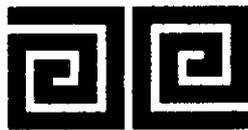


**Proyecto:**  
**“FORTALECIMIENTO DE LA ARTESANÍA ÉTNICA ELABORADA POR LOS  
PUEBLOS INDÍGENAS DEL DEPARTAMENTO DEL GUAINÍA”**

**INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE  
LAS MINAS DE ARCILLAS UTILIZADAS COMO MATERIA PRIMA  
PARA PRODUCCIÓN DE ALFARERÍA Y CERÁMICA**



Ministerio de Comercio, Industria y Turismo  
artesanías de colombia s.a.

*AC*  
*Arturo Calle*

**Informe Final**

**INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE  
LAS MINAS DE ARCILLAS UTILIZADAS COMO MATERIA PRIMA  
PARA PRODUCCIÓN DE ALFARERÍA Y CERÁMICA**

**CECILIA DUQUE DUQUE**

**Gerente General**

**ERNESTO ORLANDO BENAVIDES**

**Subgerente Administrativo y Financiero**

**CARMEN INÉS CRUZ**

**Subgerente de Desarrollo**

**LYDA DEL CARMEN DIAZ**

**Coordinadora Centro de Diseño**

**NEVE HERRERA**

**Coordinador Regional Orinoquía y Amazonía**

**SERGIO LOZADA**

**Asesor**

**Bogotá D.C., marzo de 2005**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
1.1. OBJETIVOS	5
1.2. ANTECEDENTES	5
1.3. ASPECTOS GENERALES	6
<b>2. GEOLOGÍA</b>	<b>9</b>
2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS YACIMIENTOS	10
<b>3. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE LA EXPLOTACIÓN DE ARCILLAS</b>	<b>21</b>
3.1. SELECCIÓN DEL MATERIAL	21
3.2. EXTRACCIÓN	21
3.3. CARGUE Y TRANSPORTE	23
3.4. ACOPIO	24
<b>4. PARÁMETROS PARA MEJORAR LOS PROCESOS DE EXTRACCIÓN DE ARCILLAS</b>	<b>25</b>
4.1. CÁLCULO DE RESERVAS	25
4.2. OPTIMIZACIÓN DE LA EXTRACCIÓN DEL MATERIAL ARCILLOSO	30
<b>5. MANEJO AMBIENTAL EN LA EXPLOTACIÓN DE ARCILLAS</b>	<b>33</b>
5.1. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LA MAGNITUD DE IMPACTOS AMBIENTALES	33
5.2. MANEJO DE IMPACTOS AMBIENTALES	34
<b>6. SOCIALIZACIÓN Y VALIDACIÓN CON LA COMUNIDAD ARTESANAL</b>	<b>37</b>
<b>7. CONCLUSIONES</b>	<b>39</b>
<b>8. RECOMENDACIONES</b>	<b>41</b>
<b>9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>42</b>
<b>10. LISTADO DE ANEXOS</b>	<b>43</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Ubicación geográfica de la zona de estudio.	6
<b>Figura 2.</b>	Relación de los valores promedio de precipitación y temperatura en el municipio de Inírida.	7
<b>Figura 3.</b>	Diferencia del nivel del río Guaviare cerca al Puerto de Coco Viejo entre las épocas de invierno y verano.	8
<b>Figura 4.</b>	Afloramiento de las unidades geológicas presentes en la localidad de Coco Viejo, cerca al río Guaviare.	9
<b>Figura 5.</b>	Distribución de las unidades geológicas en la zona de estudio.	10
<b>Figura 6.</b>	Ubicación de las capas de arcilla encontradas en la mina Caño Barro.	12
<b>Figura 7.</b>	Panorámica del yacimiento denominado Caño Barro.	13
<b>Figura 8.</b>	Excavación para extraer arcilla amarilla en la mina de Caño Barro.	13
<b>Figura 9.</b>	Afloramiento de la capa de arcilla rojiza en la mina de Caño Barro.	14
<b>Figura 10.</b>	Ubicación de las capas de arcilla encontradas en la mina Puerto Barro.	14
<b>Figura 11.</b>	Panorámica del yacimiento denominado Puerto Barro.	15
<b>Figura 12.</b>	Afloramiento de la capa de arcilla blanca en la mina de Puerto Barro.	16
<b>Figura 13.</b>	Afloramiento de la capa de arcilla roja en la mina de Puerto Barro.	16
<b>Figura 14.</b>	Afloramiento superficial de la capa de arcilla negra en la mina de Puerto Barro.	17
<b>Figura 15.</b>	Afloramiento de arcilla blanca en la manifestación denominada Caño Bruja.	17
<b>Figura 16.</b>	Afloramiento de arcilla blanca en la manifestación de Caño Bruja. Nótese que por la proximidad con el agua del caño, la arcilla se encuentra en emulsión.	18
<b>Figura 17.</b>	Panorámica de la manifestación de arcilla denominada Caño Carbón	18
<b>Figura 18.</b>	Mapa de ubicación de los principales yacimientos y manifestaciones de arcillas en los alrededores de Coco Viejo.	20
<b>Figura 19.</b>	Selección del material arcilloso previa a la extracción.	21
<b>Figura 20.</b>	Extracción del material arcilloso con palas.	22
<b>Figura 21.</b>	Cargue del material arcilloso en sacos de fibra plástica.	23
<b>Figura 22.</b>	Descargue de las arcillas en el puerto de la comunidad de Coco Viejo.	24
<b>Figura 23.</b>	Ejemplo de la geometría tabular de los yacimientos en las minas de arcilla.	25
<b>Figura 24.</b>	Espesor de las capas de arcilla en el yacimiento de Caño Barro.	26
<b>Figura 25.</b>	Erosión generada en los barrancos del río Guaviare.	28
<b>Figura 26.</b>	Pendiente del terreno en los frentes de explotación de los actuales yacimientos.	29
<b>Figura 27.</b>	Indígenas asistentes a la reunión de socialización y validación en Inírida.	38

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Características de los yacimientos de arcillas utilizadas en alfarería y cerámica.	27
<b>Tabla 2.</b>	Consumo de arcillas realizado por los artesanos indígenas de Coco Viejo.	29
<b>Tabla 3.</b>	Reservas por explotar, ritmo de explotación y vida de las arcillas en los actuales yacimientos.	30

## 1. INTRODUCCIÓN

Dentro del plan de acciones que adelanta Artesanías de Colombia S.A. a través de la Subgerencia de Desarrollo en el marco del proyecto “Fortalecimiento de la competitividad de la artesanía étnica elaborada por los pueblos indígenas del departamento del Guainía” según convenio interinstitucional de cofinanciación suscrito entre Artesanías de Colombia y la Fundación Arturo Calle, se han introducido una serie de actividades conducentes a ofrecer la oportunidad a los indígenas del Guainía de mejorar su producción artesanal.

Dentro de los objetivos propuestos en el proyecto está capacitar a los artesanos en la extracción y beneficio adecuado de las materias primas para alfarería y cerámica, consolidando los procesos productivos de manera que se garantice no solo la sostenibilidad de los recursos minerales y del medio ambiente sino también la permanencia y desarrollo del sector artesanal de producción de cerámica en el departamento del Guainía.

Los problemas identificados y relacionados con las actividades de explotación minera que se buscan solucionar son el desperdicio de los recursos minerales proporcionados por el entorno natural debido a un escaso control de calidad y a una somera planificación en los procesos de la explotación minera, además del desconocimiento de la duración de las reservas de los diferentes depósitos o yacimientos de arcillas en la región. Con este propósito se presenta el informe final sobre la asistencia técnica para investigar las características geológicas de las minas de arcillas utilizadas como materia prima para producción de alfarería y cerámica en la comunidad de Coco Viejo del municipio de Inírida

Las actividades realizadas en el viaje al municipio de Inírida y la localidad de Coco Viejo durante los días febrero 24 a marzo 1 de 2005 fueron la ubicación y descripción de las características geológicas y topográficas de las minas de arcilla, excavación de sondeos en las minas y toma de datos para posterior cálculo de reservas, reunión de presentación y socialización de resultados del estudio de caracterización de arcillas con los artesanos ceramistas y asesoría en técnicas adecuadas para los procesos de explotación minera de arcillas y en manejo ambiental.

## **1.1. OBJETIVOS**

- Determinar las condiciones de extracción minera de las arcillas.
- Realizar una descripción de las características geológicas y topográficas de las minas.
- Reconocer nuevas minas para extracción de arcillas que eventualmente puedan ser explotadas.
- Levantar mapa de ubicación de las minas en explotación y la identificación de nuevas zonas de extracción.
- Definir un plan de explotación para racionalizar la extracción teniendo en cuenta las condiciones de recuperación del suelo.
- Estimar el volumen de arcillas, área de las minas, reservas explotables y ritmo de explotación minera.
- Socializar y validar con la comunidad artesanal los resultados de la caracterización física, química y mineralógica de arcillas obtenida de los análisis de laboratorio.

## **1.2. ANTECEDENTES**

La riqueza en variedad, color y calidad de las arcillas existentes en la región del municipio de Inírida ha contribuido en gran medida a que el oficio de la alfarería en la comunidad indígena de Coco Viejo llegue a la actualidad con una buena producción artesanal. Los depósitos de arcillas se localizan en el municipio de Inírida, en forma de capas ubicadas en barrancos que se encuentran a las orillas de los ríos Guaviare e Inírida y de algunos caños tributarios de estos. Estos depósitos de material arcilloso no han sido descritos específicamente en ningún documento de la autoridad minera del país, INGEOMINAS; el nivel de información y conocimiento científico de estos depósitos es casi nulo y oficialmente no se ha formalizado su existencia ante las instituciones del estado. A pesar de lo anterior, desde hace más de diez años algunos artesanos indígenas vienen explotando el material arcilloso. La extracción de las arcillas se realiza solamente durante la época de verano, en los meses de enero, febrero y marzo.

En cuanto a la producción artesanal, un aspecto importante es que las materias primas son comunes y se encuentran, procesan y utilizan en la misma localidad. Actualmente son quince los artesanos alfareros en la comunidad. Los productos que más elaboran son pocillos, tinajas, tarros, fruteros, cazuelas, jarrones y hornillas, principalmente mediante la técnica de modelado por rollos. Aunque los indígenas pueden elaborar objetos artesanales de alfarería durante todo el año, preferencialmente son los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre los dedicados a las labores de producción.

### 1.3. ASPECTOS GENERALES

#### 1.3.1. Localización

El departamento de Guainía está localizado al oriente de Colombia (figura 1). Limita por el norte con el río Guaviare, que lo separa de Vichada; por el este con los ríos Atapabo, Guainía y Negro que lo separan de Venezuela; por el sur con Brasil, y por el oeste con Vaupés, Guaviare y Vichada. Guainía contiene un municipio, 8 corregimientos y 7 inspecciones de Policía, con una superficie departamental de 75,228 km<sup>2</sup>.

Su capital es Inírida, cuya área municipal es de 16,165 km<sup>2</sup> y está localizada a 518 km de la ciudad de Bogotá, alrededor de las coordenadas planas X = 919,140 metros Norte y Y = 1'017,120 metros Este origen Este-Este. Inírida se encuentra en la margen derecha del oscuro río Inírida, unos siete km antes de la descarga de éste sobre el blanco río Guaviare.

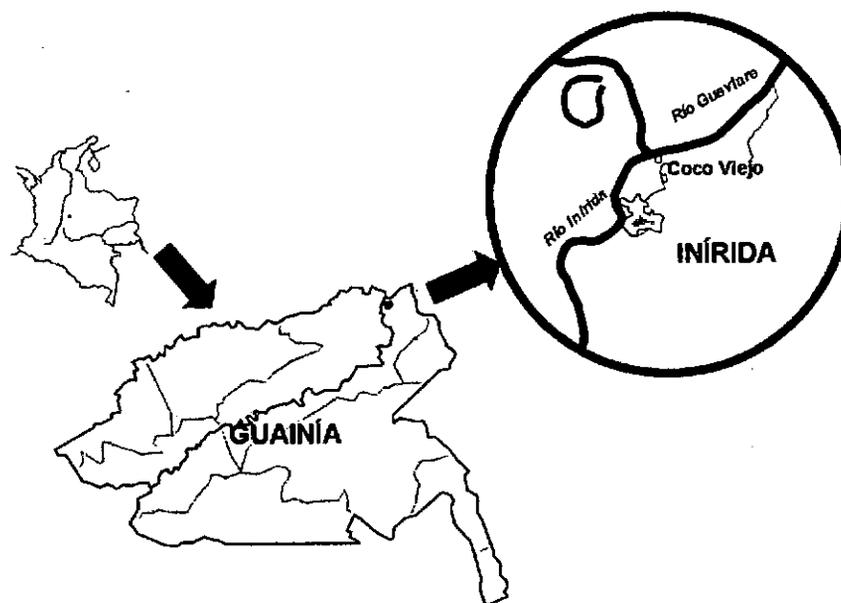


Figura 1. Ubicación geográfica de la zona de estudio.

#### 1.3.2. Relieve

La zona de estudio se encuentra alrededor de los 100 msnm, principalmente en un relieve de llanuras disectadas, con pendiente menor a 3°.

#### 1.3.3. Clima

La zona de estudio está ubicada en la amazonía septentrional, cuya zonación climática es ligeramente húmeda a moderadamente húmeda.

La precipitación tiene un promedio de 2,695 mm/año. La época de invierno sucede entre abril y octubre (figura 2), con las lluvias en su mayoría nocturnas; la temporada de verano sucede entre noviembre y marzo, con las lluvias en su mayoría al atardecer. Durante el invierno la precipitación es de 150-350 mm/mes, mientras que en verano es de 25-150 mm/mes. La temperatura media anual es de 26°C; las temperaturas extremas históricas han sido 17° y 36°C. La humedad relativa es alta, 85% en promedio.

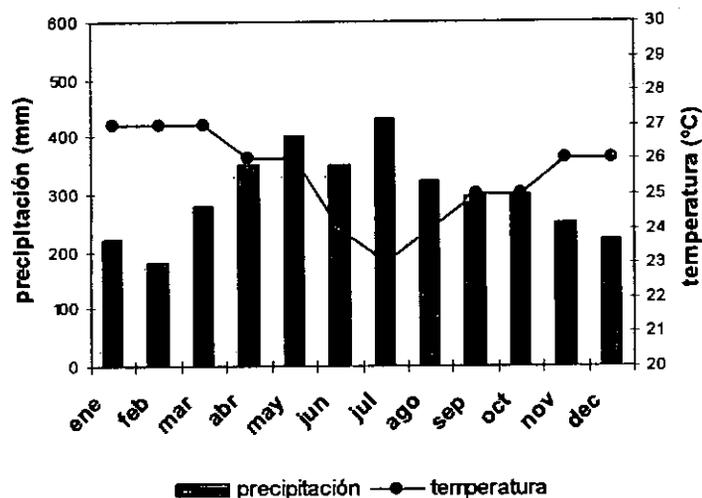


Figura 2. Relación de los valores promedio de precipitación y temperatura en el municipio de Inírida.

#### 1.3.4. Hidrografía

La red hidrográfica del área está dominada principalmente por los ríos afluentes del Orinoco (Guaviare, Inírida, etc.) que empiezan a crecer en abril y alcanzan su máximo caudal en julio; en el mes de noviembre empieza la época relativamente seca.

El río Inírida es un río oscuro (expresión de la pobreza del suelo del escudo Guayanés); su patrón de drenaje posee características estructurales, las cuales se evidencian por los raudales que marcan la morfología fluvial. El río Guaviare es blanco o turbio, porta nutrientes andinos que fertilizan anualmente sus vegas mediante inundación; nace en la cordillera Oriental y es navegable en la totalidad de su curso; su patrón de drenaje tiene un patrón meandriforme. El río Guaviare se caracteriza por la presencia de acumulaciones aluviales gruesas.

#### 1.3.5. Suelos

Los suelos presentan un nivel de fertilidad bajo. Hacia el norte de esta región los suelos están desarrollados en áreas depresionales e inundables, mientras que al sur los suelos están desarrollados en planicies aluviales, terrazas y diques, bien drenados.



**Figura 3.** Diferencia del nivel del río Guaviare cerca al Puerto de Coco Viejo entre las épocas de invierno (junio 21 de 2004) y verano (febrero 25 de 2005).

## 2. GEOLOGÍA

La zona de estudio se encuentra en el límite norte de la región amazónica con la orinoquense. Las unidades geológicas que afloran, de la más antigua a la más reciente, son:

- Rocas del Precámbrico hacia el sur compuestas por granitos y migmatitas, las cuales afloran en cerros y colinas de aspecto redondeado, que pertenecen a una porción oeste del basamento cristalino denominado Escudo Guayanés.
- Depósitos sedimentarios fluviales de finales del Terciario e inicios del Cuaternario hacia el norte del río Guaviare (llanuras aluviales altas disectadas).
- Depósitos sedimentarios fluviales y aluviales del Cuaternario en las márgenes de los ríos Guaviare e Inírida (acumulaciones detríticas, terrazas y aluviones).



Figura 4. Afloramiento de las unidades geológicas presentes en la localidad de Coco Viejo, cerca al río Guaviare.

La estructura geomorfológica en donde descansan los valles aluviales activos de inundación es un basamento de edad precámbrica (Escudo Guayanés). Ha ocurrido una meteorización de las rocas del escudo en la cual el material ha sido removido por escurrimiento difuso y acumulado en desniveles y playas. Se han formado depósitos aluviales con granulometría variable desde gravas (cantos y bloques) al pie de las vertientes hasta arenas, limos y arcillas en las llanuras aluviales (figura 5).

Las acumulaciones de arcillas que se explotan para ser utilizadas en la elaboración de artesanías de alfarería y cerámica se encuentran en forma de capas producto de la antigua depositación de sedimentos transportados por el río Guaviare, por lo que estas arcillas se clasifican según su origen como arcillas fluviales. La presencia de capas arcillosas y gravillas interstratificadas con arenas, la poca consolidación y la ubicación de estas acumulaciones en las orillas de los ríos sugieren que se depositaron de forma aluvial durante el Cuaternario, siendo acumulaciones recientes.

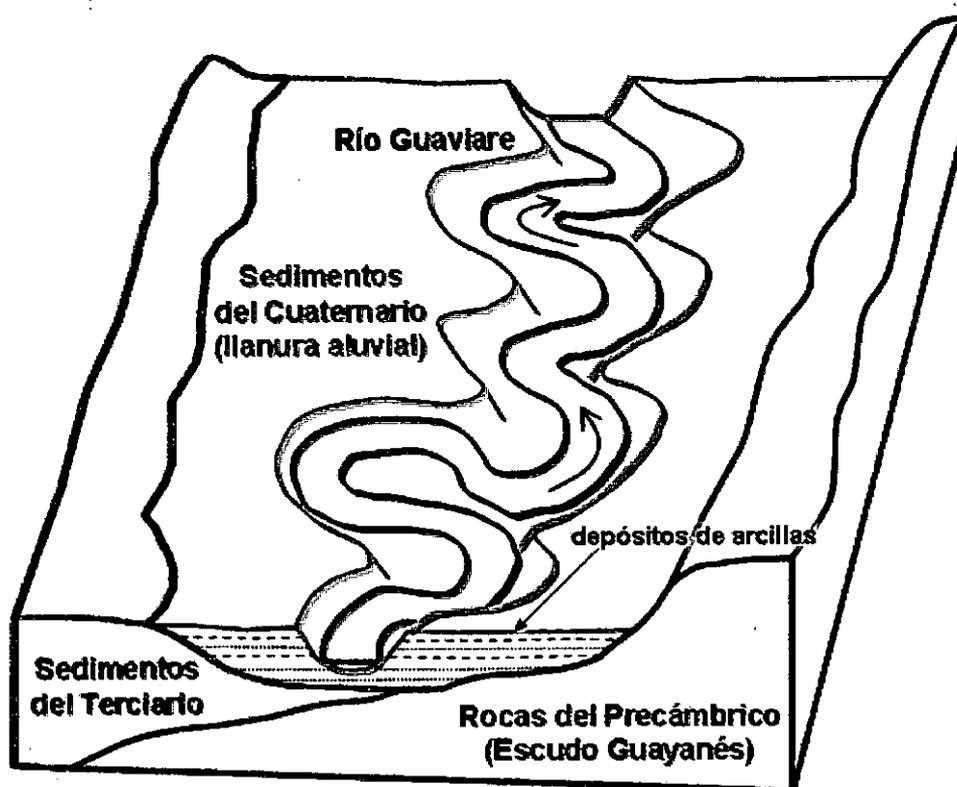


Figura 5. Distribución de las unidades geológicas en la zona de estudio (no está a escala).

## 2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS YACIMIENTOS

Los yacimientos de material arcilloso se encuentran en “barrancos” ubicados en las orillas del río Guaviare y formados como producto de la erosión originada por las aguas del río sobre los depósitos de sedimentos poco consolidados que conforman la antigua llanura

aluvial (figura 5). Los barrancos muestran una sucesión de capas de varias texturas (arcillas, arcillas arenosas, limos) y colores (gris, negro, amarillo, blanco o rojo), y tienen alturas de poco menos de ocho metros en la zona de Coco Viejo y de hasta seis metros en la zona de Coayare; estos barrancos son accesibles solamente en la época de verano, pues en invierno son cubiertos por las aguas del río.

Las capas de arcilla poco consolidada tienen sus límites generalmente planos y poco nítidos y espesores entre 60 y 140 centímetros con variaciones puntuales que no sobrepasan los diez centímetros; estas capas son horizontales y se asimilan a una forma tabular, sin embargo su extensión lateral no es continua. De acuerdo a lo mencionado por los artesanos indígenas, los principales sitios de extracción de arcillas se han explotado desde por lo menos hace 10 años.

Los materiales explotados, dependiendo del sitio de su extracción, son arcillas de variados colores que exhiben alta plasticidad en húmedo y poca friabilidad en seco; el color y la textura de los niveles arcillosos presentan variaciones laterales. En las diferentes manifestaciones se ha encontrado material arcilloso de colores amarillo, negro, blanco, gris y rojo; estos colores están relacionados con la granulometría y el contenido de óxidos y minerales presentes en cada material arcilloso. Por ejemplo, de acuerdo a los resultados de los análisis de laboratorio realizados a las arcillas y que se encuentran en el informe “Investigación y determinación de las propiedades fisicoquímicas de la materia prima y alcance de la eficiencia en los procesos de explotación de la arcilla”, la arcilla blanca tiene este color por la baja presencia de óxido de hierro, poderoso colorante, bajo contenido de materia orgánica, alta proporción de partículas tamaño arcilla y caolinita como mineral arcilloso predominante; en cambio, la arcilla negra tiene un bajo contenido de sílice, notable contenido de materia orgánica y una menor proporción de caolinita.

Las arcillas presentes en los yacimientos de la región en forma de capas que varían lateralmente su textura y que exhiben variadas propiedades fisicoquímicas y mineralógicas, son características de los sedimentos encontrados en depósitos de llanuras aluviales, como los encontrados en las riberas del cauce de los ríos Guaviare y bajo Inírida.

Aunque estas arcillas se hallan en toda la extensión de los márgenes del río Guaviare, y en algunas zonas de la parte baja del río Inírida, la mayoría de los depósitos tienen poco o ningún valor. Solo en algunas partes las arcillas son encontradas como un yacimiento y con las características necesarias para ser usadas en la elaboración de objetos de alfarería, es decir, como arcillas caoliníticas con un contenido de partículas tamaño arena menor al 3%, fácilmente dispersables en agua y con alta plasticidad, que impartan alta resistencia mecánica a los objetos que con ellas se elaboren.

Sin embargo, es importante anotar que los yacimientos de Caño Barro y Puerto Barro son explotados no solamente por la calidad de sus arcillas sino también por ser tradición de la comunidad indígena, por lo cual es posible que en los márgenes del río Guaviare puedan encontrarse nuevos yacimientos de arcillas que presenten una calidad apropiada para ser utilizadas inmediatamente en alfarería y cerámica, para lo que sería necesaria la

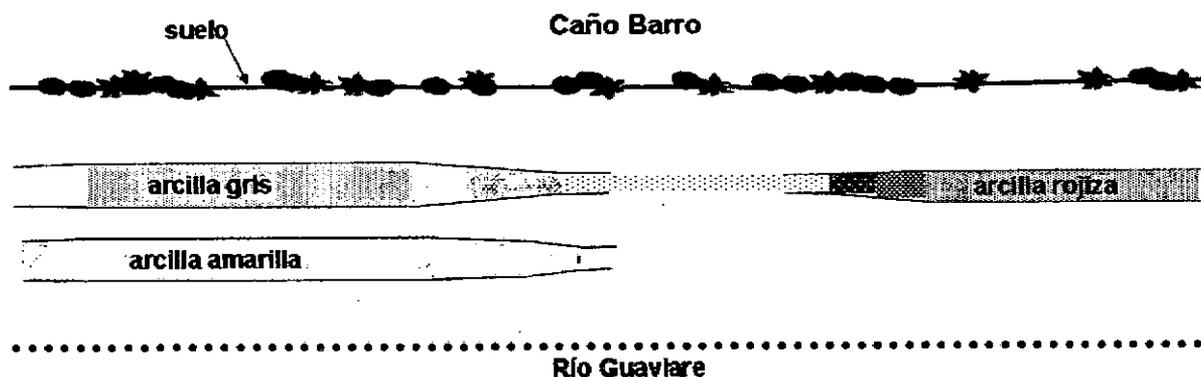
exploración exhaustiva (metro a metro) de estos depósitos con el fin de ubicar los yacimientos y estudiar la aplicación del material arcilloso a las labores artesanales.

Los siguientes son los dos actuales sitios de extracción de las diversas arcillas utilizadas en alfarería y cerámica artesanal:

### 2.1.1. Caño Barro

Este sitio de extracción se encuentra en el corregimiento de Coayare a una distancia de 12 km al nororiente de la localidad de Coco Viejo, aproximadamente a 2 horas en lancha bajando por el río Guaviare, por lo que se requiere cerca de medio día para la extracción y transporte de la arcilla. Las arcillas que se extraen en este depósito son de color amarillo, gris y rojizo, aunque la más extraída y beneficiada es la arcilla amarilla principalmente por, según los artesanos indígenas, su apreciado color de quema (parduzco a rojizo) y por la mayor estabilidad y bajo porcentaje de pérdidas por roturas al momento de quemar en el horno los objetos elaborados.

En el barranco, hacia el oriente del yacimiento y a dos metros de profundidad por debajo de la capa vegetal del suelo se encuentra la capa de arcilla gris de un metro de espesor y un frente medido de 25 metros, mientras que la capa de arcilla rojiza se encuentra a una distancia aproximada de 40 metros hacia el occidente del yacimiento, también a dos metros de profundidad, con 60 centímetros de espesor y un frente de 18 metros. Esto indica que estas capas de arcilla no son uniformes en espesor ni textura, sino que sus características varían lateralmente. Entre 60-70 centímetros por debajo de la capa de arcilla gris se encuentra la capa de arcilla amarilla con un espesor promedio de un metro y un frente de 25 metros que gradúa hacia el occidente a una textura más arenosa, pero sin perder su color característico.



**Figura 6.** Ubicación de las capas de arcilla encontradas en la mina Caño Barro (no está a escala).

A pesar de que la escogencia del material arcilloso apto para ser utilizado en cerámica se hace empíricamente, las arcillas extraídas exhiben buena calidad que se observa en su granulometría fina y alta plasticidad.

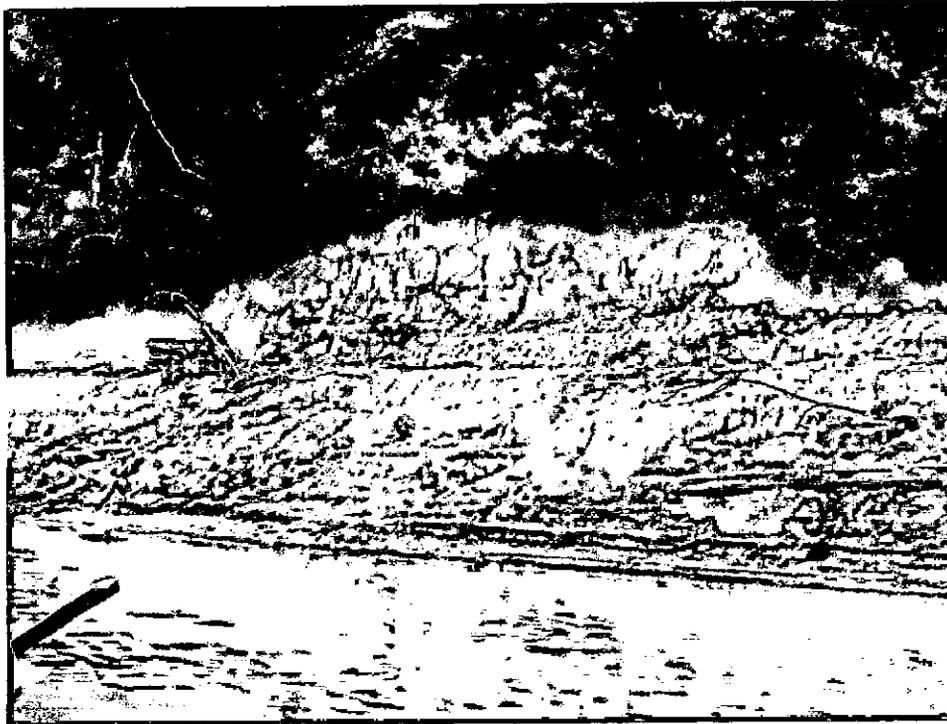


Figura 7. Panorámica del yacimiento denominado Caño Barro.

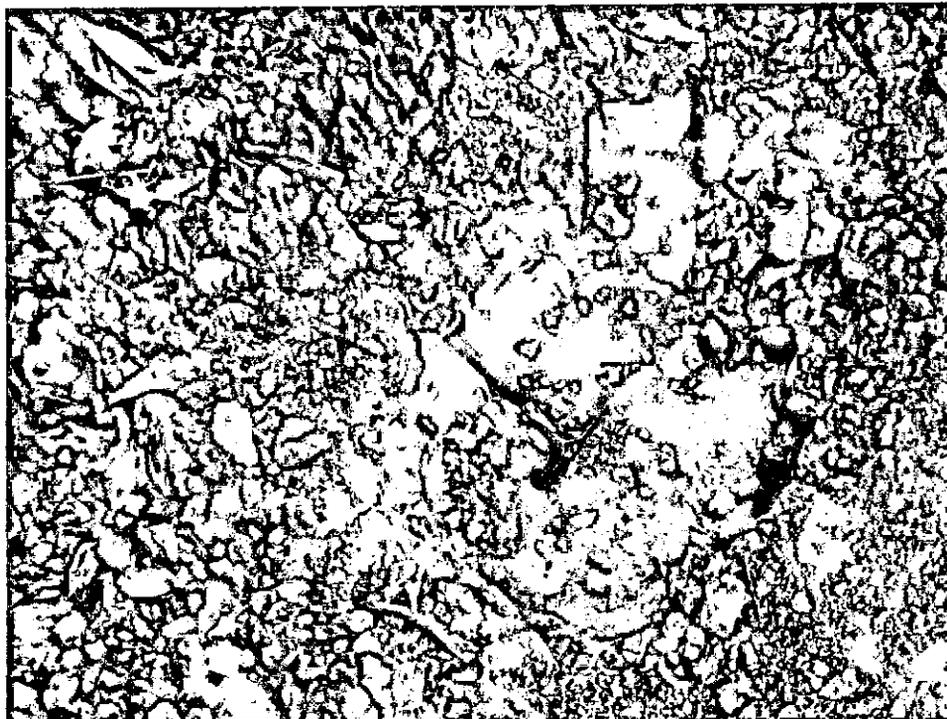


Figura 8. Excavación para extraer arcilla amarilla en la mina de Caño Barro.



Figura 9. Afloramiento de la capa de arcilla rojiza en la mina de Caño Barro.

### 2.1.2. Puerto Barro

Este sitio de extracción se ubica en el puerto de la comunidad indígena de Coco Viejo sobre el río Guaviare, aproximadamente a medio kilómetro al norte de la comunidad de Coco Viejo. Los depósitos contienen arcillas de color negro, blanco y rojo. La arcilla de color negro es utilizada para elaborar objetos, mientras que las arcillas de color blanco y rojo, por presentar una granulometría bastante fina, son utilizadas principalmente como engobes.

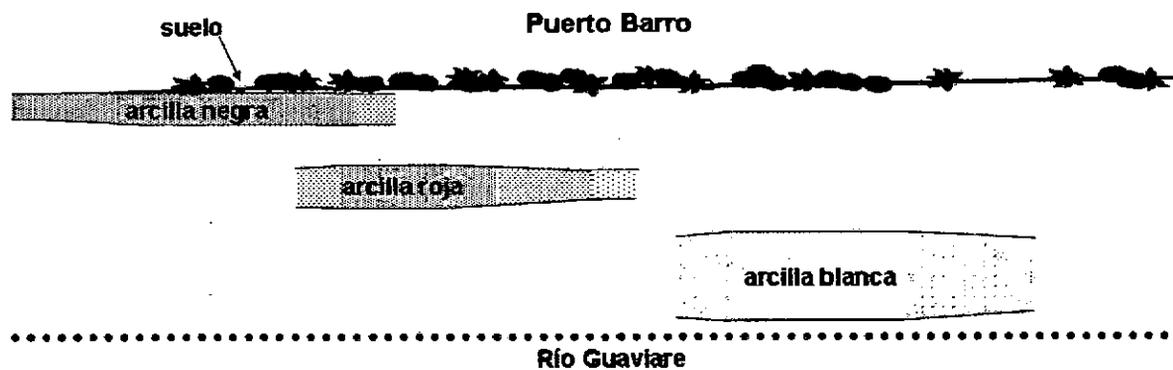


Figura 10. Ubicación de las capas de arcilla encontradas en la mina Puerto Barro (no está a escala).

En el barranco, a poco menos de tres metros de profundidad desde la capa vegetal del suelo,

aflora al oriente del yacimiento la capa de arcilla roja con un espesor promedio de un metro y un frente de explotación de 8 metros de longitud, mientras que la capa de arcilla blanca se encuentra alrededor de 25 metros hacia el occidente a una profundidad aproximada de seis metros del suelo, con un espesor promedio de 1.4 metros y un frente de 4 metros. La capa de arcilla negra no aflora en el barranco sino en la superficie, y hace parte del suelo del terreno; la capa que aflora mide 70 centímetros de espesor y tiene un frente de 25 metros.

### 2.1.3. Otras fuentes de arcillas

Existen en la zona varias manifestaciones de arcillas que han sido explotadas esporádicamente en algunas épocas para elaborar objetos de alfarería; son depósitos de recursos de materiales arcillosos que podrán extraerse en un futuro cuando las reservas explotables de las minas de Puerto Barro y Caño Barro se agoten. Estas manifestaciones de arcillas son las siguientes:

**Caño Bruja.** Manifestación de arcilla de color gris ubicada en la margen derecha del río Inírida al sur del casco urbano de Inírida y a 12 km al sureste de Coco Viejo. A este yacimiento de arcilla puede arribarse tanto en transporte fluvial como terrestre.

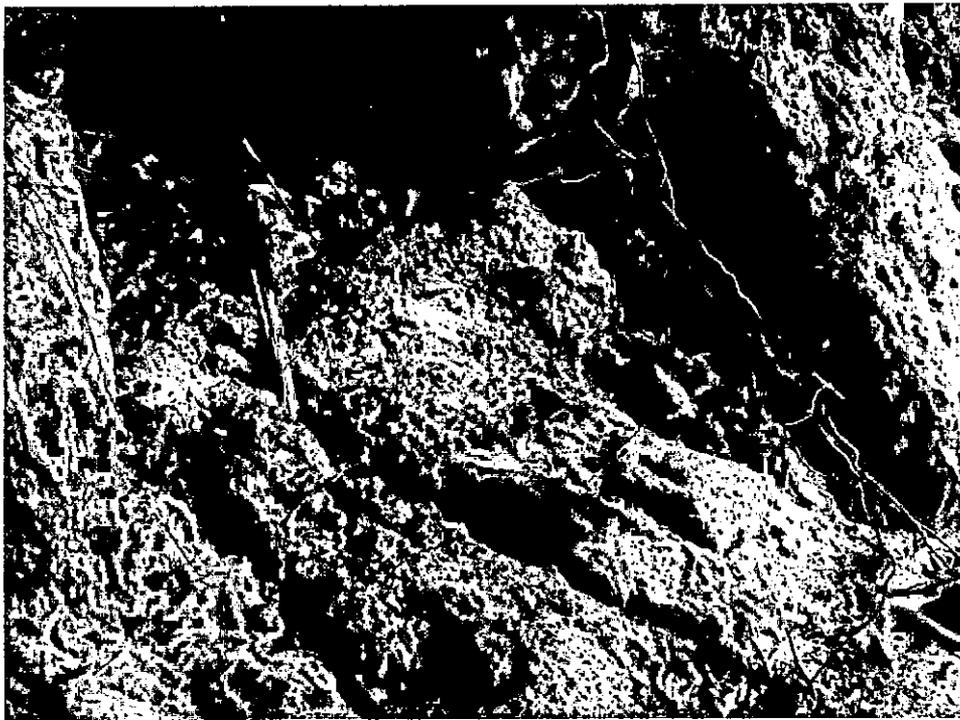
**Caño Carbón.** Manifestación de arcillas ubicada en la margen derecha del río Guaviare a una distancia de 5 km al oriente de Coco Viejo; allí se ha encontrado material arcilloso de variados colores, principalmente arcilla amarilla.



Figura 11. Panorámica del yacimiento denominado Puerto Barro.



**Figura 12.** Afloramiento de la capa de arcilla blanca en la mina de Puerto Barro.



**Figura 13.** Afloramiento de la capa de arcilla roja en la mina de Puerto Barro.



**Figura 14.** Afloramiento superficial de la capa de arcilla negra en la mina de Puerto Barro.



**Figura 15.** Afloramiento de arcilla blanca en la manifestación denominada Caño Bruja.



**Figura 16.** Afloramiento de arcilla blanca en la manifestación de Caño Bruja. Nótese que por la proximidad con el agua del caño, la arcilla se encuentra en emulsión.



**Figura 17.** Panorámica de la manifestación de arcilla denominada Caño Carbón.

Además de las anteriores manifestaciones de arcillas, se tiene conocimiento de diversos sitios donde se han extraído arcillas; estos sitios se encuentran principalmente en la margen derecha (sur) del río Guaviare y se trata de depósitos de la misma clase y forma de los explotados en Caño Barro y Puerto Barro, pero que contienen material arcilloso que no tienen todas las propiedades de las arcillas extraídas actualmente. Las características principales de estas arcillas son un mayor contenido de partícula tamaño arena, lo que hace disminuir su plasticidad. Para que estas arcillas puedan ser incorporadas como materia prima en el proceso productivo de elaboración de alfarería y cerámica, será necesario implementar mejoras tecnológicas en los procesos de beneficio y transformación, tales como el diseño e implementación de un instrumento de molienda eficiente para el material arcilloso y la implementación en el proceso de tamizado de mallas N° 60 y 100 para cernir las arcillas y engobes respectivamente, como se mencionó en el anterior informe “Investigación y determinación de las propiedades fisicoquímicas de la materia prima y alcance de la eficiencia en los procesos de explotación de la arcilla”.

### 3. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE LA EXPLOTACIÓN DE ARCILLAS

A continuación se hace una breve descripción de los procesos de explotación minera del material arcilloso llevados a cabo para la actividad alfarera de la comunidad indígena de Coco Viejo. Estos procesos son: selección del material, extracción, carga, transporte y acopio de las arcillas.

#### 3.1. SELECCIÓN DEL MATERIAL

Antes de extraer cualquier material arcilloso, todos los indígenas observan detenidamente las capas de arcilla para determinar si cumplen con las características requeridas para un buen desempeño durante la elaboración de objetos artesanales. Empíricamente los artesanos desechan el material arcilloso que presente demasiada proporción de partículas tamaño arena o que no presente un color uniforme. Una vez llegan a un consenso sobre cual es el mejor material arcilloso inician el proceso de extracción de las arcillas.



Figura 19. Selección del material arcilloso previa a la extracción.

#### 3.2. EXTRACCIÓN

Las herramientas utilizadas en la extracción son palas, y solo en algunos casos se usan picas y barretones; con estas herramientas remueven y extraen el material arcilloso. Este trabajo es arduo, especialmente si la arcilla está húmeda. La extracción dura generalmente medio

día, picando, arrancando y amontonando la arcilla en bultos. El material grueso (arenas y gravas) que generalmente se encuentra interestratificado no tiene ningún uso en la elaboración de alfarería; es un residuo de la explotación y es dejado en el mismo lugar de extracción.

Cada artesano extrae en una jornada de cuatro a cinco bultos o *catumares* de arcillas. Como los sitios de extracción denominados Caño Barro y Puerto Barro se ubican en terrenos que hacen parte del resguardo indígena Coayare-El Coco, los indígenas no pagan dinero por la arcilla.



Figura 20. Extracción del material arcilloso con palas.

En términos generales, en cada una de estas manifestaciones de arcillas la actividad minera es activa temporalmente, por medio de un sistema de explotación a cielo abierto con trabajo manual y con un frente único de explotación, con un nivel de integración bajo, es decir, solo se llevan a cabo procesos extractivos. La explotación se efectúa sin ningún control desde el punto de vista técnico; tampoco existe en las minas ningún tipo de infraestructura instalada debido a que el terreno es inundado anualmente por las aguas del río Guaviare.

Aquí vale la pena anotar que los impactos ambientales que aparecen con la explotación de las arcillas son mínimos, pues la afectación al terreno ocasionada es de baja intensidad, duración fugaz y extensión muy puntual. Los procesos erosivos en el suelo y la pérdida parcial de la cobertura vegetal que ocurren en la zona de las minas son generados casi totalmente por la acción de la dinámica fluvial del río Guaviare, pues es la fuerza de la

corriente del agua durante el periodo de creciente del río que arrasa el terreno y va acabando con los barrancos donde afloran las capas de material arcilloso.

### 3.3. CARGUE Y TRANSPORTE

A medida que la arcilla es arrancada del terreno, ésta es depositada en sacos de fibra plástica y/o en *catumares*; cada saco es cargado a  $\frac{3}{4}$  de su capacidad pesando entre 3 a 4 arrobas, en media hora aproximadamente, y luego es transportado a la comunidad sobre el hombro o en carretillas si la arcilla es extraída en la mina de Puerto Barro, o en bongo si se extrae en Caño Barro. En caso de necesitarse bongo el transporte fluvial ida y vuelta cuesta en promedio \$40.000 con una carga máxima de 15 bultos de arcilla. Los artesanos intentan todos juntos extraer la arcilla de una sola vez para ahorrar gastos de transporte.



Figura 21. Cargue del material arcilloso en sacos de fibra plástica.

### 3.4. ACOPIO

Cada año, luego de la extracción del material arcilloso, éste es almacenado en los mismos sacos de fibra en los cuales fue transportado; estos bultos son ubicados y guardados en algún lugar de la vivienda protegido del agua lluvia. Las arcillas son almacenadas en estos sacos hasta el día que se requiera su uso, generalmente cuando ya se ha extraído la totalidad de las arcillas. Los artesanos indígenas aprovechan el sol y calor de la época de verano para secar el material arcilloso, extendiéndolo sobre lonas o directamente sobre el suelo.



**Figura 22.** Descargue de las arcillas en el puerto de la comunidad de Coco Viejo.

#### 4. PARÁMETROS PARA MEJORAR LOS PROCESOS DE EXTRACCIÓN DE ARCILLAS

De acuerdo a los antecedentes registrados en los procesos de extracción del material arcilloso, se plantea una mejor manera de realizar estos procedimientos con el fin principal de optimizar en costos y tiempo la extracción del material, evitar su desperdicio, controlar los defectos propios de las arcillas y prevenir impactos ambientales durante los procesos de explotación minera.

##### 4.1. CÁLCULO DE RESERVAS

La determinación o cálculo de reservas comienza con la conversión del depósito en una figura geométrica sencilla que se ajuste al tamaño, forma y distribución de valores dentro del mismo; la geometría de los depósitos se asimila a una forma tabular (figura 13).

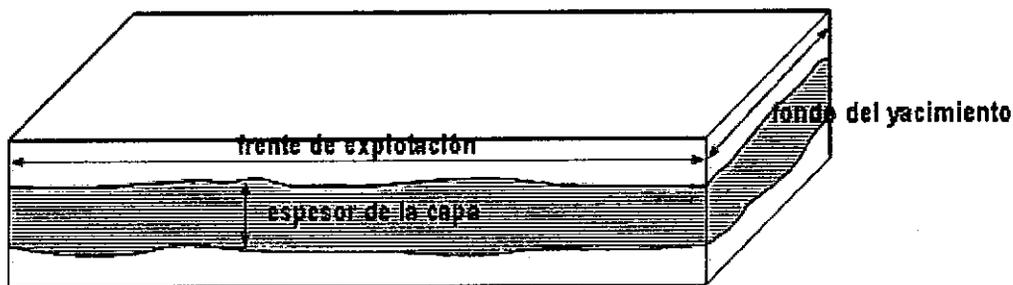


Figura 23. Ejemplo de la geometría tabular de los yacimientos en las minas de arcilla.

El cálculo de estas reservas no es más que un problema volumétrico. En un yacimiento de forma plana y de espesor variable se multiplica el área por el espesor promedio para obtener el volumen de arcilla; el área del yacimiento se obtiene multiplicando la longitud del frente de explotación por el fondo del yacimiento. Luego se multiplica el volumen obtenido por la densidad aparente del material arcilloso *in situ* para obtener las reservas del material arcilloso.

$$\text{área (m}^2\text{)} = \text{frente de explotación (m)} * \text{fondo del yacimiento (m)}$$

$$\text{reservas (ton)} = \text{espesor (m)} * \text{área (m}^2\text{)} * \text{densidad (ton/m}^3\text{)}$$

El ritmo de explotación, o las toneladas de material arcilloso consumidas por año, influye determinadamente en el estudio de viabilidad de las minas. Este ritmo vendrá marcado fundamentalmente por el mercado de las cerámicas, que señalará el consumo anual factible de la materia prima. El ritmo de explotación actual de las arcillas se calculó con base en información oral de los artesanos indígenas y en las observaciones de campo tomadas durante la extracción de arcillas.

El concepto de vida de la explotación será el resultado de dividir las reservas por el ritmo de explotación.

$$\text{vida (años)} = \frac{\text{reservas (ton)}}{\text{ritmo (ton/año)}}$$

#### 4.1.1. Determinación de espesor, área y volumen del depósito

**Caño Barro.** En este yacimiento se extraen arcillas de color amarillo, gris y rojizo. En el frente del depósito, el cual mide aproximadamente 300 metros de ancho por 6 metros de alto, se observaron claramente los valores de longitud del espesor de las capas que contienen arcillas utilizables en alfarería y del frente de explotación de cada una. Con respecto a la longitud del fondo de estas capas, se tomaron medidas probadas y posibles el fondo probado es la profundidad de la capa arcillosa observable y medible en el terreno el fondo posible no es observable en el terreno pero se infiere de las características geológicas y topográficas, tales como la distancia desde el frente de explotación hasta las rocas más cercanas. Los valores se encuentran registrados en la tabla 1.

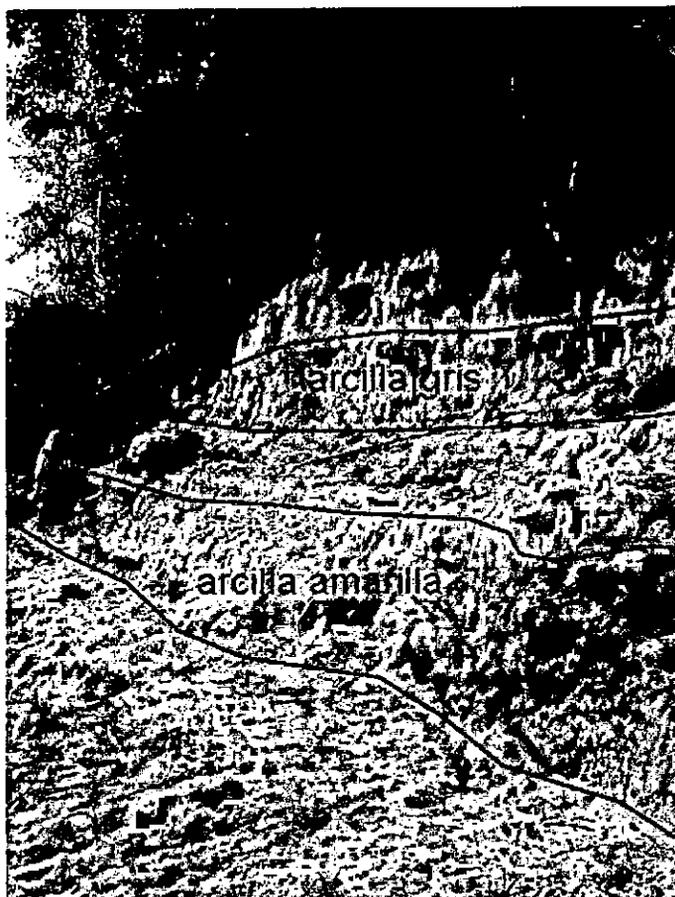


Figura 24. Espesor de las capas de arcilla en el yacimiento de Caño Barro.

del material arcilloso en los depósitos. De acuerdo a información suministrada directamente por los artesanos indígenas, las aguas del río Guaviare destruyen lateralmente los barrancos de la margen derecha a razón de aproximadamente hasta medio metro por año en Caño Barro y hasta un metro por año en Puerto Barro. Según lo anterior, el ritmo de pérdida de volumen del material arcilloso por esta acción es aproximadamente de 15 ton/año para las arcillas amarilla y gris y de 6,5 ton/año para la arcilla rojiza en Caño Barro, y es aproximadamente de 6,2 ton/año para la arcilla blanca y de 8,8 ton/año para la arcilla roja en Puerto Barro.

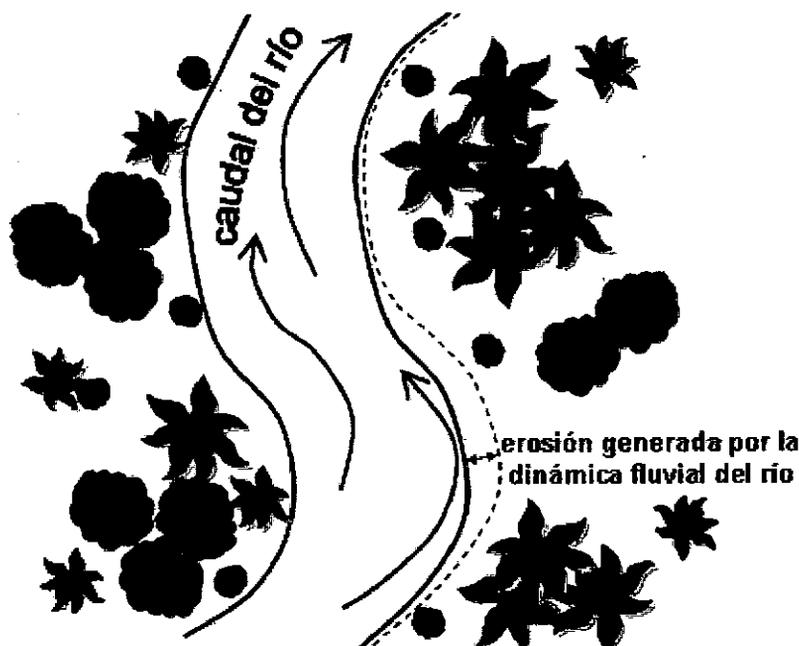


Figura 25. Erosión generada en los barrancos del río Guaviare.

Relacionando los promedios de la reciprocidad entre el volumen de material arcilloso que se pierde por la dinámica fluvial del río y el volumen medido de los yacimientos que contienen los materiales arcillosos, el factor de explotabilidad o rendimiento de los yacimientos aproximado es equivalente al 75% en Caño Barro y al 62,5% en Puerto Barro, exceptuando la arcilla negra de Puerto Barro, cuya capa que la contiene es realmente poco afectada por la creciente del río Guaviare.

#### 4.1.2. Condiciones de recuperación

De acuerdo a la disposición geométrica y la profundidad en que se encuentran los yacimientos y a su ubicación con respecto a las aguas del río, las condiciones de explotabilidad y recuperación del material arcilloso para la mina de Caño Barro son estimadas en un 100%, mientras que para la mina de Puerto Barro son estimadas en un 80% debido a que una parte del material extraído se pierde durante su extracción al derrumbarse hacia el río por la pendiente del terreno (figura 16).

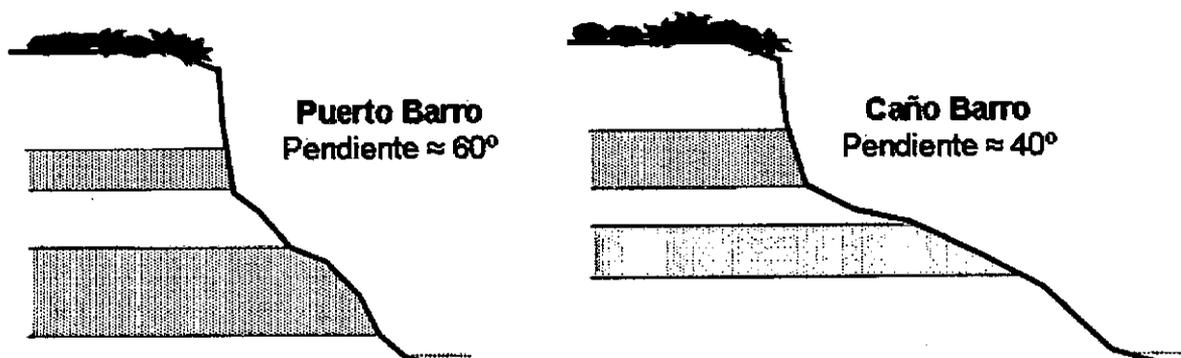


Figura 26. Pendiente del terreno en los frentes de explotación de los actuales yacimientos.

#### 4.1.3. Ritmo de explotación y vida de las reservas

Según los datos proporcionados por los artesanos indígenas de la comunidad y las observaciones realizadas durante los procesos de explotación del material arcilloso, actualmente se extrae arcilla exclusivamente de las minas de Caño Barro y Puerto Barro. Cada uno de los 15 artesanos de la comunidad indígena consume en promedio anualmente cuatro bultos de arcilla amarilla, tres bultos de arcilla gris y tres bultos de arcilla rojiza de Caño Barro, y dos bultos de arcilla negra, un bulto de arcilla blanca y un bulto de arcilla roja de Puerto Barro; cada uno de los bultos con arcilla pesa aproximadamente entre tres y cuatro arrobas (37.5 – 50 kilogramos). Con esta información se identificó el ritmo de explotación de los diferentes yacimientos de arcillas:

Yacimiento	Caño Barro			Puerto Barro			total
	amarilla	gris	rojiza	negra	blanca	roja	
Consumo anual por artesano (bultos)	4	3	3	2	1	1	14
Consumo anual por artesano (kg)	150	112,5	112,5	75	37,5	37,5	525
	200	150	150	100	50	50	700
Consumo anual de la comunidad artesana (ton)	2,63	1,97	1,97	1,31	0,66	0,66	9,19

kg: kilogramo; ton: tonelada

Tabla 2. Consumo de arcillas realizado por los artesanos indígenas de Coco Viejo.

Como toda la arcilla extraída de las minas es consumida completamente, el consumo anual promedio realizado por los artesanos de Coco Viejo equivale al ritmo de explotación de las arcillas. Con este ritmo de explotación actual, se logra calcular la vida o el tiempo de duración de las reservas, sean probadas o posibles (tabla 3). Para el cálculo de la vida se establece que el ritmo de explotación de las arcillas se mantendrá constante en el tiempo.

De acuerdo a los cálculos realizados con los datos obtenidos, la vida estimada de las reservas probadas de material arcilloso en el yacimiento de Caño Barro es la siguiente: 17 años y un mes para la arcilla amarilla, 11 años y 5 meses para la arcilla gris, 7 años y 5 meses para la arcilla rojiza. La vida de las reservas probadas en el yacimiento de Puerto

Barro es de 10 años y 7 meses para la arcilla negra, 9 años y 5 meses para la arcilla blanca, 6 años y 8 meses para la arcilla roja.

Yacimiento	Tipo de arcilla	Reservas probadas (ton)	Reservas posibles (ton)	C.R.	F.E.	Ritmo de explotación (ton/año)	Vida reservas probadas (años)	Vida reservas posibles (años)
Caño Barro	amarilla	60	600	100%	75%	2,63	17,1	171,4
	gris	30	600	100%	75%	1,97	11,4	228,6
	rojiza	19,44	259,2	100%	75%	1,97	7,4	98,7
Puerto Barro	negra	19,25	96,25	80%	90%	1,31	10,6	52,8
	blanca	12,32	61,6	80%	62,5%	0,66	9,4	46,9
	roja	8,8	88	80%	62,5%	0,66	6,7	67,0
<b>TOTAL*</b>		<b>149,81</b>	<b>1.705,05</b>			<b>9,19</b>	<b>10,44</b>	<b>110,92</b>

C.R.: condiciones de recuperación; F.R.: factor de explotabilidad; ton: toneladas.

\* El total es la suma de los valores, a excepción de la vida de las reservas probadas y posibles que es el promedio.

**Tabla 3.** Reservas por explotar, ritmo de explotación y vida de las arcillas en los actuales yacimientos.

#### 4.1.4. Recursos de material arcilloso

Los depósitos de la antigua llanura aluvial de desborde de los ríos Guaviare e Inírida son heterogéneos en cuanto a colores, texturas y granulometría del material arcilloso, debido a las variaciones litológicas y estratigráficas verticales y laterales de las capas arcillosas y a que muchas de estas capas están erosionadas. Es por esto que un cálculo de las reservas de arcillas a gran escala, que abarque toda la zona de la llanura aluvial, es bastante difícil de estimar. Sin embargo, teniendo en cuenta la gran cantidad de manifestaciones de arcilla en toda la localidad, existe la seguridad que el material arcilloso no va a agotarse. Una vez las reservas de la minas de Puerto Barro y Caño Barro sean explotadas en su totalidad, deberán trasladarse las labores mineras a otro terreno que contenga arcilla con la calidad requerida para ser utilizada en alfarería. En este aspecto se puede recomendar los terrenos alrededor de Caño Bruja y Caño Carbón ubicados en la margen derecha de los ríos Inírida y Guaviare respectivamente, donde se encuentran depósitos con arcillas de similares características a las arcillas extraídas en las minas actuales.

## 4.2. OPTIMIZACIÓN DE LA EXTRACCIÓN DEL MATERIAL ARCILLOSO

Debido a que las labores de explotación minera son de bajo rendimiento y de muy bajo volumen de material extraído, y a que la forma del yacimiento así lo permite, puede continuarse con el trabajo manual mediante excavación a cielo abierto para adelantar la extracción de arcillas, ya que se requiere de poco personal. El método de explotación conveniente (y actualmente aplicado) es la minería de frente único; éste método, económico y sencillo, consiste en excavar un frente de explotación a lo largo de toda la longitud del afloramiento, donde el estéril removido se deposita lejos del frente de explotación.

Sin embargo, para aumentar las condiciones de recuperación (evitar el desperdicio de la materia prima) en la explotación del material arcilloso es necesario que no se permita la extracción de manera desordenada y sin control por parte de cualquier persona de la comunidad indígena. Es recomendable que se conforme un grupo de personas con amplio conocimiento sobre los diversos tipos y calidades de las arcillas utilizadas por la comunidad artesanal para que se dedique a extraer el material arcilloso; además, de esta manera se podrá iniciar un registro de las actividades de explotación minera. El equipo de seguridad de este personal debe ser casco, guantes de carnaza y botas de caucho.

Durante la extracción se debe llevar un control para cada lugar explotado mediante una planilla (ver anexos) para cada mina o yacimiento donde se registren datos como la fecha de extracción, ubicación del lugar de explotación, volumen y/o peso del material extraído, costo de la extracción (transporte de la arcilla, jornales de obreros, etc.) y observaciones como espesor de las capas arcillosas, consistencia, plasticidad y textura del material, color, cambios en la morfología del yacimiento y/o terreno, etc.

Al momento del arranque del material se tendrá especial cuidado en no mezclarlo con las arenas o limos que lo cubren, pues su adición podría modificar sustancialmente las propiedades fisicoquímicas de la arcilla; por esta razón es importante una buena selección manual del material arcilloso.

El acopio, que hace referencia al sitio de disposición del material extraído de la mina con el fin de ser almacenado para su posterior beneficio o uso, debe hacerse en un sitio exclusivo para ello, donde el material arcilloso esté protegido de la contaminación por aguas superficiales, lluvia y cualquier elemento ajeno al material.

#### **4.2.1. Control de calidad**

En cuanto al control de calidad de los materiales arcillosos, es importante seguir las siguientes recomendaciones para corregir deficiencias y prevenir problemas en el objeto acabado, ya que las arcillas se presentan siempre acompañadas de otras sustancias como óxidos y sales.

**Carbonatos.** Afortunadamente en las arcillas utilizadas en Coco Viejo el contenido de carbonato de calcio es bajo, por lo cual es mínima la presencia de eflorescencias y “caliches”, provocadas por partículas de carbonato que producen el efecto de pinchado en las piezas. Sin embargo, para prevenir este tipo de defectos es conveniente reducir el tamaño de las partículas cerniendo la arcilla a través de una malla 60 o más fina.

**Sales.** Como las arcillas negra y blanca son materiales extremadamente ácidos y con salinidad normal, pueden contener sulfatos u otras sales; además, como la arcilla amarilla es un material moderadamente ácido y con salinidad sódica, es posible que se produzcan afloraciones manchas de color amarillo a blanco en la superficie de los objetos. Sin embargo, como los contenidos de las sales solubles son bajos, los minerales arcillosos

tienden a estabilizarse y son poco afectados por estas sustancias. Como prevención se debe controlar la calidad del agua que es agregada a la arcilla para formar la pasta de moldeo puesto que en esta puede haber contenido de sales solubles. Para evitar eflorescencias en las piezas se deben lavar con agua caliente (en lo posible) los materiales arcillosos.

**Contaminación ambiental.** La presencia de bultos superficiales más o menos grandes en los objetos de alfarería se puede deber a la presencia de residuos de grasa, madera, materia vegetal, etc., cerca de los lugares de descarga y acopio de los materiales arcillosos. Para evitar estos defectos lo más aconsejable es prevenirlos situando los depósitos de las materias primas lejos de los botaderos de basura y efectuando un control riguroso durante los procesos de transporte, descarga, acopio, beneficio y producción.

#### **4.2.2. Normas de seguridad**

Durante los procesos de explotación de las arcillas existen problemas de salud y seguridad que deben prevenirse y controlarse, con el fin de mejorar la calidad de vida de los artesanos indígenas de Coco Viejo. El nivel de peligro depende de las herramientas con que se dispone y del grado de exposición.

Durante la extracción de la arcilla las picas y palas pueden causar cortadas y otras lesiones, ya que los bordes de las herramientas pueden estar afilados, por lo que el personal encargado de la extracción debe ser precavido y utilizar el sentido común. Igualmente durante el transporte se deben extremar las medidas de seguridad para evitar que caigan al río tanto las personas dedicadas a la extracción como el material arcilloso. El personal encargado del transporte debe soportar un peso adecuado de arcilla proporcional a la fuerza de cada persona, para evitar sobreesfuerzos que tiendan a complicar la salud. Por último, los niños deben mantenerse alejados de todos los peligros mencionados anteriormente.

## **5. MANEJO AMBIENTAL EN LA EXPLOTACIÓN DE ARCILLAS**

El entorno en el cual se desenvuelve el hombre en la actualidad ha generado lo que se puede considerar como la problemática ambiental. Las relaciones del ser humano con la naturaleza afectan directamente al medio ambiente. La problemática ambiental contempla el deterioro del medio ambiente y la ausencia de la implementación del manejo ambiental.

La actividad artesanal de alfarería y cerámica involucra indiscutiblemente el uso de materias primas. La importancia de cuidar y usar sosteniblemente los recursos naturales radica en el hecho de poder mantenerlos y lograr establecer equilibrio entre su producción natural (aplica solo para los recursos naturales renovables) y su nivel de uso. Para los recursos naturales no renovables el deber está dirigido al uso eficiente y sin desperdicio de las arcillas utilizadas como materia prima.

Los impactos ambientales se presentan por la alteración, tanto positiva como negativa, de los componentes bióticos y abióticos del medio. Para la evaluación de estos impactos se hizo una correlación de las actividades realizadas en la explotación de los materiales arcillosos con cada uno de los impactos potenciales; luego se valoraron los impactos de acuerdo a criterios cualitativos para establecer una magnitud. Finalmente, se hace referencia a las medidas de manejo ambiental de acuerdo con la relación específica de las actividades generadoras de los impactos.

Debe quedar claro que el objetivo principal de aplicar estas medidas de manejo ambiental es mejorar las condiciones del medio ambiente y del entorno natural de la zona de estudio, lo cual no implica avances directos en las condiciones de trabajo de la comunidad indígena artesanal.

En este punto se debe aclarar que de acuerdo al método de explotación minera utilizado por la comunidad indígena, plenamente manual y artesanal, y a que el consumo y el ritmo de explotación de las arcillas es bajo, los impactos ambientales ocasionados por la extracción de arcillas son imperceptibles; los procesos erosivos en el suelo y la pérdida parcial de la cobertura vegetal que ocurren en la zona de las minas son generados casi totalmente por la acción de la dinámica fluvial del río Guaviare, pues es la fuerza de la corriente del agua durante el periodo de creciente del río que arrasa el terreno y va acabando con los barrancos donde afloran las capas de material arcilloso. Sin embargo, para evitar la intensificación de estos efectos, se deben implementar algunas medidas de manejo ambiental.

### **5.1. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LA MAGNITUD DE IMPACTOS AMBIENTALES**

Se identificaron los impactos ambientales en relación con las actividades realizadas en la explotación de arcillas y los factores ambientales susceptibles de afectación.

### 5.1.1. Impactos potenciales:

- Afectación de aguas superficiales
- Remoción y pérdida del suelo y de la cobertura vegetal
- Activación de procesos erosivos
- Modificación del paisaje

### 5.1.2. Magnitud de los impactos:

- **Intensidad:** baja
- **Duración:** fugaz
- **Capacidad de recuperación:** recuperable
- **Probabilidad de ocurrencia:** poco probable
- **Extensión:** puntual
- **Periodicidad:** discontinua
- **Manifestación:** latente
- **Carácter:** negativo

## 5.2. MANEJO DE IMPACTOS AMBIENTALES

De acuerdo a la valoración de los impactos ambientales establecidos, se determinaron las alternativas de manejo para prevenir la intensificación de la problemática ambiental actual.

### 5.2.1. Manejo de cuerpos de agua

La mayoría de las actividades del proceso minero tienen efectos negativos tan insignificantes que no alcanzan a afectar la calidad de los cuerpos de aguas superficiales. Sin embargo se tomarán las siguientes medidas:

- Evitar el almacenamiento de materiales cerca de los cuerpos de agua y en sitios de moderada pendiente para evitar la escorrentía.
- Disponer el material estéril producto de las excavaciones en los alrededores del sitio en forma tal que no interrumpa los drenajes naturales.

### 5.2.2. Manejo del suelo

Es necesario conservar la cobertura vegetal que fuese necesario desmontar para que aporte la materia orgánica a la capa superficial del suelo. Algunas recomendaciones para el manejo del suelo son:

- Remover el suelo del área, si aplica el descapote para la extracción de arcillas, evitando su contaminación y trasladándolo posteriormente a un sitio de apilamiento. Para el almacenamiento de suelos se deben establecer pilas ajustadas al espacio disponible y en lo posible deberán ubicarse circundando la explotación.
- Al abrir huecos durante la extracción, éstos pueden empozarse agua, por lo que deben rellenarse con tierra o con el material estéril de la explotación.
- Controlar en lo posible el tamaño de las excavaciones.
- Para evitar la erosión se debe minimizar el contacto directo del agua con el suelo descubierto.
- Recuperar el suelo afectado por la explotación minera, en caso que realmente exista afectación, con especies apropiadas y permitiendo la utilización productiva y ecológica del terreno.

### **5.2.3. Manejo de escombros**

Los escombros generados en la actividad minera deben disponerse en sitios donde no sufran dispersión y arrastre durante la época de verano, a pesar que no aceleran los procesos erosivos. Sin embargo, las medidas de manejo ambiental que se pueden implementar son:

- Los botaderos de escombros producto de la explotación de arcillas se ubicarán lejos del cuerpo de agua del río.
- Recolectar los residuos sólidos (plásticos, papel, vidrio y empaques).

### **5.2.4. Manejo de fauna y flora**

Favorablemente la explotación minera ocasiona muy bajos impactos ambientales sobre las comunidades de fauna y flora. Las formas más comunes de manejo ambiental son las siguientes:

- Cercar los árboles que ya existen en las áreas adyacentes a los sitios de explotación de arcillas.
- Rescatar especies vegetales en extinción.
- Enriquecer el bosque con plántulas de las especies vegetales nativas a partir de semillas germinadas en la selva.
- Estimular el hábitat de la fauna para fomentar su reproducción y aumentar las especies.

### **5.2.5. Educación ambiental**

La educación ambiental facilita la ejecución del manejo ambiental y posibilita la disminución de los efectos negativos que se puedan generar o intensificar. Por lo tanto,

debe iniciarse una campaña de capacitación y difusión dirigida a la comunidad indígena asentada en la zona, en donde se promocióne el respeto por los recursos naturales y el medio ambiente y donde además se desarrolle la conciencia de las personas relacionadas con la extracción de arcillas sobre la necesidad del manejo adecuado de los diversos recursos (arcillas, suelo, agua, aire, flora). Algunos de los temas sugeridos para realizar el programa de educación ambiental minero son:

- La educación ambiental se realiza a partir del dialogo de conocimientos y se orienta hacia el diseño y la ejecución de acciones pedagógicas y participativas que contribuyan al manejo sostenible del ambiente y al establecimiento de pautas para la convivencia armónica entre la actividad artesanal, la comunidad y el entorno natural.
- Normatividad legal regional sobre la protección ambiental y las entidades encargadas de su regulación.
- Importancia de los recursos naturales renovables sobre el paisaje regional y sus funciones ecológicas de beneficio humano directo e indirecto.
- Importancia de un buen desempeño minero.

## 6. SOCIALIZACIÓN Y VALIDACIÓN CON LA COMUNIDAD ARTESANAL

Se cumplió con la socialización y validación de los resultados del informe “Investigación y determinación de las propiedades fisicoquímicas de la materia prima y alcance de la eficiencia en los procesos de explotación de la arcilla” realizado en julio del año 2004, además de la divulgación de las observaciones realizadas durante la visita técnica a las minas y manifestaciones de arcillas.

Esta socialización se llevó a cabo el día martes 1 de marzo de 2005 de 9:30 a 11:30 a.m. en un salón del Instituto Surgir ubicado en el municipio de Inírida, donde estuvieron presentes siete artesanos de la comunidad indígena de Coco Viejo (2 hombres, 5 mujeres), además del señor Yesid Gutiérrez Molina, asesor microempresarial de Cootregua. Por problemas de orden público en la zona durante la comisión no fue posible la asistencia de mayor cantidad de artesanos a la socialización.

No.	Nombre asistente	Cédula de ciudadanía
1	Jaime Rodríguez	19.015.435
2	Maritza Aguilera	42.547.517
3	Alirio Torcuato	19.016.716
4	María Inés Salamanca	42.548.143
5	Olga Marina Torcuato	30.046.291
6	Hermila Moreno	42.546.929
7	Adriana González	42.546.852

En la reunión de socialización se trataron fundamentalmente los siguientes temas:

- Génesis, ubicación y características de los yacimientos y manifestaciones de arcillas en la región.
- Propiedades de las arcillas extraídas en la región.
- Bases para la formulación de arcillas y pastas.
- Procesos adecuados de extracción y beneficio de arcillas.
- Medidas de manejo ambiental.

Las dudas más frecuentes en los asistentes tuvieron que ver con las características y propiedades de las arcillas de la región y sobre los procedimientos de extracción y beneficio del material arcilloso, las cuales fueron disipadas y explicadas en base a los resultados de los análisis de laboratorio y mediante indicaciones con métodos para mejorar estos procesos. Como material de apoyo para un buen entendimiento y asimilación de la información, se entregó al señor Alirio Torcuato, representante de la comunidad indígena de Coco Viejo, una copia impresa del informe “Investigación y determinación de las propiedades fisicoquímicas de la materia prima y alcance de la eficiencia en los procesos de explotación de la arcilla” así como se entregó a cada uno de los asistentes una copia de la cartilla didáctica “Extracción y beneficio adecuado de arcillas en la comunidad de Coco Viejo, Guainía”, el cual contiene las medidas de manejo de los impactos ambientales generados por la explotación minera de arcillas.

Igualmente, el material anteriormente mencionado fue entregado en copia impresa y digital a la señora María Isbelia Gutiérrez Molina, gerente de Cootregua.



**Figura 27.** Indígenas asistentes a la reunión de socialización y validación en Inírida.

Los principales cambios inmediatos que se esperan obtener en los diversos procesos de producción de alfarería y cerámica artesanal en la comunidad indígena de Coco Viejo gracias a los resultados del informe “Investigación y determinación de las propiedades fisicoquímicas de la materia prima y alcance de la eficiencia en los procesos de explotación de la arcilla”, serán principalmente la disminución en las roturas de las piezas durante el proceso de horneado y el aumento en la resistencia de las piezas, previa implementación de las fórmulas propuestas para elaborar pastas de moldeo y de las recomendaciones realizadas para los procesos de beneficio del material arcilloso contenidas en el mencionado informe.

Estos cambios y mejoras se materializarán una vez el ceramista o profesional afín demuestre mediante talleres prácticos, en su visita a la comunidad artesanal, las bondades y beneficios de las fórmulas propuestas. Así mismo este profesional deberá estimular a los artesanos indígenas para que adopten estas fórmulas y para que asuman la responsabilidad tanto de mejorar los procesos de beneficio de arcillas y producción de alfarería y cerámica como de establecer control de calidad a los objetos elaborados en cada uno de los procesos de producción.

## 7. CONCLUSIONES

- Las acumulaciones de arcillas que se explotan para ser utilizadas en la elaboración de artesanías de alfarería y cerámica se han formado como producto de la antigua depositación aluvial de sedimentos transportados por los ríos Guaviare e Inírida, por lo que estas arcillas se clasifican según su origen como arcillas fluviales.
- Los yacimientos se encuentran en “barrancos” ubicados en las orillas del río Guaviare que muestran una sucesión de capas horizontales que se asimilan a una forma tabular; estos barrancos son accesibles solamente en la época de verano.
- Aunque en toda la extensión de los márgenes del río Guaviare se encuentran arcillas, la mayoría de los depósitos tienen poco o ningún valor. Solo en algunas partes las arcillas son encontradas como un yacimiento y con las características necesarias para ser usadas en la elaboración de objetos de alfarería.
- Los actuales sitios de extracción de las diversas arcillas utilizadas en alfarería artesanal son las minas de Caño Barro y Puerto Barro.
- Existen en la zona varias manifestaciones de materiales arcillosos que podrán extraerse en un futuro cuando las reservas explotables de las minas de Puerto Barro y Caño Barro se agoten. Estas manifestaciones están ubicadas en los sectores de Caño Bruja y Caño Carbón.
- La arcilla más utilizada por la comunidad indígena es la amarilla que tiene color de quema amarillo rojizo, la cual es explotada en la mina de Caño Barro.
- Las reservas probadas en Caño Barro para la arcilla amarilla son de 60 toneladas, para la arcilla gris son de 30 toneladas y para la arcilla rojiza son de 19,4 toneladas. Las reservas probadas en Puerto Barro para la arcilla negra son de 19,2 toneladas, para la arcilla blanca son de 12,3 toneladas y para la arcilla roja son de 8,8 toneladas.
- Las reservas posibles inferidas superan ampliamente las reservas probadas medidas en los yacimientos de arcillas.
- El consumo de arcillas realizado por la comunidad indígena artesanal de Coco Viejo es de 9,19 toneladas anuales.
- El ritmo de explotación anual para la arcilla amarilla es de 2,6 toneladas, para la arcilla gris es de 1,9 toneladas, para la arcilla rojiza de Caño Barro es de 1,9 toneladas, para la arcilla negra es de 1,3 toneladas, para la arcilla blanca es de 0,6 toneladas y para la arcilla roja de Puerto Barro es de 0,6 toneladas.

- La vida de las reservas probadas para la arcilla amarilla es de 17 años y un mes, para la arcilla gris es de 11 años y 5 meses, para la arcilla rojiza de Caño Barro es de 7 años y 5 meses, para la arcilla negra es de 10 años y 7 meses, para la arcilla blanca es de 9 años y 5 meses y para la arcilla roja de Puerto Barro es de 6 años y 8 meses.
- Los impactos ambientales en la zona de las minas ocasionados por la acción de la dinámica fluvial del río Guaviare y que se intensifican con la explotación minera son la remoción y pérdida del suelo y cobertura vegetal, la activación de procesos erosivos y la modificación del paisaje.
- La magnitud de los impactos ambientales ocasionados por la explotación minera de arcillas es muy baja. Las características de esta magnitud son: baja intensidad, duración fugaz, recuperable, poco probable, extensión puntual, periodicidad discontinua, manifestación latente y carácter negativo.

## 8. RECOMENDACIONES

- Continuar con el trabajo manual mediante excavación a cielo abierto para adelantar la extracción de arcillas de las minas, debido a que las labores de explotación minera son de bajo rendimiento, de muy bajo volumen de material extraído y a que la forma del yacimiento así lo permite.
- Conformar un grupo de personas con amplio conocimiento sobre los diversos tipos y calidades de las arcillas utilizadas por la comunidad artesanal para que se dedique a extraer el material arcilloso, generándose un escenario donde se logre implementar un registro de las actividades de explotación minera y se aumenten las condiciones de recuperación del material arcilloso.
- Llevar siempre durante la extracción de arcillas un control para cada lugar explotado (mediante el formato anexo) donde se registren datos como la fecha de extracción, ubicación del lugar de explotación, volumen y/o peso del material extraído, costo de la extracción y observaciones como espesor de las capas arcillosas, consistencia, plasticidad y textura del material, color, cambios en la morfología del yacimiento y/o terreno, etc.
- Dotar a los artesanos indígenas de ciertos elementos de seguridad industrial. Para el personal encargado de la extracción de las arcillas se requiere casco, guantes y botas de caucho. Así mismo se requiere implementar efectivamente tecnologías mediante la adopción en los procesos de mallas N° 40, 60 y 100 para tamizar la arena de río, las arcillas y engobes, balanzas y el diseño de un instrumento de molienda eficiente. Estos elementos deben permanecer en la comunidad.
- Poner en práctica las diferentes medidas para el manejo de los impactos ambientales generados o que pueden intensificarse por la explotación minera de arcillas.