



Metales, insumos y cálculos para aleaciones

Breve descripción:

Este componente formativo aborda fundamentos teóricos y prácticos de los metales, insumos y cálculos para aleaciones. Explora propiedades, materiales de fundición, piezas de joyería y operaciones matemáticas aplicadas. Permite al aprendiz reconocer insumos, proyectar cantidades de metal y aplicar criterios técnicos para formular aleaciones según requerimientos del cliente.

Diciembre 2025

Tabla de contenido

Introducción	1
1. Metales	3
1.1. Concepto y clases	3
1.2. Propiedades y aplicaciones	4
1.3. Origen, afinación y recuperación	5
1.4. Simbología	6
2. Merma	9
2.1. Concepto y cálculo	9
2.2. Formatos	10
3. Insumos	12
3.1. Conceptos y clases	12
3.2. Cálculo	13
4. Materiales e insumos para fundición	17
4.1. Clases y tipos	17
4.2. Características	19
5. Piezas para joyería	22
5.1. Concepto y clases	22
5.2. Características	23

5.3.Técnicas de elaboración.....	24
6. Matemática básica	25
6.1.Operaciones fundamentales.....	25
6.2.Porcentajes y regla de tres.....	25
7. Unidades de medida	28
7.1.Longitud	28
7.2.Masa.....	29
7.3.Volumen	29
8. Instrumentos de peso	31
8.1.Concepto y clases	31
8.2.Manejo	32
Síntesis	33
Glosario	34
Material complementario.....	36
Referencias bibliográficas	37
Créditos	38

Introducción

El componente formativo Metales, insumos y cálculos para aleaciones, ofrece al aprendiz herramientas técnicas y prácticas para abordar la identificación de metales, la selección de insumos y la proyección de cantidades de material según los requerimientos del cliente. A partir del conocimiento de las propiedades, clases y simbología de los metales, así como de los fundamentos matemáticos aplicados, se fortalecen las habilidades para realizar cálculos precisos, interpretar características de los materiales y garantizar la coherencia técnica en la formulación de aleaciones.

Este componente también enfatiza el análisis de los materiales e insumos para fundición y la comprensión de las piezas de joyería, con un enfoque en las condiciones físicas, mecánicas y de calidad del producto final. Además, promueve el manejo adecuado de unidades de medida y de instrumentos de peso, integrando criterios de rigurosidad técnica. Así, se contribuye a la formación de un aprendiz competente en procesos de aleación y transformación de metales preciosos.

Video 1. Metales, insumos y cálculos para aleaciones



Fuente: SENA, 2025.

Enlace de reproducción del video

Síntesis del video: Metales, insumos y cálculos para aleaciones

Estimado aprendiz, bienvenido al componente formativo Metales, insumos y cálculos para aleaciones, un espacio donde desarrollará las competencias necesarias para reconocer metales preciosos, seleccionar insumos adecuados y realizar cálculos que permiten proyectar aleaciones acordes con los requerimientos del cliente.

Durante este proceso comprenderá los conceptos esenciales de los metales, sus clases, propiedades, simbología, aplicaciones y su relación con las piezas de joyería. Asimismo, explorará los tipos de insumos utilizados en fundición, el concepto de merma y los formatos empleados para su cálculo, junto con el manejo de unidades de medida e instrumentos de peso.

A nivel práctico, fortalecerá habilidades para identificar puntos de fusión y ebullición, realizar conversiones de kilates y milésimas, estimar materiales y aplicar operaciones matemáticas que garantizan la precisión en los procesos de aleación.

Este componente le permitirá integrar conocimientos técnicos y cálculos fundamentales para asegurar la calidad del material trabajado.

¡Bienvenido a este recorrido, donde aprenderá a preparar y proyectar metales con exactitud para la joyería!

1. Metales

Los metales constituyen la base fundamental de los procesos de aleación aplicados en la joyería, ya que sus propiedades químicas, físicas y mecánicas determinan el comportamiento del material frente a la fundición, deformación, laminado y acabado final de las piezas. Comprender su estructura interna, su clasificación y su origen permite seleccionar adecuadamente los elementos que intervienen en una aleación y anticipar su respuesta ante distintas condiciones de trabajo. Este conocimiento, articulado con la afinación, la recuperación y la correcta interpretación de la simbología química, brinda al aprendiz la capacidad de evaluar la pureza de los metales, identificar su compatibilidad con otros elementos y establecer composiciones estables y conformes a los estándares de la industria. De esta manera, el estudio de los metales se convierte en un eje central para la formulación precisa de aleaciones utilizadas en joyería fina y artesanal.

1.1. Concepto y clases

Los metales son elementos químicos caracterizados por su brillo, conductividad térmica y eléctrica, maleabilidad y ductilidad. En joyería se clasifican principalmente en:

Metales preciosos: oro, plata y platino, reconocidos por su estabilidad química, resistencia a la corrosión y alto valor comercial.

Metales no preciosos: cobre, níquel, zinc, paladio, entre otros, utilizados como agentes de endurecimiento, modificación del color o reducción de costos.

La clasificación también puede basarse en su estructura cristalina, comportamiento mecánico o función dentro de una aleación, lo que permite elegir el metal adecuado según el color, dureza y propiedades finales deseadas.

1.2. Propiedades y aplicaciones

Las propiedades de los metales determinan su comportamiento durante la fundición, la transformación y la creación de aleaciones destinadas a piezas de joyería. Su estructura interna, composición química y respuesta frente al calor, la presión y el desgaste influyen directamente en la calidad del acabado, la precisión dimensional, la estabilidad del color y la durabilidad de las joyas. Comprender estas propiedades permite seleccionar el metal adecuado, ajustar proporciones en la aleación y prever el desempeño en procesos como laminado, soldadura, estirado o moldeo.

Tabla 1. Propiedades de los metales y sus aplicaciones en joyería

Tipo de propiedad	Propiedad	Descripción	Aplicación en joyería
Físicas.	Densidad.	Relación entre masa y volumen del metal.	Determina el peso final de la joya; influye en la sensación de valor y comodidad.
Físicas.	Punto de fusión.	Temperatura a la cual el metal pasa de sólido a líquido.	Define el método de fundición, tipo de crisol y control de temperatura.
Físicas.	Conductividad térmica.	Capacidad de transferir calor.	Afecta el comportamiento en fundición y soldadura; requiere ajustar la intensidad del calor.
Mecánicas.	Dureza.	Resistencia al rayado, impacto y deformación permanente.	Útil para anillos, broches y piezas expuestas al desgaste; influye en la resistencia del acabado.

Tipo de propiedad	Propiedad	Descripción	Aplicación en joyería
Mecánicas.	Maleabilidad.	Capacidad de deformarse por compresión sin romperse.	Facilita laminado, estampado, repujado y conformación de láminas.
Mecánicas.	Ductilidad.	Capacidad de estirarse para formar alambres.	Fundamental para elaborar cadenas, argollas, filigrana y componentes estructurales finos.
Químicas.	Reactividad.	Tendencia del metal a combinarse con otros elementos.	Permite formar aleaciones de color y dureza; influye en la estabilidad frente a manchas y oxidación.
Químicas.	Resistencia a la corrosión.	Capacidad del metal para mantenerse estable ante humedad y agentes químicos.	Asegura brillo duradero, menor mantenimiento y vida útil prolongada de la joya.

Fuente: SENA, 2025.

1.3. Origen, afinación y recuperación

La comprensión del proceso que atraviesan los metales desde su obtención inicial hasta su reutilización es fundamental para garantizar materiales adecuados en la elaboración de aleaciones. Analizar su procedencia, los métodos utilizados para refinar su pureza y las técnicas que permiten recuperar residuos contribuye a optimizar recursos, mejorar la calidad metalúrgica y fortalecer la sostenibilidad en la fabricación de piezas de joyería.

Origen: procedencia del metal, proveniente de extracción minera, depósitos aluviales o reciclaje de piezas y sobrantes industriales.

Afinación: proceso de refinación para eliminar impurezas y aumentar la pureza mediante electrólisis, métodos químicos o tratamientos térmicos, garantizando calidad para aleaciones.

Recuperación: técnicas para recolectar y procesar limaduras, escorias y residuos de fundición, permitiendo reincorporarlos al proceso productivo y disminuir pérdidas.

1.4. Simbología

La simbología metalúrgica y química es esencial para interpretar composiciones, identificar elementos, comprender estándares de ley y realizar cálculos de aleaciones. En joyería, esta simbología permite reconocer metales, distinguir purezas, leer especificaciones técnicas y asegurar que las mezclas cumplan con los requerimientos del cliente y la normativa vigente. El dominio de estos símbolos facilita la comunicación técnica, evita errores en las formulaciones y contribuye a la trazabilidad de cada pieza o lingote producido.

Símbolos químicos (Au, Ag, Cu, Pt, Pd): identifican cada metal en la tabla periódica y permiten interpretar recetas de aleación. Cuando aparece Au se entiende que se trabaja con oro; Ag indica plata; Cu indica cobre; Pt indica platino; Pd indica paladio. Estos símbolos permiten leer formulaciones como Au 750, Ag 125, Cu 125, donde se aprecia la proporción de cada metal dentro de la mezcla.

Kilataje (K): indica cuántas partes de oro fino hay dentro de un total de 24. Cuando en una pieza aparece 18 K significa que está compuesta principalmente por oro y complementada con otros metales que le aportan dureza y color. El kilataje ayuda a

diferenciar si se trata de un oro de mayor o menor pureza y permite reconocer su valor y su comportamiento en procesos de fundición o laminado.

Milésimas (%): expresan pureza sobre una escala de 0 a 1000. Cuando se observa 925 % se entiende que la pieza contiene sobre todo plata fina con una pequeña proporción de otros metales para darle resistencia. Este sistema se usa mucho en plata y platino, y permite calcular con precisión las cantidades necesarias para formular una aleación confiable durante la fundición o el reciclaje de material.

Ley (750, 925, 950): indica la cantidad de metal puro presente en una aleación según normas formales. Cuando una joya lleva la marca 750 se reconoce que está compuesta mayormente por oro fino y el resto por otros metales; cuando aparece 950 se identifica un platino de alta pureza apropiado para joyería fina. Esta numeración permite verificar si la pieza cumple estándares para comercialización y certificación.

Marcajes o punzones: son sellos pequeños grabados dentro de la joya o en el lingote que muestran su pureza, la identificación del fabricante o el taller que la produjo. En un anillo se puede encontrar, por ejemplo, un número de ley acompañado del símbolo del joyero, lo cual permite confirmar autenticidad, origen y calidad del metal utilizado.

Símbolo Δ (calor): indica que en el proceso se requiere la aplicación de calor. Este símbolo aparece en reacciones o esquemas donde el metal debe transformarse, como cuando se funde una mezcla para formar una aleación específica. Su presencia orienta sobre el momento en que se debe elevar la temperatura para lograr la transformación adecuada.

Flecha → (transformación o resultado): muestra el paso de un estado o material a otro. Al observar la flecha en un diagrama se comprende que un metal sólido pasa a estado fundido o que dos metales se combinan para formar una nueva aleación. Este símbolo facilita la lectura de secuencias de operación y el entendimiento del proceso metalúrgico.

Símbolos de riesgo químico: son representaciones gráficas que advierten peligros asociados a sustancias usadas en afinación, limpieza y procesos de preparación del metal. Estos símbolos permiten reconocer si un producto puede causar corrosión en la piel, si es inflamable o si genera vapores tóxicos, ayudando a manipular fundentes, ácidos y soluciones de limpieza de forma segura.

A continuación, se ejemplifica cómo se usan los símbolos en el trabajo real con metales. Cuando se prepara una aleación, por ejemplo, de oro 18 K, normalmente aparece escrita como Au 750 / Ag 125 / Cu 125, lo que simplemente indica cuánto oro, plata y cobre se mezclan. En los pasos del proceso se puede ver algo como Au + Cu Δ → Aleación, donde Δ solo significa que hay que aplicar calor, y la flecha → muestra el resultado de la mezcla. En la joya terminada suele grabarse 750 para indicar su pureza, junto con el sello del taller. Además, durante la limpieza del metal se usan productos que llevan símbolos de corrosivo o tóxico, los cuales sirven para saber que se deben manipular con cuidado.

2. Merma

La merma es un aspecto fundamental en los procesos de joyería y fundición, ya que representa la cantidad de material que se pierde durante las diferentes etapas de trabajo con los metales preciosos. Su control adecuado permite optimizar costos, mejorar la planeación de producción y garantizar que la cantidad final de material utilizado sea coherente con la solicitada por el cliente. Comprender cómo se origina, cómo se calcula y cómo se registra es indispensable para asegurar precisión y trazabilidad en el taller.

2.1. Concepto y cálculo

La merma corresponde a la pérdida inevitable de metal que ocurre en actividades como fundición, laminado, limado, corte, estirado, soldadura y pulido. Esta pérdida puede manifestarse como limaduras, partículas finas, evaporación por temperatura o restos adheridos a crisoles y herramientas. Aunque el metal no se pierde totalmente, dado que puede recuperarse mediante afinación, esto sí afecta el peso disponible para la pieza final. Las principales causas comunes de la merma son:

- Dispersión de limaduras durante el limado o lijado.
- Restos de metal que quedan adheridos al crisol o al molde.
- Evaporación o quemado de aleantes en la fundición.
- Material que se desprende al estirar o laminar el metal.
- Pérdidas en el pulido y acabado.

El cálculo se realiza comparando el peso inicial del material con el peso final recuperado después del proceso. La fórmula básica es:

$$\text{Merma} = \text{Peso inicial} - \text{Peso final recuperado}$$

Cuando se requiere expresarla en porcentaje: % de merma = $(\text{Merma} \div \text{Peso inicial}) \times 100$

Este cálculo permite determinar si las pérdidas son normales o excesivas. En joyería, una merma entre 1 % y 5 % suele considerarse aceptable dependiendo de la técnica empleada.

Ejemplo: si se inician 10,0 g de aleación y al finalizar se recuperan 9,6 g, la merma es:

$$\text{Merma: } 10,0 \text{ g} - 9,6 \text{ g} = 0,4 \text{ g}$$

$$\% \text{ merma: } (0,4 \div 10,0) \times 100 = 4 \%$$

2.2. Formatos

Los formatos de registro de merma permiten documentar de manera organizada las pérdidas de metal que ocurren durante procesos como fundición, limado, laminado, soldadura o recuperación. Su uso garantiza trazabilidad, control de materiales y verificación de que las cantidades finales coinciden con lo proyectado en la aleación. Además, facilitan auditorías internas, cálculos contables y la toma de decisiones sobre eficiencia del proceso.

En el taller de joyería, estos formatos se convierten en evidencia del trabajo realizado, pues detallan el peso inicial de la pieza o aleación, los residuos generados y el peso recuperado en cada actividad. De esta manera, se identifican puntos críticos donde se produce mayor pérdida y se pueden aplicar mejoras para reducir costos y optimizar materiales valiosos como el oro, la plata o el platino.

Registro de peso inicial y final: documento básico donde se anotan el peso del metal antes de iniciar el proceso y el peso recuperado al finalizarlo. Permite calcular la merma de manera inmediata. Se usa en fundición, laminado y fabricación de piezas.

Formato de merma por proceso: clasifica la merma según la etapa donde se generó (fundición, limado, recorte, soldadura, pulido, entre otros). Ayuda a identificar en qué operación se están perdiendo más gramos para corregir métodos o herramientas.

Formato de recuperación de residuos: registra limaduras, trozos pequeños, polvo de metal o granalla sobrante. Incluye peso antes y después de su refinación. Es esencial para talleres que afinan o venden su propio residuo metálico.

Formato de control de insumos y fundentes: aunque no mide merma directamente, permite relacionar el uso de insumos con la pérdida generada. Ayuda a verificar si un exceso de fundente, bórax o soldadura está aumentando la merma.

Formato de trazabilidad de piezas: cada pieza o lote se identifica con código, aleación usada, pesos registrados y porcentaje de merma. Permite seguimiento total durante producción, útil para certificaciones y control de calidad.

Formato de cierre de aleación: registra la cantidad proyectada de metal y la obtenida tras fundición y colado. Incluye observaciones sobre color, dureza o defectos. Verifica si la merma está dentro del rango aceptado para cada tipo de aleación.

3. Insumos

Los insumos representan todos los materiales complementarios necesarios para realizar procesos de aleación, fundición y transformación de metales preciosos. Aunque no forman parte directa de la joya terminada, permiten que las operaciones se ejecuten de manera eficiente, segura y con la calidad requerida. Su correcta selección y dosificación es fundamental para lograr aleaciones estables, colores definidos, buena fluidez del metal y acabados adecuados. Además, el uso controlado de insumos evita desperdicios, reduce costos y contribuye al cumplimiento de estándares técnicos en la producción de piezas de joyería.

3.1. Conceptos y clases

Los insumos son materiales auxiliares utilizados en los procesos de fundición, afinación, limpieza, unión y acabado de metales preciosos. No se integran como componente principal de la joya, pero intervienen para facilitar transformaciones físicas y químicas, mejorar la manipulación del metal o protegerlo durante el proceso.

Fundentes: sustancias como bórax, carbonato de sodio y fluoroboratos que bajan el punto de fusión, evitan la oxidación y mejoran la fluidez del metal durante la fundición.

Sales y ácidos de limpieza: incluyen ácido sulfúrico diluido, ácido nítrico y soluciones decapantes. Se usan para eliminar óxidos y residuos superficiales después de la fundición o soldadura.

Combustibles y gases: gas propano, oxígeno y acetileno, necesarios para generar el calor en procesos como soldadura, recocido y fundición.

Material refractario: crisoles, copelas, ladrillos refractarios y cucharillas que soportan altas temperaturas y contienen el metal durante la fundición.

Soldaduras: aleaciones de baja fusión (duras, medias y blandas) utilizadas para unir piezas de oro, plata o platino sin deformar el metal base.

Granallas y aditivos: pequeñas bolitas de metal o sustancias para ajustar color, dureza o fluidez de la aleación.

Materiales abrasivos: lijas, pastas, discos y limas necesarias para desbaste, pulido y acabado.

Agentes protectores: grafito, carbón vegetal y películas protectoras para evitar oxidación excesiva durante recocido o fusión.

3.2. Cálculo

El cálculo de insumos es el proceso mediante el cual se determina la cantidad exacta de metales preciosos, metales de liga y materiales auxiliares necesarios para obtener una aleación con el color, la ley y el comportamiento mecánico requerido para fabricar una pieza de joyería. Para realizar estos cálculos es fundamental comprender la relación entre kilates y milésimas, reconocer las propiedades de los metales, manejar unidades de medida de masa y aplicar operaciones matemáticas básicas. Un cálculo preciso garantiza que la joya cumpla con las características solicitadas por el cliente y evita pérdidas de material durante la fundición. Los elementos básicos del cálculo de insumos son:

Peso total requerido: cantidad de metal necesaria para elaborar la pieza final. Se expresa en gramos (g).

Pureza (kilates o milésimas): indica qué porcentaje del metal será material precioso puro y cuánto será metal de liga. Por ejemplo, 18K = 75 % de oro puro.

Metal fino: es la parte del peso total que corresponde al metal precioso puro (oro, plata o platino). Se calcula con regla de tres o multiplicación por la pureza.

Metales de liga: son metales agregados para cambiar el color o dureza del metal precioso (cobre, plata, zinc, paladio, entre otros).

Fundentes: materiales (como bórax) que facilitan la fusión y evitan oxidación. Se calculan como porcentaje del peso total.

Materiales auxiliares: insumos que no entran en la aleación, pero se requieren para el proceso: crisol, cucharilla, carbón, tenazas, entre otros.

A continuación, se presenta un procedimiento básico para calcular los insumos necesarios en una aleación. Estos pasos permiten identificar los datos iniciales, aplicar las proporciones correspondientes y determinar la cantidad exacta de metal fino y liga requerida para alcanzar la ley o kilataje deseado:

- **Definir el peso total:** corresponde a la cantidad final de aleación que se necesita preparar. Por ejemplo, si la pieza a fabricar requiere 10 g, ese será el peso total base para todos los cálculos.
- **Identificar la pureza deseada:** se identifica el nivel de pureza con el que debe elaborarse la aleación, ya sea 14K, 18K, Ley 750, Ley 925, entre otros. Este valor determina cuánto metal fino y cuánta liga se utilizará.
- **Calcular el metal fino:** se obtiene multiplicando el peso total por la pureza expresada en decimal. Ejemplo: $10 \text{ g} \times 0.75 = 7.5 \text{ g}$ de oro fino.

- **Calcular la cantidad total de ligas:** se resta la cantidad de metal fino al peso total. Ejemplo: $10 \text{ g} - 7.5 \text{ g} = 2.5 \text{ g}$ de ligas.
- **Repartir las ligas según color:** se asignan las proporciones de cada metal que conformará la liga. Ejemplo: en un oro amarillo 18K, la liga suele distribuirse en aproximadamente 60 % cobre y 40 % plata, logrando el tono característico.
- **Determinar el fundente:** se adiciona entre 1 % y 3 % del peso total de la aleación para facilitar la fusión y mejorar la limpieza del metal.
- **Ajustar insumos auxiliares:** se consideran los materiales adicionales según el método de fundición, el tamaño del lote y las particularidades del proceso (crisol, varillas, gas, entre otros).

El cálculo de insumos para una aleación requiere aplicar fórmulas básicas que permiten determinar la pureza, el metal fino, las ligas y el fundente necesario. Estas operaciones facilitan la preparación exacta del material según la ley solicitada y garantizan que la aleación cumpla con las características mecánicas y de color requeridas para la pieza final.

Tabla 2. Fórmulas para cálculo de aleaciones

Cálculo	Fórmula	Descripción
Convertir kilates a milésimas.	$(K \div 24) \times 1000$	Indica cuántas partes por mil del metal son puras.
Metal fino (g).	Peso total \times pureza.	Indica cuántos gramos corresponden al metal precioso (oro, plata, entre otros).

Cálculo	Fórmula	Descripción
Metales de liga (g).	Peso total – metal fino.	Es la cantidad de otros metales que se deben agregar para completar el peso total.
Ligas individuales (g).	Ligas totales × % de cada metal.	Permite calcular la cantidad exacta de cobre, plata u otros metales según el color deseado.
Fundente (g).	Peso total × % de fundente.	Generalmente entre 1 % y 3 %; ayuda a limpiar y facilitar la fusión.

Fuente: SENA, 2025.

4. Materiales e insumos para fundición

El proceso de fundición en joyería requiere una selección adecuada de materiales e insumos que garanticen la calidad del metal final, la fluidez en el proceso térmico y la estabilidad de las aleaciones obtenidas. Conocer sus clases, características y función permite al aprendiz ejecutar procedimientos seguros, reproducibles y con resultados de alta precisión en la elaboración de piezas.

4.1. Clases y tipos

En la fundición de metales preciosos, cada material cumple un propósito específico: unos aportan el valor y la pureza, otros ajustan el color y la dureza, y otros permiten que el proceso de fusión, moldeo y colada se realice correctamente. Conocer cada grupo de materiales facilita tomar decisiones técnicas adecuadas y lograr aleaciones de calidad.

Metales preciosos

Son los metales principales utilizados en joyería y constituyen la parte más valiosa de la aleación. Incluyen:

- **Oro (Au):** se usa en 24K (puro), 18K, 14K. Su color depende de las ligas que se agregan (amarillo, blanco o rosado).
- **Plata (Ag):** comúnmente en Ley 950 y Ley 925, apreciada por su brillo y maleabilidad.
- **Platino (Pt) y Paladio (Pd):** metales de alta dureza y resistencia, usados en joyería de gama alta.

Metales de liga

Son metales que se mezclan con el metal precioso para modificar sus propiedades. Se usan para:

- **Cambiar el color:** cobre (Cu) y plata (Ag) para oro amarillo; níquel (Ni) y paladio (Pd) para oro blanco; cobre para oro rosado.
- **Aumentar dureza:** zinc (Zn) y níquel (Ni).
- **Mejorar fluidez en la fundición:** zinc (Zn) y pequeñas cantidades de silicio (Si) ayudan a que el metal corra mejor al vaciarse.

Insumos auxiliares

Son materiales que no quedan en la aleación, pero permiten que el proceso funcione correctamente. Incluyen:

- **Fundentes:** limpian y protegen el metal durante la fusión.
- **Desoxidantes:** evitan que el metal se oxide.
- **Gases combustibles:** generan la temperatura necesaria para fundir.
- **Crisoles:** recipientes donde se funde el metal.
- **Yesos de revestimiento:** se usan para moldear y soportar la pieza en colada.

Materiales para moldeo y colada

Son los que permiten dar forma al metal fundido y garantizar un vaciado limpio. Incluyen:

- **Revestimientos refractarios:** soportan el calor y conservan la forma del molde.

- **Ceras para modelado:** sirven para fabricar el modelo inicial de la pieza.
- **Vasos de colada:** guían el flujo del metal al molde.
- **Canales y bebederos:** conductos por donde entra el metal al modelo.

4.2. Características

Los materiales e insumos utilizados en la fundición de metales preciosos deben cumplir características específicas que garanticen la correcta fusión, fluidez, limpieza y solidificación del metal. Estas propiedades influyen directamente en la calidad de la pieza final, su definición de detalle, su resistencia mecánica y la ausencia de defectos como porosidad, inclusiones o grietas. A continuación, se describen las características más importantes agrupadas según el tipo de material.

Metales preciosos (Au, Ag, Pt, Pd)

- Alta pureza según ley o kilataje.
- Comportamiento predecible en el punto de fusión.
- Buena fluidez al estado líquido para llenar moldes con detalle.
- Compatibilidad con metales de liga para lograr color, dureza y resistencia.
- Sensibilidad variable a la oxidación (alta en plata, baja en oro).

Metales de liga (Cu, Ag, Ni, Zn, Pd, Si)

- Ajustan dureza, color y comportamiento mecánico.
- Modifican el punto de fusión del metal precioso.
- Algunos generan mayor oxidación (cobre y zinc), por lo que requieren fundentes adecuados.
- Deben ser usados en proporciones exactas para evitar fragilidad o grietas.

Fundentes

- Reducen la oxidación durante la fundición.
- Mantienen el metal limpio y mejoran su fluidez.
- Forman una película protectora que atrapa impurezas.
- Su tipo varía según el metal (oro, plata o platino).

Desoxidantes

- Evitan formación de óxidos en metales muy sensibles (como la plata).
- Favorecen la obtención de un metal más brillante y limpio.
- Se integran en pequeñas proporciones dentro de la aleación.

Crisoles (grafito, sílice, cerámica, entre otros)

- Alta resistencia térmica y choque térmico.
- No reaccionan químicamente con el metal fundido.
- El crisol debe ser específico para el metal (grafito para oro/plata, cerámica para platino).
- Mantienen estabilidad dimensional en altas temperaturas.

Revestimientos refractarios (yeso, fosfatados, entre otros)

- Soportan altas temperaturas sin deformarse.
- Permiten captar los detalles del modelo en cera.
- Determinan el acabado final de la pieza (textura o porosidad).
- Los fosfatados resisten temperaturas más altas para platino y paladio.

Ceras para modelado

- Fácil manipulación y tallado.
- Punto de fusión bajo para evitar defectos al quemarse.
- Estabilidad dimensional al ser moldeadas.
- No deben dejar residuos durante la etapa de quemado.

Vasos de colada, canales y bebederos

- Resistencia térmica.
- Buena adherencia al revestimiento.
- Permiten flujo controlado del metal para evitar turbulencias.
- Su diseño y diámetro influyen en la calidad del llenado.

Insumos auxiliares (gases, combustibles, entre otros)

- Mezcla de gases estable y compatible con el equipo de fundición.
- Llama regulable para trabajar metales con distintos puntos de fusión.
- Gas adecuado según técnica: propano/oxígeno para oro y plata; equipos especiales para platino.

5. Piezas para joyería

Las piezas para joyería son los elementos finales que se elaboran a partir de metales preciosos y sus aleaciones. Cada pieza requiere materiales específicos, técnicas de elaboración y acabados según su diseño, función y mercado objetivo. Entender sus tipos, características y métodos de fabricación permite seleccionar los insumos adecuados, calcular cantidades de metal y garantizar la calidad del producto terminado.

5.1. Concepto y clases

Las piezas para joyería son objetos decorativos o funcionales elaborados principalmente con metales preciosos y que pueden incorporar gema, cerámicas, maderas u otros materiales. Se clasifican según su forma, uso o función dentro de la joya. Esta clasificación facilita la selección de técnicas de elaboración y la planificación del proceso productivo.

Anillos: piezas circulares que se ajustan al dedo. Pueden ser lisos, con engastes o con diseño calado.

Aretes: piezas que se colocan en las orejas, como topos, argollas o colgantes. Suelen requerir sistemas de cierre.

Cadenas y collares: formados por eslabones o mallas; pueden sostener dijes o estar decorados por sí mismos.

Pulseras: similar a las cadenas, pero diseñadas para la muñeca. Incluyen rígidas, articuladas o de eslabones.

Dijes y colgantes: elementos decorativos que cuelgan de cadenas o pulseras, con formas variadas.

Broches y pasadores: piezas con mecanismos que permiten unir o sujetar prendas.

Monturas y engastes: estructuras diseñadas para sostener gemas o circonias.

Componentes complementarios: aros, argollas, tapas, seguros, pasadores, bases, entre otros que completan una pieza.

5.2. Características

Cada pieza de joyería debe cumplir características específicas que garantizan su funcionalidad, durabilidad y apariencia estética. Estas características también determinan los insumos y las aleaciones necesarias para su fabricación.

Precisión dimensional: la pieza debe cumplir medidas exactas para su ensamble y comodidad del usuario.

Acabado superficial: debe presentar brillo, textura homogénea y ausencia de arañazos o porosidad.

Dureza adecuada: depende del uso: un anillo requiere mayor resistencia que un dije.

Simetría y proporción: garantizan equilibrio visual y calidad artesanal.

Compatibilidad con gemas: las monturas deben ajustarse correctamente a las piedras.

Soldaduras limpias: no deben ser visibles o débiles; deben tener continuidad superficial.

Peso equilibrado: afecta comodidad, ergonomía y percepción de calidad.

Seguridad del mecanismo: cierres, broches y seguros deben funcionar correctamente sin riesgo de pérdida.

5.3. Técnicas de elaboración

Las técnicas de elaboración permiten transformar el metal en piezas acabadas mediante procesos mecánicos, térmicos y artesanales. Elegir la técnica correcta garantiza precisión, calidad y optimización del material.

Fundición por cera perdida: reproduce piezas complejas o con volumen; ideal para anillos, dijes y monturas.

Laminado y trefilado: produce láminas, hilos y perfiles para cadenas, aros y estructuras.

Soldadura: une componentes metálicos mediante calor y material de aporte.

Engaste: fija gemas aplicando presión controlada del metal.

Calado y cincelado: permite crear diseños abiertos, relieves y texturas decorativas.

Pulido y abrillantado: aporta brillo y uniformidad a la superficie final.

6. Matemática básica

La matemática básica constituye una herramienta esencial para el trabajo en joyería, ya que permite realizar cálculos precisos en la preparación de aleaciones, la determinación de insumos, el control de mermas y la medición de materiales. El dominio de estas operaciones garantiza exactitud, aprovechamiento eficiente del metal y calidad en los procesos de fabricación.

6.1. Operaciones fundamentales

Las operaciones fundamentales, suma, resta, multiplicación y división, se aplican en casi todas las actividades del proceso joyero. Sus usos principales dentro del programa incluyen:

- Cálculo de pesos y proporciones en metales finos y ligas.
- Determinación de insumos auxiliares, como fundentes y consumibles.
- Ajustes en medidas durante laminado, trefilado y modificación de piezas.
- Estimar mermas en procesos de corte, fundición y pulido.
- Conversión de unidades (gramos, miligramos, onzas, entre otros).

Estas operaciones permiten operar con cantidades pequeñas y exactas, característica fundamental en la manufactura de joyas y metales preciosos, donde una mínima variación puede alterar la ley final o la calidad de la pieza.

6.2. Porcentajes y regla de tres

El uso de porcentajes y la regla de tres es fundamental en la preparación de aleaciones, ya que permite calcular proporciones exactas de metales, ajustar purezas, estimar mermas y escalar cantidades según las necesidades del proceso. Estas herramientas matemáticas aseguran precisión en la composición final, optimización de

insumos y cumplimiento de las características mecánicas y estéticas requeridas en joyería.

El cálculo porcentual permite determinar la pureza del metal, distribuir correctamente las ligas y estimar insumos y pérdidas durante la fundición. Estos porcentajes se aplican directamente sobre el peso total o las cantidades requeridas, facilitando la preparación exacta de aleaciones.

Tabla 3. Aplicación de porcentajes en las aleaciones

Cálculo	Procedimiento	Ejemplo
Convertir kilates a milésimas.	Se divide el número de kilates entre 24.	$18K \rightarrow 18/24 = 0.75$ (750 milésimas).
Calcular metal fino.	Peso total \times pureza.	$10 g \times 0.75 = 7.5 g$ de oro puro.
Obtener ligas totales.	Peso total – metal fino.	$10 - 7.5 = 2.5 g$ de ligas.
Distribuir ligas por color.	Ligas totales \times % de cada metal.	Oro amarillo: $2.5 g \times 0.60 = 1.5 g$ Cu.
Estimar merma.	Peso total \times % de pérdida.	$8 g \times 0.02 = 0.16 g$ de merma.
Calcular fundente (1–3 %).	Peso total \times porcentaje elegido.	$5 g \times 0.02 = 0.10 g$ de fundente.

Fuente: SENA, 2025.

La regla de tres permite ajustar proporciones, escalar recetas de aleaciones y verificar leyes cuando se cambia el peso total de la mezcla. Es fundamental para adaptar cantidades sin alterar la composición final.

Tabla 4. Aplicación práctica de la regla de tres en joyería

Situación	Aplicación	Ejemplo
Ajustar cantidades cuando cambia el peso total.	Se usa una regla de tres directa: se calcula cuánto representa la cantidad original dentro del peso base y luego se multiplica por el nuevo peso.	Si la aleación original es para 10 g y ahora se necesitan 6 g: Fino original: $7.5 \text{ g} \rightarrow 7.5 \div 10 \times 6 = 4.5 \text{ g}$
Escalar una receta completa.	Se mantiene la misma proporción para todos los metales. Cada ingrediente se multiplica o divide por el mismo factor de escala.	Si la receta completa se reduce a la mitad: $10 \text{ g} \rightarrow 5 \text{ g}$, entonces cada metal se divide entre 2.
Obtener medidas equivalentes.	Se calcula cuántas unidades se necesitan para alcanzar una cantidad deseada, usando una relación directa entre unidad y peso/medida.	Si 1 cm de hilo pesa 0.05 g y se necesitan 0.20 g: $0.20 \div 0.05 = 4 \text{ cm}$
Verificar la ley o pureza final.	Se divide la cantidad de oro fino entre el peso total para obtener la pureza en milésimas o kilates.	Fino total: 3.75 g Peso total: $5 \text{ g} \rightarrow 3.75 \div 5 = 0.75 = 750 \text{ milésimas (18K)}$
Convertir entre unidades proporcionales.	Se aplica una regla de tres directa manteniendo la relación constante entre dos magnitudes.	Si para hacer 1 anillo se usan 2 g de oro, entonces para 3 anillos: $2 \times 3 = 6 \text{ g}$

Fuente: SENA, 2025.

7. Unidades de medida

El dominio de las unidades de medida es fundamental para cualquier proceso de joyería, ya que permite calcular materiales con precisión, estandarizar recetas de aleaciones, medir piezas durante el diseño y controlar el consumo de insumos. Las unidades de longitud, masa y volumen se aplican de manera constante durante la preparación de aleaciones, fundición, engaste, laminado y fabricación de piezas. A continuación, se desarrolla cada tipo de unidad y sus aplicaciones prácticas.

7.1. Longitud

La longitud es fundamental para determinar dimensiones de láminas, alambres, piezas en cera y componentes utilizados antes del proceso de fundición. Estas medidas permiten estimar masa, ajustar cálculos de material y garantizar precisión en operaciones como laminado, trefilado y calado, necesarias para preparar insumos de aleación con volumen y peso controlado.

Milímetro (mm): permite medir espesores de láminas y diámetros de hilos antes de fundir o laminar. Una variación en mm cambia el peso, lo que modifica la cantidad de metal fino requerida.

Centímetro (cm): se usa para medir longitudes de hilos y segmentos de lámina. Su aplicación directa permite estimar cuántos gramos se necesitan según la longitud útil antes de preparar la aleación.

Pulgada (in): herramientas como alicates o brocas usan pulgadas. Su conversión permite ajustar dimensiones cuando se requiere fundir material equivalente a una medida dada.

Micra (μm): se usa en control del espesor de baños metálicos o capas aplicadas sobre piezas. Relaciona grosor con la masa depositada, lo que afecta cálculos de consumo de metal.

7.2. Masa

La masa es el eje central del componente, ya que todos los cálculos de aleaciones (fino, ligas, mermas, fundentes, entre otras) dependen directamente del peso. Cada unidad está vinculada al proceso de mezcla de metales, preparación de recetas, control de purezas y estimación de pérdidas.

Gramo (g): unidad principal para calcular peso total, metal fino y ligas. Ejemplo: $10 \text{ g} \times 0.750$. Todos los cálculos de composición parten del gramo.

Miligramo (mg): útil para medir pequeñas cantidades como soldaduras o ajustes mínimos en la proporción de ligas cuando el peso total es muy bajo.

Onza troy (oz t): relacionada con el valor comercial del oro y plata. Permite convertir precios del metal cuando se calculan costos de las aleaciones usadas.

Kilate (K): indica pureza del oro. Su aplicación es directa: convertir K a milésimas para calcular metal fino y ajustar aleaciones como 18K o 14K.

Milésimas (%): representa pureza exacta. Ejemplo: 750 milésimas. Se usa para definir cuánto metal precioso real entra en la mezcla según la norma de aleación trabajada.

7.3. Volumen

El volumen interviene en procesos previos a la fundición, como preparación de revestimientos, cálculo del volumen ocupado por la cera y estimación del peso

resultante del metal fundido. Estas mediciones permiten anticipar cuánta aleación preparar y cuánto material se consumirá.

Mililitro (mL): se usa en mezclas de yeso/revestimiento donde la proporción agua - polvo es crítica para una fundición adecuada.

Centímetro cúbico (cm³): se aplica para calcular el volumen de modelos en cera y convertirlo a peso de metal usando su densidad; útil para estimar cuánta aleación preparar.

Litro (L): utilizado en soluciones químicas como decapado o limpieza. Permite preparar cantidades mayores manteniendo proporciones correctas.

Milímetro cúbico (mm³): relevante en detalles muy pequeños donde el volumen afecta directamente la masa del metal requerido para fundir.

8. Instrumentos de peso

El control del peso es fundamental en la preparación de aleaciones, el cálculo de metal fino, la dosificación de ligas y la verificación de la merma. Para garantizar exactitud en estos procesos, se emplean instrumentos de pesaje específicos que permiten trabajar desde cantidades muy pequeñas hasta valores mayores según el tipo de aleación o pieza requerida.

8.1. Concepto y clases

Los instrumentos de peso son equipos diseñados para medir con precisión la masa de metales preciosos, ligas, fundentes y otros insumos utilizados en fundición y fabricación de joyería. Su correcta selección contribuye a obtener aleaciones exactas y a evitar desviaciones en pureza o proporciones. Las clases de instrumentos más utilizados son:

Balanza analítica: alta precisión (0.001 g). Fundamental para pesar oro fino, plata, paladio, y ligas con exactitud. Se usa en los cálculos de pureza y aleación.

Balanza gramera digital: precisión de 0.01 g. Adecuada para pesar fundente, soldaduras, yesos y metales cuando no se requiere alta exactitud.

Balanza mecánica o romana: menos precisa; se emplea para pesar materiales en cantidades mayores como yesos, revestimientos o piezas grandes de metal reciclado.

Microbalanza: permite medir cantidades extremadamente pequeñas. Se usa para calibrar pequeñas diferencias en ligas o cuando se trabaja con piezas de muy poco peso.

Pesas patrón: sirven para verificar y calibrar las balanzas. Aseguran exactitud en los cálculos de aleaciones.

8.2. Manejo

El manejo correcto de los instrumentos garantiza que los cálculos de metal fino, ligas, merma y fundentes sean precisos. Esto evita errores en la pureza final y asegura que la aleación cumpla con la ley establecida:

Nivelar la balanza: una balanza desnivelada altera el cálculo del metal fino y provoca errores en la receta de la aleación.

Encender y estabilizar antes de pesar: evita fluctuaciones que pueden modificar gramos necesarios para ligas o fundentes.

Usar recipientes tareados: permite descontar el peso del recipiente para obtener solo el peso real del metal. Indispensable al fundir oro o plata recuperada.

Evitar corrientes de aire o vibraciones: afecta especialmente balanzas analíticas; un error de 0.01 g cambia proporciones de aleación en piezas pequeñas.

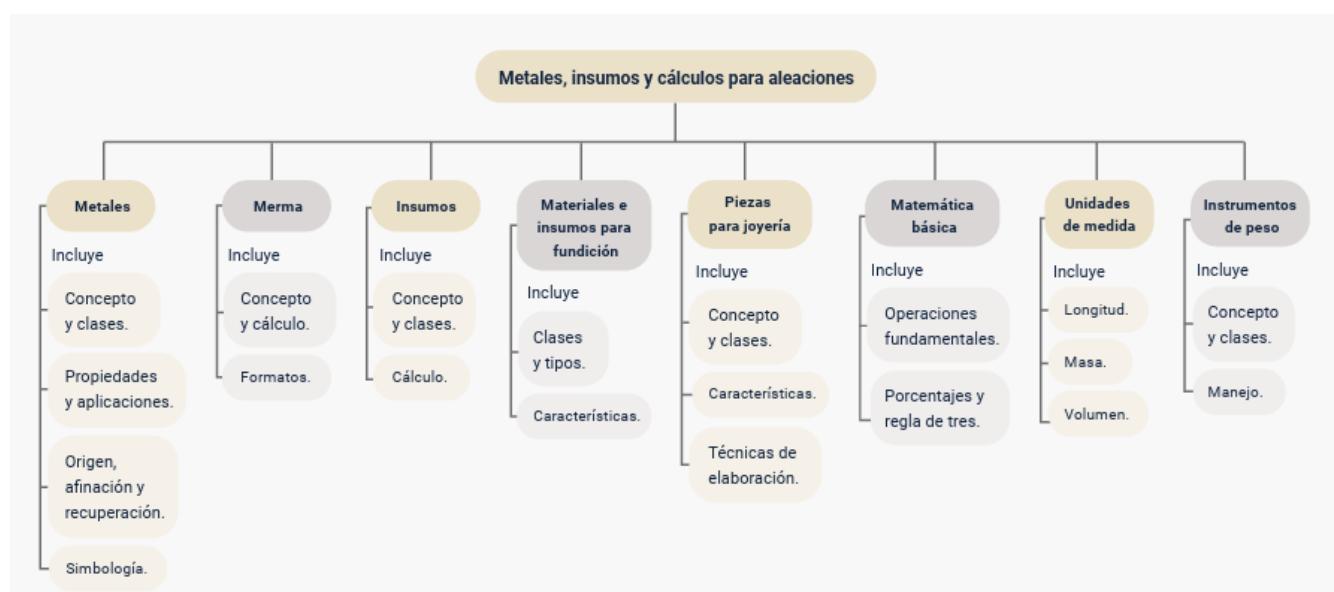
Limpiar después de cada uso: previene contaminación cruzada entre metales o partículas que puedan alterar la pureza.

Calibrar periódicamente con pesos patrón: garantiza exactitud en cálculos de metales preciosos, evitando que una desviación afecte purezas como 750 o 925.

Registrar pesos antes y después del proceso: permite calcular merma real y ajustar futuras cargas para fundición.

Síntesis

El componente formativo Metales, insumos y cálculos para aleaciones aborda los fundamentos necesarios para el trabajo técnico en joyería, desde su comprensión conceptual hasta su aplicación en procesos de elaboración. Se inicia con el estudio de los metales, sus clases, propiedades, aplicaciones, origen y simbología. Posteriormente, se profundiza en la merma, lo que permite establecer su importancia en el control y optimización de materiales. Asimismo, se analizan los insumos y su cálculo, proporcionando herramientas para su correcta selección y uso. Se presentan los materiales e insumos para fundición, que influyen en la calidad del metal fundido, así como sus características técnicas. La documentación aborda también las piezas para joyería, sus conceptos, clases, características y técnicas básicas de elaboración. Para fortalecer la aplicación de estos contenidos, se incluyen aspectos de matemática básica y unidades de medida relacionadas con longitud, masa y volumen. Finalmente, se analiza el manejo de los instrumentos de peso, esenciales para garantizar precisión durante todo el proceso de trabajo con metales y aleaciones.



Glosario

Aleación: mezcla homogénea de dos o más metales que se combinan para modificar propiedades como dureza, color o punto de fusión, fundamental para obtener materiales adecuados para joyería.

Calado: técnica manual que consiste en retirar partes de una lámina metálica con una seguita fina para crear diseños abiertos o decorativos en piezas de joyería.

Engaste: método de fijación de gemas utilizando la presión del metal, permitiendo asegurar piedras en diferentes tipos de monturas.

Fundente: sustancia utilizada en fundición o soldadura para limpiar, proteger y facilitar la fluidez del metal fundido, mejorando la calidad del vaciado.

Kilate (K): unidad que expresa la pureza del oro, donde 24K corresponde a oro puro; se convierte a milésimas para cálculos de ley en aleaciones.

Laminado: proceso mecánico que reduce el espesor de un metal al pasarlo entre rodillos, obteniendo láminas utilizadas para fabricar piezas planas o estructurales.

Ley (milésimas): sistema de medición de pureza metálica expresado en mil partes por mil; por ejemplo, 750 corresponde al 75 % de oro fino en una aleación.

Merma: pérdida inevitable de material durante procesos como fundición, corte o pulido; se calcula en porcentaje para controlar el rendimiento del metal.

Porcentaje de aleación: cálculo que determina la cantidad proporcional de cada metal que debe mezclarse para obtener una composición específica según color, dureza o ley requerida.

Regla de tres: método matemático utilizado para ajustar proporciones cuando cambia el peso total de una pieza o para escalar recetas de aleaciones manteniendo relaciones directas.

Trefilado: proceso que reduce el diámetro de un metal al pasarlo por una serie de orificios calibrados, permitiendo obtener hilos para cadenas, aros y estructuras finas.

Material complementario

Tema	Referencia APA del material	Tipo	Enlace
Metales	Artesanías de Colombia. (2013). Referencial nacional de joyería. Artesanías de Colombia.	PDF	https://repositorio.artesaniasdecolombia.com.co/bitstream/001/2786/1/INST-D%202013.%20190.pdf
Piezas para joyería	Química en Casa. (2025). Metales usados en joyería: ciencia, belleza y aleaciones.	Artículo	https://quimicaencasa.com/metales-usados-en-joyeria-ciencia-belleza-y-aleaciones/

Referencias bibliográficas

Anillos de Compromiso. (s. f.). Metales preciosos explicados en breve.

<https://www.anillosdecompromiso.es/pdf/es/metales-preciosos-explicados-en-breve.pdf>

Escuela de Joyería del Atlántico. (2020). Metales y aleaciones en joyería (Documento técnico).

<https://www.scribd.com/document/500955405/METALES-PRECIOSOS-Y-ALEACIONES-PARA-JoyerIA>

Institut français d'études andines. (2020). El trabajo de los metales preciosos en el área andina: aportes arqueométricos.

<https://books.openedition.org/ifea/13150>

Lleras Pérez, R. (2024). Joyas de los Andes: Metales preciosos y orfebrería ancestral. Banco Santander.

<https://banco.santander.cl/uploads/000/047/459/c82cd973-6163-46dc-84b7-5d9e47616bbd/original/Joyas-de-los-Andes-1.pdf>

Rodríguez, C. (s.f.). Manual de técnicas y procesos básicos de joyería I. Scribd.

<https://es.scribd.com/document/741581815/Manual-de-Técnicas-y-Procesos-Básicos-de-Joyería-I>

Trujillo, C. (2013). Orfebrería en América Latina: métodos, historia y tradición. Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación, (46), 115–153.

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7370102.pdf>

Créditos

Nombre	Cargo	Centro de Formación y Regional
Miguel de Jesús Paredes Maestre	Responsable de línea de producción	Centro de Comercio y Servicios - Regional Atlántico
Heydy Cristina González García	Evaluador instruccional	Centro de Comercio y Servicios - Regional Atlántico
Jair Enrique Coll Gallardo	Evaluador instruccional	Centro de Comercio y Servicios - Regional Atlántico
Carmen Alicia Martínez Torres	Diseñador web	Centro de Comercio y Servicios - Regional Atlántico
Alexander Donado Molinares	Desarrollador full stack	Centro de Comercio y Servicios - Regional Atlántico
Nelson Iván Vera Briceño	Animador y productor audiovisual	Centro de Comercio y Servicios - Regional Atlántico
María Fernanda Morales Angulo	Evaluador de contenidos inclusivos y accesibles	Centro de Comercio y Servicios - Regional Atlántico
Luz Karime Amaya Cabra	Evaluador de contenidos inclusivos y accesibles	Centro de Comercio y Servicios - Regional Atlántico
Jonathan Adie Villafaña	Validador y vinculador de recursos digitales	Centro de Comercio y Servicios - Regional Atlántico
Jairo Luis Valencia Ebratt	Validador y vinculador de recursos digitales	Centro de Comercio y Servicios - Regional Atlántico