
Limpieza	2,000.00	24,000.00
Vigilancia	2,200.00	26,400.00
	Subtotal	380,400.00
	35% de prestaciones	133,140.00
	Total anual	513,540.00

Elaboración propia.

La administración tiene otros egresos como los gastos de oficina, los cuales incluyen papelería, lápices, plumas, factura, memorias USB, teléfono, mensajería y otros.

El costo anual de administración puede apreciarse en la tabla siguiente:

Tabla 4.11. Gastos de administración anual.

Concepto	Costo
Sueldo del personal	513,540.00
Gastos de oficina	12,000.00
Total anual	525,540.00

Elaboración propia.

4.2.1. Presupuesto de gastos de venta.

En ocasiones el departamento de gerencia de venta es llamado de mercadotecnia. En este sentido vender no significa solo hacer llegar el producto al intermediario o consumidor, sino que implica una actividad mucho más amplia. Mercadotecnia abarca, entre otras muchas actividades como la investigación y el desarrollo de nuevos mercados o de nuevos productos adaptados a los gustos y necesidades de los consumidores; el estudio de la estratificación del mercado; las cuotas y el porcentaje de participación de la competencia en el mercado; la adecuación de la publicidad que realiza la empresa; la tendencia de venta, etc.

Como se presentó en el estudio técnico, se contará con un gerente de ventas, un repartidor y un chofer, los cuales se consideran suficientes para el nivel de ventas que tendrá la microempresa en la primera etapa de funcionamiento, en la que se venderán 3000 Kg/año. El sueldo de este personal se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4.12. Gastos de ventas.

Personal	Sueldo mensual en pesos	Sueldo anual en pesos
Ventas	10,000.00	120,000.00
Transporte	2,000.00	24,000.00
Distribución	2,000.00	24,000.00
	Subtotal	168,000.00
	35% de prestaciones	58,800.00
	Total anual	226,800.00

Elaboración propia.

Un factor importante en el sector de ventas es la publicidad, es evidente que como el producto es novedoso en el mercado necesita de una gran promoción. Por lo que se le asigna un gasto anual para publicidad que se utilice, ya sea por radio, en revistas, en periódicos, internet o promoción en el sitio de ventas, se deberá ajustar al presupuesto.

Otros gastos son los del mantenimiento del vehículo, el combustible que consume y los viáticos del chofer y repartidor.

Por lo tanto, el costo anual de la gerencia de ventas aparece en la presente tabla:

Tabla 4.13. Gastos de venta anual.

Concepto	Costo
Sueldos	226,800.00
Teléfono e internet	9,000.00
Publicidad	60,000.00
Operación del vehículo	93,000.00
Total anual	388,800.00

Elaboración propia.

4.3. Costo total de operación de la microempresa.

En base a los datos mencionados anteriormente se procedió a calcular el costo total de producción anual. Hay que tener presente que todas estas cifras se determinaron en el periodo cero, es decir, antes de realizar la inversión. Estos datos se muestran a continuación:

Tabla 4.14. Gastos de operación anual.

Concepto	Costo	%
Costo de producción	2,533,453.00	74.00
Costo de ventas	388,800.00	11.00
Costo de administración	525,540.00	15.00
Total	3,447,793.00	100
Costo unitario/Kg	1149.00	

Elaboración propia.

4.4. Inversión de la microempresa.

La inversión inicial comprende la adquisición de todos los activos fijos o tangibles y diferidos o intangibles necesarios para iniciar las operaciones de la empresa, con excepción del capital de trabajo.

Se entiende por activo tangible (que se puede tocar) o fijo, a los bienes propiedad de la microempresa, como el terreno, edificios, maquinaria, equipo, mobiliario, vehículo de transporte, herramientas y otros. Se le llama fijo por que la microempresa no puede desprenderse fácilmente de el sin que ello ocasione problemas a sus actividades productivas.

4.4.1. Inversión inicial del activo fijo y su depreciación.

4.4.1.1. Inversión inicial del activo fijo.

La inversión en activos se puede diferenciar claramente, según su tipo. En este apartado se define la inversión monetaria solo en los activos fijos, que corresponde a todos los bienes necesarios para operar la microempresa desde los puntos de vista de producción, administración y ventas. A continuación se presenta el activo fijo en las tablas:

Tabla 4.15. Activo fijo de producción.

Cantidad	Equipo	Precio unitario en pesos	Costo total en pesos
1	Balanza	3,600.00	3,600.00
3	Bomba de aire para peceras	212.00	636.00
1	Campana	4,329.00	4,329.00
1	Extractor	634.00	634.00
3	Fuente rectificadora	2,800.00	8,400.00
1	Horno de microondas	2,500.00	2,500.00
1	Parrilla eléctrica	600.00	600.00
1	Secadora	500.00	500.00
10	Cubas de acero inoxidable	205.00	2,047.00
1	Potenciómetro	684.00	684.00
1	Multímetro	560.00	560.00
1	Cronómetro	70.00	70.00
1	Calculadora	289.00	289.00
4	Calentador eléctrico	140.00	560.00
	Total		25,409.00

Elaboración propia.

Tabla 4.16. Activo fijo de oficinas y ventas.

Cantidad	Concepto	Precio unitario en pesos	Costo total en pesos
1	Impresora	1,500.00	1,500.00
5	Computadoras	10,000.00	50,000.00
6	Escritorio secretarial	2,000.00	12,000.00
6	Silla secretarial	700.00	4,200.00
1	Escaner	3,000.00	3,000.00
1	Camioneta	120,000.00	120,000.00
4	Muebles de baño de regaderas	2,000.00	8,000.00
17	Sillas comedor	200.00	3,400.00
1	Mesa	500.00	500.00
5	Ventiladores	250.00	1,250.00
Elaboración propia.		Total	203,850.00

4.4.1.2. Terreno y obra civil.

El terreno se pretende adquirir, es de una superficie de 20 x 11 m = 220 m² como fue determinado en el estudio técnico.

Los precios de la construcción de concreto se basaron en la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción: 5,052.00 \$/m². Por otro lado es costo del piso de 186 \$/m² fue proporcionado por una encuesta a trabajadores dedicados a la construcción. Dichos costos de la obra civil y del terreno se presentan a continuación:

Tabla 4.17. Costo total del terreno y obra civil.

Concepto	Costo en pesos
Terreno	509,259.00
Construcción concreto	3,051,408.00
Construcción del piso	32,969.00
Barda perimetral	1,727,784.00
Total	5,321,420.00

Elaboración propia.

En base a las tablas anteriores, se puede obtener la Inversión total en activo fijo:

Tabla 4.18. Inversión total en activo fijo.

Concepto	Costo en pesos
Equipo de producción	25,409.00
Equipo de oficinas y ventas	203,850.00
Terreno y obra civil	5,321,420.00
Subtotal	5,550,679.00
20 % de imprevistos	1,110,136.00
Adecuación de las instalaciones 10 %	555,068.00
Total	7,215,883.00

Elaboración propia.

4.2.1.2. Depreciación.

Los cargos de depreciación es un gasto virtual permitido por las leyes hacendarias para que el inversionista recupere la inversión inicial que ha realizado. Los activos fijos se deprecian ante la posibilidad de que disminuya su precio por el uso o por el paso del tiempo. Los cargos anuales se calculan con base en los porcentajes de depreciación permitidos por la Ley tributaria; los porcentajes mostrados en la tabla son los autorizados por el gobierno mexicano.

Tabla 4.19. Depreciación del activo fijo (en pesos).

Concepto	Valor	%	1	2	3	4	5	VS
Equipo de producción	30,779.00	8	2,462.00	2,462.00	2,462.00	2,462.00	2,462.00	12,311.00
Vehículos	120,000.00	25	30,000.00	30,000.00	30,000.00	30,000.00	0	0
Equipo de oficina	33,850.00	10	3,385.00	3,385.00	3,385.00	3,385.00	3,385.00	16,925.00
Computadoras	50,000.00	30	15,000.00	15,000.00	15,000.00	0	0	0
Obra civil	4,812,161.00	10	481,216.00	481,216.00	481,216.00	481,216.00	481,216.00	2,406,080.00
Total:			532,063.00	532,063.00	532,063.00	532,063.00	532,063.00	2,435,317.00

Elaboración propia.

El valor del salvamento (VS) que se utiliza en la evaluación económica se calculó como el valor residual de la depreciación, más el valor del terreno lo cual arrojó un total:

Valor de salvamento total
\$ 2,944,576.00

4.4.2. Determinación del punto de equilibrio económico.

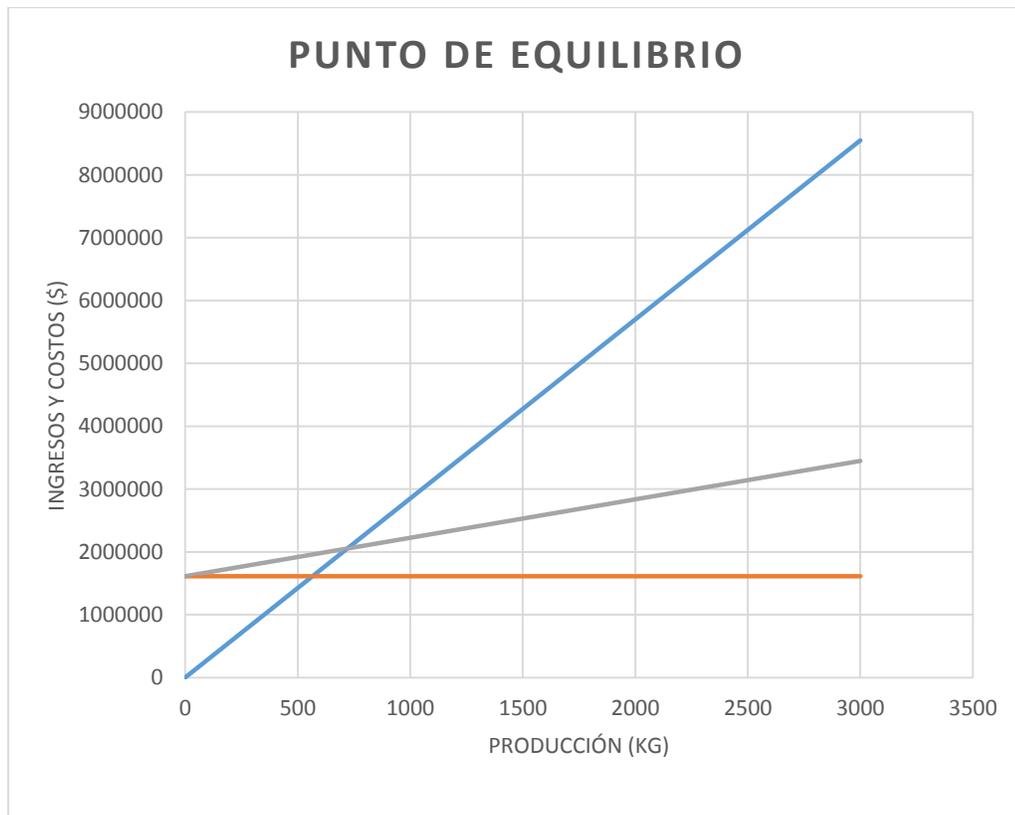
Determinación del punto de equilibrio con base en el presupuesto de ingresos y de los costos de producción, administración y ventas, se clasifican los costos como fijos y variables, con la finalidad de determinar cuál es el nivel de producción donde los costos totales se igualan a los ingresos. El primer problema que presenta esta determinación es la clasificación de los costos; algunos de ellos pueden ser clasificados como semifijos. En la siguiente tabla se presenta la clasificación de costos para un volumen de producción de 3000 Kg en el primer año programado.

Tabla 4.20. Clasificación de costos.

Concepto	Costos en miles de pesos
Ingresos	10,260,000.00
Costos totales	3,447,793.00
Costos variables	1,835,411.00
Costos fijos	1,612,382.00

Elaboración propia.

Con estos datos se construye la gráfica del punto de equilibrio. Se traza una línea paralela al eje horizontal a un nivel de costo de \$ 1, 612,382.00, que representa los costos fijos. Luego, desde el origen se traza otra línea que debe intersectarse en 3000 Kg de producción y un ingreso de \$ 10, 260,000.00; finalmente se traza una línea donde se intersectan el eje vertical y la línea de costos fijos, para terminar en el punto de 3000 Kg y costos totales de \$ 3, 447,793.00. El punto donde se cruzan las dos líneas es el punto de equilibrio. Como se muestra en la siguiente gráfica:



Gráfica 4.1. Punto de equilibrio. Elaboración propia.

Se observa que el punto de equilibrio es de alrededor de 570 Kg de producción o de un ingreso por ventas cercano a los \$1, 949,400.000. Aritméticamente se hace el cálculo para corroborar los datos del gráfico.

Para determinar el punto de equilibrio por la fórmula:

$$Q = \frac{F}{P - V}$$

Dónde:

Q= Punto de equilibrio

F= Costo fijo

P= Precio unitario del producto

V= Costos variables unitario

Datos anteriormente calculados:

Tabla 4.21. Datos para la determinación del punto de equilibrio.

Q= Punto de equilibrio	¿?
F= Costo fijo	1,612,382.00
P= Precio unitario del producto	3,420.00
V= Costos variables unitario	612.00

Elaboración propia.

Sustituyendo en la formula nos queda:

$$Q = \frac{1,612,382.00}{3420 - 612}$$

Q= Punto de equilibrio

Q= 574.00 Kg de producción

El punto de equilibrio es el nivel de producción en el que los ingresos por ventas son exactamente iguales a la suma de los costos fijos y los variables, es decir, no se obtienen ganancias ni pérdidas.

Con lo que podemos decir que el punto de equilibrio es el mismo hecho gráficamente y aritméticamente, por lo cual los dos procedimientos son válidos.

4.4.3. Evaluación económica.

La Evaluación de Proyectos de Inversión en general, puede definirse como un conjunto económico de estudios que permiten analizar las ventajas o desventajas derivadas de asignar determinados recursos de inversión para la producción de bienes o servicios. El resultado final servirá para una mejor toma de decisiones por parte de las organizaciones públicas o privadas.

La Evaluación Económica de Proyectos de Inversión es aquella que se realiza en función del "bienestar" económico de la sociedad en su conjunto; es decir, determina los efectos que la nueva inversión provoca en los involucrados tanto directa como indirectamente en el proyecto de inversión.

El estudio de la evaluación económica es la parte final de todas las secuencias de análisis de la factibilidad de un proyecto.

4.4.3.1. Estado de Resultados y factibilidad de la microempresa.

Estado de Resultados sin inflación, sin financiamiento y con producción constante.

En México se paga el 32 % de impuestos sobre la renta, el 10 % de reparto de utilidades a los trabajadores, y el 1.8 % de la Ley del impuesto al activo de acuerdo al artículo 2. Se consideró el 43.8 % de impuestos anuales sobre las utilidades, presentándose en la siguiente tabla:

Tabla 4.22. Horizonte del análisis del proyecto.

Año	1	2	3	4	5
Producción	3,000.00 Kg	3476.00 Kg	3953.00 Kg	4429.00 Kg	4905.00 Kg
Ingreso	\$10,260,000.00	\$12,326,960.00	\$14,515,416.00	\$16,821,342.00	\$19,247,220.00
Costo de producción	2,533,453.00	3,040,144.00	3,648,172.00	4,377,807.00	5,253,368.00
Costos de ventas	388,800.00	466,560.00	559,872.00	671,846.00	806,216.00
Gastos de administración	525,540.00	630,648.00	756,778.00	908133.12	1,089,760.00
Utilidad antes de impuestos de operación	6,812,207.00	8,189,608.00	9,550,594.00	10,863,556.00	12,097,876.00
Impuestos 43.8%	2983746.666	3,587,048.00	4,183,160.00	4,758,237.00	5,298,870.00
Utilidad después de impuestos	3,828,460.33	4,602,560.00	5,367,434.00	6,105,318.00	6,799,007.00
Depreciación	532,063.00	638,476.00	766,171.00	919,405.00	1103285.837
Flujo neto de efectivo (FNE)	4,360,523.00	5,241,036.00	6,133,605.00	7,024,723.00	7,902,292.00

Elaboración propia.

4.4.3.2. Cálculo del VPN y TIR.

Para realizar este cálculo se toman los datos siguientes:

Tabla 4.23. Inversión inicial.

Concepto	Costo en pesos
Equipo de producción	25,409.00
Equipo de oficinas y ventas	203,850.00
Terreno y obra civil	5,321,420.00
Subtotal	5,550,679.00

Elaboración propia.

Inversión inicial: \$ 5,550,679.00

Flujo neto de efectivo (FNE): $FNE_1 = \$4,360,523.00$; $FNE_2 = \$5,241,036.00$; $FNE_3 = \$6,133,605.00$; $FNE_4 = \$7,024,723.00$; $FNE_5 = \$7,902,292.00$.

Valor de salvamento de la inversión al final de cinco años = \$ 2,435,317.00. Este dato es el valor fiscal residual de los activos al término de cinco años que es el periodo de análisis del proyecto.

Con estos datos se construye un diagrama de flujo:

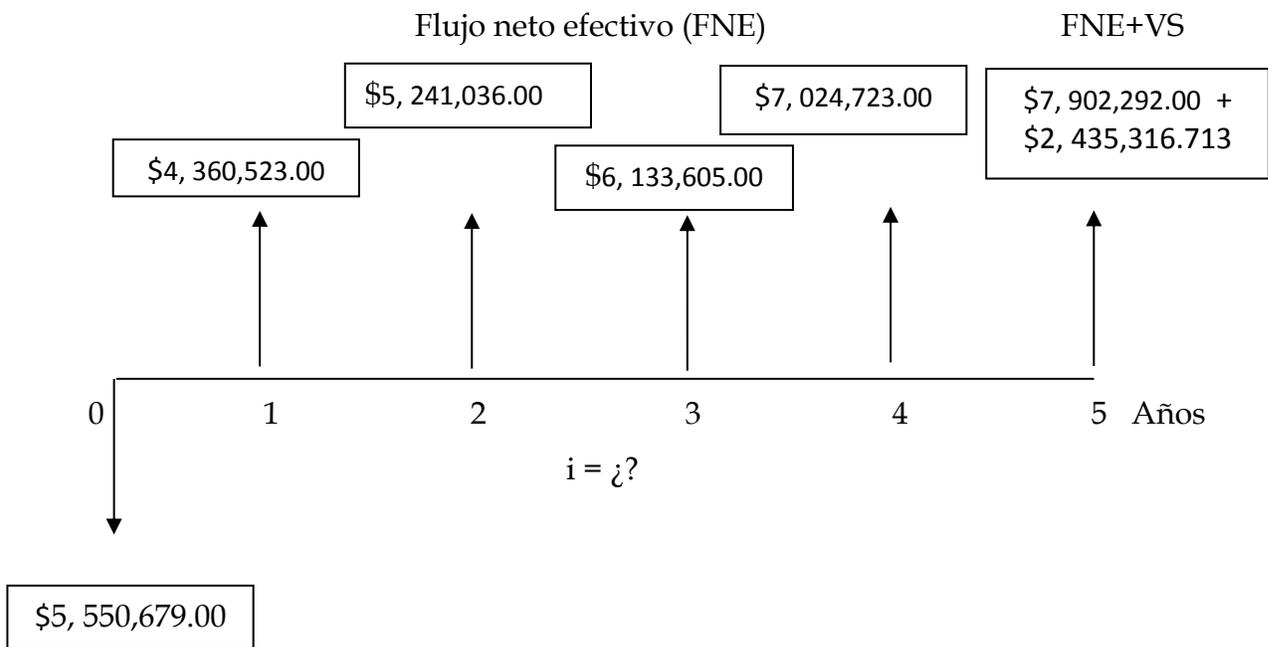


Figura 4.1. Diagrama de flujo para la evaluación económica.

4.4.3.3. Factibilidad del proyecto.

La tasa de ganancias recomendadas son: bajo riesgo de 1 a 10 %; riesgo medio de 11 a 20 %; riesgo alto, $TMAR > 20\%$ sin límite superior.

De acuerdo a la demanda potencial del producto en la zona se considera una $TMAR$ de 12 %.

Se calcula el VPN:

Tabla 4.24. Obtención del Valor Presente Neto.

Años	Flujo neto de efectivos (\$)	Factor de descuento al 12%. $(1/(1+i)^n)$	Valor presente (\$)
0	-5,550,679.00	1	-5,550,679.00
1	4,360,523.00	0.8929	3,893,324.00
2	5,241,036.00	0.7972	4,178,121.00
3	6,133,605.00	0.7118	4,365,779.00
4	7,024,723.00	0.6355	4,464,339.00
5	7,902,292.00	0.5674	4,483,973.00
5	2,435,316.00	0.5674	1,381,864.00
VPN			17,216,721.00

Elaboración propia.

VPN=Valor Presente Neto

VPN= \$17, 216,721.00

Después de obtener el resultado del VPN se concluye que se debe realizar la inversión, ya que $VPN = \$ 17, 216,721.00 > 0$.

Calculo de la TIR

$$0 = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5 + VS}{(1+i)^5}$$

Sustituyendo valores y despejando:

$$0 = -5,550,679.00 + \frac{4,360,523.00}{(1+i)^1} + \frac{5,241,036.00}{(1+i)^2} + \frac{6,133,605.00}{(1+i)^3} + \frac{7,024,723.00}{(1+i)^4} + \frac{7,902,292.00 + 2,435,317.00}{(1+i)^5}$$

Por medio de iteraciones, hasta cumplir la igualdad se obtuvo el resultado de la TIR:

TIR= 90.74 %

La TIR es mayor que la TMAR; TIR=90.74%>TMAR=12%, por lo tanto se acepta realizar la inversión.

Periodo de recuperación del Valor Inicial de la inversión (P).

Tabla 4.25. Año de recuperación de la inversión.

Años	Flujo neto de efectivos (\$)	Factor de descuento al 12%	Valor presente (\$)	Flujo de efectivo descontado
0	-5,550,679.00	1	-5,550,679.00	-5,550,679.00
1	4,360,523.00	0.8929	3,893,324.00	-1,657,355.00
2	5,241,036.00	0.7972	4,178,121.00	2,520,767.00
3	6,133,605.00	0.7118	4,365,779.00	6,886,545.00
4	7,024,723.00	0.6355	4,464,339.00	11,350,884.00
5	7,902,292.00	0.5674	4,483,973.00	15,834,857.00

Elaboración propia.

En la tabla anterior se nota un cambio de signo eso significa que entre esos años se paga la inversión inicial, en este caso la inversión inicial se paga entre el primer año y el segundo año. Por medio de una interpolación se sabe exactamente que la inversión inicial se paga en el primer año con cinco meses.

CONCLUSIONES.

El propósito de esta tesis fue demostrar la factibilidad de la instalación de una microempresa que proporciona un servicio de electrodeposición de oro en la zona de Taxco de Alarcón en el estado de Guerrero, la cual fue elegida porque la mayoría de la gente se dedica a la artesanía de piezas, y no se cuenta con una empresa que les recubra sus productos.

La microempresa se propuso de 220 m² que contara con las áreas de administración, áreas de producción, almacenes, estacionamiento, baños, área de mantenimiento, áreas verdes y caseta de vigilancia.

Esta microempresa estaría recubriendo de oro 3,000 Kg de piezas en el primer año trabajando 309 días al año en un solo turno de trabajo de ocho horas, con lo que cubrirá el 5% de la demanda del lugar cuantificada en el estudio de mercado.

El diseño de la microempresa y el proceso le otorgarán gran flexibilidad de producción. Puede triplicar su producción sin inversión adicional, con sólo incrementar los turnos de trabajo, respecto a la parte operativa en producción se recomienda implementar la técnica de barril sustituyéndola por la de colgado, aumentando la eficiencia del proceso. Es posible ocupar las áreas verdes para un crecimiento de las diferentes áreas de la microempresa.

Se pretende vender el servicio de recubrimiento de oro a \$ 3,420.00 pesos por kilogramo de piezas en el primer año, ubicándose 10% debajo del precio que maneja la competencia. De este modo nos beneficiaría para entrar fácilmente al mercado y poder competir.

La inversión inicial para comenzar la instalación de la microempresa sería de \$5,550,679.00 pesos, con un ingreso del primer año de \$10,260,000.00 de pesos y con un flujo neto de ganancias de \$4,360,523.00, lo que nos indica que la inversión inicial se pagaría en 1 años con 5 meses, después de este tiempo se tendrían ganancias en la microempresa.

Mediante el estudio económico se puede decir que es muy conveniente invertir en una microempresa de recubrimientos de oro, ya que el VPN=17,216,721.00 >0 y la TIR=90.74% > TMAR=12%, la inversión presenta una rentabilidad económica aceptable.

Por otro lado, elevar la producción laborando dos turnos de trabajo elevaría enormemente la rentabilidad económica, por lo que se recomienda este incremento en la producción en la medida en que lo permitan las condiciones del mercado.

El objetivo de la tesis se cumplió exitosamente al lograr un proyecto de instalación de una microempresa de electrodeposición de oro para la producción de bisutería fina siendo un proyecto factible.

La participación del Ingeniero Químico Industrial es evaluar el presente proyecto, diseñar e instalar la microempresa.

Para la Ingeniería Química Industrial se aporta el presente proyecto factible de un proceso poco estudiado del cual se tiene poca información.

Los conocimientos adquiridos en la Escuela Superior de Ingeniería Química E Industrias Extractivas son las bases necesarias para poder realizar el presente proyecto en virtud de que sin ella no se habría conocido el proceso de electrodeposición en el área de electroquímica, por otra parte los conocimientos en diseño, economía, administración y evaluación de proyectos fueron de suma importancia para la realización de la microempresa.

RECOMENDACIONES.

Los procesos de electrodeposición son peligrosos debido al manejo de sustancias químicas, por ello se debe utilizar el adecuado equipo de protección personal como lentes, guantes, cubre bocas o mascarilla, bata o delantal y botas de seguridad, tener en cuenta otras medidas de seguridad como cabello recogido en mujeres, evitar juegos en el área de trabajo y el uso de celulares.

Otro aspecto importante es el almacenaje de los reactivos, así como tener precaución con la combinación del cianuro y ácido ya que forman cianuro de hidrógeno que es mortal, por lo que es muy importante enjuagar la joyería antes y después de introducirla a esta solución.

Por otro lado se recomienda realizar perfectamente los enjuagues para evitar posibles contaminaciones en los baños y cuando el baño de oro sea contaminado se pueden evitar pérdidas ya que el oro electrolítico puede ser recuperado mediante electrólisis.

Un aspecto importante es el pulido y desengrase de las piezas para obtener un recubrimiento brillante y libre de imperfecciones, realizar análisis constante de la concentración en los baños y valorar el estado en el que se encuentran los ánodos puesto que esto perjudica a los recubrimientos que se realicen.

BIBLIOGRAFÍA

BACA Urbina Gabriel; **Evaluación de Proyectos**, Séptima edición, Editorial Mc Graw Hill; México, 2013. Basado en el libro.

CERVANTES Gallegos Sergio Enrique et al; (2008), **“Seis Sigma como estrategia de competitividad en las empresas del siglo XXI”**, Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas, Instituto Politécnico Nacional. **Págs.22, 28-32.**

SHOPS CURSOS (a)., **Manual versión digital de técnicas de cromado.** Págs. 7, 76, 77, 81, 88-90.

SHOPS CURSOS (b)., **Manual versión digital de técnicas de electro plateado.** Págs.71-75, 83-85, 90.

SHOPS CURSOS (c)., **Manual versión digital de baños electrolíticos galvanoplastia.** Págs.5-7, 22, 23, 35, 36, 76, 77, 80, 88-95, 108-115.

REFERENCIAS EN LÍNEA ELECTRÓNICA

DÍAZ González Federico, (2009), **Las ventas de plata y bisutería, rebasan al oro, en México**, Revista Piso de Exhibición, recuperada de

<http://www.pisodeexhibicion.com/Pub/0901A/NotLaVentaDePlataYBisuteria0901A.php> el 05/05/2013.

Enciclopedia Guerrerense. Guerrero Cultural Siglo XXI, A.C, recuperado del <http://guerrero.gob.mx/articulos/plateria-de-taxco/> , el 02/11/2013.

GÓMEZ Meza Víctor Javier et al, (2005),**Electrodeposición Magnética en Materiales Conductores**, Facultad de Ingenierías Físicoquímicas, Escuela De Ingeniería Química, Universidad Industrial De Santander, Bucaramanga, recuperada de

<http://repositorio.uis.edu.co/jspui/handle/123456789/6926>, el 05/04/2013.

GUZMÁN Sara, (2006), **El mercado de la bisutería en México**, recuperada de <http://www.icex.es/icex/cma/contentTypes/common/records/mostrarDocumento/?doc=581763>, el 28/04/2013.

GUZMÁN Sara, (2006), **El mercado de la joyería en México**, recuperada de http://www.icex.es/FicherosEstaticos/auto/0806/2006%20El%20sector%20de%20la%20joyeria%20en%20Mexico_20559_.pdf, el 28/04/2013.

JULVE Salvadó Enrique. (2009) **Historia de la galvanotecnia y técnicas afines**. Departamento de Química. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Barcelona. 08193 Bellaterra, recuperada de <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3094265.pdf>, el 19/02/2013.

JULVE Salvadó Enrique. (2008) **La electrodeposición de metales industriales en el actual mundo tecnológico**. En Revista de Ingeniería Química, ISSN 0210-2064, N°.464 Pags.78-79. recuperada de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2769210> el 19/02/2013.

LÓPEZ Frányerson. (2009) **Electrodeposición de platino, oro y plata sobre alambres comerciales de diferentes aleaciones**, Facultad Experimental De Ciencias Y Tecnología, Departamento De Química, Universidad De Carabobo, recuperada de <http://portal.facyt.uc.edu.ve/pasantias/informes/P265287.pdf>, el 08/04/2013.

TICONA Ampuero Brayan. (2011) Vicente, **Desarrollo de bisutería fina libre de plomo**, Facultad de ingeniería geológica, minera, metalúrgica y geográfica, E.A.P. de Ingeniería Metalúrgica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, recuperada de repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/.../77/4/T-UCSG-POS-MAE-4.1.pdf, el 14/01/2014.

Monografía del estado de Guerrero, recuperado del congresogro.gob.mx/images/Documentos/GUERRERO.pdf, el 13/01/2014.

Secretaría de Desarrollo Económico de Guerrero, recuperada del
<http://guerrero.gob.mx/articulos/playas-de-costa-grande/>, el 14/01/2014.

ANEXOS

Para el manejo y protección de las sustancias químicas, se recomienda utilizar sus hojas de seguridad que son proporcionadas por los proveedores y deben estar escritas en el idioma español (si así lo requiere), mediante ellas se realiza una consulta rápida del equipo de seguridad que debe emplearse, identificación de riesgos, primeros auxilios, peligro de explosión, identificación de acuerdo a la NFPA, respuesta en caso de fuga, así como sus propiedades físicas y químicas.